

International Congress of Speleology
Congrès International de Spéléologie
Internationaler Kongress für Speläologie
Congreso Internacional de Espeleologia
Congresso Internazionale di Speleologia
Международный Спелеологический Конгресс

10.

**PROCEEDINGS — COMMUNICATIONS —
ABHANDLUNGEN —
COMUNICACIONES —
COMUNICAZIONI —
СБОРНИК ДОКЛАДОВ**

II.



13-20. August 1989.

International Congress of Speleology
Congrès International de Spéléologie
Internationaler Kongress für Speläologie
Congreso Internacional de Espeleologia
Congresso Internazionale di Speleologia
Международный Спелеологический Конгресс

10.

**PROCEEDINGS — COMMUNICATIONS —
ABHANDLUNGEN —
COMUNICACIONES —
COMUNICAZIONI —
СБОРНИК ДОКЛАДОВ**

II.

13-20. August 1989.

Editor:
Rédacteur:
Redakteur:
Redactor:
Redattore:
Редактор

KÓSA, Attila

Editorial staff:
Rédaction:
Redaktion:
Redacció:
Redazione:
Редакционная комиссия

FLECK, Nóra
HAZSLINSZKY, Tamás
HEGEDŰS, Gyula
MOLNÁR, András
SZABLYÁR, Péter
VID, Ödön

Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat
Hungarian Speleological Society
Ungarische Gesellschaft für Karst- und Höhlenforschung
Société Hongroise de Spéléologie
Венгерское Общество по Исследованию Карстовых
Явлений и Пещер

Felelős kiadó: GÁDOROS Miklós

1061 Budapest, Anker köz 1.

ISBN 963 8012 30 7
963 8012 31 5

Hozott anyagról sokszorosítva
8918682 MTA Sokszorosító, Budapest. F. v.: dr. Héczey Lászlóné

CAVE GEOLOGY OF THE ARDA RIVER BASIN, BULGARIA

RAYCHEVA, Yovka

Геологическая обстановка в данном районе очень усложнена от ряда разломных нарушений, которые проявлены до палеогена. Это определяется покрытием палеогенским седиментом, разломленные протерозоем.

Свита мраморах тоже была положена разьединению, вместе с палеогенским седиментом.

Уложенные разломов было совершенно несколько раз и закончилось заполнением их кварцовыми жилами, полиметаллическим орудяванием.

В исследованном районе намечены два типа пещер:

- пещеры, развитие в палеогенским седиментом
- пещеры, развитие в мраморе на контакте с другими типами скал

Эти типы пещер имеют ряд особенностей, которые рассматриваются в настоящем докладе.

The present observations have been made in the region of the upper course of the Arda River and its tributaries. The first more serious explorations of the karst topography here were started in 1965 by the Speleologists' Club STUDENETZ in CHEPELARE. Thirteen speleological expeditions were carried out from 1965 to 1988; two national and eleven locally organized.

Due to the devoted work of the Club members in exploring the region, thirty seven caves and nine precipice have been found and mapped out. Related to the settlements in the area they are situated as follows:

I. Caves at the village of Borickovo

1. Borickovo Cave
2. Little Borickovo Cave

II. Caves at the village of Potocka /Stream/

3. Potocka Cave 1
4. Potocka Cave 2
5. Potocka Precipice

III. Caves at the village of Byala Reka /White River/

6. Byala Reka Cave

IV. Caves at the village of Goloboitza

7. Uhlovitza Cave
8. Anduka Cave
9. Goloboitza Cave 1
10. Goloboitza Cave 2
11. Goloboitza Cave 3
12. Garvanovitza Cave

The geological environment is rather complicated by a series of disturbances manifested up to the Palaeogene. That can be defined by the palaeogenic sediments covering proterozoic rocks.

The marble rocks have also been subjected to disturbances together with the palaeogenic sediments.

There are two types of caves in the investigated area:

- caves developed in palaeogenic sediments
- caves developed in marbles in contact with other types of rocks

These types of rocks have a number of peculiarities, that will be discussed in the report.

13. Rizovitza Cave

14. Rizovitza Cave 1

15. Rizovitza Cave 2

16. The nameless cave at the upper course of Garga Derre /Raven Ravine/

17. Precipice 1

18. Precipice 2

19. Enicharski Kolibi Precipice

20. Caleto Cave (passable)

21. Poprelkata Precipice

22. Roadside Precipice

23. Nadarska Cave

24. Kraishte Cave

V. Caves at the village of Turen

25. The Meadows Precipice

26. Turen Cave

VI. Caves at the village of Chokmanovo

27. The Settlement Cave

28. Pramatarska Cave

29. St. Ilya Cave

VII. Caves at the village of Smilyan

30. Smolyan-Roudozem roadside Cave

31. the cave at "Polyanite" / The clearing/

32. Kosharata Cave / Sheep pen/

33. the cave above the sheep pen / Kosharata/ (passable)

VIII Caves at the town of Roudozem

- 34. Kaletu Precipice
- 35. Kavgadziška Precipice
- 36. Mangovska Cave
- 37. Water Cave
- 38. Muglishta Cave
- 39. The cave at Vitina
- 40. Kushtata Cave / The House/
- 41. Sharenka Cave
- 42. Colonel Seraffimov Cave
- 43. The cave at the village of Nedelino
- 44. Mangova Cave /The Gypsy/
- 45. Big Boevska Cave
- 46. Little Boevska Cave

The Karst formations are unevenly found on the two sides of the river valley. The greater part of them (31) are present on the left slope of the river ravine and the left tributories, while the rest (15) are present on the right slope.

The valley of the Arda River cuts deeply in the East part of the Rhodopes. In its upper course the river cleaves the crystalline mountain socket which is composed of gneissose granite, mica schists with marble and amphibole seams. Paleogenic sediments and volcanic rocks are deposited in the dippings.

Marble blocks up to 300m thick, heavily cracked and broken, with seams of mica schists and chlorite slates, have slid /1/ over the crystalline schists in the West Smolyan massif in North-South direction. The amount of a top sliding open in East-West direction between the town of Roudozem and the village of Mogilitsa is 16 km long. The same author assumes that the greater part of the crystalline rocks along the Arda River Valley are Palaeozoic in age. /1/

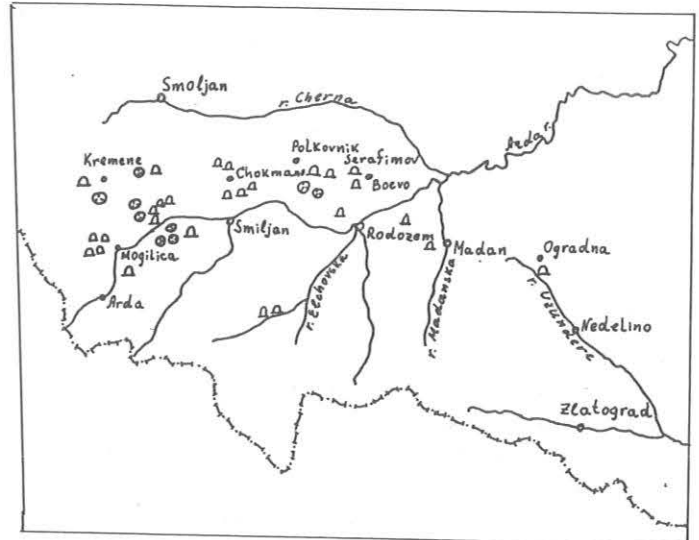
The Rhodope metamorphic block is conventionally divided into two series:

- lower metamorphic series /high crystalline/
- upper metamorphic series / low crystalline/

According to the metamorphism intensity and the petrographic peculiarities of the rocks the lower series is divided into two sites: lower middle and upper. Generally the suites are formed by the alternation of amphibolites with thin layer marbles, of gneiss with rare seams of marble, partly dissolved, biotitemuscovite gneiss with marble, changed at the joints and containing muscovite, phlogopite, dolomite, granite, epidote and quartz. The marbles in this suite are more resistant to the karst process as a result of the various accessory minerals.

The upper metamorphic series is divided into two suites: upper and lower. The lower suite of this series is formed by the alternation of schists and gneiss slates, amphibolites and marbles situated mainly on the upper levels and greatly changed by the karst processes. The marble layers are 100-300m thick. The upper suite is composed of massive laminar marbles which have been intensively karst processed. They are white, grey and yellowish in colour and in stripes at places. They are heavily cracked with seams of dolomites.

In the paleogenic sedimentary block represented by rocks with various compositions, the conglomerates and the breccia conglomerates of clayey carbonate joint are more important in respect



Geographic location of the caves on the upper stream of the Arda river

to the karst processes. These sediments were deposited in closed water basins during the Priabonian transgressively and in discordance on the metamorphic block. The paleogenic deposits are preserved in the fault of the dippings. In the explored area they are found around the village of Colonel Seraffimovo, Boevo and to the North-West of the town of Roudozem.

The bigger structures are presented as follows:

1. To the South - the Rhodope anticline. The rocks from the lower metamorphic series are present in its core, it consists of the following smaller structural units: the Roudozem anticline, the S Smilyan syncline and the Borickovo pericline /2/.
2. Southern Rhodope syncline, formed by the suite of the marbles in the upper metamorphic series.
3. Madan-Davidkovo swell /3/. Its core is composed of the lower metamorphic series rocks, while the wings are composed of the upper series. The marble suite is present only in the western wing.

D. Subev's research brings the conclusion that in different rock blocks one fault set is more open than the other and creates favourable conditions for the underground water movement. In the massive and laminar marble suite the faults have South-North orientation. As a result the caves have the same orientation.

In the paleogenic sedimentary block the faults have predominantly North West - South East orientation, correspondantly - the caves which are formed in paleogenic marble breccia. The preliminary unofficial information of our colleague Mrs. Stankova regarding the chemical composition of the water in the paleogenic caves shows a higher degree of mineralization for those caves in comparison with the caves formed in marbles. This is a consequence

of the variety in the composition of the rocks which form the breccia and breccia conglomerates. They have various secondary karst forms.

The caves formed in the marble suite, containing a high degree of calcium carbonate are extremely rich in secondary formations.

Two very interesting/in respect to their formation/ caves have been found in the explored region. They are situated on right tributaries of the Arda River, near the town of Roudozem at the so called Roudozem fault. It incorporates big faults with a distinct South-West direction.

The Roudozem fault is a paleogenic formation. The fault, along which are the pits of the Sharenka Mine, is found in the lower mixed thin marble suite. The two caves have been formed at the joint of the marbles and the above lying gneiss. They are not long, with few passages, oriented along the fault.

There are almost no secondary formations. Quartz morion crystals have been formed at the joint of the various types of rocks.

Most of the caves formed in the marble suite are found on the left slope of the Arda River. The favourable lithological composition of the marbles / high content of calcium carbonate, greater thickness/ in the upper suite has predetermined the formation of bigger caves and extremely rich in secondary formations in comparison with the caves formed in the lower suite marbles.

In the Arda River Valley the underground karst topography is richer than the one on the surface.

It has many karst springs, some of which are utilized.

Some of the formations in the explored area are extremely interesting. Uhlovitza Cave comes first; its unique formations initiated the speleologists from the town of Chepelare to develop it and now it is a tourist sight. The greatest tribute should be given to our colleague Mr. G. Raichev.

Borickovo Cave is another place of interest. It is unique with the pile of cave bear bones / Ursus Spelaeus/ in its sediments. It has been announced as a protected natural sight.

The most interesting precipice turned to be "Kladeto". It is second in the Rhodopes - 46m delevelling. There are rare secondary formations in the cave.

The future explorations in the Arda River Valley will contribute to the study of the karst processes in this part of the Rhodopes.

BIBLIOGRAPHY

1. Gulubov, Z. The Rhodope Crystalline Sicket in the Upper and Middle Course of the Arda River, 1938, Balkan Geol.
2. Kozhouharov, D. Crystalline Structure in the Central Rhodopes. 1965, NIGIV, II, Sofia
3. Bogdanov, B. Geologic Composition and Structure of the Madam Mining Area, HMG I Annual Reports, 6, 1960
4. Subev, D. Karst Topography Development Prerequisites in the Central Rhodopes and its Geographic Distribution, Rhodope Speleologist /Rodopski Peshternyak/, 1965

Ювкв Рачичева, Музея по спелеология,
Болгария

by Jovka Raicheva, Museum
of Speleology and Bulgarian
karst, Chepelare, Bulgaria.

SOME CONSIDERATIONS ON THE GEOMORPHOLOGICAL DEVELOPMENT OF THE TRIANGULAR CAVE IN THE WEST RHODOPE MOUNTAINS, BASED ON SEDIMENTATION ANALYSIS

RAICHEV, George

Based on the drilling investigations in the Triangular cave in the Western Rhodope mountains, an experiment has been carried out in order to relate the basic stages of the formation of the cave with its sedimentation on the background of the global evolution of the valley karst. A special attention has been paid to the formation of the different layers and some preliminary conclusions referring to the paleogeographic conditions in the formation of the cave have been made, based on dating experiments.

A lot of cave sediments contain valuable Pleistocene and Holocene deposits, giving us grounds for reconstructing to a certain extent some climatic transitions in the different stages during the Würm period. But this is, so to say, the most difficult branch of paleogeography, since we do not have at our disposal an adequate amount and set of output data. It is known for a fact that the information, collected by a detailed study of the cave sediments, corresponding to a certain geological time, serves as a major source for paleogeographical accounts. Besides, as a result of the intensive denudation process, the sediments in the mountain regions are not preserved for more than 50-100 thousand years, and to a great extent go beyond the boundaries of those regions (Muratov, V.M., E.O. Friedenberg, 1984).

The above stated aspect attaches a particular interest to the mountain caves, since their mouths - new as well as old ones - serve as sediment repositories. These parts of the caves are directly exposed to the effects of the surroundings. The cave sediments had been formed under the direct influence of environmental conditions such as temperature, rainfalls, flora and fauna. Vegetation and animal remains have accumulated here, making it possible to apply different dating methods - radioactive, paleontological, spore-pollen, etc. (Muratov, V.M., E.O. Friedenberg, 1984).

In connection with developing the "Subproject - 158 B" programme - "Paleoclimatic and Paleohydrological Changes in the Temperature Zones During the Last 15-20 Thousand Years" - several caves from the Trigrad region in the West Rhodopes were suggested and approved for investigation. (Fig. 1)

The most interesting from the investigated caves in the region turned out to be the Triangular Cave. It is situated near the village of Borino, on the left slope of the Izvorska river. It has two mouths, which face the South and differ in sedimentation character. The cave is a horizontal one, of the corridor type. We laid out the drilling

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ТРИГУЛЬНОЙ ПЕЩЕРЫ - ЗАПАДНЫЕ РОДОПЫ, СДЕЛАНО НА БАЗЕ СЕДИМЕНТОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Георгиев Димитров Райчев
Музеи по спелеологии, Болгария

на базе совершенного зондажного исследования триугольной пещеры в Западных Родопях, сделан опыт связать основные моменты формирования пещеры с ее седиментообразованием на фоне общей эволюции долининого карста.

Особое внимание было обращено на формирование отдельных пластов и на базе совершенных датирований сделаны некоторые предварительные выводы относительно палеогеографической обстановки при которой образовалась Триугольная пещера.

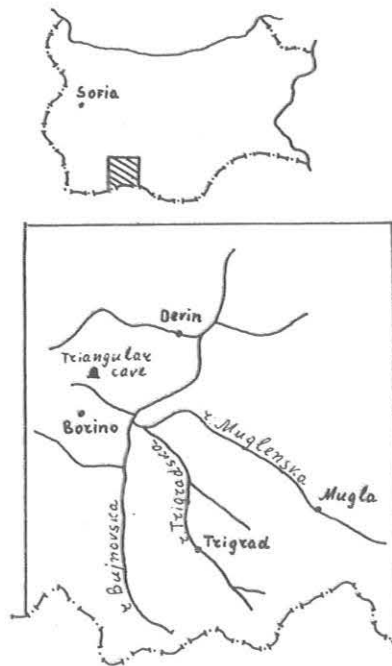


Fig. 1. Scheme of the investigated region.

equipment right under the projections above the mouths, since in our opinion the new and old cave mouths had been subjected to the immediate effects of the particular physico-geographical environmental components. That is bound to reflect in the character of the sedimentation process. The old cave mouth is usually quickly submitted to denudation under the conditions of a steeply sloped lay (Muratov, V.M., E.O. Friedenberg, 1984). (Fig. 2)

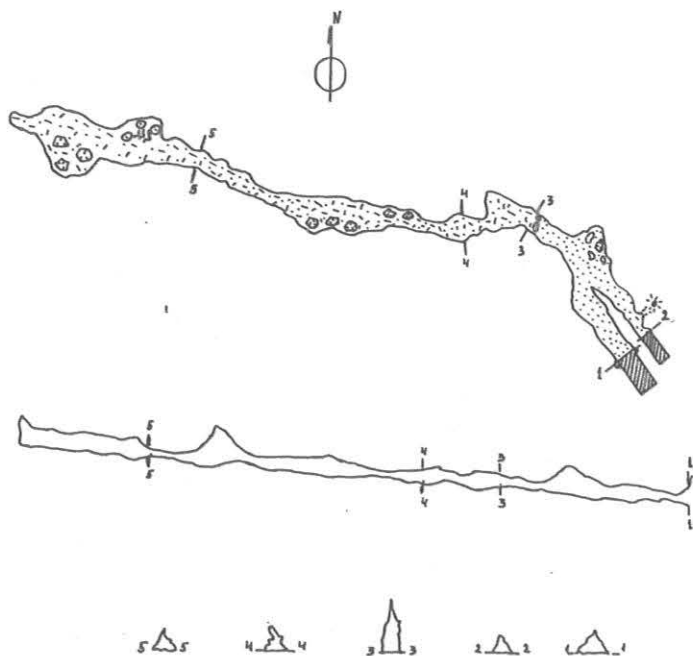


Fig. 1 Triangular cave

Vice versa - specific conditions for sedimentation exist in the inner cave zones where the climate is steady. This leads to accumulation of their own sediments, i.e. no sediments enter from the surface. The alluvial deposits from ancient waters during the formation of the cave are considered to be an exception. The sedimentation in the inner cave zones can be affected in its own indirect way by dramatic changes in environmental climate. It can reflect periodically changes in humidity and possibly in temperature.

No classification whatsoever of cave sediments has been published in our reference literature, but we could find various, though chiefly general, classifications of cave sediments in foreign publications, mostly Russian (Maximovich, G.A., 1963, Dablyanski, V.N., 1977).

As a result of the drilling investigations in the Triangular Cave, the following layers were singled out (from top downwards): /fig 3-1/

1. A humus layer - 0,30 m thick, with woven in vegetation roots. Ceramic articles from the Iron Age and the Late Antique period have been found in it. The layer has been disrupted by treasure-hunters' ditches.

2. A sterile layer - 0,20 m thick. Contains chiefly angular pieces of marble rubble, thermogravitational in origin, and is filled up with light-yellow and yellow clay.

3. A fossil layer - 0,80-0,90 m thick. Contains angular pieces of marble rubble and is filled up with yellow clay. We ran into some fossil bones from the cave bear. The bones are fragmentary, as well as whale. We also encountered some teeth - canines, incisors, molars and premolars, vertebrae and phalanges. The bones have been dated at the Hanover Laboratory for Radioactive Analysis. The age of the top fossil soil horizon has been fixed at $15\ 470 \pm 310$ years, and the age of the bottom one - at $17\ 750 \pm 460$ years.

4. A sterile layer - represented by angular marble pieces, filled up with yellow clays. Single calcite crystals were encountered in the bottom soil horizon of the layer. The thickness of the layer is 1,60-1,70 m.

5. A calcite crust with buried stalagmites. The thickness of the calcite crust is 0,05-0,07 m. The stalagmites are situated at a dis-

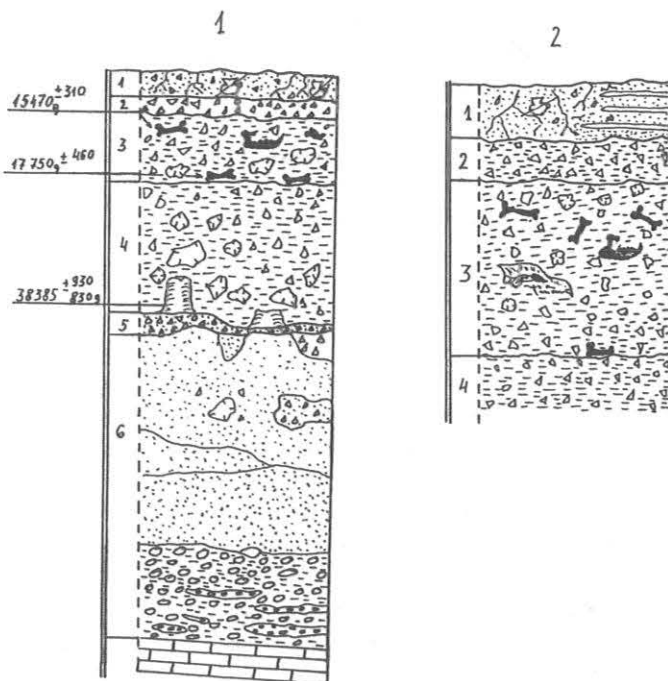


Fig. 3 Sediments of Triangular cave

tance of 1,30 m in front of the mouth projection and have been dated at the Hanover Laboratory. Their age has been fixed at $38\ 385 \pm 930$ years (HV - 11 084). The layer was formed during the cold stage of the Würm.

6. Water-mechanical deposits 2,90 m thick. This layer is represented by two soil horizons. The top one consists of sand and clay, and the bottom one - of fluvial rubble, differing in size. The analysis of the rubble points to South-Bulgarian granite, quartzite and flint.

The supramaxilla of a cave bear in layer No.6 (water-mechanical deposits) was an interesting find. The very fact could have misled us in interpreting the different layers, had we not searched for a genetic connection with the east mouth. It is situated 1,5 m higher than the west mouth. The drilling registered the following layers (from top downwards): /fig 3-2/

1. A humus layer - black with red clay streaks mixed with tiny rubble from marble pieces. Fragmentary pieces of ceramic articles (from the Iron Age and the Late Antique period) were also found in it. The thickness of the layer is 0,70 m.

2. A sterile layer - represented by angular rubble, thermogravitational in origin, and filled up with yellow clay. Its thickness is 0,50 m.

3. A fossil layer in thermogravitational rubble with yellow-clay cohesion. Its thickness is 2,80 m. Plenty of cave bear bones were found.

4. A sterile layer - represented by thermogravitational rubble with yellow-clay cohesion. It was disclosed at -4 m from layer No.1.

The uncovered paleontological finds of the cave bear were distributed in a definite anatomic order. This is a testimony that the bear bones had been buried directly under the debris material. The cracking of some bones might be due to dislodged rock blocks from the cave ceiling or possibly to the trampling of the living specimens upon the dead bears.

Along with the drilling research in the Triangular Cave and the defining of separate layers, samples were taken for pollen analysis and processed by associate professor Klisaveta Boshilova, Head of the Paleobotanic Department in the Biology Faculty at the Sofia University "Kliment Ohridski".

Sample No.1 (0,50 m) specified 4 pine-tree pollen grains, 1 lime-tree pollen grain, 1 spruce, 3 pollen grains from the decomposed family and 2 milfoil pollen grains. The material is scanty to count off the minimum pollen amount.

Sample No.2 - 1,20-1,30 m. The material is unfit for pollen analysis.

Sample No.3 - 4,50 m - specified 1 walnut-tree and 1 lime-tree pollen grains. The following pollens were specified from the herbaceous species - 1 pc from the decomposed family, 3 pcs from haresfoot, 1 pc from the rose family, 1 pc from plantain, 2 pcs from tormentil and some others. Proving the presence of heat-loving species from trees like walnut and lime could point to a warmer climate. On the whole, the sample is inadequate to draw a conclusion about the character of vegetation and the climate during the deposition time.

Sample No.4 - 2,90 m - 2 pine-tree pollen grains.

Sample No.5 - 4,10 m - 1 pine-tree pollen grain.

Sample No.6 - 6,00 m - no pollen found.

The analyses of the samples lead to the following deduction: The materials taken in the Triangular Cave are scanty in pollen to draw an adequate conclusion about stratigraphy. The presence of single pollens in sample No.3 (-4,50 m) could indicate a warmer climate. They had been deposited in the Pleistocene, including the whole Würm period.

On the basis of the prospecting carried out in the Triangular Cave, we shall try to reconstruct the changing picture of development of the old mouth. It is largely based on the sedimentation analysis of the examined profiles.

The mouth parts of the Triangular Cave are old drains from a "paleospring" river. The river waters had made their way from north-west. A proof of this is the river alluvium disclosed in the bottom part of the profile in the west mouth. The considerable size of the rubble pieces indicate to a significant drainage of the river and to its erosive energy. That coincides with the pluvial periods in the Riss-Würm. As a result of the temperature drop in the climate, the amount of water had sunk to a great extent leading to the sand and clay deposit in layer No.6. The clay streaks point to the setting of a more intensive karst denudation. The maximum drop in temperature during the Würm coincides with the formation of the calcite crust and the stalagmites. The karst denudation marks its peak 38 385 \pm 930 850 years ago. Since that time on, the disintegration of the vaulted parts in the cave corridor had set in, as well as the sediment accumulation. After the Würm maximum, a period of temperature rise followed, resulting in the formation of Layer No.3 (the sterile layer).

The cave bear from the Triangular Cave appeared 17 750 (\pm 460) years ago, as the bones from the bottom horizon of the fossil layer have been dated, and disappeared 15 470 (\pm 310) years ago. We could make a certain mistake if we trusted only the sedimentation analysis of the profile and the paleontological finds or if we had not studied the sediments uncovered at the east mouth. The fossil layer at the east mouth is 2,70 m thick. That means the cave bear had appeared a lot earlier in the Triangular Cave. The future investigations we are planning will shed new light upon this matter. For the time being we know for certain that the east mouth is a remainder of an old gallery, formed on a higher level, and the bears had been making

their way through it, some of them dying. That is why the exact answer to the question "when did the bear come forward into these parts of the Rhodopes" still remains open. The paleontological analysis in the Triangular Cave and the morphological differences of the material give us grounds to form the opinion that the cave had been visited by two types of bears. Unfortunately, we have not been able to define them yet. The isolated two stone hatchets, found at the east mouth on the borderline between the Holocene and the Pleistocene layer, are still a mystery for us. It is possible that the primitive man had visited the cave incidentally. But the absence of artefacts left from the primitive man in the Triangular Cave, up to the present moment of investigation, points that he had not visited it. This fact puzzled us greatly, since paleolithic artefacts from the Mousterian Age were found in the cave region. Probably the climate in the Rhodopes was still severe and primitive people visited the mountain during the warm period in hunting groups.

On the whole, an active sedimentation is noticed at the old mouth of the Triangular Cave. It had taken place in a period of temperature drop at the expense of the intensive desquamation process from the cave walls and ceiling and to a great extent at the expense of the wash-out phase. In that case the distinction of separate soil horizons in a single layer is quite a difficult task. In all probability, the residual deposits from the wash-out phase are angular, but the edges of the individual rubble are slightly rounded, i.e. they are not so sharp-cutting as the edges of the rubble in the bottom horizons, resulting from desquamation processes.

The bottom Würm sediments in the Triangular Cave are represented by fine alluvial sands with individual colour streaks shaped as lenses and formed in a period of heavier rainfalls.

The studies of the cave sediments in the Rhodopes are still in their very beginning. The absence of a clearly defined methodology and the scanty reference literature are a matter of certain difficulties concerning interpretation of the particular layers. It is difficult to presuppose what kind of discoveries these studies could lead us to. Theoretically and practically such studies hold out bright prospects, since they reveal a new field of data and facts. Undoubtedly, their further development will promote paleontology and paleoarcheology in giving a more adequate explanation of the paleogeographical background, pertaining to a certain mountain region.

REFERENCE LITERATURE:

1. Griehuk, V.P., Gabonina, Z.P., Muratov, V.M., Friedenber, E.O., "Some results of the spore-pollen analysis of deposits in paleolithic caves", News of the Academy of Sciences in the Soviet Union, Geography edition, 1970, No.4.
2. Dablyanski, V.M., "Karst caves and galleries in the Upper Crimean Region", M., Nauka, 1977, p.188.
3. Maximovich, G.A., "Basic karstology", Perm, 1963, p.444.
4. Muratov, V.M., Friedenber, E.O., "Geomorphological layers in caves", Geomorphology, 1978, No.2, p.95.
5. Muratov, V.M., Friedenber, E.O., "Paleogeographical interpretations of crumbly deposits in the caves in the West Caucasus". In the volume "The primitive man, his material culture and natural background during the Pleistocene and the Holocene", M., Nauka, p.313.
6. Muratov, V.M., Friedenber, E.O., "Cave sediments as an indicator for paleographic conditions (ex. the Malovorentsovska Cave)", News of the Academy of Sciences in the Soviet Union, Geography edition, No.2, 1984, p.67.

SOME CLIMATIC PHENOMENA IN THE YAGODINA CAVE USED BY ENEOLITIC DWELLERS

RAITCHEV, Dimitar - RAICHEV, George

НЕКОТОРЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФЕНОМЕНЫ ЯГОДИНСКОЙ ПЕЩЕРЫ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ЭНЕОЛИТИЧНЫМИ ЖИТЕЛЯМИ

Программа климатического исследования пещеры утвердилась в нескольких аспектах:

1. Как доисторическая пещера, использование Предверия как зимнее жилище энеолитичными обитателями.
 2. В биоспелеологическом аспекте - колонизация отдельных этажей и галерей разными представителями пещерной фауны.
 3. Пещера является туристическим объектом и это сделало необходимым принять меры в связи с охранением пещерных депозитов.
- Во время исследований пещерного климата, длившихся несколько лет, было зарегистрировано несколько особенностей и феноменов. Установлены были три цикла вентиляции, которые обеспечивают разные температурные режимы в отдельных участках пещеры:

a/ переходный - весенний и осенний

b/ летний - циркуляция воздуха происходит верхних отверстий к нижним с внесением в пещеру более теплого воздуха.

в/ зимний с циркуляцией воздушных масс из нижних отверстий к верхним и обеспечиванием постоянной температуры в Предверии /жилище пещеры/ + 8,4°C зимой и постоянного течения изнутри к выходу Предверия, что обеспечивало выход дыма из жилища. Это феномен, который хорошо понимали и использовали энеолитичные обитатели зимой.

Во время дискуссии должно быть обеспечено 1 м².
Доклад будет сопровождаться диапозитивами.

In the last few decades cave climatology made a considerable progress and nowadays it represents a great part of the special problems of speleology. A lot of investigators of the underground karst atmosphere with their methods of investigation, technical improvements of the apparatuses, can be considered as models in the exploration of the subterranean climate - Sharf 1880, Biadego 1906, Martel 1921, Andre 1958, Jess 1965, Reno 1961, Rock 1963-64. The climatic investigations of the limestones in the "Nio" cave in France by Klod Andrio and his work on speleoclimate in co-operation with J. M. Buvie "Climatic subterranean measurements" is a good example of studying and analysing the cave atmosphere. These data can still be used by a great number of experts as an important information.

What impressed us most when investigating the Yagodina cave was the instability of temperature in the different zones, floors and galleries, in contrast with the theory of stability of cave climate. Some active cave winds in the underground atmosphere and in the entrance parts of the cave could be observed, as well as a drying up of certain parts on the floor and some karst forms, foggy areas, etc.

During the different archaeological excavations in 1965 - 66 and in 1984 in the cave dwelling "The Pre-entrance" and in some galleries used for special purposes by their inhabitants, there arose some problems of ecological character, problems connected to the very character of the cave dwelling.

Besides there was different density of population

The programme of climatic investigation have been imposed by several aspects:

1. As a pre-historic cave the fore-entrance have been used as a winter dwelling of eneolithic inhabitants.
2. The biospeleological aspect - the colonization of the different floors and galleries by various representatives of the cave fauna.
3. The cave is a place of tourist interest which presupposes certain measures about preserving the cave deposits.

Several peculiarities and phenomena have been registered during the time of investigation of the cave's climate. Three cycles of ventilation have been fixed, which provide the different temperature conditions in the separate departments of the cave:

- a/ transitional conditions - during spring and autumn
- b/ summer conditions - the air circulation is directed from the upper entrance to the lower ones with incoming of a warmer air.
- c/ winter temperature conditions - the circulation of the air masses is directed from the lower entrance to the upper ones and that provides a regular temperature of 8.4°C in the pre-entrance /the very dwelling in the cave/ in winter and a constant current directed outwards through the entrance. This enabled the outcoming of the smoke of the dwelling - a phenomenon well understood and made use of by the ancient inhabitants of the cave in winter times.

We should like to be provided with 1m² of showing place.

The report is accompanied by slides

of cave fauna, an irregular distribution in the separate zones and floors. We think that it is not only nutrition that defines the irregular concentration. There are some other problems that have ecological character.

This imposed the working out of a special programme for the investigation of the cave atmosphere. It was developed in several aspects.

1. We had to receive data about the ecology and the very character of the dwelling, as the cave the pre-entrance part had been used as a dwelling place during the copper - stone age - 4000 years B.C.
2. The biospeleological aspect - we had to receive information about the colonization of the cave and the different ways of settlement of the smallest inhabitants - troglobionts and trogloliths. These data would have been used in the experimental work with cave fauna in the biospeleological laboratories /A and B/.
3. The cultural layer in the Pre-entrance contains some important thermogravitational sediments and secondary karst forms. We were also interested in the paleoclimatic and paleohydrological conditions in the cave.
4. The restoration and the conservation of the pre-historic dwelling needed some data about the climate of that part of the cave, as well as certain information about the fire places, the glaza-kiln, etc.

The programme was carried out in 1986-87 and included two winter, one spring and one autumnal periods.

The Higher Institute for Hydrology and Climatology provided the installations for collecting the information about temperatures in the inner and outer cave environment, the humidity and cave winds.

The apparatuses were installed as follows: according to figure 6 - upper floor, winter cycle, and figure 5 - lower floor - winter cycle of ventilation too.

X - writing appliances - thermographs and hydrographs with a weekly run.

X - psychrometric installation with maximum, minimum, dry and wet thermometers.

- psychrometric control installations

+ - installations for measuring the cave winds with a manual anemometer.

+ - measuring of small air currents with features.

XX - installations on the slope where the cave had been developed /above the parking place/.

The cave had been developed in Proterozoic marbles. It is situated in the valley of the Buynovska river, in the most eastern parts of the Velio-Viden region of the Rhodope mountains which is the watershed of the rivers Maritza and Mesta. The upper natural entrance is found in a small group of rocks, and it leads through a ten metres long gallery to the pre-entrance - the cave dwelling. It is the beginning of the main gallery of the upper floor. The intermediate floors are connected to the youngest and lowest floor by a 30 m deep and another 8 m deep abysses.

The cave has several entrances situated on different levels, and some other opening which enable the movement of air currents to in and out of the cave. The cave can be defined as a "breathing cave". The total length is 8 000 m. The climatically investigated parts of the cave represent one third of the total length.

RESULTS

I. Thermal results

1.1. When analysing the tables of maximal and minimal temperatures of the different sections, galleries and floor it was determined that temperatures in the cave are not stable, even in these parts that are far from the entrances.

1.2. Temperatures of the Pre-entrance parts of the cave are characterized with bigger amplitude of minimums and maximums.

1.3. Smaller amplitudes can be observed in galleries, not affected by ventilation: the deer gallery, the galleries of the intermediate levels I, II, III, IV and V, the main gallery in the southern part, the main gallery in the upper floor, the crossroad and the glaze-kiln /the pottery/.

1.4. Some of the thermal phenomena - as it is in winter time in the prehistoric dwelling, had been caused by circulation of air currents.

2. Ventilation

The following cycles were established:

2.1. Winter cycle - the lowest openings are taking in cold air. It is gradually warmed up, moves up and goes out through the upper openings. Even when it was very cold outside, the Pre-entrance dwelling was provided with warm air from 8.2° C upto 8.4° C - a real climatic phenomenon.

Application - Tables /Figures 5, 6, 7/. This phenomenon provided the dwelling with airing and ventilation of the gallery and the two openings above the fire place I - the southern wall /Fig.7./.

2.2. Summer cycle - now the upper entrances take in air and the lower ones blow it out /Fig.2./.

2.3. Two intermediate cycles were established as well. The ventilation changed depending on the differences in air temperatures outside and inside the cave. This led to an often changing of ventilation during our investigation. When

temperatures inside the cave and outside it became equal, there were no cave winds and the cave atmosphere was considered still.

3. Humidity

A very high rate of humidity was established - between 92 % upto 100 % in the galleries, but it also depended on the cycles of circulation /especially at the openings/.

4. Some other phenomena observed in the cave atmosphere:

4.1. Underground fog, clearly visible in the western part. It was not a constant phenomenon. Perhaps it indicated some short-time disturbances in the cave climate which must be recorded by a special apparatus.

4.2. There was a clear drying up of a certain areas on the floor of Laboratory A and in some of the opening parts of the western and northern sections during the winter and summer cycles of ventilation. We could not establish the nature of this phenomenon - perhaps it needs more sensitive apparatus too.

4.3. During the winter cycle of ventilation in the upper openings the rocks and flora were covered up with frost and smoke was coming out of the openings. This phenomenon helped us to find out one more entrance to the cave - a connection between the lower floors and the surface. It is possible that it was this phenomenon that made the pre-historic dwellers to use the Pre-entrance as their winter home.

4.4. When studying the cave sediments in the Pre-entrance in the winter of 1983 at a depth 2.30 m among the gravitational blocks a strong air current was found blowing outside with a temperature of 8.2° C and velocity of 3.8m/sec. As this level of sediments was predominantly from the Upper Wura, it can be stated that the phenomenon had existed even during the Upper Glacial period. It is possible that some older cultures could be found in the cave. This level revealed some buried secondary karst forms - stalagmites and sintric lakes - which had their origin during the Glacial.

ECOLOGY IN THE PREHISTORIC DWELLING

Examination of ecology was carried out during the experimental winter expedition with one week stay in the dwelling of a group of 7 men and women from December 29th 1987 upto January 7th 1988, welcoming The New Year in the dwelling together with guests from Sofia and Chepelare. Certain activities were carried out resembling the prehistoric way of life - grinding wheat by an ancient millstone, kneading and baking of bread; working out, drying up and baking of pottery in the eneolithic glaze-kiln, knitting, etc. These activities were connected with the thesis "Cave Clay As a Raw Material For the Manufacturing of Pottery by the Eneolithic Dwellers".

During the expedition some observations were made on the temperature and humidity when burning three fires and the glaze-kiln. The results of this experiment are shown on figure 8.

CONCLUSIONS

1. Ancient people from the copper-stone and the bronze age had chosen very carefully their dwelling places, paying special attention to the main conditions: temperatures, ventilation and humidity.

2. Investigation reveal that the dwelling place was a winter one and gave them shelter from the cold weather. The good ventilation and circulation of the air provided a temperature of about 8.4° C and the airing of the gallery when fires and the glaze-kiln had been lit.

3. The fire places were situated in a circle in the Pre-entrance, according to the ventilation openings and the main ventilation line.

4. Due to these climatic phenomena there were normal ecological living conditions in the cave.

5. Some openings which enhanced the ventilation in the Pre-entrance, were filled up with sediments and now they hinder the normal ventilation.

6. We are convinced that ancient people had also some summer dwellings in the vicinity of the cave. Their

investigation would widen the information of their culture and way of life.

We are also convinced that we need much more information about the cave atmosphere - influence of rocks and waters, etc., which must be recorded by installations used by Klod Andrio in the Nio cave in France.

The problems of cave climatology can be successfully solved if all scientists join their efforts and work together using most progressive techniques and equipments.

COMPLEXE DE GROTTES PRES DU VILLAGE BAJLOVO, REGION DE SOFIA (BULGARIE) ET SON UTILISATION PAR L'HOMME

STOEV, Alexej - GUERASSIMOVA-TOMOVA, Vassilka - STOYTCHEV, Todor

ПЕЩЕРНЫЙ КОМПЛЕКС ВЕЛИЗИ С. БАЙЛОВО, СОФИЙСКАЯ ОБЛАСТЬ И ЕГО ИСПОЛЗОВАНИЕ ЧЕЛОВЕКОМ

В небольшом бигорном массиве, находящемся в 5-и км восточнее с. Байлово, расположены 4 неглубокие естественные пещеры. Вместе с несколькими внешними скальными откосами, они представляли в древности фракийское пещерное святилище. Еще во время энеолита части бигорного массива были так оформлены, что получился четырехугольник, открытый со стороны реки. Там же есть скала с искусственно оформленной площадкой, ориентированной по направлениям мира, из которой проводились астрономические наблюдения. Конфигурация терена дает возможность следить за видимым движением Луны. Это подтверждается 236-ью изображениями различных фаз Луны, выдолбленные как на окружающих скалах, так и в двух из пещер. В одной из пещер, в которой найдены и лунные изображения, открыты рисунки. Они сделаны гуаном летучих мышей и лиловой минеральной краской. Они нанесены в более поздний период и опоясывают всю полость в форме фриза. Исследование показывает, что эта пещера служила как бы "школой" для жрецов и колдунов. Изображения фактически показывают календарную последовательность выполнения ритуалов, праздников и астрономически значимых событий. Они связаны с Солнцем и с другими звездами. Это первая в мире школа такого типа.

Позвидимо, место считалось священным, так как в более позднее время, в позднее средновековие, над пещерным комплексом была воздигнута часовня "Святой Николай".

Au cours de l'étude des grottes, nous avons été à maintes reprises surpris par les moyens de leur utilisation. Très souvent leurs murs ont servi de galerie de peinture - Lascaux, Altamira, Magoura. Les exemples de grottes-habitats ou de sanctuaires sont innombrables. Nous connaissons, aussi, des cas de grottes dont les entrées et les ouvertures représentent un observatoire original.¹ Dans cette étude, nous voulons présenter le complexe de grottes près du village Bajlovo, composé de quatre grottes, appelées par la population locale "Manastirski" (de monastère), ou bien "Kalougeraki" (de moine) et utilisé avec les roches des environs consécutivement dans deux directions inhabituelles.

Le site a été utilisé par la population thrace antique seulement en tant qu'endroit de culte.² Dans le vallon, immédiatement avant les entrées des grottes s'élève une roche dont le sommet est artificiellement travaillé de façon à servir comme palier pour l'observation des corps célestes. La position même du complexe dans la vallée profonde de la rivière Smolaka n'est pas propice à une observation totale du déplacement du soleil, mais seulement de la lune et des étoiles. L'étude attentive des roches et des grottes montre qu'effectivement ici se trouvait le premier laboratoire lunaire attesté jusqu'à maintenant en Bulgarie. Deux des grottes (N^o 2960 et 2961), la roche devant elles et les roches autour sont bigarrées de représentations lunaires. Des phases différentes de la lune sont représentées /fig. 2 /, exécutées au moyen d'une technique différente: creusés, en bas-relief, contournés. Le nombre des signes lunaires est imposant. Jusqu'à maintenant 236 signes ont été découverts dont une grande partie recouvre véritablement la voûte et les murs des deux grottes. A cet endroit, l'antique astronome thrace a fait des observations sur le mouvement et le changement du disque lunaire et les a "notés". Il est possible qu'il ait voulu indiquer de cette manière des événements connus par lui et ayant eu lieu non pas entre deux phases lunaires identiques, mais dans un autre intervalle de temps. Des détails supplémentaires dans l'étude de ce site extrêmement intéressant peuvent être fournis seulement après la découverte d'autres observatoires lunaires similaires.

THE CAVE COMPLEX NEAR THE VILLAGE OF BAILOVO, DISTRICT SOFIA AND ITS USE BY HUMANS

In a little bigore massive situated 5 km East from the village of Bailovo there are four small natural caves. Together with some outside rocks they had been forming a thracian cave temple. Since the eneolith, parts of the bigore massive were reformed as a fourangle opened to the river. There is a rock in side the fourangle with an artificially formed place oriented to the world's directions, where astronomic observations had been carried out. The configuration of the terrain admits tracing of the visible motion of Moon only. This is confirmed by 236 signs of moon phases on the surrounding rocks as well as in two of the caves. Pictures have been found in one of the caves where signs of the Moon exist as well. They are made with guano and lilac mineral paint. They were drifted later and lucircle the whole cavity as a frieze. The investigation shaws that this cave had served as a "school" for priests or magicians. The pictures in fact show the calendar sequence of performance of rituals, feasts and astronomically important events. They are conected with the Sun and other stars. This is the first school of this type in the world.

The place was treated as a wholly one since in later times, in the late medieval. A cloister named "Saint Nicolas" had been built above the cave complex.

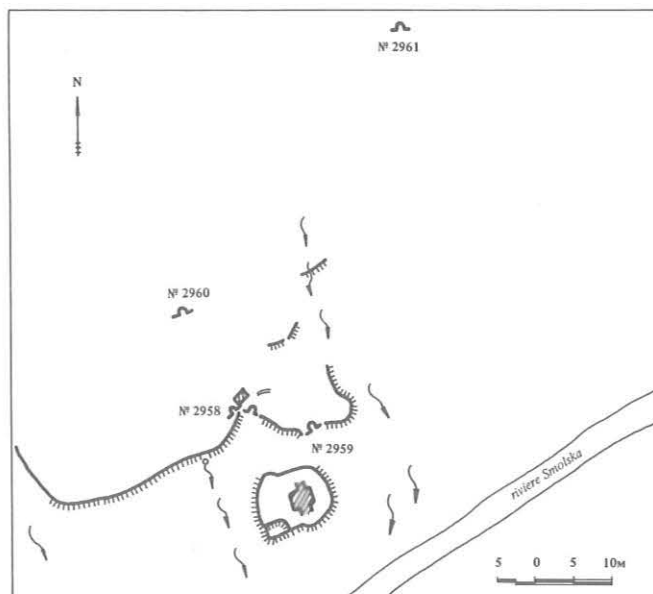


FIGURE 1. Plan du sanctuaire.

Une des grottes mentionnées plus haut (N^o 2961) nous sert une nouvelle surprise. Elle a joué le rôle "d'école" des prêtres thraces. Sur les signes lunaires creusés est dessinée avec du guano de chauve-souris une frise de symboles, ayant un caractère de calendrier. Le commencement de cette histoire est à droite de l'entrée de la grotte qui est, aujourd'hui, rétrécie

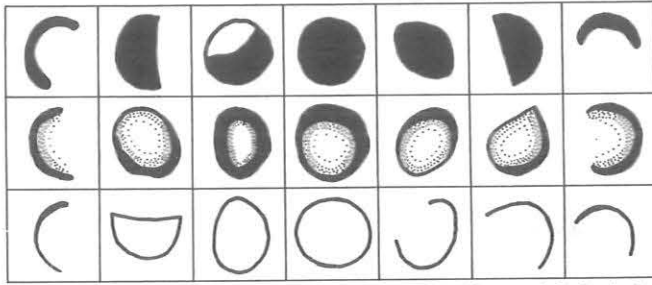


FIGURE 2. Table comparative des signes lunaires.

par des alluvions /fig. 3/. Le maître-prêtre a fait tout d'abord connaître à ses élèves la façon la plus simple de marquer les jours et leur nombre dans un mois: sur un disque lunaire entier, il a dessiné en trois rangs 30 petits carrés en noir-blanc et sous l'un d'eux, il a posé une empreinte digitale avec de l'ocre mauve. Au dessus, une scène de culte a été schématiquement dessinée: quatre figures humaines vêtues, de grandeur différente et avec les mains levées, devant elles - pointe de lance /fig.3 /.

Parallèlement à ces représentations, le maître a continué à gauche en donnant l'exemple qu'à part avec le grillage-calendrier, les jours peuvent être comptés au moyen d'un petit trait ordinaire. Ainsi, il a dessiné cinq petits traits horizontaux parallèles et, de la sorte, il a montré la manière la plus ordinaire de marquer la semaine la plus ancienne qui comptait non pas 7, mais 5 jours, autant que sont les doigts de la main. En dessous suit une ligne en zig-zag, composée de 5 petits traits qui répondent aussi à une semaine. Encore plus bas est représentée une grande semaine de 10 jours. Les petits traits sont, en fait, 9 mais au milieu deux d'entre eux sont liés comme un V. Probablement, le maître ancien a représenté ainsi les dix doigts des deux mains qui se touchent. À gauche est représenté un groupe de 5 lignes en zig-zag avec 5 petits traits et un petit carré. Si nous comptons les jours après la fête, ils sont 46. Suit une grande croix. Nous admettons qu'avec cette dernière il a représenté l'apparition d'une grande étoile. Sous la croix, il y a une empreinte digitale en mauve. À gauche de l'étoile est représenté un nouvel intervalle de temps: une ligne en zig-zag composée de 11 petits traits et 9 carrés, deux desquels sont aujourd'hui à peine visibles. En dessous sont conservées les moitiés supérieures de 5 petits traits verticaux, c.à.d. après l'apparition de l'étoile et l'écoulement de 25 jours se manifeste un autre corps céleste visible - une deuxième étoile, dessinée à la fin de la ligne en zig-zag. Au-dessus de cette dernière est représentée encore une semaine de 5 jours qui est marquée à part et est soulignée d'une empreinte digitale de couleur mauve /fig.3 /.

Le dessin suivant est d'une importance particulière. Un soleil est représenté comme une figure humaine. En-dessous, il y a un araire et une lance et à gauche de lui, une figure mâle très mal conservée, avec des mains levées vers le soleil. Probablement, ici le maître a représenté un des phénomènes

astronomiques les plus importants - l'équinoxe et cela est peut-être l'équinoxe de printemps. En admettant ce point dans le temps, nous pouvons établir plus facilement quelles sont les étoiles. Quelques jours avant l'équinoxe de printemps et une heure avant le lever du soleil on peut observer l'étoile Antares de la pléiade du Scorpion.³ Le thrace-astronome a indiqué que l'apparition d'Antaras a pu être observée pendant 1 petite semaine, ou bien 5 jours avant l'équinoxe de printemps. Dans ce cas, la première étoile marquée est Bethelhoise de la pléiade d'Orion.⁴ On peut en déduire que la fête représentée au-dessus du calendrier-grillage était celle en l'honneur de la chasse d'hiver. Cela est confirmé par la représentation de la lance devant les figures dansantes. Elle commençait, probablement, au jour marqué d'une empreinte digitale mauve et d'après le calendrier contemporain, sa date exacte est le 16 janvier et nous savons que le 25 décembre est le commencement de l'année pour les thraces anciens.

Le dessin suivant est tellement abîmé qu'il est très difficile de reconstituer sa signification exacte, mais il présente aussi des signes, liés à la mesure du temps. Nous ne pouvons pas préciser les jours marqués, mais de toute façon ils séparaient l'équinoxe de printemps d'une autre grande fête de caractère de culte dans laquelle prenaient part 4 figures, représentées avec des vêtements différents. Il est évident que le dessinateur a noté, de cette manière, la différence dans le contenu et la signification des deux rites en introduisant des figures habillées, ou bien représentées d'une manière différente. Ce qui est nouveau ici, c'est le ruban singulier autour de la taille de la taille de la figure centrale /fig.3 /. Nous connaissons un ruban pareil des scènes de culte de la grotte Magoura⁵ (Bulgarie), où les figures sont vêtues de la même façon, ainsi que des représentations de figures mâles nues de Çatal Hüyük, Turquie, portant uniquement ce ruban rectangulaire autour de la taille et souligné non seulement par une ocre de couleur différente, mais aussi de petites cavités creusées.

À part ces 4 figures, il y a un homme de profil, représenté avec la main tendue en avant et tenant un rython (?). Cette figure est pareille à celle qui est à côté du soleil et représente, probablement, dans l'un des cas le roi-prêtre vénérant la divinité suprême - le soleil et, dans le cas en question, il effectue ou bien reçoit des offrandes liquides. Deux petits traits sous ses pieds symbolisent sans doute deux jours, ou bien le temps dans lequel il devait exécuter le rituel. Après un court laps de temps - seulement 1 petite semaine, devait arriver une nouvelle fête liée à un culte exigeant un nombre réduit de participants, mais aussi des sacrifices déterminés. Un animal est représenté devant deux triangles. Ils symbolisent, peut-être, la place où avaient eu lieu les sacrifices /fig. 3 /. Quatre jours plus tard une nouvelle étoile est apparue dans le ciel et elle était différente des deux autres, vues auparavant. Nous pensons qu'il s'agit de Sirius qui aujourd'hui se lève au début du mois d'octobre, mais à cette époque, elle était un présage des chaleurs estivales. En Egypte, son apparition était liée au débordement du Nil. Elle est dessinée avec un rond, parce qu'elle est vue comme une couronne en raison de son rayonnement particulier. Elle était ainsi représentée sur les plus anciens dessins conservés jusqu'à maintenant et est décrite comme une étoile avec une auréole. Après l'étoile Sirius suivent à nouveau des fragments de scènes de culte conservés et des

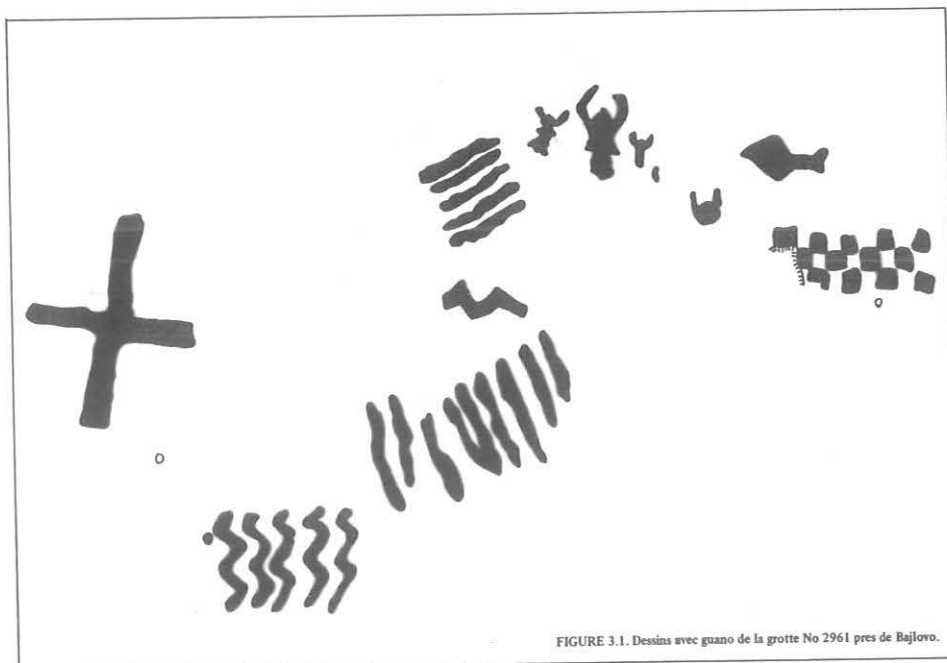


FIGURE 3.1. Dessins avec guano de la grotte No 2961 pres de Bajlovo.

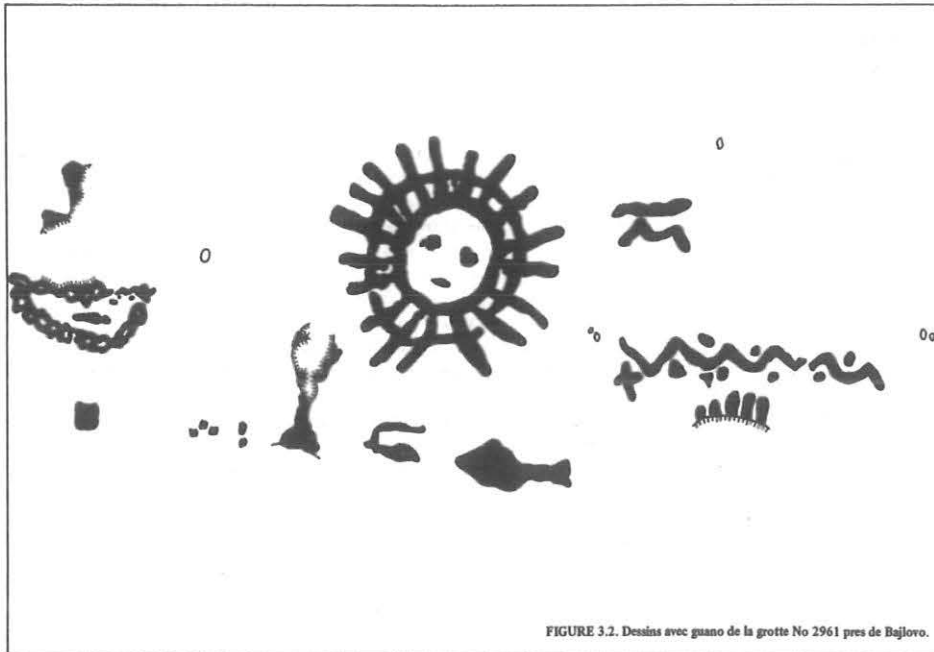


FIGURE 3.2. Dessins avec guano de la grotte No 2961 pres de Bajlovo.

lignes marquant le temps, ainsi que des étoiles. Ce mur de la grotte est en très mauvais état en raison de la calcification qui a recouvert les dessins /fig. 3/

La dernière figure qui est mieux conservée et se trouve près de l'entrée même est aussi abîmée par ces calcifications, mais elle se distingue sensiblement des autres figures. Ici, nous voyons une plante avec des branches courbées par le poids des fruits. Il est clair que cette plante symbolise la fin de l'année, c.a.d. le temps où ses fruits mûrissent et cela confirme encore une fois la justesse de notre supposition que pour le commencement du cycle représenté a servi la période d'hiver et que sa terminaison était la fin de l'automne. L'arbre est aussi marqué d'une empreinte mauve.

Les dessins de la grotte de Bajlovo posent beaucoup de questions auxquelles il est difficile de trouver une réponse. Ils ont été visiblement apposés après le creusement des signes lunaires et correspondent probable-

ment à une nouvelle période de l'histoire culturelle des thraces, ainsi qu'à de nouveaux moments dans leur conception de la vie et leurs connaissances astronomiques. Dans les dessins la lune n'est pas représentée, mais seulement des étoiles et le soleil qui figurent comme points de repère pour l'évaluation du temps pendant lequel il était obligatoire de célébrer les fêtes rituelles importantes. Les connaissances en astronomie, témoignées à Bajlovo, sont saisissantes. Le prêtre thrace ne connaissait pas l'écriture, mais il a réussi à apprendre à ses adeptes les phénomènes et les fêtes astronomiques et religieux les plus importants.

Une question non moins difficile est quand ont été dessinés ces signes. Il nous manque une étude précise et une datation de des dessins de la Magoura qui sont les plus proches de ceux de Bajlovo. Les fouilles archéologiques montrent que les restes dans la Magoura appartiennent à l'époque du bronze ancien, ou bien à la première époque du fer /3000 -1000 av. n.e./.



FIGURE 3.3. Dessins avec guano de la grotte No 2961 pres de Bajlovo.

La datation la plus probable est 3000 av.n.e., en ayant en considération les dessins de Çatal Hüyük, datés entre 8000 et 5000 av.n.e. L'utilisation du grillage-calendrier est connu en Bulgarie depuis le V^e millénaire av. n. ère.⁸ Nous avons des données sur des thraces-prêtres-astronomes d'une époque beaucoup plus récente.⁹

Le sanctuaire rupestre près de Bajlovo, région de Sofia a été consacré-

vement utilisé à deux fins différentes, mais probablement par une même population, durant une assez grande période de temps. Ce site fournit aussi des données indirectes pour la façon dont étaient transmises les connaissances à une époque très reculée et pour le rôle que continuaient à jouer les grottes. L'étude des grottes en Bulgarie donnera de nouvelles possibilités pour une interprétation des dessins de Bajlovo.

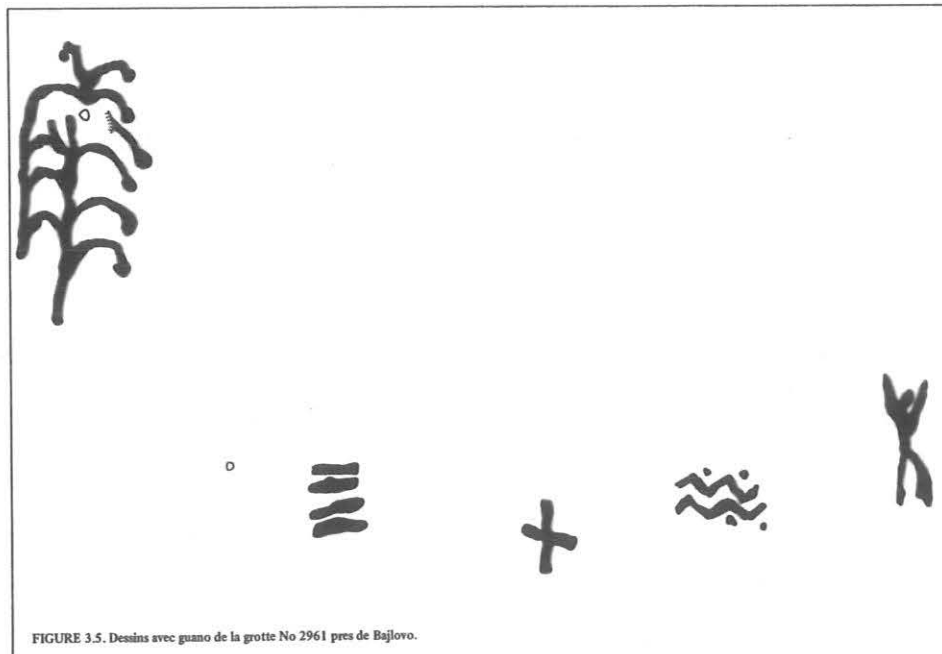


FIGURE 3.5. Dessins avec guano de la grotte No 2961 pres de Bajlovo.

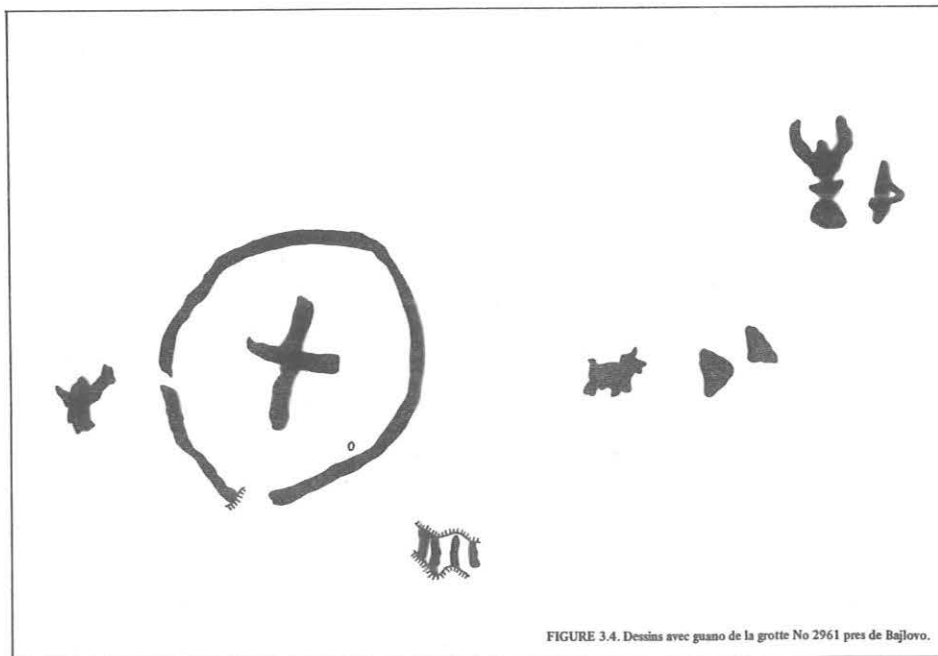


FIGURE 3.4. Dessins avec guano de la grotte No 2961 pres de Bajlovo.

REFERENCES

1. JIMENEZ, A.: Cuba: Dujos rupestres, La Habana, 1975, p.214-236.
 2. STOYTCHEV, T., Sanctuaire rupestre thrace près du village Bajlovo, lié au culte envers la lune, Archaeologia, (Sofia), 1988/2, p. 32-39, fig. 1-7.
 3. ЗАПРЕБАН, Д.: Введение в астрономию, Москва, 1966, с. 341.
 4. ХРИСТОВ, В. : Геофизическая астрономия, Москва, 1967, с.138-196.

5. ANATI, D.: Bolletino del Centro Camuno di Studi Preistorici, VI, 1971, p. 83-112.
 6. HAWKES, A.: Atlas culturel de la Préhistoire et de l'Antiquité, Paris - Bruxelles, 1978, p. 56.
 7. КАТИНЧАРОВ, Р., ДЖАКЕЛОВ, Н.: Разкопки в пещерата Магура през 1971 ИАН, 1974, с. 107-138.
 8. СОХАЗИЕВ, Ст.: Données archéologiques de calendrier du début de l'Ensolithique, Archaeologia (Sofia), 1984/2-3, p. 1-7, fig. 1-2.
 9. JORDANES: Getica, 69-74.

STOEV, Alexej
 Observatoire Astronomique (Gagarine), 6000, Stara Zagora
 GUERASSIMOVA-TONOVA, Vassilka
 Académie Bulgare des Sciences, Institut archéologique, 2,
 boul. Stambolijski, 1000, Sofia.

STOYTCHEV, Todor, 10, Omcourtag,
 1124- Sofia.

BULGARIE

АСТРОНОМИЧЕСКАЯ СИМВОЛИКА ПРИ ГРАФИТАХ В БОЛГАРСКИХ ПЕЩЕРАХ

СТОИЧЕВ, Тодор - СТОЕВ, Алексей - РАДОСЛАВОВА, Цветанка - СТОИЧЕВА, Уляна

ASTRONOMICAL MOTIFS IN ROCK ART DESIGNS IN BULGARIAN CAVES

Более чем тысяча графитов, представляющих рисунки или знаки, сохранились на стенах около 28-и небольших болгарских пещер, расположенных вблизи деревни Царевец. Из графитов были исследованы те, которые могут быть интерпретированы в связи с астрономическими знаками и астрономической практикой древних. Сделан опыт классифицировать графиты на основе их семантики, а не техники их выполнения. Определены три основные группы: I изображения, II знаки, III рисунки с космологическими или астрономическими мотивами. В первую группу включены линейные изображения в форме решетки; во вторую - знаки в общем смысле слова; в том числе астральные знаки, солярные знаки, пентаграммы и секстаграммы.

Исследование важно с точки зрения того, что помогает выяснить археологический характер, смысл и предназначение пещер и скальных комплексов в Болгарии.

Места обнаружения графитов в Болгарии неравномерно разбросаны по ее территории. По причине разной степени их изученности, на настоящем этапе невозможно обосновать точную схему районирования пока известных центров. Определение хронологических границ существования скальных и пещерных комплексов, в которых обнаружены графиты, может быть осуществлено лишь в общих чертах; оно затруднено тем, что эти священные места - святилища - были заново использованы в различных эпохах и различными народностями, являющимися носителями своеобразных, отличающихся друг от друга культур и религиозных систем. Полученное таким путем накопление графитных изображений на одних и тех же внешних скалах и пещерах, отсутствие систематических археологических раскопок и исследований зондажем со стратиграфическими профилями привело к необходимости в течение последних лет применить междисциплинарный подход в изучении этих объектов.

Настоящая работа посвящена самому большому из пока известных в Болгарии центров графического искусства, включающему более чем тысячу отдельных изображений¹. Он обособлен в скальных откосах массивов "Среден камик" и "Гведарник" на территории села Царевец в Михайловградской области, где обнаружены 28 пещер. Их отверстия обращены к югу к речной террасе, оформленной поворотом реки Искар, и расположены на высоте от 5-и до 15-и метров над эрозионным базисом. По стенам и на сводах полостей, образовавшихся в мезострихских толстослойных известняках, сохранились десятки надписей на кириллице, сотни графитов, выдолбленных изображений и знаков. Комплекс был использован фракийцами, славянами, праболгарами, скифами и болгарами, начиная с бронзовой и I-ой и II-ой железной эпохи, почти без перерыва до начала XX-ого века. Объект частично исследован медиевистами², которые ему приписали в целом неправильную датировку, в результате чего предложены неприемлимые интерпретации некоторых из графитов³. Это потребовало целостное документирование комплекса при с.Царевец⁴, при котором применялось собственная система локализации и модификация методики, принятой в Бернском университете⁵ для документирования милиарных колонн, заключающаяся в копировании на полиэтилене. Использование этой материи при снятии астампажей оказалось очень пригодным при поверхностях неправильной формы, особенно в полусферических и полудилиндрических углублениях.

В цитированной выше работе⁴ выведена типологическая классификация изображений при данном объекте, которая охватывает графиты, выдолбленные изображения и комбинации этих двух приемов выдолбления. Она включает: антропоморфные, зооморфные, фитоморфные, линейные изображения типа решетки пяти видов, одиночно и вдвойне-

More than a thousand graphites presenting designs or signs are conserved on the walls of about 28 small Bulgarian caves situated near the village Tsarevets. These of the graphites which could be interpreted in respect to the astronomical knowledge and the astronomical practice of the ancients have been analyzed. A classification of the graphites was attempted regarding to their semantics, and not to the technique of their execution. Three main groups are defined: (a) depictions, (b) signs, (c) designs with cosmological or astronomical motifs. In the first group are included linear depictions in the form of grates; in the second one - signs, generally speaking; in this number astral signs, solar signs, pentagrams and sextagrams. The analysis is useful from point of view of clearing up the archaeological character, the meaning and the destination of the caves and the rock complexes in Bulgaria.

заштрихованные, со зигзагообразными линиями, частично сохранившиеся и неопределяемые - те, которые не примыкают ни к одной из обособленных групп. Выделено пять типов знаков - эпиграфического характера, кресты, геометрические знаки и знаки с астрономическим содержанием. Типологизация и классификация базируются на семантике изображений и не связаны с техникой их выполнения. Таким образом мы добились выделения обобщенных образов и символов от конкретных изображений, композиций и сюжетно-объединенных бытовых сцен от тех с религиозным или астрономическим содержанием.⁶

В настоящей работе приведена разработка более детальной классификации астрономической символики, которую мы разделили в три основные группы: I - знаки - астральные и солярные, которые мы дифференцировали с помощью графического и статистического анализа⁷; II - календари и календарные записи; III - композиции с космологическим содержанием (Фиг.1). К I-ой группе относятся:

1) звезды, представленные точками; 2) астральные знаки, представленные пересекающимися отрезками при наличии или отсутствии общего центра; 3) пентаграммы и секстаграммы; 4) астральные знаки, вписанные в контур; 5) солярные знаки. Во II-ую группу включены: 6) замкнутые контуры, разделенные на секторы с обозначенными числовыми записями; 7) астрономические знаки с календарным содержанием; 8) линейные изображения типа решетки с выдолбленными точками или без точек; 9) комбинация зооморфных изображений и решеток шахматного типа; 10) решетки шахматного типа; 11) записи наблюдений над фазами Луны. В последней, III-ей группе обособлены композиционно-связанные графиты с космологическим содержанием.

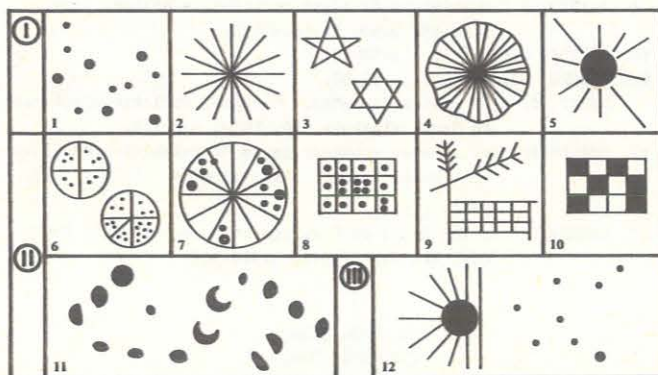
Кое-где в объекте встречаются отдельные изображения, представленные только точками или в комбинации с графитами (Фиг.2). Самые древние из них может быть являются числовыми записями разнообразного предназначения, которые все же свидетельствуют о наличии и применении в практике примитивных счетных систем. Параллельные случаи известны и в других европейских пещерах⁸. Другие изображения этого типа могут быть интерпретированы как участки звездного неба.

Отдельные знаки, приведенные в классификационной схеме как солярные и астральные, разбросаны беспорядочно в пещерах комплекса и в различных частях полостей, по причине чего невозможно конкретизировать их принадлежность к определенному астрономическому объекту. По нашему мнению они отражают начальный этап примитивного восприятия неба и небесных объектов. Различные приемы их отображения по-видимому связаны с их использованием в различных эпохах. (Фиг.3 а-в). Аналогичные знаки описаны в литературе⁹ о европейских пещерах.

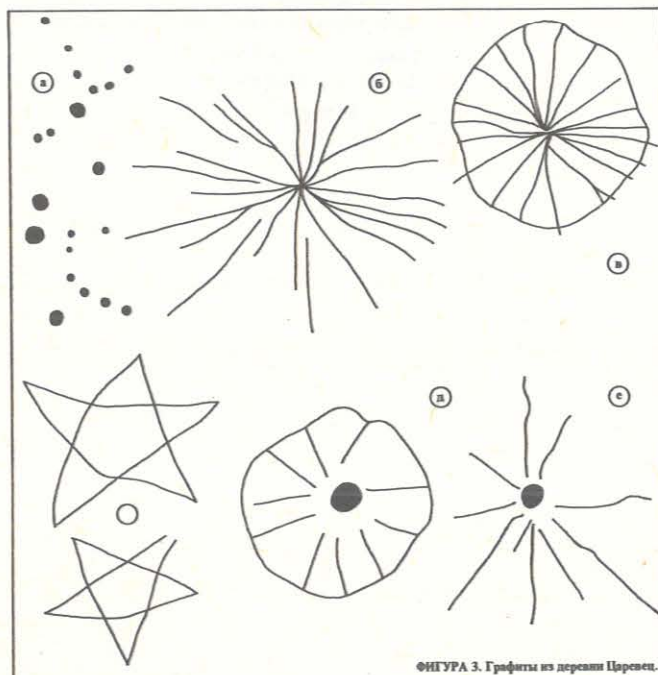
Более высший этап в развитии астрономических представлений составляет обнаружение цикличности в движениях небесных тел, которая мо-



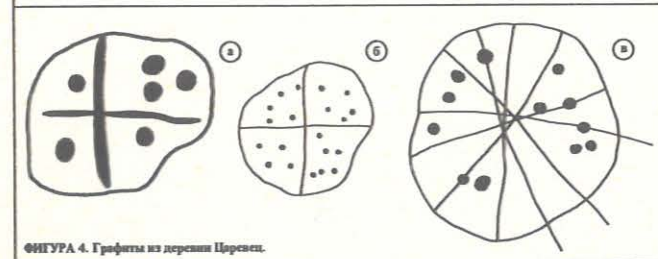
ФИГУРА 1. Графиты из деревни Царевца.



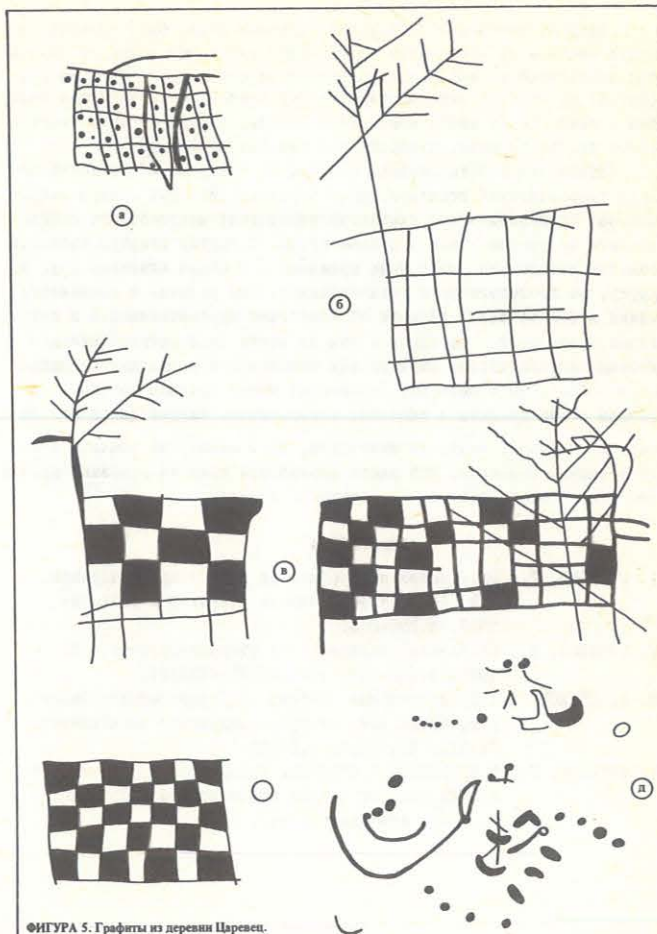
ФИГУРА 2. Таблица астрономических символов.



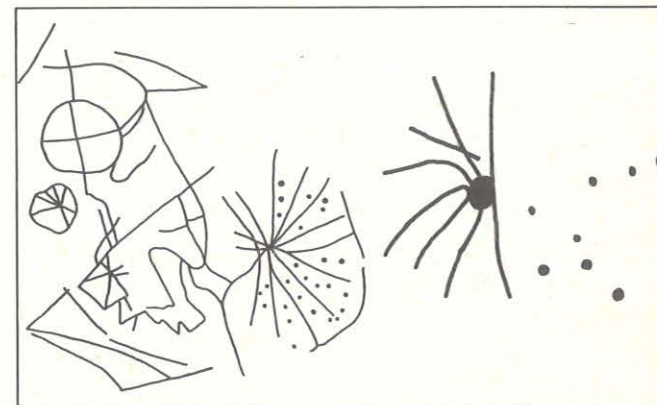
ФИГУРА 3. Графиты из деревни Царевца.



ФИГУРА 4. Графиты из деревни Царевца.



ФИГУРА 5. Графиты из деревни Царевца.



ФИГУРА 6. Графиты из деревни Царевца.

жет быть использована в целях ориентации во времени. Об этом говорят изображения, в форме замкнутых контуров, разделенных на секторы, с обозначенными числовыми записями календарного содержания. (Фиг. 4 а, б, в). Аналогичные изображения встречаются и на других местах¹⁰. Эти контуры позднее эволюируют в линейные изображения как календарей и календарных записей. Так например, в 32-х прямоугольных секторах (Фиг. 5а) маркировано 36 точек, которые вероятно являются интервалами времени. В других случаях эти изображения имеют форму решетки шахматного типа, которая встречается и в комбинации с зооморфными изображениями (Фиг. 5б, в, г). Показательным является факт, что число секторов при комплексе с. Царевца варьирует между 25 и 36. Это может иметь отношение к средней длительности лунного месяца. Больше число аналогичных изображений известно в пещерах¹¹ и также вырезаны на стенках керамичной посуды¹² культового предназначения. О целевых наблюдениях Луны свидетельствуют записи изменений ее фаз (Фиг. 5д). Эта запись дешифрована как 30 суток⁸. Такого же рода календарные записи описаны и интерпретированы в пиренейских пещерах¹³.

Астрономические представления древних людей были вписаны в общую систему их восприятия окружающего мира. Это видно из некоторых композиций графитов космологического содержания. Один из них (Фиг.6) может быть интерпретирован как сцена, представляющая смену дня и ночи. Слева изображена часть Солнца, справа отделена чертой часть звездного неба, изображенная символически ямками.

Настоящая работа связана с одним из основных направлений археоастрономических исследований в Болгарии, которое быстро развивается. Астрономическая символика доказывает многообразие графического искусства у нас в разные эпохи. С другой стороны небесные объекты изображены различными приемами - в общем близких друг к другу, но хронологически отличающимися. Эта разница в восприятии одних и тех же вещей говорит об известной преемственности в некоторых отношениях - на одном и том же месте свои астрономические наблюдения запечатали люди разных поколений и различных народностей - фракийцы и болгары. Несомненно, более древние гравюры подражали более древним в способах отображения. Каждый делал это не только согласно своим возможностям, но и согласно обычаям своего времени. Возможно, что здесь скрывается одна из основных причин богатого разнообразия изобразительных средств.

ЛИТЕРАТУРА

- СТОЙЧЕВ, Т.: Проучвания на графити от пещери при с.Царевец. - БАН, АИМ, Археологически открития и резюпки, 1987, с.292-295.
- ОВЧАРОВ, Д.: Български средновековни рисунки-графити. - С., 1982, с.156-157, табл.СXXXI-SXXXIII.
- АСПАРУХОВ, М.: Средновековни графити от Северозападна България, АИ на БАН, Интердисциплинарни изследвания, XI-XII, С., 1984, с.62-68.
- АНТОНОВ, Г., М.ЗЛАТКОВА, Т.СТОЙЧЕВ: Каталог на изображенията и надписите от скален комплекс при с.Царевец. - С., БАН, АИМ (под печат).
- HOLLENSTEIN, L.: Zu den Meilensteinen der römischen Thracia und Moesia Inferior, Studia Balcanica 10, С., 1975, p.23-24.
- СТОЙЧЕВ, Т., М.ЗЛАТКОВА: Проблеми на документирането и интердисциплинарния анализ на скални графити от пещери. - У нец.конф.по спелеология, изд.Мед. и физк., С., 1989 (под печат).
- СТОЙЧЕВ, Т., А.СТОЕВ, П.МБГЛОВА, У.СТОЙЧЕВА: Графичен и статистически анализ на астрономически символични знаци с приложение при анализа на археоастрономически изображения. - АИ на БАН, Интердисциплинарни изследвания, XV, 1988, с.106.
- BAUDOIN, M.: Dalle à gravure de l'hyogée de la Source au Castellet, Arles. Le cheval solaire néolithique. - Revue l'Homme Préhistorique, 8, 1913, p.258.
- AYROLLES, P., PORTE, J.L.: Nouvel abri à peintures de l'âge des Métaux. Le trou de la Féclaz, Savoie. Etudes Préhistoriques, publication de la Société Préhistorique de l'Ardèche, 3, 1972, p.12-19.
- МИКОВ, В.: Скални изображения от България. - Bulletin de l'Institut archéologique Bulgare, V, 1929, p.295.
- GRATTE, L.: Survivance de l'art pariétal. - Millau, 1985, p.14-15; p.50-51; p.92-93.
- GRATTE, L.: Op.cit., p.52-53.
- GRATTE, L.: Op.cit., p.56-57.
- RAUZY, C.: La grotte de Satan. - Caougne, Bulletin Spéléoclob du Haut-sabarthez, 10, 1980, p.21-23.
- CONRADZIEW, S.: Données archéologiques du calendrier du début de l'Énéolithique. - Archéologique (Bulg.), 2-3, 1984, p.1-7.
- MARCHACK, A.: The Roots of Civilization. - McGraw-Hill Book Co., New York, 1972, p.342-343.

СТОЙЧЕВ, Тодор
 СТОЙЧЕВА, Уляна
 10, Омуртаг, 1124 София
 СТОЕВ, Алексей
 ИАОП "Дрий Гагерни", 6000 Стара Загора
 РАДОСЛАВОВА, Цветанка
 1, Загоре, 1124 София
 България

ПРОЕКТИВНАЯ СИСТЕМА С ВРЕМЕИМЕРЯЮЩИМИ ФУНКЦИЯМИ В ПЕЩЕРНОМ МОНАСТЫРЕ ВОЗЛЕ ДЕРЕВНИ КРАСЕН

МЫГЛОВА, Пенка - СТОЕВ, Алексей

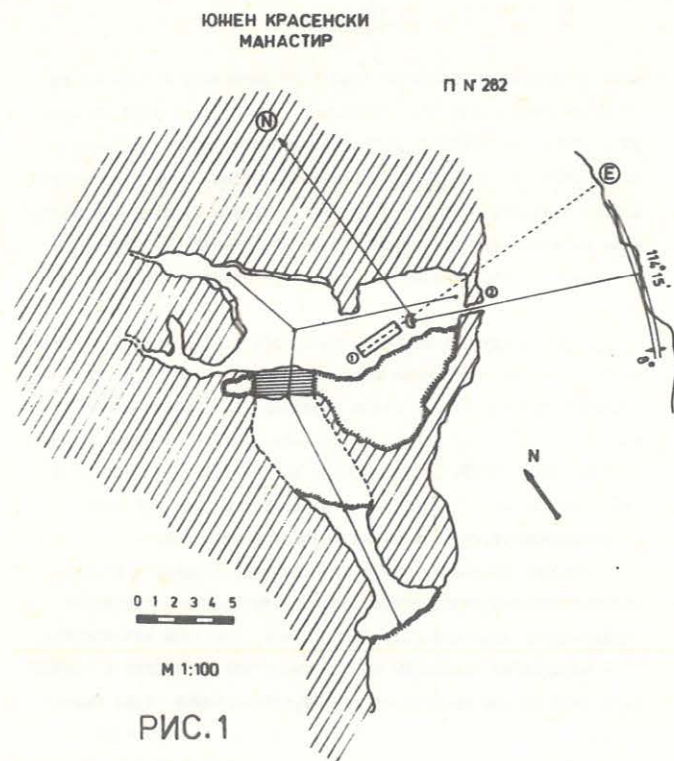
В наше время очень много нарастает интерес с использованием пещер как скальные церкви и монастыри. По реки Русенски Лом-Болгария, находятся много скальных церковь и монастырей, которые говорят о присутствии одной специфической средневековой культуры.

Во время изысканий т.н. "южного" монастыря, находящийся вблизи деревни Красен была картирована пещера №282. На полу был открыт правильный параллелепипед, открыт сверху и ориентирован приблизительно восток - запад. Интерпретирован как похоронная камера ктитора монастыря. Над восточной части параллелепипеда от потолка спускается вертикально скальный кусок, на восточной части

которого наблюдается овално оформленная вогнутость. Это вероятно место для иконы, которая носила лик светца - покровитель монастыря. Навстречу ее на внешней стене находится эллипсоидальное отверстие.

Высказана гипотеза о существующей в прошлом функциональной системе, определяющей с большими разрешениями наступление определенного момента года. Механизм самого измерения связан с освещением лика светца солнечными лучами, проникающие здесь через отверстия.

Сделаны исчисления, определяющие вероятного дня года когда описанный механизм действовал, как и связь его с тогда действующей системой церковных праздников.



Сегодня очень возрастает интерес к использованию пещер как древние святилища [1], скальные церкви и монастыри [2]. По поречию реки Русенски Лом, Болгария находятся много скальных церковь и монастырей, которые говорят о присутствии одной специфической средневековой культуры по этим местам. К сожалению, ради специфических особенностей завоевательной турецкой политики, большая часть архитектурного ансамбля этого огромного богатства не сохранено в целостности до наших дней.

Во время исследований т.н. "южного" монастыря у с. Красен, Русенской общины была картографирована пещера №282 /рис.1/. Скальный монастырь это потом оформленная естественная пещера у которой есть 2 этажа. На полу высеченный правильный параллеле-

пипед /т.1, рис.1/ с размерами 200X100X60 см, открыт сверху и ориентирован Восток - Запад по длинной стороне. Над восточной части пологого отверстия с хорошо подравненного высечением плоского потолка спускается вертикально специально оформленный скальный кусок /рис.2/. С его восточной стороны наблюдается овальная впадина с глубиной 5 + 6 см и с средним диаметром приблизительно 30 см /вж рис.3/.

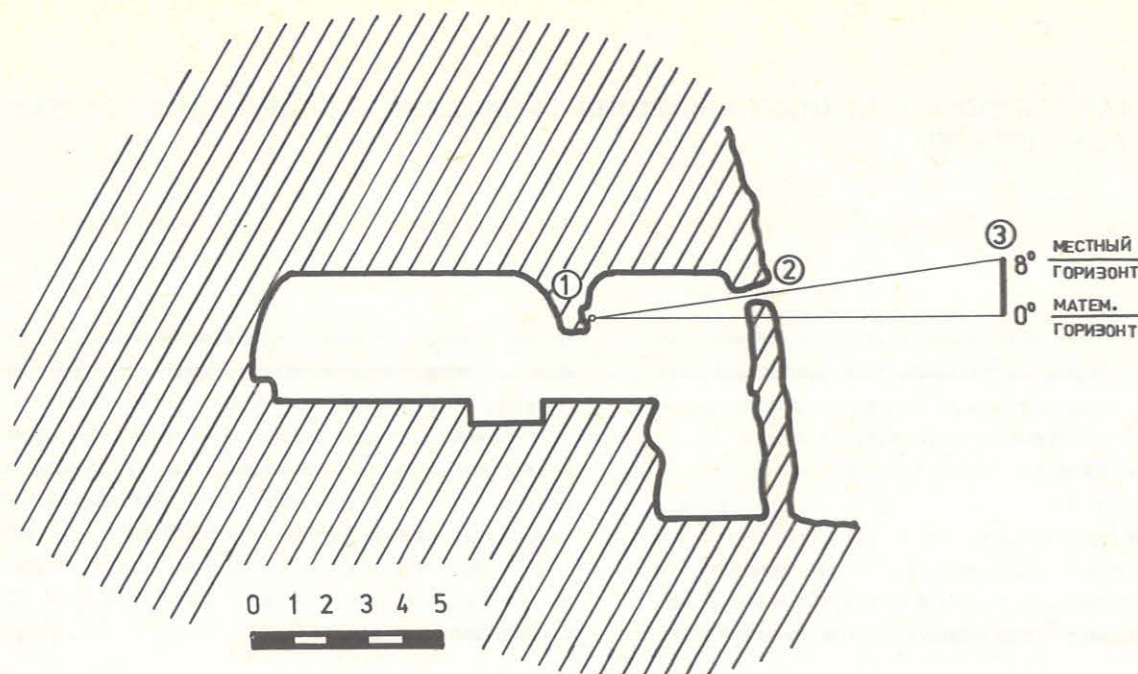
Согласно много авторов [3,4] так отраженные особенности скального монастыря можно интерпретировать как похоронная камера, хранилище мощей ктитора монастыря и месте для иконы, которая вероятно изображала лик светца, защищающего то же самый монастырь.

Во время анализа пространственного положения похоронной камеры и овальной впадины замечается эллипсоидное отверстие, высечено на вертикальной внешней стене монастыря /т.2, рис.1/. Еще в начальном этапе исследования были замечены интересные совпадения зрительного луча, связывающего овальную впадину с эллипсоидным отверстием. Его продолжение попадает в точку местного горизонта в направлении Восток - Юго-восток.

Существующие по Болгарской земле древние свидетельства о практическом использовании астрономических знаний сравнительно хорошо исследованы [5,6]. Все это, как и возникшие во время христианства культовые обязанности определили использование Солнца как средство для постижения эффект выражения в ритуальной практике и в более позднем историческом периоде [7].

Цель сделанного эллипсоидного отверстия не только для освещения днем. Об этом говорят и размеры отверстия /35 см диаметр по большой оси и 65 см длина/. Это отверстие освещало бы хорошо и расположенную навстречу его овальную впадину, отстоящую на 3,5 м только тогда, когда Солнце находится на одной и той же линии с его главной осью. Эти и другие соображения общего характера были причиной создать точный геодезический план с точностью сантиметр-сантиметр.

С этого плана был определен азимут зрительного вектора, связывающего эллипсоидное отверстие /икону/ и точку местного /внешнего для скального монастыря/ горизонта визируемая от



М 1:100

РИС. 2

отверстия. Были получены следующие значения азимута и высоты $A = 114^{\circ}15'$ и $h = 7^{\circ}52'$.

С помощью стандартной методики, описанной в [8] были определены географическая длина и широта скального монастыря. Потом по алгоритму, описанному в [9] был определен момент восхода Солнца и азимут, отвечающий стоимости, измеренной при составлении геодезического плана. Как момент восхода Солнца было принято появление его полного диска над линией местного горизонта 8 градусов. При так расположенных естественных реперах и искусственных отверстиях солнечный луч попадает прямо на "икону" два раза в год - 12⁰⁰ марта и 8⁰⁰ сентября. С первого взгляда у этих дат нет особого значения в церковном календаре сегодня. Но если мы вернемся во время функционирования монастыря - 1200 ± 100 лет н.э. согласно исправления, указанные в [10], получается очень интересное совпадение. Попадание солнечного луча на "икону" имело очень важное значение для обитателей монастыря. И так, как в средневековой Болгарии позиция христианства во времени измерения особенно сильна, то возможно влияние церковного календаря и на ежедневное исчисление времени в быте и социальных функциях тогдашнего общества. Явно, монастырь, который был в узкой связи с жителями околных деревней соотносился не только с христианскими догмами, а с одним очень привычным явлением в природе - наступлением весны. А оно со своей стороны является пусковым механизмом всех сельскохозяйственных работ для тогдашнего вполне деревенского населения этих территорий. Вот почему мы связываем действия описанного механизма с одним из самых важных христианских праздников - СРЕТЕНИЕ ГОСПОДНЕ, отмечаемое 2⁰⁰ февраля. В сущности местное население не связывало его только с именем Христа, а с первой встречи зимы с весной, с идеей весеннего очищения. Возможно, что часть обрядов во время этого праздника были заимствованы от близких к этой эпохе год язычества, все еще резонирующие в сознании и мироощущении средневекового крестьянина.

В так определенном моменте солнечный луч проникал в полуте-

мное центральное помещение скального монастыря и попадал на икону. Возможно, этот день совпадал со смертью ктитора монастыря и хранилище мощей на полу символизировало его бессмертие освещением его лика Солнцем. Отсутствие, однако письменных сведений об этом, как и отсутствие какого-нибудь предметного инвентаря не позволяет сузить спектр предположений отвечающий на вероятные задачи, выполняемые описанной функциональной системой.

При реконструкции момента, связанного с наблюдением прямого солнечного света во время восхода Солнца с места с теми же самыми координатами, как самая вероятная получалась дата 6 август. Она со своей стороны совпадает с днем в котором празднуется ПРЕОБРАЖЕНИЕ ГОСПОДНЕ, один действительно всенародный праздник связан с ожиданием богатого урожая в конце лета.

В заключение, на основе так сделанной гипотезы:

- сделаны предположения о существующей в прошлом функциональной системе, определяющей большей точностью наступление определенных моментов года /при работе солнечным календарем/;
- определены механизмы самого измерения, связанные с освещением лика светца солнечными лучами, проникающими через эллипсовидное отверстие в восточной стене скального монастыря;
- вычислены вероятные дни года когда описанный механизм действовал. Вероятно эти дни были связанными с двумя большими религиозными праздниками - СРЕТЕНИЕ ГОСПОДНЕ и ПРЕОБРАЖЕНИЕ ГОСПОДНЕ.

Благодарности: При осуществлении этой работы авторы встретили полное понимание и поддержку К. Димчева и спелеологов ПК "Приста", Русе. Как при предоставлении первоначальных сведений о скальном монастыре, так же и при обсуждении результатов.

Обе всем этом они безмерно благодарны.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Стойчев Т., Тракийско скально светилище при с. Байлово, свързано с култ към Луната, сп. "Археология", год. XXX, кн. 2, 1988, стр. 32 - 38

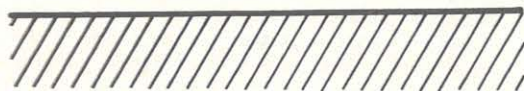
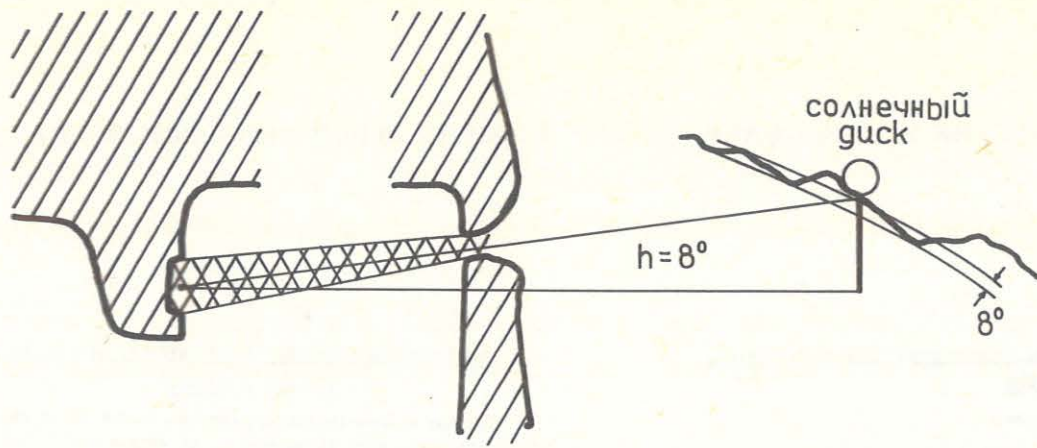


РИС. 3

2. Ханджийски А., Обители в скалите, ДИ "Септември", С., 1985
3. Шкорпиа К., Опис на старините по течението на река Русенски Лом, С., 1914
4. Йорданов Ст., За скалния манастир край с. Иваново, Русенски окръг, сп. "Векове", кн. 4, 1977, стр. 45 - 51
5. Николов Н. и др., Астрономическият смисъл на тракийския паметник Татул, сп. "Археология", год. XXX, кн. 2, 1988, стр. 28 - 31
6. Дерменджиев и др., Доклади БАН, т. 37, №5, 1984
7. Saraić U. *Angewandte Astronomie im Mittelalter, Die Sterne*, 62. Band, Hefts, 1986, s. 284-292
8. Руководство по астрономическим определениям, "Недра",

М., 1984

9. Даффет - Смит П., Практическая астрономия с калькулятором "Мир", М., 1982

10. Пронштейн А., Княшко В., Хронология, "В. школа", М., 1981

ФИГУРЫ:

Рис. 1 Горизонтальный план пещеры №282

Рис. 2 Вертикальный разрез пещеры №282 - сечения по плоскости Восток - Запад. Зрительный луч расположен в направлении "икона" - эллипсовидное отверстие - местный горизонт

Рис. 3 Принципиальная схема расположения светового конуса /штриховая часть с ромбами/

Пенка Мъглова - Международен ситуационен център - ИКИ
Болгарска академия на наук, 6000 Старая Загора
България

Алексей Стоев - Народна астрономическа обсерватория и
планетарий "Ю. Гагарин", 6000 Старая Загора
България

ПРАИСТОРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕЩЕР В ЦЕНТРАЛЬНОЙ СЕВЕРНОЙ БОЛГАРИИ

ГЕРГОВ, Венцислав

ПРАИСТОРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕЩЕР В ЦЕНТРАЛЬНОЙ СЕВЕРНОЙ БОЛГАРИИ

Венцислав Гергов

Во время археологических исследований пещер и скальных навесов в Центральной Северной Болгарии обнаружены находки, свидетельствующие о том, что эти объекты были обитаемы с палеолита до бронзового века. На протяжении своей эволюции человек был не только дитящем природы, а и значительно влиял на нее.

Вмешательство праисторического человека привело к ряду изменений в первоначальном облике пещер и скальных навесов. Строились жилища, рылись ямы и каналы, делались стены-перегородки, использовалась глина для изготовления керамических сосудов.

Интерес вызывают наскальные рисунки и протописьменные знаки, обнаруженные в долине р. Чернелка, найденные скальные рисунки фрезицелов.

Обнаруженные в пещерах находки и полученные стратиграфические данные предоставляют возможность для более полной и точной интерпретации материалов и для разрешения вопросов, связанных с характеристикой эпохи, связанных с характеристикой эпохи, основанными занятиями и ремеслами, духовной культурой. Датировка памятников помогает синхронизировать их с аналогичными объектами Балкано-Дунайского бассейна.

Современный человек является продуктом не только окружающей его среды, но и многовекового развития. Во время археологических раскопок и исследования пещер и скальных террас в Центральной Северной Болгарии обнаружены находки, свидетельствующие, что они были обитаемы со времени палеолита до средневековья¹. За время своего продолжительного развития человек оказывал значительное влияние на окружающую его среду. Вмешательство праисторического человека привело к значительным изменениям первоначального вида пещер. Строились жилища, воздвигались преградные стены, копались ямы, из которых бралась глина для производства керамических сосудов.

Объектом данной работы являются пещеры, в которых обитал праисторический человек, расположенные по нижнему течению рек Искар, Осам и Вит.

Пещера в местности Мореница² у села Муселиево Ловечской области.

Она расположена в 5 км югозападнее села на высоком скальном венце. У пещеры небольшие размеры. Ее длина 37 м, ширина 3 м, высота 2,20 м (обр. 1). Перед пещерой оформлена скальная площадка длиной 11,5 м и шириной 5,1 м. Часть стен выдолблены. На площадке имелись и каменные перегородочные стены, разрушенные при добывании камня. Археологические раскопки пещеры в местности Мореница помогли выяснению стратиграфии и датировки культурных пластов. Обнаружены три пласта, относящиеся к позднему халколиту, ранней и поздней бронзовой эпохе.

PREHISTORIC RESEARCHES OF THE CAVES IN MIDLAND NORTH BULGARIA

Ventsislav Gergov

During archaeological researches of the caves in Midland North Bulgaria finds were discovered, which were a proof that these lands had been inhabited from the paleolithic period to the Bronze Age. During the prolonged evolution man have been not only a product of nature, but they have worked on it.

The interference of the prehistoric men led to changes in the original aspect of the caves and rock sheds. They have built dwellings, walls, made pits and drains, they have used the clay for making pottery. The rock drawings, letters in the valley of the river Tchernelka and the stratigraphic data from the Tracians are very interesting. The finds and the stratigraphic data from the caves give possibility for more complete and strict interpretation of the subjects and answer a lot of questions about the characteristics of the epoch, the manner of life, the crafts and spiritual culture.

The dating of the finds help the synchronization with analogous to them subject in the Balkan-Danubian area.

I СТРОИТЕЛЬНЫЙ ГОРИЗОНТ

Возник на стерильной почве, образованной глинисто-коричневым пластом естественных инфильтрованных оложений на дне пещеры. Толщина - 0,54 м. Участок был предварительно выровнен. Найдены керамические сосуды и фрагменты (обр. 2), которые позволяют датировать горизонт поздним меднокаменным веком (3600-3200 лет до нашей эры). Найдены фрагменты керамики, позволяющие датировать объект с рядом поселений этнокультурного комплекса второй половины халколита Криводола³-Салкуца⁴-Бубани⁵, расположенных на территории Центральной и Северозападной Болгарии, Югозападной Румынии и Северо-восточной Югославии. Можно провести параллели между ними и находками из Деветашкой пещеры⁶, праисторического поселения у села Телиш⁷, Криводола⁸, Заминца⁹, Салкуца¹⁰ в Румынии и Бубани Хум I A¹¹ в Югославии.

Хватис между халколитным и раннебронзовым пластом имеет толщину 0,18 м. Он свидетельствует об отсутствии здесь жизни на определенном период времени.

II ЖИЛИЩНЫЙ ГОРИЗОНТ. Относится к ранней бронзовой эпохе (3200-1900 лет до нашей эры). Толщина пласта 0,32 м. Керамика разнообразна по форме и орнаменту (обр. 3). Можно провести точные параллели между ней и керамикой из Магуры¹², Деветашкой пещеры¹³, Сменской¹⁴. Синхронна с культурой Эзеро¹⁵ в Болгарии, Коцофени¹⁶ в Румынии и Костолац¹⁷ в Югославии.

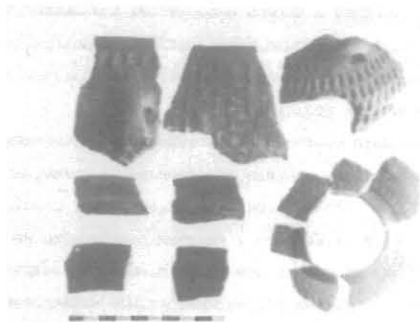
III ЖИЛИЩНЫЙ ГОРИЗОНТ. Датирован позднему бронзовому веку (1500-1200 лет до нашей эры). Керамические сосуды украшены вре-



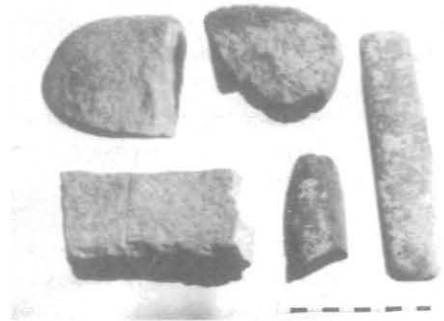
1.



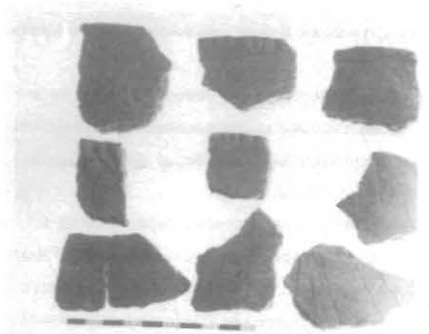
6.



2.



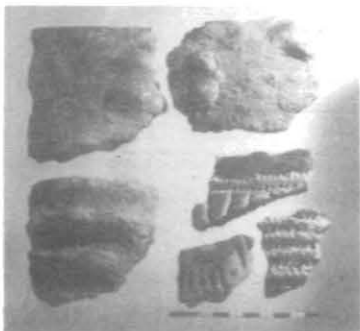
7.



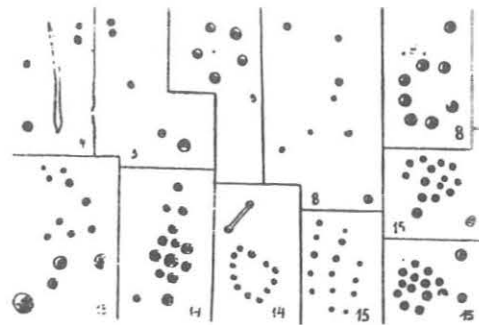
3.



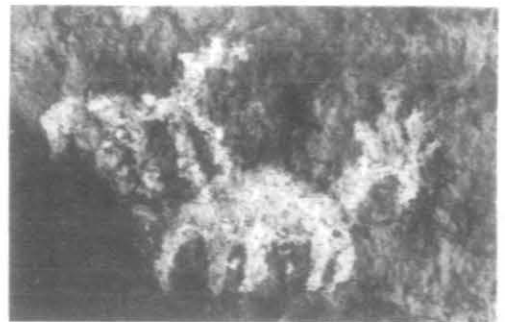
4.



5.



8.



9.

занный и иколотым орнаментом (обр.4). Находки синхронны с рядом объектов в Болгарии - Пловдивом ¹⁶, Садовцем ¹⁹, Крушовицей ²⁰, Деветашкой пещерой ²¹. В Румынии с культурой Тея ²², Зимнич ²³, до-робанцу ²⁴, Вербичоара ²⁵ и Кърна ²⁶.

Обнаруженные находки, датировка и синхронизация с рядом объектов Балкано-дунайского бассейна помогают выяснению ряда проблем, связанных с развитием, распространением и коммуникацией праисторического человека.

ПЕЩЕРА "ГИНИНА ДУПКА". Находится возле с.Садовец в Плевенском регионе в 1 км юго-западнее села на скалистом левом берегу реки Вит. Пещера расположена в трудно доступном месте. Она имеет два этажа с широкими, сухими и удобными для жилья залами. Во время зондажа были зарегистрированы два этапа, обитания пещеры.

I горизонт датируется ранним халколитом (4200-3600 лет до нашей эры). Керамика характерна для раннехалколитной группы Градешница ²⁷. Украшена врезанным орнаментом (обр.5). Обнаруженные жернова, шифсы, орудия труда из камня, кремня, кости и рога являются доказательством земледельческо-скотоводческого характера экономики обитателей пещеры (обр.6). Наряду с грубыми сосудами найдены и сосуды из хорошо очищенной глины, сделанные на гончарном круге, с гладкой поверхностью, украшенной графитом и неглубокими канелюрами.

II горизонт относится к позднебронзовому веку. Целые и фрагментарные керамические сосуды свидетельствуют о продолжительности обитания пещеры в эту эпоху. Периодичность обитания пещер в районе небольшими группами людей ставит ряд вопросов, связанных с этим явлением. Вероятно при динамике развития тогдашнего общества ряд факторов приводил к использованию пещер - вражеские нападения, природные бедствия и эпидемии. Это характерно и для пещер в других географических районах Болгарии.

ПЕЩЕРА ХАЙДУШКАТА.

Расположена в 4^X (четырёх) километрах юго-западнее села Деветци Плевенского региона на высоком скалистом возвышении "Маркова могила". Она самая большая из всех исследованных в Центральной Северной Болгарии, ее длина 200 м, ширина 22 м, высота 11 м. Исследования показали, что пещера была обитаема в период позднего халколита, раннежелезного века и античности. Сохранившиеся жернова, каменные и кремневые орудия свидетельствуют об экономике населения конца меднокаменного века (обр.7). Пещера Хайдушката была временным убежищем человека и более поздней эпохи.

Обнаруженные находки собраны в первом зале, расположенном у входа, как доказательство, что эта часть пещеры использовалась наиболее интенсивно. Исследование находок позволяет связать их с находками культуры Криводол-Салкуца-Бубани, и с известными объектами, синхронными I горизонту пещеры у села Муселиево. Археологический инвентарь иллюстрирует высокую материальную и духовную культуру позднего халколита, появившуюся благодаря пахотному земледелию, натуральному обмену, металлургии меди и усилению коммуникации между племенами.

Исследование последних фаз развития праисторических культур, документированных обнаруженными в пещерах жилищными горизонтами, помогает выяснению причин, которые привели к этому преселению. Отрицательным моментом при выяснении исторической картины жизни праисторического человека является кладоискательство, нарушающее стратиграфию всех исследованных памятников, взрывание части скальных массивов и уничтожение культурно-исторического наследия.

НАСКАЛЬНЫЕ РИСУНКИ

У села Горгалово на высоких скалистых берегах реки Чернякля обнаружены наскальные рисунки. Часть их опубликована ²⁸. Исследователи имеют различное мнение относительно датировки и предназначения рисунков. Они делятся на 3 вида: антропоморфные, зооморфные и схематичные (обр.8). Изображенные животные - олени, серны, лисицы и другие - связаны с культом соответствующих божеств и прежде всего с культом охоты и скотоводства. Схематические изображения свидетельствуют о высоком уровне абстрактного мышления, религиозных верованиях и эстетических потребностях их создателей. Датировать наскальные рисунки на этом этапе трудно. Обнаруженные в районе объекты относятся к периоду от неолита до средневековья. Техника и манера изображения показывают, что рисунки сделаны в различные эпохи. Исследование стратиграфии и особенностей изображения требует времени и надежных параллелей для получения категорических результатов.

Основная часть рисунков выполнена вырезанием её острым предметом в скальном массиве или нарисована углем, небольшая их часть (обр.9) нарисована белой краской, вероятно, птичьим цано и изображает животных. Козлята. Рисунки расположены на скальном навесе в 3 (трёх) метрах от земли. Это помогло их сохранению от природных и антропогенных разрушений. Будущие исследования этого объекта должны сопровождаться комплексными исследованиями района в археологическом, спелеологическом и историческом аспектах для выяснения происхождения, датировки и предназначения этих памятных культур.

Вопросы обитания пещер в Центральной Северной Болгарии в праисторическую эпоху тесно связаны с исследованиями и результатами раскопок пещер в Болгарии. Из данных, которые опубликованы, можно сделать некоторые общие выводы:

1. Пещеры и скальные навесы были обитаемы периодически от Среднего палеолита до железного века. Причины заселения не выяснены до конца. Вероятно, это связано с причинами принудительного характера - инвазия других племен, природные бедствия и эпидемии.
2. Время обитания сравнительно кратко. Это объясняется непригодностью и плохими условиями в пещерах для приёма больших групп людей.
3. Пещеры были приспособлены праисторическим человеком для жизни в соответствии с возможностями, которыми он располагал для их благоустройства - строительство преградных стен, выравнивание участка, стен и пола, делались и лестницы.
4. Находки, связанные с праисторическим искусством и религиозными верованиями имеют общие сходные черты и являются выражением духовной деятельности праисторического человека.

литература

- 1 Исследования пещер в районе совершил сам автор.
- 2 В. Гергов. Праисторически находки от пещерата при с. Муселиево, Плевенски окръг. - ИИСЗВ, т.3, 1979, с.55-56.
- 3 В. Миков. Предисторическото селище до Криводол, Врачанско. - ПИ, 1948, с.26-62.
- 4 D. Berciu. Contribuții la problemele neoliticului în România în lumina noilor cercetări. - București, 1961, 120-337.
- 5 M. Garašanin. Neolithikum und Bronzezeit in Serbien und Makedonien. - ERGK, 1958, p.1-130; M. Garašanin, D. Garašanin. Nova Iakovania na Velikoi Humskoj Čuke kod Niša. - Starinar, IX-X, 1958-1959, p.243-245.

- 6 В.Миков,Н.Джамбазов.Деветашката пещера. - С.,1960,с.51-98.
- 7 Ъ.Гергов.Медни находки от праисторическото селище в м.Редути-те при с.Телиш,Плевенски окръг. - сп.Археология,XXVII,4,1987,с.44-54.
- 8 В.Миков.Цит.съч., с.26-62.
- 9 Б.Николов.Заминаец.-С.,1975.
- 10 D.Berciu,Op.,cit.,279-289.
- 11 M.Garašanin,D.Garašanin,Op.,cit.,p.243-245.
- 12 Н.Джамбазов и Р.Катинчаров.Разкопки в пещерата магура през 1971, ИИИ,XXIV,1974, с.107-138.
- 13 В.Миков и Н.Джамбазов.Цит.съч.,с.106-117.
- 14 Я.Николова и Н.Ангелов.Разкопки на Еменската пещера.-ИИИ,XXIV, 1961,с.297-309.
- 15 Георгиев,Г. Ил.,Н.Я.Мерперг.,Р.В.Катинчаров.,д.Г.Димитров.Езеро.Раннобронзовото селище. - С., 1979.
- 16 Р.Роман.Cultura Coșofeni.-Bucuresti,1976.
- 17
- 18 П.Детев.Колективна находка от глинени съдове в Пловдив. - сп.Археология,1964,кн-4,с.68,обр.5 а,б.
- 19 Непубликувани находки от сбирката на музея в с.Садовец.
- 20 Б.Николов.Селища и некрополи от бронзовата епоха във Врачанско.-Археология,VI, 1964,кн-2,с.69-77.
- 21 В.Миков,Н.Джамбазов.Цит.съч(с.119-136.
- 22 V.Leahu,Cultura Tei.-Pl.XII;
- 23 V.Leahu.Aperçu de la periodisation de l'évolution de la civilisation de Tei.-Dacia,N.S.,X,1966.
- 24 V.Leahu.Op.,cit.,p.203; N.Angelescu.Cercetari si descoperiri arheologice in raionul Călarasi și Slăbosa.SCIIV,t.6,1955,p.321.
- 25 D.Berciu.Die VerbicioARA-Kultur.-Dacia,V,1961,p.130-161;D.Berciu si P.Roman.Săpăturisi cercetări arheologice in raionul R.Viștea
- 26 V.Dumitrescu.Necropola de incineratia din epoca bronzului de la Cfrna.-Bucuresți,1961,pl.LXIV,XCI,LXVIII.
- 27 Б.Николов.Праисторическото селище Калето при с.Градешница, Врачански окръг. - ИИИ,XXXII, 1970, с.231-253.
- 28 И.Велков.Стари селища и градища по долината на р.Вит. - С., 1927,с.51-56.; В.Миков.Скални изображения от България.-ИИИ., V, 1929,с.298-300.Д.-Овчаров.Български средновековни графити. - С., 1962,с.104-105, таб. CVIII -2-5; G.I.Georgiev.Forschungstand der alten Felskunst in Bulgarien.-Actes of the Internationale simposium on Rock art,1972,p.76-77.

ПОПЫТКА ВЫЯСНЕНИЯ СТРАТИГРАФИИ СРЕДНЕВЕКОВЫХ НАСКАЛЬНЫХ РИСУНКОВ-ГРАФИТИ ИЗ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ БОЛГАРИИ

АСПАРУХОВ, Милако

Для изучения средневековых болгарских наскальных рисунков-графити, большая часть которых выгравирована в пещерах, успешно используются как общепринятые, так и нестандартные междисциплинарные методы. Ищутся новые методы и средства для изучения приложенной техники гравировки. Контур каждого графита имеет определенную индивидуальность, обозначенную острием использованного резца. На поверхности скалы отсечен след имеющий форму инструмента со всеми его строго индивидуальными признаками, трудно повторяемыми в другом случае. По его специфическим особенностям регистрируется характер профиля, который можно систематизировать по типам и видам. Исследования в этом направлении дают возможность наряду с другими аспектами научного поиска, происходящими из техники гравировки, установить и стратиграфию средневековых графити.

На компактных панно из напластованных рисунков точки пересечения отдельных контуров являются элементами, определяющими порядок гравировки. Они являются установленным фактором в котором закодирована их последовательность, процесс и порядок их наложения. Распластование графити помогает уточнению их хронологии.

Рисунки и символические знаки-графити, выгравированные в некоторых пещерах, скальных навесах и на разных археологических памятниках на территории Болгарии, вызывают оправданный интерес и занимают все более важное место в науке как надежный исторический источник. В значительной степени уже освещены проблемы происхождения, содержания, характера и значения этих интересных и непритязательных памятников, при помощи которых сегодня мы успешно можем заглянуть в домашний и военный быт простого средневекового человека, почувствовать его мировоззрение и его отношение к окружающему миру¹. Введен порядок и серьезный научный подход в их интерпретирование. Известна близость графитов Болгарии с аналогичными памятниками Кавказа, Центральной Азии и Сибири². В научной литературе графити определены как искусство народа, существовавшее рядом и независимо, а иногда и в противоречии с требованиями и законами официального искусства правящего класса³. Установлено, что рисунки-графити присущи раннему периоду болгарского государства, когда все еще хорошо сохранены помадские традиции и культура протоболгар. В процессе консолидации болгарской национальности, искусство графировать на камне продолжает развиваться, развивается и позже. Надо отметить, что науке известны и подобные праисторические произведения, выполнены той же техникой, но существенно отличающиеся от вышеупомянутых идей и содержанием, которые в них вложены.

Хотя и довольно многообразные, средневековые графити из Северо-западной Болгарии отличаются друг от друга сюжетом и те-

AN ATTEMPT FOR ELUCIDATION OF THE MEDIEVAL DRAWINGS - GRAFFITTI FROM NORTH-WEST BULGARIA

For research of the Medieval Bulgarian drawings-graffitti, the better part of which have been engraved in caves, very well used are both orthodox and nonstandard methods. New ways and means for studying the used techniques of engraving are searched for. The lines of every single drawing have their own individuality, marked by the blade of the cutter. There is a track on the rocky surface which has the shape of the tool with all strictly individual features hardly repeated again. After its specific features the character of the cross-section can be recorded, it could be made into a system according to the types and kinds, too. The researches on that subject make it possible, together with the other aspects of scientific search on the technique of engraving the stratigraphy of the compact group of overlapped drawings, the points of intersection of the particular lines are elements determining the succession of engraving. They are a fixed factor, in which its succession is coded, the process of its deposition. The separation of the drawings specifies its chronology.

матикой. Они включаются в классификацию из восьми принципиально различных групп: изображения животных, только благородные олени, человеческие фигуры и лица, рисунки орудий труда, оружия и корабли, растительные мотивы и символические знаки. Наряду с ними, существует еще одна, девятая группа символических знаков и изображений, которые не входят в указанную классификацию.

В последнее время интерес вызывает исследование графитов в историко-хронологическом и междисциплинарном направлении⁴. Наука ищет новые способы и средства изучения приложенной техники гравирования, новые альтернативы их комплексного исследования. Успешно использованы как общепринятые, так и нестандартные методы. В настоящем сообщении объектом внимания являются восемь панно рисунок и символических знаков-графитов, документированных однотипными памятниками в двух находках в Северо-западной Болгарии. Скромная цель этого исследования - бросить больше света на некоторые конкретные находки, сделанными выводами дополнить и обогатить уже известное о них, а благодаря иллюстративному материалу, показать изображения в их настоящем виде. Пять из панно - это эстампажи, снятые в пещерах недалеко от села Царевец, Михайловградской области - феномен для Юго-восточной Европы как по числу находок, так по отношению продолжительности гравирования - с праисторической до эпохи Возрождения⁵. Остальные три - из скальной церкви Светого Стефана /XIII-XIV в./, которая находится в отвесном известняковом массиве на берегу Дуная, недалеко от г. Никополя. Эти панно представляют собой небольшую часть изображений двух находок, снятых посредством эстампажей и фототех-

ники. Они подобраны по определенной характеристике - по пересечению контуров, включенных в панно рисунков. Таким образом стало возможно, чтобы отдельные произведения, в сопровождении надписей и те, которые хотя и неуверенно можно связать с отдельными историческими событиями, в некоторой степени и в некоторых условиях стали опорой распластывания компактных панно с закрывающими друг друга рисунками и знаками-графитами. Однако в большинстве случаев отсутствует даже относительно надежный хронологический критерий. Во время исследования констатируется, что только в трех из них присутствует хронологическая опора. При остальных панно сегодня можно сделать только попытку распластывания не обвязывая находки конкретной датировкой. Исследования в этом направлении наряду с другими аспектами научного изыскания, установить в некоторой степени стратиграфию изображений и ввести порядок в них, в их хронологию. Контур каждого графита имеет свою индивидуальность, отмеченную острием использованного резца. На скальной поверхности оставлен след, который является носителем формы инструмента со всеми строго индивидуальными характеристиками, трудно повторяемыми в другом случае. На этой основе в компактных панно с рисунками друг над другом, точки пересечения отдельных контуров-фактор, в котором закодирована последовательность гравирования. Используемые методы не новы и исследования не сводятся к эксперименту или к попытке ввести что-то неизвестное. Методы заимствованы у близких по характеру исследований. В иллюстрациях к тексту отмечены точки, которые использованы для выяснения стратиграфии предложенных панно. Буквенными обозначениями показаны отдельные рисунки и символические знаки. Из-за ограничений, в связи с объемом изложения, нельзя приложить конкретные схемы с точной локализацией изображений в пределах находок, а даются только самые общие сведения о местонахождении.

Панно № 1. /Обр.1/. Изображения скальной церкви Святого Стефана. Можно констатировать следующий стратиграфический порядок: 1/ А после Н; 2/ С-вероятно многократно повторяемая до А; 3/ В после F; 4/ В- после С; в этом рисунке оленя с простреленной спиной достигнута примитивная аллегоризация, притом создание сюжета сводится к идеограмме. 5/ Контуров двух рисунков повреждены и их распластывание невозможно. D и E/.

Среди изображений этого панно заметна исключительно интересная по характеру и содержанию находка. Она находит, хотя и условную, параллель с более ранними археологическими памятниками³. Речь идет о рисунке G. Нетрудно уподобить его найденным во многих местах на болгарской земле маленьким бронзовым лошадам с человеческой головой или маской с островежкой бородкой - это маска на седле. Эти фигурки определяются в научной литературе как амулеты, они неразрывно связываются с культурой Первого болгарского царства⁹. Установленное сходство вызывает интересные вопросы /если содержание находки совпадает с содержанием сделанного аналога/ и вносит колебание в принятую датировку церкви. Контуров рисунка не связаны с теми около него.

Панно № 2. /Обр.2/. Изображения находки с.Царевец. В них можно констатировать такой стратиграфический порядок: 1/ Контуров двух рисунков повреждены и невозможно распластывание А и В/. 2/ D - позднее, чем С; 3/ С-позднее, чем E. Отсутствует критерий хронологии.

Панно № 3 /Обр.3/. Изображения скальной церкви Святого Стефана. В них можно констатировать такой порядок стратиграфии:

1/ J - позднее, чем D; 2/ D - позднее, чем I; 3/ и 4/ B "сетчатый мотив" / E / сначала вырезаны вертикальные, а потом обе горизонтальные линии. E - позднее, чем D. 5/ F - позднее, чем G; 6/ H-позднее, чем F. Интерес вызывают рисунки Fig. Более позднему изображению / F / несколько раз уделяли внимание в научной литературе. Его рассматривали как часть "фигуральной сцены", изображающей двух всадников лицом к лицу в схватке боя.¹¹ Вникая детально, мы установили, что в сущности всадник покрывает более раннее изображение тоже всадника / G /, на которое до того момента никто не обратил внимания. Иными словами, перед нами два всадника с одной и той же лошады. Снаряжение более позднего действительно напоминает / насколько это возможно воссоздать техникой вырезания / одежду, присущую тяжело вооруженным рыцарям. И хотя этот рисунок может не быть элементом композиции или батальной сцены / встреча двух армий /, допустимо считать, что художник сделал попытку представить рыцаря или в символическом смысле крестоносную армию. Известен поход венгерского короля Сигизмунда, который во главе большой армии западных рыцарей и солдат отправился весной 1396 г из Будапешта. У города Никополя 25.IX.1396 эту армию разгромили турки, на котором пропали надежды христианского мира остановить османскую экспансию. Разыгравшаяся у Никополя кровавая драма вероятно дала повод художнику документировать об-разно это событие.

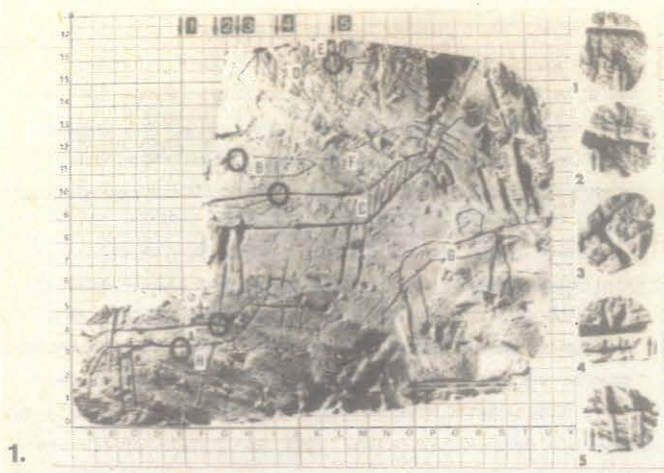
Панно № 4/Обр.4/. Изображения находки села Царевец. В них можно констатировать такой стратиграфический порядок: 1/ A-позднее, чем B; 2/ A-позднее, чем B; 3/ Контуров двух рисунков повреждены и невозможно распластывание / C и B /; 4/ Вероятно D - более раннее, чем B; 5/ D - более раннее, чем E; 6/ Контуров двух рисунков повреждены и невозможно распластывание / E и F /; 7/ C-позднее, чем B. Нет критерия хронологии.

Панно № 5/Обр.5/. Надписи скальной церкви Святого Стефана. В них можно констатировать такой стратиграфический порядок: 1/ В-ранше A и C; 2/ Контуров буквы и рисунка повреждены и невозможно распластывание / C и D /. На этом панно ясно видны три надписи-А, В и С, но до момента боли раннего В не уделялось внимание. Можно прочитать только некоторые отдельные буквенные знаки, но содержание остается неясным. Несмотря на различия в чтении остальных двух надписей¹², их палеографические особенности дают основание датировать их к XIII-XIV в. На этом основании датирована и церковь.

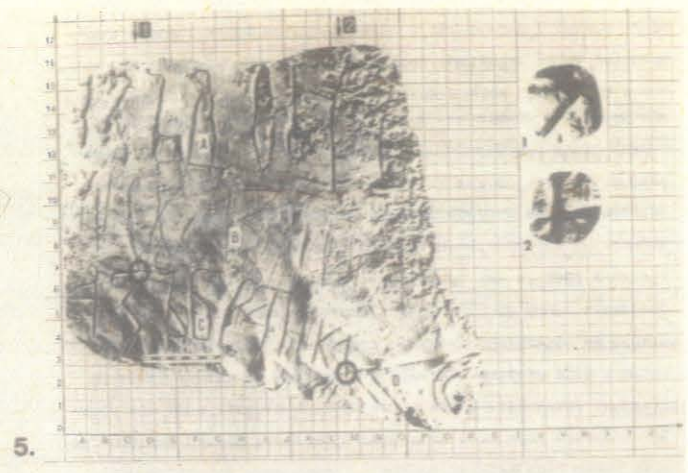
Панно № 6/Обр.6/. Изображения находки с.Царевец. В них можно констатировать такой порядок стратиграфии: 1/ С-ранше D; 2/ E - позднее, чем D; 3/ Контуров двух рисунков повреждены и невозможно распластывание / A и B /; 4/ H - после B. Нет критерия хронологии. Это панно замечательно исключительно красивым рисунком благородного оленя. И здесь достигнута примитивная аллегоризация посредством натянутой тетивы над шеей животного. Установленной схемой художник хотел выразить свою идею. Присутствует однако и противоречие. В штрихах тела и шеи автор искал более яркую пластичность и ощущение объема.

Панно № 7/Обр.7/. Изображения находки села Царевец. Можно констатировать такой порядок стратиграфии: 1/ С после D; 2/ В после A; 3/ С после B. Нет критерия хронологии.

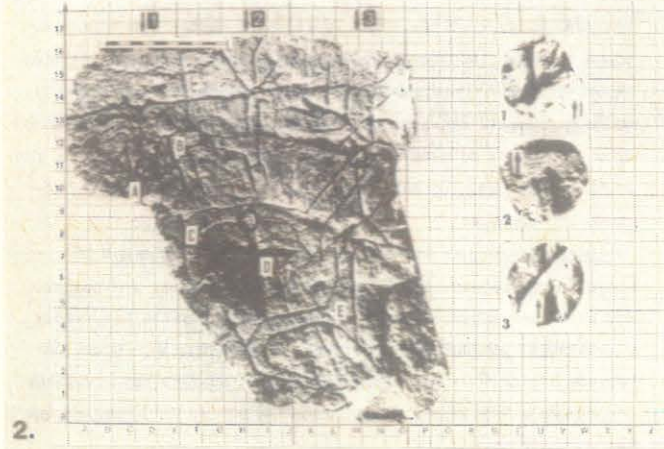
Панно № 8/Обр.8/. Изображения находки села Царевец. В них можно констатировать такой порядок стратиграфии: 1/ A позднее B. Надпись / A / информирует об эпидемии чумы второй половины XVIII в, когда пещеру использовали в качестве временного жилища.¹³



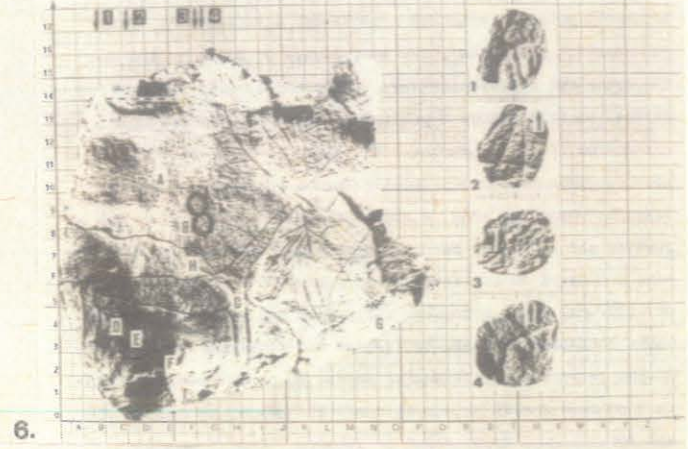
1.



5.



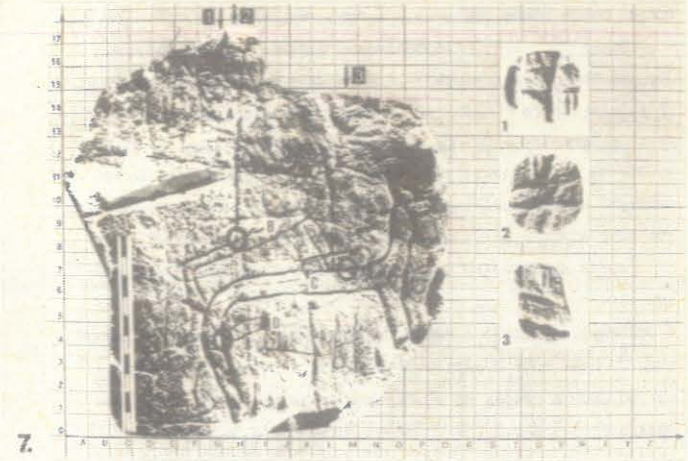
2.



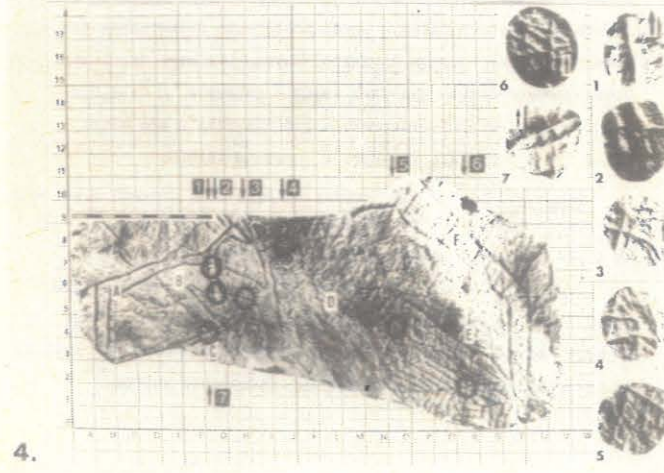
6.



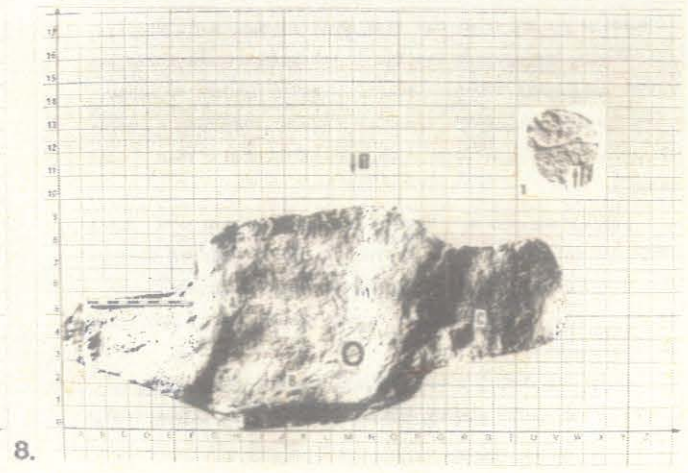
3.



7.



4.



8.

1. Овчаров, Д. Ранносредновековните графитни рисунки от България и въпросът за техния произход. - В: Плиска-Преслав. 2, С., 1981, с. 92-99; Овчаров, Д. За характера и принадлежността на средновековните рисунки от Басараб /Мурфатлар/. - Археология, 17, 1976, №3, с. 1-10; Огненова, Л. Рисунки на конници върху вътрешната крепост на Преслав. - РП, 4, 1949, с. 95-206; Рашев, Р. Знаци и рисунки по стените на кръглата църква в Преслав. - ИИИШ, 6, 1973, с. 205-218.
2. Артанюнов, М. И. Средновековне поселения на Нижнем Дону. Ленинград, 1956, с. 103; Овчаров, Д. Средновековни графитни рисунки от България и тяхната връзка с наскалното изкуство на Средна Азия и Сибир. Сб. България в света от древността до наши дни. С., 1979, с. 24 и сл.
3. Овчаров, Д. Български средновековни рисунки-графити, С., 1982.
4. Аспарухов, М. Средновековни графити от Северозападна България, С., 1984.
5. Мичев, М. Скални надписи и рисунки при с. Царевец, Врачанско. - Археология, 6, 1964, №2, с. 34-38; Антонов, Г. Наскалните графитни изображения пещер у дер. Царевец, Врачански окръг /Предварително съобщение с резултатах исследований 1979 и 1980 гг./ - В: Европейска регионална конференция по спелеология. С., 1980, с. 102; "Картина галерия" на старобългарското наскално изкуство. - Наука и техника, 5, 1980, № 5, с. 7.
6. Аспарухов, М. Скалната църква "Св. Стефан" край Никопол и графитите в нея. - ИИИШ, 7, 1982, с. 28-45.
7. Скакун, Н. Експериментално-трассологическите исследования керамических орудий труда эпохи палеометалла /по материалом Алтын дөпе и Текем дөпе/. - СА, 1977, № 1; Что такое трассология в археологии. - Интердисциплинарни изследвания, 1981 № 7-8, с. 33-40; Вобринский, А. О некоторых результатах трассологического изучения древнерусских гончарных клейм. - В: Новое в археологии. М., 1972, с. 182-197.
8. Бешевлиев, В. Първобългарите, бит и култура, С., 1961, с. 72 и по-там литература.
9. Овчаров, Д. За прабългарските амулети. МПК, XVII, 1977, 1, с. 10 и сл.
10. Аспарухов, М. Цит. съч. с. 36.
11. Лазаров, И. Л. Герганов. Една неизследвана скална църква край гр. Никопол, Студентски проучвания, 3, Б. Търново, 1977, с. 98.
12. Николов, Б., А. Маргос. Милко Аспарухов, Средновековни графити от Северозападна България, ИИИШ, 13, 1987, с. 177.
13. Мичев, М. Временно разселване или преместване на някои селища във Врачанско през X-VIII в. поради чумна епидемия. ИИИШ, VII, С., 1964, с. 28.

ГИДРОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОД ПЕЩЕР В ЦЕНТРАЛЬНЫХ РОДОПАХ НР БОЛГАРИЯ

СТАНКОВА, Елена С. - ВЕЛИКОВ, Борислав Л.

Исследованы воды семи мало изученных пещер в Центральном Родопе и в частности в Триградском и Смолянском карстовом бассейне. Сделана общая гидрохимическая характеристика и выведены некоторые корреляционные зависимости прежде всего из специфической электропроводности и pH. С помощью программы WATROCK вычислены коэффициенты насыщения по отношению к кальциту и доломиту и они использованы для оценки возможностей образования вторичных карстовых форм.

Hydrochemical investigation of cave waters in the Central Rhodopes, PR Bulgaria

Seven less studied caves in the Central Rhodopes and especially in Trigrad and Smoljan carst basins were investigated. A complex hydrochemical characteristic has been made and several correlation dependences mainly on specific electric conductivity and on pH have been found. With the computer aided program WATROCK the saturation indexes in relation to calcite and dolomite have been computed and used to evaluate the possibilities of secondary carst formation.

1. ВВЕДЕНИЕ

В Центральном Родопе существуют благоприятные условия для развития карста, из которых геологическое строение и в частности - наличие т.н. метаморфного и палеогенского седиментного комплекса - имеют самое большое значение. Метаморфный комплекс представлен в основном сильно карстифицированными и трещиноватыми местами доломитизированными протерозойскими мраморами. Палеогенский комплекс состоит из гораздо разнообразных по своему составу материалов - разных видов прежде всего карбонатных осадков, конгломератов и брекчий. Общая мощность вышеуказанных карбонатных пород в Центральном Родопе варьирует в пределах 1200 - 1900 м, что наряду со существующими трещинами создает подходящие условия для образования больших, разветвленных и многоярусных пещер и пропастей.

По степени раскрытия карст в Центральном Родопе относится к т.н. "кавказскому" типу, при котором отдельные формы поверхностного карста открываются под почвенным покровом, но все таки типичные карстовые поля отсутствуют. Небольшое число и "слепых" карстовых долин. Существует узкая связь между поверхностной и подземной гидрографической сетью, при чем среднегодовая сумма осадков в исследуемом районе приблизительно 900 мм.

Цель настоящей работы исследовать и сравнить гидрохимически семь менее изученных пещер /рис.1/ в Триград-Настанском /8а на рис.1/ и Смолянском /Пампоровско - 8б и Рудоземско - 8в/ карстовом бассейне при чем особое внимание обращено на те параметры, которые имеют значение для образования вторичных карстовых форм.

2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Гидрохимические параметры водных проб из 18 озер, 11 капалух вод, 2 потоков и 2 источников в пещерах были определены на месте /t°, pH, ΔpH, растворенные газы - CO₂ и O₂, кислотные нейтрализационные емкости - HCO₃⁻ и CO₃²⁻/ и в лаборатории до 24 часа после пробобора /Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, SO₄²⁻, Cl⁻, NO₃⁻, SiO₂, специфическая электропроводность α / по методикам, описанным в специальной литературе /напр. Markowicz, Pulina, 1979, Великов, 1986 /

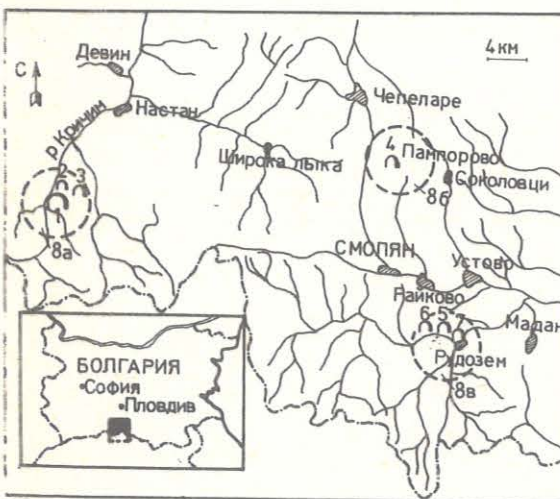
Полученные экспериментальные величины для температуры, pH, специфической электропроводности и концентраций растворенных ингредиентов /прежде всего ионов/ были введены в микро компьютер "Правец 8" и обработаны программой для термодинамических вычислений WATROCK /Velikov, 1985 /. Таким образом найдены и коэффициенты насыщения K_п по отношению к основным карбонатным минералам, образующим вторичные карстовые формы. Отметим, что K_п представляет отношение между двумя произведениями - произведение активностей ионов, которые в равновесии с соответствующими минералами и произведение растворимости мало-растворимого вещества, образующего минерал.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБОЗРЕНИЕ

На рис.2 и рис.3 даны типичные диаграммы гидрохимического состава в семи исследованных пещерах. Видно, что по своему типу воды преимущественно гидрокарбонатно-кальциевые / кальциево-магниевые /, что является следствием преобладающего взаимодействия вод с протерозойскими мраморами, т.е. что из-за наличия доломита в районе Ягодинской пещеры /№1 на рис.1/ и пещеры Санчова дупка /№2/, воды в этих двух пещерах являются гидрокарбонатно-магниевыми-кальциевыми типом.

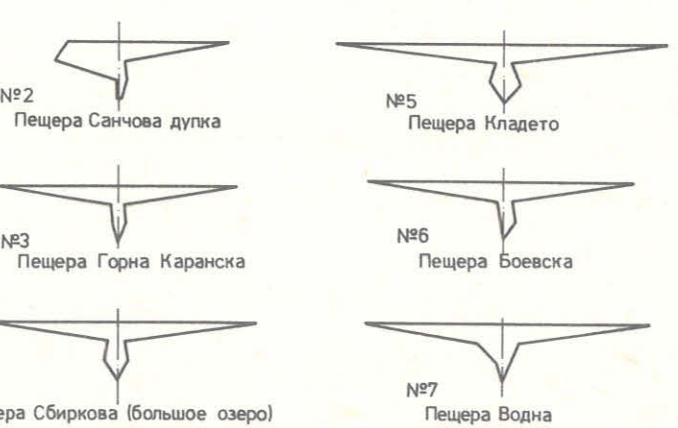
Температура вод в пределах 1,6 - 8,2°C, что связано с временами года и с местонахождением пунктов пробобора. В зависимости от вышеуказанных факторов и от движения вод изменяется и минерализация, которая наиболее низкая зимой для потока в Ягодинской пещере /72,8 мг/л, более высокая - для капалух из трещин пещер и для вод в синтровых озерах /250-350 мг/л, а наиболее высокая /до 440 мг/л/ - для очень медленно капалух от сталактитов в Ягодинской пещере капалей пресыщенных водно-дисперсных систем.

Небольшие значения концентраций растворенного диоксида углерода /не выше 13 мг/л, при чем в пещере Ягодинска и Санчова дупка в большом количестве проб растворенный CO₂ вообще отсутствует/ и большие значения pH /приблизительно 7,9 для пещер Сбиркова, Кладето, Горна Каранска и в пределах 8,2 - 8,7 для остальных пещер/ являются предварительным указанием для того, что в большинстве случаев воды пресыщены ионами, образующими малорастворимые соединения. Полученные с помощью программы WATROCK значения для коэффициентов насыщения по отношению к кальциту /а/ и доломиту /б/ доказывают это. Более низкими эти коэффициенты являются по отношению к доломиту, особенно для пещер Рудоземского и Пампоровского района. В Триградском районе и в частности для пещеры Ягодинска и Санчова дупка у K_п - величины приблизительно и выше 1, практически для всех пещер в районе, но самые большие величины для этих коэффициентов получены для Сбирковой пещеры - до 2,6 и Ягодинской - до 2,2. Гидрохимические данные и вычисления позволяют прийти к предположению, что наибольшее количество вторичных образований будет в тех пещерах и их частях, где значения обоих коэффициентов выше 1. В этих случаях активизирующий /энергетический/ барьер, связанный с образованием зародышей новой кристаллической фазы, легче преодолевается даже при отсутствии других, нерастворенных примесей. И действительно, наиболее активно и в настоящий момент образуются вторичные карстовые формы - сталактиты, сталактон, сталагмиты, занавесы, розы и жемчужины в Ягодинской пещере и в меньшей степени в пещерах Санчова дупка и Горна Каранска. Отметим, что длина почти всех исследованных пещер в пределах 60 - 260 м и только в Ягодинской пещере общая длина галерей значительно больше - 8435 м - Г.Райчев, 1985/. В Сбирковой пещере наблюдается только пещерное молоко, отлагающееся по потолку.



1

		валентность × ммоль/л							
Ca ²⁺	4	3	2	1	1	2	3	4	HCO ₃ ⁻
Mg ²⁺									Cl ⁻
Na ⁺									SO ₄ ²⁻
K ⁺									CO ₃ ²⁻



валентность × ммоль/л	
Ca ²⁺ 4	HCO ₃ ⁻ 4
Mg ²⁺ 3	Cl ⁻ 3
Na ⁺ 2	SO ₄ ²⁻ 2
K ⁺ 1	CO ₃ ²⁻ 1



Сравнивая разные этажи и участки в большой Ягодинской пещере, можно установить, что высший этаж почти без образований, в промежуточном их больше, а в нижнем больше всего. В последнем коэффициенты насыщения /и образования/ самые большие в северном участке, не так велики в южном и особенно в западном. На рис. 4а даны и полученные по методу наименьших квадратов корреляционных зависимости K_N^K и K_N^D от специфической электропроводности /4а/ и pH /4б/. При этом корреляционные коэффициенты в пределах 0,60 - 0,99. Самыми большими являются различия коэффициентов насыщения по отно-

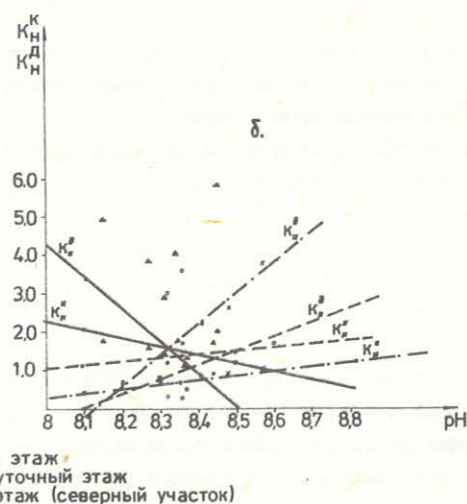
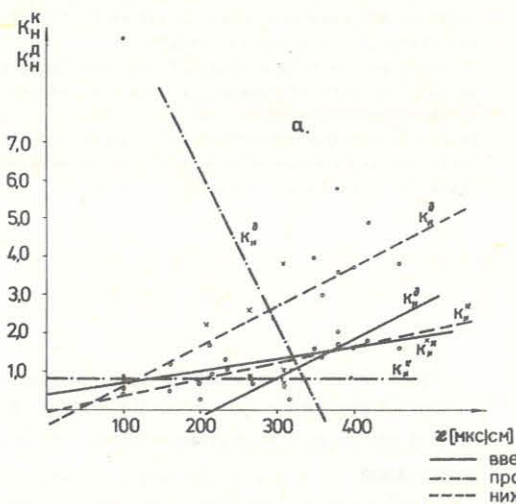
нию к доломиту в промежуточном этаже. По всей вероятности, именно там можно ожидать и самое большое относительное содержание магниевых ионов в составе осаждающихся минералов.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение отметим, что сделанные до настоящего момента исследования ясно показывают роль процессов отложения кальцита /арагонита/ и доломита в результате уменьшения количества растворенного диоксида углерода в водах изучаемых пещер. Это является следствием уменьшения парциального давления газа CO₂ по пути медленной инфильтрации вод в соответствии с геолого-тектоническими условиями в исследованных карстовых районах. Используя полученные корреляционные зависимости возможно сделать быструю оценку значений коэффициентов насыщения по отношению к главным формообразующим минералам и отсюда прогнозировать вероятность образования вторичных карстовых форм. Предстоит завершение гидрохимических и минералогических исследований прежде всего в большой Ягодинской пещере. Предполагается, что дальнейшие исследования будут опубликованы дополнительно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Великов, Е.Л.: Химия на подземните води, МНИ-ИЛТИ, София, 1986.
2. Райчев Г.: частные сообщения, 1988.
3. Markowicz, H., M. Fulina: Iloscowa polmikroanaliza chemiczna wod w obszarach krasu weglanowego, Uniwersytet Slaski, Katowice, 1979.
4. Velikov, E.L.: Estimation hydrochimique quantitative des interactions eau - roches carbonatées. XXI-ème congrès international de technique hydrothermale, Varna-Albena, Recueil des rapports, 1985, p.170 - 179.



Елена С. СТАНКОВА*, Борислав Л. ВЕЛИКОВ**

*Музей спелеологии и болгарского карста, 4850 Чепеларе
 **Высший горно-геологический институт, 1156 София, Болгария

ЛИНЕЙНЫЕ ЗОЛЬНЫЕ ЭГУТАЧНЫЕ ЯМОЧКИ - ГЕНЕЗИС, ЭВОЛЮЦИЯ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ В СПЕЛЕОКЛИМАТОЛОГИИ

НЬГЛОВА, Пенка - СТОКВ, Алексея

Один из самых существенных элементов, определяющие микроклиматический режим в пещерах, это воздушное течение - ветер и перемена его параметров /скорость, температура и т.д./. Взаимодействуя с одним специфическим гидрологическим явлением /капляющая с потолка вода/ рождаются особые формы на полу - зольные вторичные карстовые образования /сталагмиты и эгутачные ямки/. У них подчеркнута удлиненная /линейная/ форма.

В работе представлены результаты от натурального наблюдения нескольких спелеообъектов. Исследовано влияние воздушного течения на образование "идеальной" эгутачной ямки и на процесс ее линейризации. Решено уравнение которым могут быть восстановлены максимальные стоимости ветра в пещерной галерее. Исследовано еще влияние близости стен пещерных галерей на форму и эволюцию зольных эгутачных ямок.

Определено, что:

- разные сочетания температуры и влажности воздуха и скорости ветра в пещере могут вызвать образование линейно развитых эолигических эгутачных ямок в глиняных настилах пола,
- созданием модели "идеальной" эгутачной ямки можно выработать номограмму для получения максимальных стоимостей ветра, как и получить эволюцию его вектора скорости в пространстве.

Обсуждаются еще и полученные результаты и сравниваются с результатами от классических методов и аппаратуры.

1. УВОД

Пещеры в карстовых районах - это сложные природные комплексы развитые в земной коре. Они находятся в прямой зависимости от комплекса природных факторов, действующих на поверхности. Между ними совершается постоянный обмен минеральных веществ. Особая роль в этом процессе играют как поступающие в пещерах карстовые воды, так и циркуляция атмосферного воздуха в них. Все эти природные факторы сложно влияют и зависят друг друга и определяют морфологию пещер и подземных микроклиматических и гидрологических явлений.

Обычно в них формируются специфические микроклиматические режимы, узко связаны с переменной ряда микроклиматических параметров. Они со своей стороны влияют на ряд гидрологических явления под землей. Как результат появляются вторичные карстовые формы из карбонатных отложений с потолка или на полах пещерных настилах. Много авторов [1,2] показывают, что один из самых существенных элементов, определяющий микроклиматический режим в пещерах это воздушное течение и перемена его параметров /скорость, температура и т.д./. При взаимодействии воздушного течения с одним специфическим гидрологическим явлением - капляющая с потолка или с форм на потолке вода - рождаются особые пологие формы. Эти так называемые зольные вторичные карстовые образования в виде сталагмитов или эгутачных ямочек имеют подчеркнута продленную /линейную/ форму.

Linear egouttatic hollows - genesis evolution and practical means in the speleoclimatology

Air flow is the essential element of climatic conditions in the cave and the changes in speed, temperature, etc. The interaction between airflow and the specific hydrologic phenomenon - dripping water from the ceiling - causes the formation of stalagmites or egouttatic hollows - eolic secondary Karst formations. They have elongate linear shape. The results of simple observations of several speleobjects are represented. The influence of the airflow and the formation of the 'ideal' egouttatic hollow and the process of its elongation is investigated. The equation has been derived from which the highest maximum values of the wind speed can be calculated. The influence of the distance between the walls of the cave and the formation and evolution of the egouttatic hollows is investigated.

It is stated that:

Different combinations of air temperature, density and wind speed in the cave can cause formation of linear shaped eolic egouttatic hollows in clay sediment.

By means of creating a model of the ideal egouttatic hollow a nomogramme could be formed for obtaining maximum values and direction of the wind.

In conclusion the obtained results about wind conditions are discussed and compared with the derived measurements using classical methods and apparatus.

2. ЭКСПЕРИМЕНТ

Предпринятые исследования во время международной спелеоэкспедиции "Туасо'88" в Кубе позволили включить в спелеоклиматической программе и исследования зольных вторичных карстовых образований в условиях интенсивно развивающегося тропического карста. Как основа настоящей работы взяты результаты наблюдений в пещере El Sampanario /пещера Колокольни/. Мы тоже располагали с термо-, баро-, гиро- и гидро- метрическими сведениями, регистрируемые непрерывно в продолжении 14 дней в локальной области около зольных образований. Полученные стоимости позволили составить соответствующие профили для каждой сутки. К сожалению программа - максимум не была выполнена ради отказа аппаратуры измеряющей относительного содержания CO_2 в воздухе.

Исследования были предприняты в первой части пещеры, которая проходная и горизонтальная по своей морфологии. В зависимости от термических условий приземного атмосферного слоя создается условия для интенсивной атмосферной циркуляции по направлению главной оси пещерной галереи. Еще больше, зольный режим стабилизируется на относительно коротки интервалы времени - 2+4 часа, которое облегчает измерения. На рис.1 даны абсолютные стоимости и направления ветра, которые хорошо показывают их динамику во времени. С метрическими инструментами /с точностью 1 мм/ были определены как морфологические элементы эгутачных ямочек /глубина, линейные размеры - маленькая и

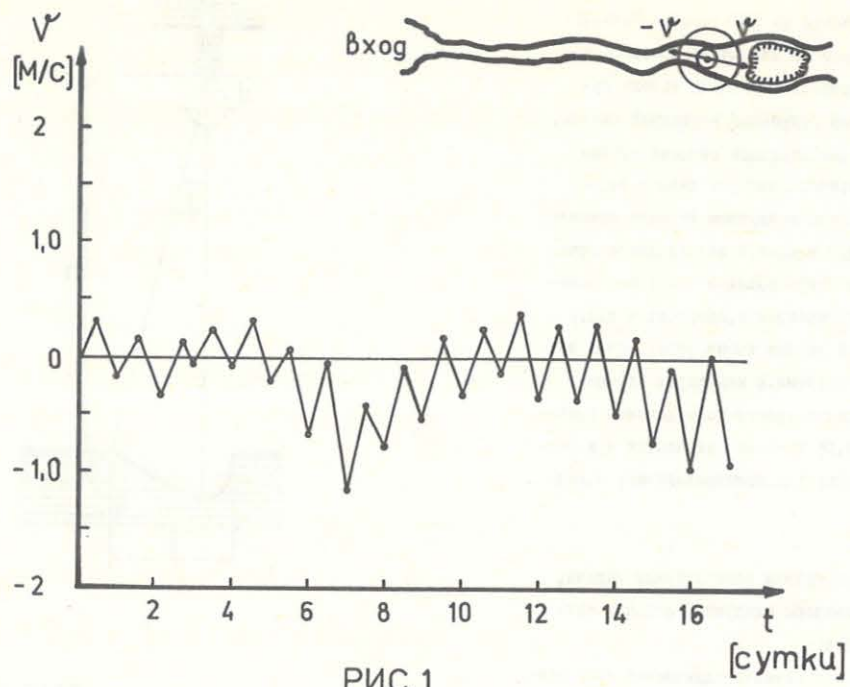


РИС.1

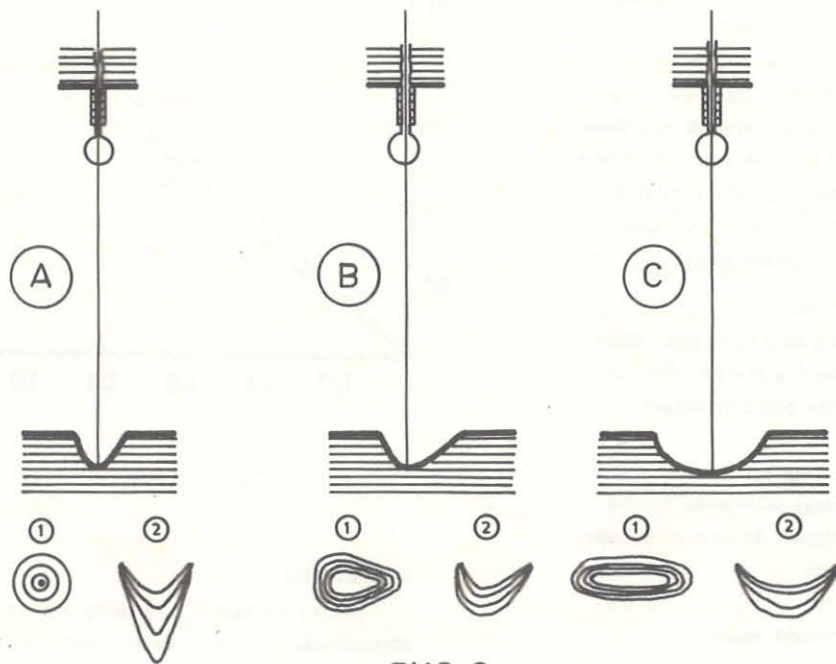


РИС. 2

большая ось, так и высота капиллярных форм на потолке и линейные размеры сечения пещерной галереи.

В ходе климатических интерпретаций было исследовано влияние воздушного течения и водяного дебита на образование "идеальной" эгутачной ямочки и на процесс ее линейризации. Оказалось, что водяной дебит играет существенную роль только при образовании вертикальных размеров /глубины/ эгутачной ямочки. Когда нет воздушного течения, горизонтальное сечение ямочки круг, а вертикальное сечение - треугольник /эгутачная ямочка имеет форму конуса, вж рис.2А/. Когда воздушное течение одностороннее, горизонтальное сечение 1/2 эллипса, а вертикальное сечение листовидное /вж рис.2В/. При существовании воздушных течений с переменными параметрами /направление, скорость и т.д./ горизонтальное сечение эгутачной ямочки имеет форму почти правильного эллипса с различными размерами. В некоторых случаях форма горизонтального сечения несимметрична по отношению гравитационного центра водяной капли. То же самое относится и к вертикальному сечению. Оно имеет форму 1/2 полуправильного эллипса /вж рис.2С/.

3. МОДЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

Имея ввиду сложность и многообразие поставленной задачи, была создана модель, в которой введены следующие ограничения:

- воздушное течение ламинарное;
- у вектора скорости воздушного течения одинаковая стоимость по целому сечению пещерной галереи;
- кинематическое сопротивление воздуха и его воздействие на "идеальную" сферическую форму падающей капли пренебрегается;
- сила Архимеда не влияет на процесс свободного падения водяной капли;
- движение водяной капли совершается по прямой линии, а не по параболе /ради маленькой кривины парабол/.

На рис.3 даны условные изображения физических условий и расположение векторов скорости, полученные под воздействием силы воздушного течения F_B и силы гравитационного поля Земли F_G . В сущности проблема сводится к решению задачи о нахождении функциональной зависимости между скоростью воздушного течения V_B и длиной эгутачной ямочки l . Следовательно, имея ввиду законы классической механики [3], можно получить:

$$F_B = F_G \operatorname{tg} \alpha = \frac{4}{3} \rho g \pi r^2 \operatorname{tg} \alpha \quad / 1 /$$

С другой стороны под воздействием силы F_B водяная капля совершает горизонтальное перемещение l и противодействует воздушному течению силой F_C , которое обтекает каплю:

$$F_C = -6 \pi \eta r V_B \quad / 2 /$$

Нам можно пользоваться этой формулой при $R = \frac{vr_{\text{жидк}}}{\eta_{\text{жидк}}} < 5$ /R - число Рейнольдса/. Если скорости воздушного течения более высокие или размеры тела побольше, то сила сопротивления F_C зависит от квадрата скорости:

$$F_C = -k S \rho \frac{V_B^2}{2} \quad / 3 /$$

где $k = 0,03 + 0,05$ в хорошо обтекаемых телах.

Здесь мы ограничимся первым случаем когда

$$F_B = -F_C \quad / 4 /$$

Преобразовывая этого равенства после замещения из уравнений /1/ и /2/ получаем:

$$V_B = \frac{2 \rho g r^2 \operatorname{tg} \alpha}{9 \eta_{\text{жидк}}} \quad / 5 /$$

Если вычислить постоянную часть в уравнение /5/ получаем:

$$V_B = 0,4969 \operatorname{tg} \alpha = 0,4969 \frac{l}{h} \quad / 6 /$$

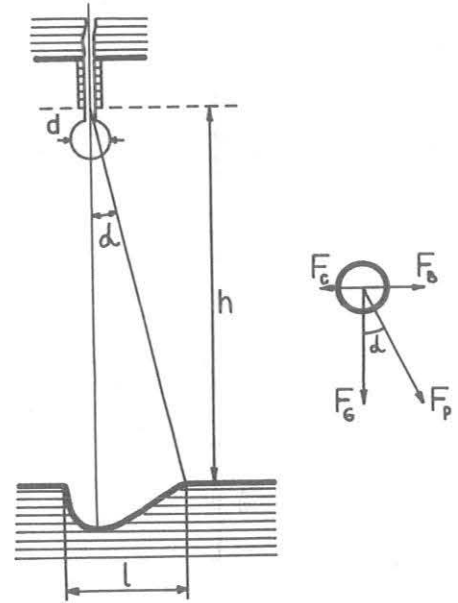


РИС.3

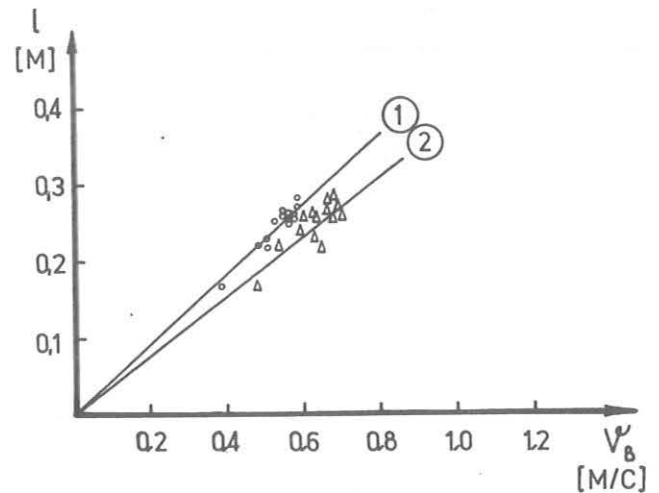


РИС.4

4. РЕЗУЛЬТАТЫ

С этого уравнения для скорости получены 14 стоимостей при определенных l и h . В то же время точным микроанемометром были измерены реальные стоимосты скорости воздушного течения. Эти скорости являются причиной образования эгутачных ямочек с наибольшими длинами. На рис.4 сопоставлены скорости V_B . Угловые коэффициенты прямых 0,0232 и 0,0263 соответственно, которое показывает хорошее совпадение теоретических и экспериментальных результатов.

Один из возможных путей в дальнейшем усовершенствовании предложенного метода связан с решением более сложной задачи, где

учитываются реальные условия. Это позволит получить более хорошее совпадение и создать номограмму. Если бы было возможно определять относительно большей точностью скоростей воздушного течения в пещерной галерее. Все это устраняет необходимость использовать тяжелые и сложные для эксплуатации точные микроанемометры.

5. ВЫВОДЫ

5.1 Разные сочетания микроклиматических параметров в пещере могут быть причиной образования линейных эолозных эгутачных ямочек в глиняных половых накладки;

5.2 Созданная модель "идеальной" эгутачной ямочки дает возможность определить скорость воздушного течения в пещере используя только длину l эгутачной ямочки и высоту h образующей ее каплющей формы;

5.3 Использованием большого набора экспериментальных данных можно создать номограммы для нахождения максимальных стоимостей вектора скорости воздушного течения.

6. Благодарности

Авторы высказывают свою большую благодарность болгарским и кубинским участникам международной спелеоэспедиции "Гуасо '88" в Кубе за оказанную техническую помощь для получения экспериментальных данных.

7. Литература

7.1 Голод В.В., Аналитическое и численное исследование микроклимата горизонтальных пещер, "Европейска регионална конференция

по спелеология-София", Сб. с материали, т. II, С., 1988, стр. 375 - 380

7.2 /Андрийо К./ *Andrieux C., Premiers resultats sur l'etude du climat de la salle des peintures de la galerie Clastras Niaux - Ariège. Ann Speleol., 29, 1, 1974, p. 3-25*

7.3 Физический энциклопедический словарь, под ред. А.М. Прохоров М., "Сов. энциклопедия", 1988

7.4 Таблицы физических величин /Справочник/, под ред. И.К. Кирина, М., "Атомиздат", 1976

7.5 Оке Т.Р., Климаты пограничного слоя, Л., "Гидрометеоиздат", 1982

8. Фигуры

8.1 Рис. 1 Суточные колебания эолозного режима

8.2 Рис. 2 Идеализированная модель получения "идеальной" эгутачной ямочки с горизонтальными и вертикальными профилями

8.3 Рис. 3 Геометрический вид физических условий при падении водяной капли под действием силой тяжести и расположение сил, действующих на нее

8.4 Рис. 4 Длина эгутачной ямочки в зависимости от скорости воздушного течения в пещере *El Samraçario*, Куба

/ o / - теоретические стоимости

/ Δ / - экспериментальные стоимости

Алексей Стоев - Народная астрономическая обсерватория и планетарий "Юрий Гагарин", 6000 Старая Загора, Болгария

Пенка Мъглова - Международный ситуационный центр - ИКИ, Болгарская академия наук, 6000 Старая Загора, Болгария

Alexey Stoev - People's Astronomical Observatory and Planetarium, 6000 Stara Zagora, Bulgaria
Penka Muglova - Space Research Institute - BAS
6000 Stara Zagora, Bulgaria

ИЗМЕНЕНИЯ В ЗРЕНИИ ЧЕТЫРЕХ СПЕЛЕОЛОГОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ МЕСЯЧНОГО ПРЕБЫВАНИЯ В ПЕЩЕРЕ

ПЕТРОВ, И. - НИКОЛОВА-БОНЕВА, Н. - БОШЕВ, Н.

И.Петров, А.Николова-Бонева, Н.Бошев - Медицинская Академия
ВММ "И.И.Павлов" - кафедра по физиологии, гор. Пловдив- Болгария.

В пещере употребление освещения, отличающегося от солнечного, и ограничения, которые предлагает прямое освещение в пространстве -- факторы, которые не дают возможности глазу работать в условиях его возможностей.

Предварительно и после медико-биологического эксперимента 30-ти дневного нахождения в пещере "Топчика" четырех-членного экипажа были произведены клинические исследования всех показателей зрительного анализатора. Во время эксперимента были сделаны 2 раза измерения зрительной остроты зрения, цветного зрения и зрительных параметров белого, синего, красного и зеленого цветов отдельно для левого и правого глаза.

Отмечено прогрессивное уменьшение зрительных параметров в градусах для всех цветов у четверых участников, которые находились в пещере. Установлены непропорциональные изменения в стойности различных зрительных меридианов и для различных цветов.

В процессе реадaptации все стоимостные показатели восстановились через 20 дней.

Зрительное поле делится на три части:

- Центральное, доходящее до 5° или с диаметром в 10° .
- Среднее, или близкая периферия с 5° до 25° от центра.
- Действительная дальняя периферия с 25° до конца.

Есть монокулярное и бинокулярное зрение. Монокулярное зрение исследуется по меридианам в разных плоскостях. Оно бывает разным. Например, в назальном направлении оно доходит до 60° , в темпоральном до 50° , вверх до 60° , а вниз до 70° для белого цвета. Для других цветов оно уменьшается по отношению к синему, красному, и зеленому цветам. Когда человек смотрит обоими глазами осуществляется, так названное, бинокулярное зрение которое предоставляет возможность воспринимать предметы в глубь. Это возможно благодаря пересечению полей видимости в назальном направлении. Размеры этого поля по вертикали - около 130° то есть как при монокулярном зрении. В горизонтальной плоскости оно доходит до 180° . Пересекаются стойности, которые определяют бинокулярное зрение в горизонтальной плоскости около 110° , в вертикальной - вверх 65° и вниз 65° .

На величину зрительного поля оказывают влияние общее состояние организма, усталость, пища, витамин А и др. Физические факторы внешней среды тоже влияют на поле: это величина пространства /в пещере оно ограничено по размерам/, освещение, яркость и цвет объекта /в пещере яркость уменьшается вследствие низкой отражающей способности и отсутствия богатой цветовой гаммы/ контрастность фона /тоже слабее/, сила света /з пещере она около 60 кандел, а солнечный свет -

VISION CHANGES OF FOUR SPELEOLOGISTS FOLLOWING A ONE-MONTH CAVE STAY

In a cave the use of light, different from the sunlight, and the limitations that the front illumination of space carries are factors impeding the eye to work under the conditions of its abilities.

A thorough evaluation of the vision analyzer has been performed before and after a medico-biological experiment of a 30-day stay of a four-member group in the cave "Toptchika". The visual acuity, colour vision and the visual parameters for the white, blue, red, and green colours for each eye were twice measured during the experiment.

A progressive decline of the visual parameters in degrees for all colours for the four participants was found at the time of their stay in the cave. There were disproportional value changes of the different visual meridians and for the different colours. In the process of readaptation all values returned to normal within 20 days.

3.10^{27} кандел/ . Кроме того сила света в пещере неравномерна в пространстве, как при солнечном свете на земле. В пещере освещение уменьшается в зависимости от квадрата удаленности объекта, а сбоку зависит от угла падения /от косинуса, который при $90^{\circ}=1$, при $45^{\circ}=0.7$, при $60^{\circ}=0.5$ /. По спектральному составу свет искусственного освещения перемещен к длинноволновой части спектра. /к красному свету/

В 1971 г. был проведен эксперимент в пещере с группой из 4 человек со сроком пребывания 30 дней. До и после эксперимента группа провела полное медицинское, психологическое и социометрическое обследование. Эксперимент был проведен в условиях полного отрыва от всяких геофизических датчиков времени, в полной социальной изоляции. Во время пребывания под землей по программе снова проводились эти исследования.

М Е Т О Д И К А

Исследование зрительного анализатора по следующим показателям:

1. Интракулярное давление - проводилось отдельно для левого и правого глаза в мм ртутного столбика, до эксперимента и во время реадaptации.
2. Состояние глазного дна / при суженных зрачках / до и во время реадaptационного периода.
3. Острота зрения - отдельно для правого и левого глаза. Исследование проводилось до эксперимента, до входа в пещеру, на 7-ой циркадный ритм /в земной/, на 17-ый циркадный ритм /28 земной/ и во время месячной реадaptации.
4. Цветное зрение по таблицам Рябкина, до эксперимента, пе-

ред стартом, во время пребывания под землей на 7 и 17 циркадный ритм, и во время реадaptационного периода.

5. Периферийное зрение с периметром Фестера для белого, синего, красного и зеленого цветов через 90° отдельно для левого и правого глаза. Исследование проводилось фоновое, перед стартом, под землей на 7 и 17 циркадный ритм и во время реадaptации.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

1. Интраокулярное давление. Показатели в рамках нормальных стойностей, как до эксперимента, так и после него и во время восстановления. Средние стойности при $\alpha=0.05$, при $\bar{x}=21.375 \pm 1.57$ мм ртутного столбика.

2. Глазное дно. Не наблюдается отклонения от нормы до и после эксперимента.

3. Острота зрения. До и после эксперимента стойности для обоих глаз $D=1.0$, у двух участников только на 17-ый циркадный ритм $D=2.5$. У них были субъективные жалоб на чтение с трудом при лобовом освещении. В процессе реадaptации эти изменения восстановили свои нормальные стойности.

4. Цветовощущение. На предварительных осмотрах у троих участников было нормальное цветовое зрение. Только участник №3 не

отсчитывал табл. 4,6,9,10,11,13,14,15,16,17,18,19,20,21. Во время пребывания под землей не были установлены изменения в цветовом зрении. После выхода из пещеры у одного из участников №2 с нормальным цветоощущением было обнаружено небольшое нарушение по отношению к зеленому цвету /табл. 10 и 15 по Рябкину/, которое исчезло на 30-тый день после выхода из пещеры.

5. Периферийное зрение:

а/ Состояние перед стартом. Общее зрительное поле показывает небольшое сужение как по отношению к белому, так и к красному цветом - 8.43% в трех меридианах. В назальном направлении наблюдается среднее увеличение на 109.41%/индивидуальные колебание с 105% до 115%/. Общее сужение зрительного поля в этих рамках и его увеличение в назальном направлении можно рассматривать как условно-рефлекторная, специфическая для пещеры реакция перед стартом, которая вырабатывается в процессе тренировок.

б/ Состояние во время пребывания в пещере. Наблюдается устойчивая тенденция к уменьшению стойностей зрительного поля по всем меридианам, для всех цветов, которая прогрессивно увеличивается с пребыванием в пещере. / см. табл. 1, 2,3,4./

цвет	меридианы	фон		перед стартом		7 цирк. ритм		17 цирк. ритм		2 дня после	
		градус	%	град.	%	град.	%	град.	%	град.	%
белый	назальный	53.13	100.00	58.13	109.41	54.38	102.35	33.75	63.52	39.38	74.12
	темпоральный	85.00	100.00	71.25	83.83	60.00	70.59	45.63	53.68	56.25	66.18
	вверх	46.88	100.00	41.25	88.00	33.13	70.67	25.63	54.67	31.88	68.00
	снизу	63.13	100.00	58.13	92.08	42.50	67.32	30.63	48.52	43.13	68.32
синий	назальный	50.00	100.00	-----	-----	52.50	105.00	23.13	46.26	31.25	66.50
	темпоральный	70.00	100.00	-----	-----	36.88	52.69	33.13	47.33	45.63	65.19
	вверх	50.00	100.00	-----	-----	11.18	23.76	16.25	33.50	22.50	45.00
	снизу	50.00	100.00	-----	-----	23.13	46.25	23.13	46.25	27.50	55.00
красный	назальный	48.74	100.00	46.25	94.87	30.00	61.54	26.88	55.144	28.13	57.70
	темпоральный	70.00	100.00	56.25	80.26	45.63	65.19	36.25	51.79	47.50	67.86
	вверх	38.75	100.00	36.88	95.16	20.00	51.61	27.50	70.97	23.13	59.69
	снизу	51.25	100.00	50.00	97.56	31.88	62.20	28.75	56.10	30.00	58.54
зеленый	назальный	30.00	100.00	-----	-----	34.38	114.60	25.00	83.33	23.13	70.10
	темпоральный	45.00	100.00	-----	-----	43.13	95.84	31.88	70.84	34.38	76.40
	вверх	30.00	100.00	-----	-----	17.50	58.33	20.63	68.77	19.38	64.60
	снизу	30.00	100.00	-----	-----	28.13	93.77	28.75	95.83	23.13	77.10

Табл. 1. Стойности зрительных параметров в градусах и процентах / фон = 100,00%/ для четырех участников, для левого и правого глаз по цветам и меридианам

цвет	для всех меридианов	фон		перед стартом		7 цирк. ритм		17 цирк. ритм		2 дня после	
		град.	%	Град.	%	Град.	%	град.	%	град.	%
белый	$\sum x$	248.14	100.00	228.76	92.19	190.01	76.57	135.64	54.66	170.64	68.77
	\bar{x}	62.04	-----	57.19	-----	47.50	-----	33.91	-----	42.66	-----
синий	$\sum x$	220.00	100.00	-----	-----	124.39	56.54	95.64	43.47	126.88	57.67
	\bar{x}	55.00	-----	-----	-----	31.09	-----	23.91	-----	31.72	-----
красный	$\sum x$	208.75	100.00	189.38	90.72	127.51	61.08	119.38	57.19	128.76	61.68
	\bar{x}	52.19	-----	47.35	-----	31.88	-----	29.85	-----	32.19	-----
зеленый	$\sum x$	135.00	100.00	-----	-----	123.14	91.21	106.26	78.71	100.02	74.09
	\bar{x}	33.75	-----	-----	-----	30.79	-----	26.57	-----	25.00	-----
полихроматического зрительного поля	$\sum x$	811.89	100.00	418.14	91.52	565.05	69.90	456.89	56.28	526.30	64.82
	\bar{x}	202.97	-----	209.07	-----	141.25	-----	114.22	-----	131.57	-----

Табл. 2. Стойности зрительных параметров в градусах и процентах /фон=100,00%/ для левого и правого глаз по цветам и для полихроматического зрительного поля

когда	цвет	назальный		темпоральный		вверх		снизу		мунохр. зрительное поле		
		град.	%	град.	%	град.	%	град.	%	град.	%	
фон	белый	53,13	100,00	85,00	100,00	46,88	100,00	63,13	100,00	248,14	62,04	100,00
	синий	50,00	100,00	70,00	100,00	50,00	100,00	50,00	100,00	220,00	55,00	100,00
	красный	48,75	100,00	70,00	100,00	38,75	100,00	51,25	100,00	208,75	52,19	100,00
	зеленый	30,00	100,00	45,00	100,00	30,00	100,00	30,00	100,00	135,00	33,75	100,00
перед стартом	белый	58,13	109,41	71,25	83,82	41,25	88,00	58,13	92,08	228,76	57,19	92,19
	красный	46,25	94,87	56,25	90,36	35,88	95,16	50,00	97,56	193,38	47,35	86,08
7 цирк. ритм	белый	54,38	102,35	60,00	70,59	33,13	70,67	42,50	67,32	190,01	47,50	76,57
	синий	52,50	105,00	36,88	52,59	11,88	23,76	23,13	46,25	124,39	31,10	56,54
	красный	30,00	61,54	45,63	65,19	20,00	51,61	31,88	62,20	127,51	31,88	61,08
	зеленый	34,38	114,60	43,13	95,84	17,50	58,33	28,13	93,77	123,14	30,79	91,21
17 цирк. ритм	белый	33,75	63,52	45,63	53,68	25,63	54,67	30,63	48,52	135,64	33,91	54,66
	синий	23,13	46,26	33,13	47,33	16,25	33,50	23,13	46,26	95,64	23,91	43,47
	красный	26,88	53,14	36,25	51,79	27,50	70,97	28,75	56,10	119,38	29,85	57,19
	зеленый	25,00	50,00	31,88	70,84	20,63	68,77	28,75	95,63	106,26	26,57	78,71
2 дня после	белый	39,38	74,12	56,25	66,18	31,88	68,00	43,13	68,32	170,64	42,66	68,77
	синий	31,25	66,50	45,63	65,19	22,50	45,00	27,50	55,00	126,88	31,72	57,67
	красный	28,13	57,70	47,50	67,86	23,13	59,69	30,00	58,54	128,76	32,19	61,68
	зеленый	23,13	70,10	34,38	76,40	19,38	64,60	23,13	77,10	100,02	25,01	74,09

Табл. 3. Стойности зрительных параметров в градусах и процентах /фон = 100,00%/ для четырех участников для левого и правого глаз по цветам и меридианам.

когда	цвет	назальный		темпоральный		вверх		снизу		Σλ по меридианам		
		град.	%	град.	%	град.	%	град.	%	град.	град.	%
фон	Σх	181,88	100,00	270,00	100,00	165,63	100,00	194,38	100,00	811,89	-----	100,00
	х̄	5,77	-----	67,5	-----	41,41	-----	48,60	-----	202,98	50,75	-----
перед стартом	Σх	104,38	101,21	127,50	82,66	78,13	20,65	108,13	95,58	418,14	-----	91,58
	х̄	2,19	-----	63,75	-----	33,07	-----	54,07	-----	209,08	52,27	-----
7 цирк. ритм	Σх	171,26	94,16	185,64	68,76	82,51	49,82	125,64	64,64	565,05	-----	63,60
	х̄	2,82	-----	46,41	-----	20,63	-----	31,41	-----	141,27	35,32	-----
17 цирк. ритм	Σх	108,75	59,79	146,89	54,40	90,01	54,34	111,25	57,23	456,90	-----	56,28
	х̄	27,19	-----	36,72	-----	22,50	-----	27,82	-----	114,23	28,56	-----
2 дня после	Σх	121,89	67,02	183,76	68,06	96,89	58,50	123,76	63,67	526,30	-----	64,82
	х̄	30,47	-----	45,94	-----	24,22	-----	30,94	-----	131,57	32,89	-----

Табл. 4. Стойности зрительных параметров в градусах и абсолютном процентном вкладе по отношению к фоновому показателю, для четырех участников для левого и правого глаз, по меридианам, общее для белого, синего, зеленого и красного цветов

Произошли следующие изменения по отношению к цветам:

-Меньше всего изменились стойности для зеленого цвета - на 7-ой циркадный ритм они уменьшились на 8,79%, на 17-ый циркадный ритм на 21,29%, больше изменения для красного цвета - на 7-ой циркадный ритм - на 38,92%, на 17-ый циркадный ритм на 42,81% и для белого цвета на 7-ой циркадный ритм на 23,43%, а на 17-ый циркадный ритм - на 54,34%.

-Наибольшее уменьшение для синего цвета - на 7-ой циркадный ритм на 43,46%, а на 17-ый циркадный ритм на 56,53%.

Уменьшились стойности для разных цветов по меридианам:

-В назальном направлении сильнее всего уменьшились для синего цвета на 17-ый циркадный ритм на 53,74%, далее для красного цвета на 44,86%, для белого цвета на 36,43% и меньше всего для зеленого цвета на 16,67%.

Установлена перед стартом увеличение стойностей в градусах из периметрии в назальном меридиане на 7-ой циркадный ритм проявляет тенденцию к устойчивости - для зеленого цвета 114,60%, для синего цвета - 135,00%, для белого цвета - 102,35%, и только для красного отмечается уменьшение на 38,46%.

- В темпоральном направлении наиболее уменьшение для синего цвета, где на 17-ый циркадный ритм на 52,67%, далее для красного цвета - 43,21%, для белого - 46,32% и меньше всего для зеленого цвета - 29,16%.

-По направлению вверх самое большое уменьшение для синего цвета - на 66,50%, далее для белого цвета - на 45,33%, для зеленого цвета - на 31,23% и самое меньше для красного цвета на - 23,03%.

- По направлению вниз наиболее изменение для синего цвета на 53,74%, красного на 43,90% и самое меньше для зеленого цвета на 4,17%.

Полихроматическое зрительное поле по меридианам также уменьшилось. Больше всего уменьшается по направлению верх - на 45,66%, далее в темпоральном направлении на 45,60%, в направлении вниз на 42,77% и меньше всего в назальном направлении - на 40,21%.

Общее полихроматическое поле уменьшилось на 17-ый циркадный ритм в целом на 43,72%.

Как следствие бинокулярное поле уменьшилось по горизон-

тали на 40,20%, по вертикали на 44,10%.

в/ В реадаптационный период происходит следующие важнейшие изменения:

- На второй день после выхода, по отношению к 17-му циркадному ритму процентное уменьшение стойностей в периметрии для белого цвета на 14,11%, для синего на 14,20%, для красного на 4,49%, для зеленого увеличились на 4,62%.

- На второй день после выхода, по отношению к 17-му циркадному ритму процентное уменьшение стойностей полихроматического зрения по меридианом следующим образом: в назальном направлении на 7,23%, в темпоральном на 13,63%, по направлению вниз на 6,44%, и по направлению вверх на 4,16%.

- Стойности общего полихроматического поля уменьшались в целом на 8,54%, на второй день после выхода по отношению к 17-ому циркадному ритму.

- В конце месячного периода реадаптации все стойности зрительного поля, по меридианам и цветом достигли фоновых показателей.

И Петров, А. Николова - Бонева, Н. Бошев.
Медицинская Академия - ИИ "И. П. Павлов" кафедра физиология, г. Пловдив - Болгария.

В ы 3 0 Д ы :

1. Уменьшение в периметрах зрительного поля по цветом и меридионали при 30-ти дневном пребывании в пещере прогрессивное. До 8-ого дня оно все еще в рамках допустимых колебаний. После этого выражается сильно. На 23-ой день достигает до 40-45% нормы.
2. Меньше всего выражено уменьшении в назальном меридиане, что имеет свое объяснение в сохранении бинокулярного зрения в пещерных условиях.
3. По отношению к цветам наибольшее уменьшение для синего цвета, далее для белого, красного и зеленого цветов.
4. По меридианам наибольшее уменьшение по направлению вверх, далее темпоральном, вниз и в назальном направлениях.
5. Все эти изменения обратимы в рамках 30 - ти дневной реадаптации.
6. Сильнейшим фактором, оказывающим влияние на уменьшение параметров зрительного поля является прогрессивно наваливающаяся усталость. Все остальные физические факторы оказывают слабое, не так существенное влияние.

I. Petrov, A. Nikolova-Boneva, N. Boshev
Medical Academy, in the Medical Institute "I.P. Pavlov"
Chair of Physiology
Plovdiv, Bulgaria

ЦИРКАДНАЯ БИОРИТМИКА ЧЕТЫРЕХ УЧАСТНИКОВ В 30 - ТИ ДНЕВНОЙ ИЗОЛЯЦИИ В ПЕЩЕРЕ

ПЕТРОВ, И. - НИКОЛОВА-ВОНЕВА, А. - БОШЕВ, Н.

Проведенный медико-биологический эксперимент 30-ти дневного нахождения в пещере "Топчик" четырех-членного экипажа имело задачу проследить изменения динамики ряда физиологических, психологических и социально-метрических показателей. Перед опытом, во время и после него проводились медицинские, психологические и социально-метрические исследования. Основательно прослежена собственная биоритмика у небольшой группы спелеологов /4 человека/ при полном отрыве от земных геофизических ориентиров во времени. Эта маленькая группа отчитывала интервалы времени по собственному представлению о времени, по естественной нужде за сон, питание и деятельностью с хронометрированием с земли. Так она отсчитала 17 циркулярных биоритма за реально прошедшие 30 земных суток. Проявилась тенденция к удвоению земных суток на 24 часа, к относительному сокращению продолжительных интервалов времени, а так же и времени для деятельности с различными по своей силе мотивировками.

Математическому анализу подложены основные фазы сна и бодрого состояния, а так же и периодов бодрствования -- между интервалами для питания, различными видами деятельности.

Реадаптация к земным условиям проходила в течении 26-30 суток.

В 1971 году был проведен медико-биологический эксперимент с 30-ти дневным сроком пребывания под землей, в пещере четырехчленного экипажа: И.Петров-41 г., Г.Йолов-26 лет, Г.Тричков-21 г., и Д.Жишев-21 г. Целью эксперимента было проследить за изменениями в динамике ряда физиологических, психологических и социометрических показателей. В находящейся недалеко от пещеры турбазе дежурил экипаж из трех военных, которые при помощи телефона записывали в специальном журнале сообщения экипажа из пещеры. Поддерживалась постоянная радиосвязь между дежурившим экипажем и научным руководством в Пловдиве, существовала возможность прямой связи с подземным экипажем.

При пребывании в пещере действовали следующие кондиционирующие факторы:

1. Неизменность среды - микроклимат с постоянной температурой 12°C, влажность - 100%, тишина и тьма, постоянное освещение петромасковыми, карбидными, керосиновыми лампами и электрическими фонариками. Монотонность дразнений среды, замыкание в ограниченном пространстве, невозможность выходить из пропасти без посторонней помощи, тяжелых бытовые условия, однообразная пища, отсутствие информации об окружающем мире, опасность и риск.

CIRCADIAN BIORHYTHM OF FOUR PARTICIPANTS IN A 30-DAY CAVE ISOLATION

The 30-day stay medico-biologic experiment in the cave "Topchika" with a four-member group had the aim to follow the development of a number of physiological, psychological and sociometric changes.

Medical, psychological and sociometric tests were performed before, during and after the experiment. The personal biorhythm of a small group of speleologists (4 members) under the conditions of complete isolation from the terrestrial geophysical time guiding-marks was thoroughly studied. This small group defined the time intervals following the personal awareness of time, the natural need for sleep, meals and activities and a parallel chronometrication from above was going on. Thus the group counted out 17 circadian biorhythms for the duration of 30 real terrestrial twenty-four-hour periods. There was a tendency of doubling the terrestrial twenty-four-hour period and relative shortening of long time intervals as well as of the time of activities of different in strength motivations.

The basic phases of sleep and awakesness were mathematically analysed, so were the periods of awakesness, i.e. the intervals between meals and the different kinds of activities.

The readaptation to terrestrial conditions took a period of 26-30 days.

2. Полный отрыв от годовой, сезонной и суточной ритмики нашей планеты, отсутствие любой другой информации извне о времени,

3. Социальная микросреда - добровольная абсолютная изоляция небольшой группы людей, вынужденных жить вместе, в данных обстоятельствах, испытывая трудности психической совместности и терпимости.

4. Физиологическая, психическая и социальная эмоционально - стрессовая ситуация с необычайной нагрузкой и предварительной мотивацией.

Пока установлено, что в нормальных условиях действия факторы внешней среды, особенно смена дня и ночи, играют роль фазорегуляторов или синхронизаторов, поддерживающих точное соответствие между циркадными ритмами человеческого организма и местным временем 24 часового цикла. Известно, что организмы в природе /растения и животные/ сохраняют 24 часовую цикличность, даже если они находятся в абсолютной темноте или на свете.

При дезинформации о времени, оно отсчитывается собственной биоритмической организмом, собственной мерой времени, по собственным биологическим часам. Асинхронность внешних и внутренних ритмов приводит к изменению обычного жизненного цикла, или к циркадному /околосуточному/ ритму. Наряду с этим,

общеограниченная и изменяющаяся информация вследствие непривычной, физической, биологической и социальной микросреды, сказывается на функциональном состоянии организма, на адаптационные возможности и корреляционно-регуляторные отношения кровяной, сердечно-сосудистой, дыхательной, мышечной и нервной систем. Они затрагивают рецептивные и аналитико-синтетические процессы некоторых анализаторов и высшую нервную деятельность в целом со всеми ее особенностями, сообразно с типологической характеристикой лиц. Несмотря на то, что коллектив небольшой, он смягчает чувство изоляции и одиночества, и одновременно с этим усиливает эмоциональный стресс.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Четверо участников прошли тщательное медицинское обследование. В результате было установлено, что все они являются клинически здоровыми, без особых жалоб, 4 участника был разный стаж как спелеологи и неодинаковая тренированность. Разные у них были и типологические характеристики. Но созданная и поддерживаемая у всех участников доминанта выражалась в полной физической и психологической мобилизации перенести продолжительность опыта, преодолеть предусматриваемые и возможные трудности, победит и привести к успешному концу это интересное испытание смелости, мужества, воли и дружбы.

Кроме этого до и после эксперимента проводились следующие исследования: электрокардиография, фонокардиография, сивмография, спирография, осцилография, тональная аудиометрия, энцефалография, дермальные адреналиновые и ацетилхолиновые пробы на нервно-васкулярную реактивность.

Четверо участников прошли обследование на начальном этапе, перед стартом, во время пребывания в пещере с двух и трехкратным исследованием следующих показателей: температура тела, пульс, кровяное давление, ортостатическая проба, частота дыхания, красная и белая кровяные картины, гемоглобин, цветительный индекс, эритроциты, дифференциальный счет лейкоцитов, эргография, динамометрия, тремография, зрительно-двигательная реакция, температура кожи, эстезиометрия, вкусовые ощущения, острота зрения, цветоощущение, периметрия. В реадaptационный период контролировалась трехкратно каждый день температура тела, частота пульса и дыхание.

За биоритмической следил дежуривший в турбазе экипаж. Наряду с реальным земным временем записывалось переданное спелеологами по телефону субъективное чувство времени в начале и в конце всех видов деятельности. Естественно, подземному экипажу не сообщались данные о реальном ходе времени на земле.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Время, проведенное участниками эксперимента в пещере было 30 земных суток. Подземный экипаж "трансформировал" его в 17 неполных циркадных ритмов. Происходит постепенное удлинение подземных суток, а также времени, проведенного во сне и бодрствования. Нельзя обнаружить какой-либо зависимости между продолжительностью сна и бодрствованием. Время, проведенное во сне имеет широкие границы - с 8.35 часов /на 3-ий циркадный ритм/ до 19.35 часов /на 16-ый циркадный ритм/ и бодрствование с 11.46 часов /на 4-ый циркадный ритм/ до 46.55 часов /на 17 циркадный ритм/, а сутки с 22.10 часов /на 5-ый циркадный ритм/ до 66.00 часов /на 16-ый циркадный ритм/. Выделяются три основных периода подземной циркадной ритмики. /см. табл. 1/

Периоды	№	время в часах		
		бодрствование	сон	сутки
I	1.	13.27.45	11.13.30	24.41.15
	2.	34.17%	140.42%	102.35%
	3.	16.27.45	03.13.30	
	4.	-03.00.00	+ 03.00.00	
	5.	13.30.00	10.30.00	24.00.00
II	1.	25.00.00	14.58.45	39.58.45
	2.	156.25%	187.29%	166.29%
	3.	35.00.00	17.29.00	
	4.	-01.39.00	+ 01.39.00	
	5.	15.45.00	07.45.00	23.30.00
III	1.	33.57.00	13.32.00	52.29.00
	2.	243.44%	169.17%	218.68%
	3.	35.00.00	17.29.00	
	4.	+ 03.57.00	- 03.57.00	
	5.	15.07.00	03.58.00	24.05.00

Табл. 1. Условная периодизация подземной циркадной ритмики. Примечание: Ряды в периодах и стойностях имеют следующие значения: 1. Реально отсчитываемое подземным экипажем время. 2. Изменения реально отсчитываемого времени подземным экипажем в % по отношению к нормальным земным суткам из 24 ч. при времени бодрствования - 16 ч и сна 8 ч. 3. Ожидаемая теоретическая стойность часов бодрствования и сна при отсчитываемой циркадной периодике для периода/в т.1./ 4. Разнице в часах в \pm бодрствования и сна которыми пользовались подземный экипаж, ожидаемой теоретической стойности, при отсчитанной продолжительности суток /1-3=4/ 5. Субъективные стойности времени, отсчитываемые подземным экипажем.

I. Первый период продолжительностью с 2 по 5-ый циркадный ритм. Это период начального скрытого десинхронизирования привычной земной ритмики бодрствования - сна, но с сохранением общей продолжительности суток в рамках 24 часа. Но периоды сна и бодрствования ненарушены. В этот период подземный экипаж удлинил среднюю продолжительность сна на 3 часа за счет времени бодрствования. Если всмотреться в трудовой график этого периода, можно заметить, что за это время был перенесен и распакован 5-ти тонный багаж на 250 м. в пещере в подземный лагерь, устраивание в лагере для жизни, пищи, горячего, воды, принадлежностей и пособий. Транспортирование багажа происходит при тяжелом рельефе: липучая грязь, большие гравитационные и лабильные блоки. Если по всему этому прибавить и предварительная усталость от перемещения поклажи в пещеру, на глубину 80 м. спуск поклажи через 60 метровую вертикаль, то ясным становится, что предварительная усталость до эксперимента, продолжившая тяжелая изнуряющая физическая работа в начальном периоде в сочетании с полным отрывом от суточной ритмики, создают напряженность компенсирующуюся удлинением фазы сна. В этот первый период отмечаются наиболее низкие стойности в часах времени бодрствования, сна и суток.

II. Второй период охватывает время с 6 по 9 циркадный ритм. Это период полной десинхронизации привычных земных ритмов. Средняя продолжительность суток резко возрастает до 39.58 часов. И в этот период наблюдается относительное увеличение времени, проведенного во сне, за счет бодрствования на 1.39 часов. Возрастает как общая продолжительность суток, так и

время, проведенное в бодрствовании и сне. Организм все еще "ищет" нового, более устойчивого уровня времени на сон и бодрствование за сутки.

III. Третий период охватывает время с 10 по 16 циркадный ритм. В этот период сутки удваиваются и достигают стойностью до 52.29 часов. Время бодрствования тоже удваивается, в то время как время, проведенное во сне уменьшает свои абсолютные стойности и устанавливается на 13.32 часов с дефицитом в 3.57 часов положенного сна для такой продолжительности суток. Т.е. время на сон в этот период сократилось около 1/4, при абсолютном удвоении привычного земного ритма в сутки и бодрствования. Стабильность этого уровня доказывают и суточные колебания физиологических показателей, оказывающих влияние на суточную ритмику, которые синхронизируются с теми из подземной периодики.

Какое относительное удлинение времени для основных интервалов во время бодрствования, которые отсчитывает подземный экипаж:

а/ Удлинение интервала просыпания со сна до завтрака:

- На первом месте на 146.30% в первый период с 2 по 5 циркадный ритм.

- На первом месте на 720.90% в период с 6 по 9 циркадный ритм.

- На четвертом месте из 157.60% в период с 10 по 16 циркадный ритм.

В среднем для эксперимента этот интервал занимает III-ое место на 149.79%.

б/ Интервала времени с завтрака до обеда:

- На II месте на 112.53% в период с 2 по 5 циркадный ритм.

- На II месте на 165.79% в период с 6 по 9 циркадный ритм.

- на I месте на 252.82% в период с 10 по 16 циркадный ритм.

В среднем для эксперимента этот интервал занимает I - ое место на 187.99%.

в/ Интервала времени с обеда до ужина:

- На IV месте на 86.78% в период с 2 по 5 циркадный ритм.

Это единственный интервал времени, зарегистрированный во время эксперимента сокращением реального времени, который можно рассматривать как "скудном" интервал, в котором совершается тяжелая физическая работа по транспортированию поклажи для размещения лагеря.

- На III месте на 160.86% в период с 6 по 9 циркадный ритм.

- На II месте на 236.97% в период с 10 по 16 циркадный ритм.

В среднем для эксперимента этот интервал занимает II место на 187.80%.

г/ Интервала времени с ужина до сна:

- На III месте на 111.99% в период с 2 по 5 циркадный ритм.

- На IV месте на 113.83% в период с 6 по 9 циркадный ритм.

- На III месте на 165.79% в период с 10 по 16 циркадный ритм.

В среднем для эксперимента этот интервал занимает IV место на 133.37%.

Удлинение времени, отсчитываемое подземным экипажем, при проведении определенных деятельностей: /по нисходящему порядку/.

а/ Наибольшее удлинение времени отмечено в разговорах с дежурившим экипажем солдат - 495.47%. Это вполне естественно, принимая в виду растущие желание новых социальных контактов, поделиться о проделанном, о новой оценке постороннего наблюдателя, чтобы найти подтверждение собственное признания в

начинании.

б/ На втором месте - время для проведения любимой работы - 359.48%.

в/ На третьем месте - время, проведенное в разговорах между участниками эксперимента - 353.03%. У социальной изоляции как последствие выявляется увеличение коммуникативности.

г/ На 4-ом месте - время, проведенное в разговоре с научными работниками, в проведении социометрических тестов, а также когда делятся пережитым увеличивается на 240.60%.

д/ На 5-ом месте - отсчитанный интервал завтрак до обед на 187.99%.

е/ Шестое место занимает отсчитанный интервал с обеда до ужина на 178.90%.

ж/ 7-ое место занимает отсчитанный интервал с просыпания до завтрак - на 143.78%.

з/ 8-ое место занимает интервал с ужина до сна на 133.37%.

и/ 9-ое место занимает деятельность для проведения научных исследований с наименьшим удлинением на 134.48%. Это совпадает с выраженным мнением в повседневном журнале о классифицировании любимых деятельностей днем.

Реадаптационный период был прослежен на протяжении 30 земных суток после эксперимента. Все участники были обязаны каждый вечер ложиться спать в 22.00 часа, независимо от желания спать. Таким образом отсчитывается ежедневная приспособляемость организма снова к земному ритму. Субъективно все отмечали в своих журналах нежелание спать, невозможность засыпать и долгое пребывание в бодрствующем состоянии. Особенно в первые 10 дней засыпали через вечер. В эти дни отмечена продолжительность сна порядком в 2 - 4 часа, а в некоторые вечера и бессонница. Во вторые 10 дней среднее время сна достигает до 7 часов. Едва в третьи 10 дней наступает стабилизация.

В ы в о д ы

При 30 - ти дневном пребывании в пещере группы из 4 человек было установлено следующие:

- Общее увеличение периодов сна, бодрствования и суток, в конце эксперимента удваивается земной цикл.

- Выделились три условных периода: первый - скрытой десинхронизации с относительным увеличением времени сна. Второй - в поиски нового стабильного уровня с все еще удлиненным временем сна, и третий период - установление удвоенных земных суток как временное решение рассматриваемого периода. Так при удвоении времени бодрствования не наступает удвоения сна, последнее всегда меньше, в данном случае на 1/4.

- Десинхронизация цикла сна - бодрствования сопровождается перенастраиванием на другие физиологические и психологические ритмы /пульс, кровяное давление, температура тела и др./

- Субъективное укорачивание продолжительных интервалов во время эксперимента, находится в прямой зависимости от предпочтения удовлетворять сенсорный голод социальных контактов и действий с высокой личностной мотивацией.

- При математическом анализе не были обнаружены зависимости продолжительности времени сна от времени бодрствования и наоборот, а также и в колебаниях продолжительности суток.

- Вероятно, десинхроза является адаптивной реакцией организма на сохранение гомеостаза по отношению к перманентности экзогенных факторов при отсутствии фазорегуляторов. При этом положение разные системы организма устанавливают временное

синхронизирование на эндогенной основе.

- В то время как приспособляемость к удвоенному ритму протекает за 5-8 земных суток, то реадаптация, несмотря на ее направленность к известному и привычному состоянию организма протекает за время в три раза продолжительное - 25 земных

суток, с некоторыми незначительными и затихающими колебаниями. Это можно объяснить накопившейся усталостью от испытания и повышенным эмоциональным стрессом после него.

- Тридцатидневное пребывание в пещере не вызвало отклонений в работе разных жизненно важных систем организма, а биоконстанты организма остались в нормальных рамках.

И. Петров, А. Николова - Бонева, Н. Бошев.

Медицинская Академия - ВМИ "И.П.Павлов" - кафедра физиологии, г. Пловдив - Болгария.

I. Petrov, A. Nikolova-Boneva, N. Boshev

Medical Academy, High Medical Institute "I.P. Pavlov"

Chair of Physiology

Plovdiv, Bulgaria

ИНТЕРДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД В ОБУЧЕНИИ И СПЕЦИАЛИЗАЦИИ С РАННЕГО ДЕТСКОГО И ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА

ПЕТРОВ, И. - КОСТОВ, Д.

THE INTERDISCIPLINARY APPROACH IN THE TRAINING AND THE SPECIALIZING IN SPELEOLOGY FROM THE EARLY CHILDHOOD AND ADOLESCENCES

This report discusses the problem of training students at the age of 9 - 12 and 13 - 16 in knowledge, skills and abilities. Attention is paid to the interdisciplinary approach in the process as a basic problem of the modern science, pedagogic theory and the practice of planning, management, control and guidance.

The main topics of the training are the followings:

- 1/ The training covers the period from IV to X class which in our education system corresponds to the age from 9 to 16.
- 2/ The entire education process is complex in its effect and is in conformity with age, sex and individual psychological characteristics of the personality.
- 3/ The training is carried out in continuous contact with scientific workers and specialists working in the field of speleology.
- 4/ Ecological, sport, tourist and speleologic knowledge, abilities, skills and habits are being systematically formed.
- 5/ The expedition activity together with the solving of practical speleologic problems has a predominant place in the training.
- 6/ Permanent psychological motivation for going in for speleology is formed through constant selfimprovement, education and development of intellectual and physical characteristics of the personality.

И. Петров, Д. Костов.

Спелеоклуб "Академик" г. Пловдив, Болгария.

Министерство культуры, науки и просвещения ЕСИУ "Св. Попов" г. Пловдив, Болгария.

В данный момент наблюдается тенденция в мировом масштабе в обучении, образовании, спорте, науке, искусстве и т.д. снижения возрастной границы не только раннего обучения, но и специализации. Это стало возможным благодаря развитию науки, техники, методики обучения и интеграционных связей между науками. Мы решили применить этот подход и в спелеологии. На втором месте это должно было осуществляться не в рамках одного года /как это принято у нас/, а в продолжительный период времени, как это осуществляется в традиционной подготовке всех кадров в образовательной системе. В процессе работы возникло много вопросов различного характера, но мы старались найти оптимальные решения управления и руководства учебно-воспитательного процесса. Так постепенно создавалась эта наша методика с годами, знаниями и накопленным опытом. Этому способствовала и система нашей школы откуда мы заимствовали структурирование обучения в этом возрастном интервале. Мы использовали последние достижения наук, которые нам помогают в учебно-спортивном процессе.

Рассматривается вопрос о обучении, ловкости и умениях учеников 9-12 и 13-16-ти летнего возраста. Уделяется внимание внутривидеодисциплинарному подходу к процессу, как основной проблеме современной науки, педагогической теории и практике планирования, управлению, контролю и руководству.

Основные моменты обучения следующие:

1. Охватывающий период IV - IX классов, отвечающих 9-16-ти летнему возрасту в нашей общеобразовательной школе.
2. Весь учебно-воспитательный процесс является комплексным по воздействию, сообразно возрастным, половым и индивидуальным психологическим особенностям личности.
3. Обучение ведется в непрерывном контакте с научными работниками и специалистами, работающими в области спелеологии.
4. Системно создаются экологические, спортивно-туристические и спелеологические знания, умение, ловкость и другие навыки.
5. Преобладающее место в обучении занимает экспедиционная деятельность с решением практических задач по спелеологии.
6. Выстраивается прочная психологическая мотивировка для занятий спелеологией по пути постоянного самоусовершенствования, воспитания и развития интеллектуальных и физических данных личности.

Изучая опыт всех проблем по истории, теории науки и техники, новым явлением вырисовывается в исследовательской работе использование интердисциплинарного подхода. Для его применения в спелеологии необходимо, чтобы будущие кадры были подготовленными к нему еще в процессе обучения и специализации, чтобы добились не только соответствующих знаний, но и умений его приложения. В чем состоит интердисциплинарный подход?

Известно что каждый опыт комплексного изучения определенной проблемы всегда ставит три последовательных круга задач для разрешения:

1. Первый круг - это отраслевые /специфические/ исследовательские задачи. Они связаны с соответствующей научной дисциплиной, со своим собственным и самостоятельным значением. В нашем случае - это спелеология. Но спелеология - это комплексная наука, которая развивается при узкой интеграции с другими науками.
2. Второй круг исследовательских задач определяются комплексными задачами, которые можно решить первыми формами интеграции, т.е. средствами отдельных отраслевых дисциплин, но которые достаточны для изучения соответствующего "сегмента" проблемы. Например, при исследовании нам придется обратиться

к помощи специалистов наук, которые связаны с нашей деятельностью.

3. Третий круг задач характеризует решение проблемы комплексными задачами, относящимися к соответствующей области в целом и применяющими собственную методологию и научный аппарат, но без возможности разложения на независимые сегменты. Это означает не одностороннее применение в практике, а всегда всестороннее и комплексное. Комплексное исследование пещер должно быть обязательным звеном в каждом исследовании карстовых явлений, в их разнообразии и взаимозависимости, а отсюда и как важный стратегический, научный и национальный ресурс. Решение этой задачи требует приложения комплексных экспедиций в более долгосрочной интердисциплинарной целевой программе. Определение этой задачи требует осуществления развитой формы интеграции в исследованиях, создания методологии алгоритмического принципа, заимствованного из других наук, который в состоянии решить на определенном уровне поставленные задачи и выделить интеграционные связи. Еще до начала исследования надо работать по определенной последовательности и методике, используя методы и средства соответствующей науки, необходимые для разрешения нашей проблемы, но сообразно с требованиями спелеологии. Именно к этому должны быть подготовлены наши новые кадры за продолжительный период времени, как это бывает в традиционном образовании.

А вот и основные постулаты, на которых построили программу обучения:

1. Целью является создание личностей с мотивацией реализации своих физических, специальных и интеллектуальных способностей в области спелеологии. Это достигается ранним обучением и специализацией, использованием алгоритмических методик и вспомогательных наук при их исполнении в долгосрочной интердисциплинарной целевой программе.

2. Этапы этой подготовки охватывают возрастной диапазон 9 - 17 лет, разделенный на две степени: основной - 9 - 12 лет и специализированный - 13 - 17 лет, осуществляя плавный переход.

3. Задачи для разрешения:

- Способствовать физическому и интеллектуальному развитию на здраво-оздоровительной основе, с морфо-структурным созданием личности с высокими двигательными и функциональными возможностями.

- Непрерывное решение задач образовательного характера с заинтересованностью и удовлетворением любознательности.

- Воспитание дисциплинированности и экологической воспитанности.

- Создавать условия всесторонности в непрерывном развитии и усовершенствовании личности.

4. Дидактические принципы обучения:

- Обеспечение высокой сознательности и активности в обучении и усвоении учебного материала.

- Системность и последовательность в преподавании учебного материала с обеспечением доступности восприятия.

- Гарантировать условия прочности знаний, навыков и приобретенных умений.

- Сохранение непрерывной постепенности, повторяемости и непрерывности развития ученика при соблюдении требований о возраста, поле и индивидуальных возможностях.

- Алгоритмизация и интеллектуализация учебно-воспитательного процесса с применением дифференциации материала в преподавании.

- Полное соблюдение требований педагогики, методики, дидактики, психологии, физиологии, биомеханики и других наук, способствующих более полному, рациональному и оптимальному протеканию подготовки.

- Широкое применение спортивно-тренировочных методов при обеспечении общей физической и специальной подготовки, применение соответствующей физической нагрузки с необходимой плотностью и интензивностью, непрерывное развитие физических качеств в соответствующие возрастные периоды для необходимых двигательных умений, выраженных в технических умениях. Организовать высокой самостоятельности ученика, обеспечивая полную надежность и безопасность в учебной, тренировочной и экспедиционных деятельности.

5. Форма обучения: беседы, лекции, экскурсии, походы, посещения в музеи, работа в лабораториях в школах, в университетах организовать учебные лагеря, учебные экспедиции и комплексные экспедиции с исследовательской деятельностью.

6. Кадровое обеспечение: общее руководство осуществляется нами как координаторы и руководители с широким использованием сотрудников - преподавателей в средних и специализированных школах, университетах, музеях и др.

7. Время на обучение: и в обеих степенях за каждый учебный год занятия в годовой плане реализуются в нормальной продолжительности учебного года нашей образовательной системы, а именно с 15 сентября до той же даты следующего календарного года как следует:

- Каждую неделю проводятся по 2 занятия с продолжительностью двух часов, преимущественно теория, работа в лабораториях, музеях, разрабатывать проблемы, дискуссии, тренировки.

- Каждый месяц проводятся по два двухдневных выезда в горы /экскурсии, походы, работа в пещерах, работа в открытой местности с альпийской техникой, учебно-исследовательская деятельность и т. д. /.

- Во время зимних каникул организуется учебный специализированный зимний лагерь с десятидневной продолжительностью в горской турбазе. Работа ведется по вопросам комплексного исследования пещер, решая в практическом и теоретическом аспекте проблему.

- Во время весенних каникул организуется комплексная спелео-экспедиция с целью изучения пещер с десятидневной продолжительностью.

- В июле организуется вторая спелеоэкспедиция с десяти - двенадцатидневной продолжительностью.

- В сентябре организуется третья годовая комплексная спелео-экспедиция с восьмидневной продолжительностью.

Во время первой степени обучения работа идет по следующим основным направлениям:

1. Создание спортивно-туристских навыков движения в горах и природе.

2. Усвоение навыков и умений жить в биваках среди природы в палатках, соблюдать личную и общественную гигиену и экологическую культуру поведения и применение этих навыков.

3. Знания и навыки движения в природе, пещерах, знания об опасностях в них в различных метеорологических условиях, умения соблюдения правил безопасности и надежности при проникновении и т.н.

4. Изучение пещер и по направлениям основных наук, которые мы используем в нашей практике:

- В основном ознакомиться с районами в горах, ориентироваться в них, создать коммуникативность при сборе от информаторов легенд, преданий, поверий, обычаев и топонимистических данных.

- По картографии: работа с геологическим и маркшейдерским компасом, наклонномером, с рулеткой, с хидронивелиром, умение сделать план пещеры, работа с условными знаками и т.д.

- Теоретические знания и практические умения измерений и наблюдений по геологии, морфологии и минералогии. Измерять азимуты, элементов залегания горных пород и тектонических трещин, брать скальные породы и т.д. При проведении наблюдений под землей: измерение тектонических трещин, распределение гравитационных, водно-механических наплавлений, распределение и описание вторичных карстовых форм и т.д.

- По вопросам гидрологии: определение водосборного района, проведение гидрометрических наблюдений и измерения озер, потоков, связи с надземными водами, определение инфильтрационной и конденсационной влажности стен, каплющую воду, режим воды, взятие проб воды и т.д.

- По вопросам метеорологии: проведение измерений метеоприборами снаружи и внутри пещеры, работы по определенным точкам и поперечным сечениям. Измерение показателей температуры, влажности, скорости воздушных течений и др.

5. Создание необходимых умений работы с алпийским инвентарем под открытым небом и в пещерах с вертикалью до 50 метров. Создание необходимой физической и специальной технической подготовки, высокая степень развития физических качеств и технической ловкости, сочетанных с функциональной подготовкой.

До второй степени обучения имеют доступ успешно прошедшие первую степень, изучая в ней в расширенном и углубленном объеме материал первой степени.

Важным моментом нашей работы при практических деятельности является то, что нам на помощь приходят специалисты различных кафедр университета, которые определяют оптимум, теоретической и практической подготовки, вырабатывают методику работы над и под землей в форме алгоритмических предписаний. Во время учебного процесса, учебных экспедиций и спелеоэкспедиций они непосредственные руководители. В этап обработки данных, ученики сами совершают по алгоритмическим предписаниям последовательность операций, в процессе анализа снова приходит время специалиста, который в обобщенном виде определяет результаты и направляет внимание к причинам, вопросам, которые ставятся, и связям их с другими науками, которые могут способствовать вынесению проблемы. Наконец собираются все специалисты и ученики обсудит полученные результаты, возникшие проблемы и предлагают новые решения окончания interdisciplinaryного исследования. Два года тому назад

мы начали работу вместе со специалистами по загрязнению пещер внешними агентами: химическими веществами, гербицидами, антропогенными влияниями.

Все участники последовательно участвуют во всех видах деятельности измерений и наблюдений в пещерах. Обязательным условием становится то, чтобы все достигли необходимых практических разносторонних навыков работы. Так осуществляется интегральный подход в их подготовке - предпосылка interdisciplinaryного исследования. Следует установление новых задач в личностном плане для обогащения и расширения знаний. Г.е. основной принцип заключается в последовательном концентрично

расширяющемся модели обучения. Таким образом у школьников есть возможность сами работать над своим интеллектуальным и специальным развитием.

Особое значение уделяем воспитанию. Работа сводится до установления в практическо-личностном плане, личностного отношения в процессе обучения, поведения и реализации в исследовании. Оценки бывают постоянными, тематическими и за год. Непрерывные оценки дают возможность выразить корректировки и направление и опережению остальных. Дело доходит до соревнования быт среди первых. На этом принцип введено нами обязательное обгоняющее застание индивида в обучении. Обогащаются их знания, они добиваются навыков работать самостоятельно с книгами, развивать свои коммуникативные способности. Суровые пещеры своей темнотой и красотой превращаются в источник знаний, личного усовершенствования во всестороннем плане и утверждения личного собственного "Я". Разгоревшаяся в раннем возрасте детская любознательность и любопытность превращаются в прочное влечение с мотивированностью личного утверждения и усовершенствования. И все это на основе оценки, которая играет роль стимулирующего фактора, воспитывающего и создающего личность спелеолога.

Весь учебно-воспитательный процесс направлен на полное удовлетворение познавательных интересов и врожденной любознательности. В единстве создаются как активные туристы, экологи, исследователи-спелеологи. Все в общем единстве решаются задачи образовательные, оздоровительные и воспитательные, сочетанные с занимательностью. Согласование с психологическими закономерностями усвоения сознательных действий при формировании двигательных навыков, физических качеств и подготовки, ведет к формированию самостоятельных творческих личностей, с прочным отношением и постоянной активностью в овладении спелеологии.

Другая характерная особенность это то, что школьникам приходится в ситуациях самим решать проблемы. Не как механические исполнители а как творчески мыслящие личности. Во второй степени обучения у них уже есть знания и из них требуется самим составить план физической и технической подготовки, теоретической при чтении и систематизации знания. В результате этого закончивается один этап самоусовершенствования, саморазвития и самореализации, в который решающая роль успеха и личностного проявления находится в руках самого спелеолога. Т.е. он уже превратился из обучаемой системы в самообучаемую, из развивающейся в саморазвивающуюся, из направляемой в самонаправляющуюся.

Несколько слов о результатах. Работа с учениками в Студенческом спелеоклубе до настоящего времени дала результаты. Ученики участвовали в трех самостоятельных археологических экспедициях в пещерах, многие из них заканчивают свое образование с дипломными работами по специальности. Сделали инструментальную карту пещеры "Дьяволово гърло" и "Ахметова пещеры" с целью их благоустройства. В клубной картотеке их актив насчитывает 547 картотекированных пещер. /из 5200 в Болгария/. На Республиканском смотре технического и научного творчества молодежи до настоящего времени они награждены 8 золотыми и 1 серебряной медалью. Восем лет уже работаем по договору об исследовании пещер в горах Странджа и Сакар с "Национальной программно-координационным центром научных исследований Странджа-Сакар". Открыты и исследованы единствен-

ные нашей стране рисунки христианской живописи X в. И не напрасно после последней проверки Центральная спортивно-туристская станция при Министерстве культуры, науки, и просвещения делает констатацию: "... Выступает заключение, что клуб спелеологов при ЕСПУ "Св. Попов" - г. Пловдиве - это перспективная форма внеклассной работы, посредством которой

воплощаются в практике школьного краеведения современные, оригинальные идеи и творческие решения. Целесообразно изменение образовательных и воспитательных задач, полученных в процессе проведения обширной деятельности, исследовать все-странно. А опыт надо углубленно изучить, обобщить и распространить по всей стране".

И.Петров, Д.Костов - спелеоклуб "Академик", гр.Пловдив- Болгария

I. Petrow, D. Kostov
Speleoclub "Academic", Plovdiv, Bulgaria

ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ "СВЕЖЕЙ" ПЕЩЕРЫ "ЗОЛУШКА"

КОРЖИК, В. П. - РИДУШ, Б. Т.

Лабиринтовая пещера в гипсах "Золушка" /длина свыше 80 км/ является фрагментом искусственно осушенной части крупной гидрогеологической системы Прут-Днестровского междуречья. Эксплуатация "свежей" пещеры сопряжена с решением ряда групп проблем.

1. Техногенная активизация карста и ухудшение инженерно-геологической устойчивости среды по горизонтали и вертикали.

2. Постоянная трансформация уровня пещерного гомеостаза, связанная с быстрой перестройкой структуры спелеосистемы, и необходимость его поддержания на современном уровне.

3. Прогрессирующее усыхание пещеры, сопровождающееся дегидратационным уменьшением объемов заполнителя, провалами, окислением органического вещества, изменением геохимической обстановки.

4. Комплексное полифункциональное использование всех спелеоресурсов /туристско-экскурсионное посещение, размещение подземных парников и складов, аллергологической лечебницы, бальнеологического заведения, карстовый научный стационар/.

5. Организация постоянного водоотлива и координация действий с соседним гипсовым карьером.

Среди всего многообразия пещер, представляющих практический интерес для использования, наибольшие затруднения возникают при освоении так называемых "свежих", ставших доступными человеку в результате резкого изменения гидрогеологических условий. Лабиринтовая пещера в гипсах "Золушка" /длина свыше 80 километров/ является фрагментом искусственно осушенной части одной из крупнейших в мире гидрогеологических карстовых систем Прут - Днестровского междуречья на территории Северной Буковины /Черновицкая область, Украинская ССР/.

По своим естественно-природным особенностям "Золушка" признана пещерным феноменом и в качестве своеобразного временного среза позволяет непосредственно изучать процессы перехода карстовых полостей из фреатических стадий в вадозные. В то же время по разнообразию и крупным запасам ее спелеоресурсов, а также чрезвычайно выгодному экономико-географическому положению, она считается одним из перспективнейших пещерных объектов страны для освоения.

Изучение, освоение и эксплуатация пещеры сопряжена с решением ряда групп проблем. Мы считаем возможным акцентировать внимание лишь на главных.

1. ТЕХНОГЕННАЯ АКТИВИЗАЦИЯ КАРСТА.

30-метровый слой гипсоангидритов, в которых заложена карстовая система, размещается ниже уровня русел соседних рек Пацак и Прут, поэтому до устройства Кривского гипсового карьера у села Подвирное подземные полости были полностью обводнены. С углублением котлована до 26 - 28 м ниже местных тальвегов и постоянным водоотливом из него в р. Пацак образовалась обширная депрессионная гидрологическая воронка площадью до 400 - 500 км². С откачиваемыми водами в размерах 20 тысяч кубометров в сутки ежегодно за пределы геосистемы выносятся в растворенном состоянии свыше 17 тысяч тонн сульфата кальция /без учета карбонатов/, что соответствует приросту пустот свыше 6 тысяч кубометров.

В пределах депрессионной воронки произошел сдвиг наиболее

A "FRESH" CAVE "ZOLUSHKA" ASSIMILATION PROBLEMS.

Labyrinth gypsum cave "Zolushka" (length, s over 80 km) presents a fragment of artificially drained part of a big hydrogeologic system of Prut-Dniestr boundary. A "fresh" cave exploitation entails with salvation of a certain group of problems:

1. Technogenical activization of karst and engineer-geological environment stability deterioration both vertically and horizontally.

2. Constant cave homeostaz level transformation due to rapid spelecosystem structure reconstruction, and vital necessity of its keeping on modern higher standarts.

3. Progressive drying in of the cave accompanied by dehydratic decrease of the captivator volume, falls through, organic material oxidization, change of geochemical disposition.

4. Constant water pumping out organization and operating co-ordination with neighbouring gypsum career.

5. Complex semifunctional use of all speleoresources (tourist excursions, underground hotbeds, stocks, allergologic hospital, balneologic institution, karst institute).

агрессивных стадийных зон проработки полости вглубь - в зону транзитного бокового стока, и вширь - в отодвинувшуюся на 5 - 15 километров полосу активного поверхностного водопоглощения и провалообразования. В осушенной ярусно-пространственной зоне, или собственно пещере, отмечается прекращение активной водопоточной эрозии, механического подмыва и размыва материала провалыно-высыпных тел. В связи с усыханием и уплотнением этого рыхлого материала затухает большинство провалыно-гравитационных форм, кроме размещенных в зонах тектонической напряженности либо остаточных регрессивно развивающихся обвалыно-гравитационных куполов.

Внутри полости зона активного карста смещается в нижние этажи, где возрастает роль эрозии и механического перераспределения первичного заполнителя. Это способствует возникновению вторично-провалыных явлений и характерной морфологии рельефа дна верхнего и среднего этажей. Следовательно, приходится уделять основное внимание не столько прочности сводов, сколько устойчивости инженерного основания - пола пещеры, расчет которой довольно проблематичен. Определенные опасения с точки зрения техники безопасности вызывает зона примыкания пещеры к аллювиальному заполнителю дна реки Пацак, откуда во время паводков возможен прорыв вод через периодически функционирующие воронки.

2. ПРОГРЕССИРУЮЩЕЕ УСУХАНИЕ ПЕЩЕРЫ.

Следовало бы приветствовать прогрессирующее усыхание пещеры, сделавшее ее доступной человеку и, в принципе, способствующее улучшению ее эксплуатационных характеристик, если бы не связанное с этим ухудшение инженерно-геологических условий основания.

Несмотря на почти 100-процентную влажность воздуха, за счет регулярного "дыхания" полости через единственный вход происходит заметный вынос влаги. Это отражается на прогрессирующем осушении подвешенных реликтовых озер, ряд из которых полностью исчез; на образовании пещерного паркета в результате полигона-

льного растрескивания глинистых отложений. Дегидратация наиболее влажного заполнителя в отдельных бывших понижениях трещинных ходов приводит к уплотнению осадка на 20 - 30 %, образованию провалов-грабенов до 2 - 4 м глубины. В местах заполненных осадком бывших колодцев - поглотителей глубина отрицательных деформаций еще больше. За последние 25 лет общая средняя глубина просадки некогда выровненного пола коридоров составляет поройно от 0,5 до 1,2 метра.

Другая причина неустойчивости основания - продолжающееся окисление органических соединений, находящихся в глинистых отложениях. По данным анализов, их содержание достигает 10 - 11%, что создает запас уплотнения еще как минимум на 8 - 9% объема. За счет непрерывного окисления в подземной атмосфере содержание углекислоты достигает 4 - 5 %, что создает дополнительные трудности при ее первопрохождении и принуждает заранее продумывать варианты корректного проветривания пещеры для обычных экскурсантов.

В целом, при проведении инженерных расчетов под размещение подземных пещерных объектов следует учитывать вышеуказанное и ориентироваться в большинстве случаев на жесткое закрепление основных несущих конструкций в монолите гипсовых стен коридоров.

3. ТРАНСФОРМАЦИЯ УРОВНЯ ПЕЩЕРНОГО ГОМЕОСТАЗА.

Отмеченные выше тенденции современной техногенной эволюции полости приводят к нарушению складывающихся временных устойчивых состояний подземной среды. В силу инерционности слагающих пещерную систему компонентов и довольно быстрой смены режима функционирования карьера, задающего направленность процессам, постоянно происходит передеформирование спелеогенеза и накладывание признаков различных временных стадий. Это сопряжено с утратой пещерой ряда привлекающих посетителей элементов. Так, усыхание полости непосредственно отражается на прочности и целостности уникальных глинисто-полиминеральных сталактитов и своеобразных натечек на стенах, существующих лишь в условиях высокой влажности и являющихся даже в спелеологических масштабах летоисчисления эфемерными. Изменение геохимической обстановки влечет химико-бактериальное осаждение гидроокислов марганца и железа и быструю трансформацию первых через промежуточные состояния /минерал бернессит/ в комплексные кристаллизованные гидроокислы. Обнаруженный минерал бернессит, придающий пещере некоторую пикантность, также является эфемерным и соответствует лишь начальным стадиям осушения.

Усыхание полости приводит к исчезновению или обезвоживанию многих озер, представляющих привлекательный интерес. Все вышеперечисленное подводит к необходимости поддержания гомеостаза полости на утрачиваемом ныне уровне. Это требует разработки и принятия в процессе освоения пещеры ряда инженерных спелеоохранительных мероприятий, в частности, искусственной подпитки озер и орошения прилегающих к экскурсионной трассе участков полости, устройства входных тамбуров, корректного проветривания с кондиционированием начетанием воздуха, искусственной изоляции эксплуатируемой части полости от остальной, девственной, и ряд других.

4. ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕЛЕОРЕСУРСОВ.

В условиях изменяющегося спелеоресурсного потенциала следует четко определить приоритетные виды использования и реальный спелеоресурсный потенциал. Благодаря чрезвычайно крупным запасам почти всех видов спелеоресурсов, гигантским размерам полости и возможности зонирования лабиринта на относительно обособленные участки реально их полифункциональное использование.

На базе пещеры "Золушка" планируется создание крупного туристско-рекреационно-хозяйственного комплекса, включающего вагонетно-узкоколейную и пешеходную трассы; подземные палаты спелеотерапевтической аллергологической больницы с наземными корпусами; бальнеологическую лечебницу на базе бесполезно сливаемых из котлована карьера в реку минеральных вод московского сульфатно-кальциевого типа с минерализацией свыше 3 грамма на литр; завод по разливу и бутылкованию этих минеральных вод; подземные парники с шампиньонами; подземные хранилища контейнеризированной продукции; научно-исследовательские лаборатории и стационары по изучению вопросов спелеомедицины, поведенческих реакций человека в экстремальных ситуациях, а в перспективе - подготовки и тренировки спортсменов, полярников и туристов для пребывания в высоких широтах, где ощутим недостаток кислорода и относительный избыток углекислоты.

Главными проблемами тут являются обеспечение и координация первоочередного освоения для туристских и хозяйственных целей, создание исходной инфраструктуры, подготовка условий для второй очереди освоения, четкое выдерживание параметров каждого вида использования.

5. СПЕЛЕОМОНИТОРИНГ.

В условиях техногенной трансформации спелеосистемы и интенсивной эксплуатации для обеспечения требуемого уровня спелеогомеостаза необходима организация постоянного и повсеместного контроля за параметрами и общим состоянием пещеры. Это важно как с точки зрения обеспечения безопасности, так и научной, управленческой и экономической. Не секрет, что содержание пещеры и обеспечение ее нормального функционирования как народнохозяйственного комплекса требует определенных капитальных и текущих вложений, замены амортизируемого оборудования, ликвидации деформаций пола, постоянной модернизации условий сервиса. Разработка системы контроля должна быть внедрена еще на стадии проектирования и обеспечиваться одновременно с процессом технического освоения. Спелеоохранная роль мониторинга дополняется рядом организационных мер по обеспечению сохранности декоративных и привлекательных пещерных образований.

6. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОСТОЯННОГО ВОДОУЛИВА.

Постоянная угроза затопления висит над пещерой как Дамоклов меч. Использование спелеоресурсов в перечисленном объеме возможно лишь при обеспечении постоянного водопонижения. Сейчас этим занимается соседний Кривский карьер, размещенный на территории Молдавской ССР. Это выдвигает ряд вопросов технического и политико-административного характера. Работа карьера рассчитана на 50 лет, следовательно, на этот период при одновременном функционировании карьера основными проблемами будут координация их совместной деятельности, обеспечение техники безопасности и целостности полости, увязка политико-административных затруднений, вытекающих из размещения пещеры на территории двух республик.

В дальнейшем водоотлив придется обеспечивать комплексу, если ранее того техногенная активизация карста не заставит ограничить размеры водоотлива либо вовсе его прекратить. В этом случае полифункциональное использование спелеоресурсов ограничится лишь бальнеологией.

Проблемы освоения пещеры "Золушка" - это проблемы освоения каждой из свежих пещер, проблемы со своим комплектом трудностей, особенностей. И решать их приходится индивидуально, сообразно местным условиям, возможностям и традициям, решать на благо человека и его человеческих потребностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. ВОРПАЙ Л.И., КОРЖИК В.П., КОСТУК Л.С.: Антропогенная активизация карста. Проблемы его хозяйственного использования. В сб.: Физическая география и геоморфология. Киев, 1985, вып. 32, с.84-91.
2. КОРЖИК В.П.: Новая крупная гипсовая пещера "Золушка". - Известия АН УССР, Сер.Б, Киев, 1979, №11, с.894-896.
3. КОРЖИК В.П., МИНЬКЕВИЧ И.И.: Основные задачи охраны пещер гипсового карста. В сб.: Практическое использование пещер гипсового карста и их охрана в свете задач основных направлений развития народного хозяйства. Пермь, 1987, с.6-8.
4. КОРЖИК В.П.: Пещеры Буковины как полигон для решения инженерно-геологических задач. Там же, с.16-17.
5. КОРЖИК В.П., МИНЬКЕВИЧ И.И.: О возможностях полифункционального использования пещер в сульфатах. Там же, с.24-25.
6. КОРЖИК В.П., МИНЬКЕВИЧ И.И.: К вопросу разработки критериев пригодности пещер для освоения. В сб.: Карсто-спелеологические исследования, использование и охрана пещер Западного Кавказа. Сочи, 1988, с.66-67.
7. КОРЖИК В.П.: Ресурсогенерирующая роль техногенного карста. В сб.: Проблемы изучения техногенного карста. Кунгур, 1988, с.92-93.

8. КОРЖИК В.П., МИНЬКЕВИЧ И.И.: Стадийно-зональные аспекты техногенного карста /на примере пещеры "Золушка/. Там же, с.45-46.

9. РИДУШ Б.Т.: О спелеологическом диагностировании депрессионных гидрогеологических воронок техногенного карста. Там же, с.49-50.

КОРЖИК, Виталий Павлович.
274013 г.Черновцы, ул.Комарова, 17/91.
РИДУШ, Богдан Тарасович.
274000 г.Черновцы, ул.Ленина, 16/4.

Korzhik V.P., Ridoush B.T.
All-Union Institute of Karstology and Speleology
USSR

ДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАРСТОВЫХ ВОД И ИХ РОЛЬ В СПЕЛЕОГЕНЕЗЕ ГОРНЫХ СТРАН

КИКНАДЗЕ, Тамаз

Движение вод является одним из основных условий развития процессов карстонева. Однако проблема движения карстовых вод все еще дискуссионна и не разработана окончательно. Следовательно пока нет полной ясности и в проблеме влияния движущихся вод на развитие пещер.

Морфология и морфометрия пещер кроме других геологических и географических факторов находится в тесной зависимости от гидродинамической зональности карстовых вод. Эта проблема также не разрешена окончательно. В докладе рассматривается схема гидродинамической зональности горных карстовых регионов, разработанная автором для Альпийского складчатого пояса на примере Кавказа. Этот регион является репрезентативным и эталонным для разработки проблем карстогенеза и установления закономерностей его развития. Карстовые пещеры увязываются с той или иной гидродинамической зоной, для которых характерны свои условия залегания, движения и разгрузки карстовых вод, своя гидрохимия и гидротермия, что, в конечном счете играет важную роль в эволюции пещер. Но, следует подчеркнуть, что невозможно рассматривать проблему влияния движения карстовых вод на спелеогенез в отрыве от таких важнейших и контролирующих факторов, как литология, тектоника, гипсометрия, геоморфология, климат, история геологического развития и др.

I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Сложные процессы спелеогенеза определяются и контролируются многими факторами, такими как: литологический, химический, минералогический состав растворимых пород, их текстура и структура, пористость, трещиноватость и кавернозность, мощность и условия залегания, взаимоотношения с некарстующимися отложениями, наличие дренажных систем и базисов карстования, климатические и другие условия. Все факторы, участвующие в процессах спелеогенеза даже трудно перечислить.

Мы рассмотрим кратко один из основных условий развития карстогенеза вообще и спелеогенеза в частности — динамические свойства карстовых вод и их роль в образовании карстовых полостей горных стран, так как в горах ярче проявляют себя все перечисленные выше факторы, которые тесно взаимосвязаны.

Проблема движения вод в карстовых регионах все еще дискуссионна. Следовательно нет полной ясности и в проблеме влияния движущихся вод на развитие карстовых полостей. Однако, как показывает практика исследований, их зарождение и дальнейшая эволюция находится в прямой зависимости от динамических свойств карстовых вод, от их гидродинамической зональности. Более подробно проблема гидрогеологии карста и вопрос движения карстовых вод рассмотрены в совместной монографии В.Н. Дублянского и Т.З. Кикнадзе (1984).

DYNAMIC PROPERTIES OF KARST WATERS AND THE PART THEY PLAY IN THE SPELEOGENESIS OF MOUNTAINOUS COUNTRIES

KIKNADZE Tamaz
/USSR/

Water flow is a basic condition for the development of the process of karstogenesis. However, the problem of karst water flow is still debatable and needs further elaboration. Hence the problem of its influence on the process of cave development is not quite clear yet.

Apart from the other geologic and geographic factors cave morphology and morphometry depends strongly on hydrologic zonality of karst waters. This problem also awaits its solution. The paper deals with the scheme of hydrodynamic zonality of mountainous karst regions, elaborated by the author for the Alpine folded belt considering the Caucasus as an example. The above-mentioned region is accepted as typical and standard one when studying the problem of karstogenesis and determining the regularities of its development. Karst caves are connected with one or another hydrodynamic zone characterized with its own peculiar mode of occurrence, flow and discharge of karst waters, hydrochemical and hydrothermal conditions which are very important for cave development. However, it should be mentioned that the problem of influence of karst water flow on the speleogenesis can not be studied separately from such important and controlling factors as lithology, tectonics, hypsometry, geomorphology, climate and the history of geologic evolution, etc.

I.I. Основные гипотезы о динамике карстовых вод.

Известно, что воззрения о характере залегания, движения и разгрузки карстовых вод зародились еще в конце XIX столетия. Еще И. Цвижиц (Cvijić, 1883) для районов, сложенных однородными известняками допускал существование первичных структурных полостей, вторичных трещин, вызванных разными давлениями и движениями. Э.А. Мартель (Martel, 1894) первым наметил гипотезу о существовании изолированных водотоков в карсте. Далее появилась гипотеза А. Грунда (Grund, 1903) об едином зеркале грунтовых вод. Дискуссия, возникшая между сторонниками этих двух, на первый взгляд альтернативных гипотез, продолжаясь и по сей день, широко известна специалистам и нет надобности подробно изложить ее. Но, для полноты рассматриваемой проблемы кратко вспомним основные положения, выдвигаемые разными исследователями в разное время.

По О. Леману (Lehmann, 1932) в чистых пластовых известняках (как и у Цвижица) также были первичные водопроводящие полости, в которых в специфических условиях двигалась вода, постепенно увеличивая их.

По И. Рогличу (Roglič, 1965) пока нет убедительного ответа на вопрос, как же происходило расширение водопроводящих трещин до образования больших пещер. Известная гипотеза об обособленных водотоках упрощает картину, наблюдаемую в подземных полостях, где

узкие ходы и сифонные отрезки чередуются с крупными залами. Не может пройти свет на эту проблему и популярная в свое время гипотеза о существовании в карсте единого зеркала подземных вод.

В. Дейвис (Davis, 1930) был тем исследователем, которому впервые удалось сформулировать одно- и двучисловую гипотезу развития карстовых пещер. По этой гипотезе, называемой глубокой фреатической теорией, пещеры формируются в результате растворяющей деятельности фреатических вод ниже базиса эрозии или же уровня грунтовых вод на поздней стадии геоморфологического цикла.

А. Пайпер (Piper, 1932) предпочтение отдавал vadosem водам.

Не вдаваясь в подробный разбор этой дискуссионной проблемы (Кикинадзе, 1972, 1979), отметим более современные взгляды исследователей. Б. Лез (Léze, 1965) в своей схеме гидродинамической зональности выделяет первую, верхнюю зону свободного стока, обильно сухую, периодической фильтрации, где развивается карстовые пропасти. Вторая зона, быстрого, гравитационного, то свободного, то напорного стока вод постоянной циркуляции является ареалом развития субгоризонтальных полостей.

Д.С. Соколов (1962) предложил 4 зоны: I - аэрации, в которой движение инфильтрационных и инфильтрационных вод происходит в вертикальном направлении по трещинам (реже - по порам) и карстовым каналам; II - сезонного колебания уровня карстовых вод с периодическим изменением горизонтального и вертикального движения подземных вод; III - полного насыщения и IV - глубинной циркуляции. Девяти ступенчатую схему гидродинамических зон предложил Г.А. Максимович (1963). А.И. Маруашвили (1969), вслед за Г.А. Максимовичем, разбирая проблему спелеогенеза и выделяя стадии пещерообразования, отмечает что трещинная, щелевая и отчасти каналовая начальные стадии спелеогенеза соответствуют фреатической эпохе западных авторов, а последующие стадии - воклазовая, водно-галерейная, сухо-галерейная и грото-камерная vadosem эпохе эпохе пещерообразования.

С.К. Гингилосов (1975, 1977) думает, что большинство карстовых полостей Западной Грузии образовалось во фреатических условиях, но не исключает и роли свободных водотоков.

Проблему спелеогенеза, подробно рассмотрел В.И. Дублянский (1971, 1977) и пришел к справедливому заключению, что карстовые полости образуются в различных гидродинамических условиях под влиянием разных формирующих и моделирующих факторов.

Развивая идеи Г.А. Максимовича автором была предложена схема гидродинамической зональности карстовых вод западной Грузии (Кикинадзе, 1979), которую с некоторыми изменениями можно считать типовой для горных карстовых регионов Альпийской складчатой области. Ниже мы предлагаем переработанную схему гидродинамической зональности карстовых вод, с которой постараемся увязать процессы спелеогенеза.

1.1. Гидродинамическая зональность карстовых вод и спелеогенез

Многолетние исследования карста и анализ существующей научной литературы показывает всю сложность проблемы гидродинамической зональности карстовых вод. Многообразие геотектонического строения карстовых регионов на фоне геологической истории развития в совокупности с множеством других факторов и условий того или иного региона обуславливает сложность гидродинамических условий и в результате, сложность спелеогенетических процессов.

Изложенная ниже схема разработана на примере Большого Кавказа, но в ней учтены и особенности динамики карстовых вод других регионов Альпийской складчатой области (рис.1).

I. Зона свободной активной циркуляции. мощность зоны в гор-

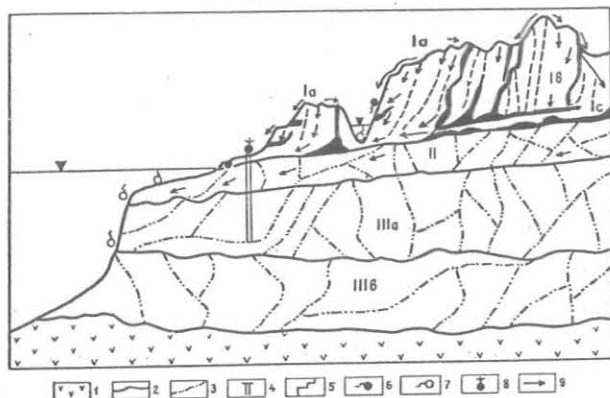


Рис. 1. Обобщенная схема гидродинамической зональности трещинно-карстовых вод горных стран. I, II, III, а, б, в, гидродинамические зоны и подзоны; I - водоупорные породы; 2 - границы зон и подзон; 3 - условная трещиноватость; 4 - буровая скважина; 5 - карстовые полости; карстовые источники; 6 - суб-аэральные; 7 - субкавальные; 8 - артезианские; 9 - направления движения вод.

ных районах достигает 500-2500 м. Подземные воды формируются за счет инфильтрации, инфильтрации атмосферных вод и конденсации влаги в карстовых полостях. В зоне по гидродинамическим условиям следует выделить следующие подзоны:

Ia - поверхностной циркуляции. Здесь имеет место или периодический сток в виде дождевых и талых вод, а также исчезающих рек, или же постоянных водотоков. В условиях голого карста образуются карровые поверхности, расширяющиеся трещины, воронки и другие поверхностные карстовые формы, отводящие атмосферные воды в глубину массивов. Скорость потоков зависит от уклона поверхности и количества воды. Последние наделены повышенной агрессивностью по отношению к карбонатным породам и особенно активны в условиях голого карста. Для этих вод характерны низкая минерализация (50-150 мг/л), $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ состав и температура, близкая к среднегодовой температуре воздуха.

Iв - подземной нисходящей циркуляции. Является ареалом развития большинства подземных карстовых полостей от колодцев и шахт до сложных вертикальных пещер (пропастей) и субгоризонтальных пещер. В зависимости от геологотектонических, гипсометрических и других условий подзона может иметь гипертрофированные размеры, например в условиях южного склона Большого Кавказа достигая до 2,5 км. В подзоне циркулируют маломинерализованные, агрессивные воды, общая минерализация которых составляет 200-300 мг/л при $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ и $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ составе и температуре в пределах 2-8°C. Скорость водных потоков в зависимости от количества воды, размеров и наклона водопроводящих каналов варьирует в пределах 0,01-3 м/с. В подзоне представлены все известные карстовые формы, иногда создающие сложные, глубокие системы, такие, как Жан-Бернар в Савойских Альпах во Франции глубиной 1596 м, пропасть Пантохина на Бзыбском массиве на южном склоне Большого Кавказа - 1505 м, Снежная-меженная там же - 1370 м, Шер Сен-мартен на границе Испании и Франции - 1321 м, Система ильхина на массиве Арабика - 1240 м и Арабическая там же - 1110 м и др. В пропасти Арабикской на глубине между 215 и 485 м от поверхности расположен один из крупнейших карстовых залов земного шара высота потолка которого 270 м, длина 200, а ширина 80 м. Объем зала превышает 1 млн.м³. Естественно, такие объемы в одном зале не могли образоваться только эрозивно-коррозивной деятельностью вод. В таких случаях большая роль принадлежит гравитационным обвалам.

Г₀ - подземной субгоризонтальной циркуляции. Она расположена ниже подзоны Г_в и в горном карсте имеет мощность 200-300 м. В некоторых случаях ее мощность определяется амплитудой развития одно- и многостаяных субгоризонтальных каналов. Здесь представлены воды аналогичного с предыдущей подзоной состава при общей минерализации 300-500 мг/л и температуре 6-12°C. Скорость водных потоков значительно ниже, однако резко возрастает при паводках. В пределах подзоны образуются обширные субгоризонтальные полости длиной от нескольких сот метров до десятков км. Они в некоторых случаях в области разгрузки имеют сифонные каналы (ичишта, Гег-сая, Красные пещеры и др. на Кавказе). Может иметь место и суб-аквальная разгрузка вод в днища речных долин с локальными напорными условиями (источники р. Хобисцали в мегрелии, в Западной Грузии).

П. Зона относительно затрудненной циркуляции. Расположена ниже зоны Г, обычно в подошве карстовых массивов. Здесь представлены напорные карстовые воды, в зависимости от расположения цокольного водоупора относительно уровня моря могут разгружаться в виде субмаринных источников (Адриатическое побережье, Черноморское побережье в р-не Сочи и Гагра-Гантиади и др.). В этой зоне карстовые каналы развиваются напорными водами, минерализация которых 300-500 мг/л, а температура 10-14°C.

Ш. Зона глубокой циркуляции расположена ниже уровня моря под зоной П. По динамике здесь можно выделить 2 подзоны:

Ш_а - относительного застоя, где карстовые каналы заполнены напорными водами, находящимися вне влияния местного базиса карстования. Горизонты карстовых вод могут быть вскрыты только буровыми скважинами (например в Абхазии, по рекам Хашупсе, Гагрипш и др.). Воды пресные, или слабо минерализованы (400-600 мг/л). Температура в зависимости от глубины залегания может достигать 30-45°C. Здесь представлены гидрохимические фации $\text{HCO}_3\text{-Na}$ -Ca, $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Mg}$, $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Na}$. Возможна субмаринная разгрузка.

Ш_б - застойного режима. Эта подзона залегает еще на больших глубинах вне влияния общего базиса карстования. В глубоко погруженных карбонатных породах заключены напорные карстовые минеральные и термальные воды, которые при благоприятных тектонических и гидродинамических условиях могут подпитывать вышерасположенные зоны карстовых вод и принимать участие в процессах спелеогенеза (коррозия смешивания). В самой подзоне развиваются гидротермокарстовые явления (Мацеста, Цхалтубо и др.).

Для того, чтобы установить пути циркуляции и гидродинамические связи между поверхностными и подземными водосборами в области питания и поглощения и область разгрузки, используются спелеологические и индикаторные методы. О спелеологическом методе проникновения спелеологов в карстовые полости примеров много и в результате этого открыты и покорены многие глубочайшие и длиннейшие полости. Индикаторных экспериментов относительно мало. Новейшие эксперименты на массиве Арабика позволили определить на-

правление и скорость подземных вод и открыть глубочайшую в мире карстовую водоносную систему с глубиной около 2400 м. Т.е. и спелеологическое проникновение можно допустить до этой глубины в ближайшем будущем. В недрах Арабика мы раньше, теоретическими построениями допускали существование многостаяных карстовых бассейнов (Хикнадзе, 1972). Однако экспериментами в южной половине массива пока установлены три крупные водоносные системы (Климчук и др., 1987). Аналогичные эксперименты были проведены и на Бэнбском массиве. Необходимо подчеркнуть, что невозможно рассматривать проблему влияния движения карстовых вод на спелеогенез в отрыве от таких важнейших и контролирующих факторов, как литология, тектоника, гипсометрия, геоморфология, климат, история геологического развития и др., но это тема для других докладов.

ЛИТЕРАТУРА

1. ДУБЛЯНСКИЙ, В.: Генезис и гидрогеологическое значение крупных карстовых полостей Украины. Пермь, 1971. с.50
2. ДУБЛЯНСКИЙ, В.: Карстовые пещеры и шахты Горного Крама. М. "Наука", 1977. 181с.
3. ДУБЛЯНСКИЙ, В.; ХИКНАДЗЕ, Т.: Гидрогеология карста Альпийской складчатой области юга СССР. М., "Наука", 1984. 128 с.
4. ХИКНАДЗЕ, Т.: Карст массива Арабика. Тб. "Мецинереба", 1972
5. ХИКНАДЗЕ, Т.: Геология, гидрогеология и активность известнякового карста. Тб. "Мецинереба", 1979, 232с
6. КЛИМЧУК, А., АКСЫМ, С., ШАСТОПАЛОВ, В.: Геоморфологические особенности карста массива Арабика в свете новейших исследований. Проблемы компл.изучения карста горных стран. Тбилиси. "Мецинереба", 1987
7. МАКСИМОВИЧ, Г.: Основы карстоведения. Пермь. 1969
8. МАРШАВИЛИ, Л.: Морфологический анализ карстовых пещер. Очерки по физгеогр. Грузии. Тб. "Мецинереба", 1969
9. ТИНТИЛОВ, З.: Карстовые пещеры Грузии. Тб., "Мецинереба", 1976. 275 с.
10. DAVIS, W.: Origin of Limestone Caverns. Bull. of the Geol. Soc. of America. 1930, 41
11. GEZE, B.: La Spéléologie scientifique. Paris
12. GRUND, A.: Karsthydrographie. Studien aus Westbosnien. Pencks geogr. Abh. 1903, B.7, N.3. Leipzig.
13. LEHMANN, O.: Die Hydrographie des Karstes. Enzyklopädie. Leipzig. 1932
14. MARTEL, E.: Les Abimes. Les eaux souterraines, les cavernes, les sources, la Spéléologie, Paris, 1894.
15. PIPER, A.: Groundwater in North-Central Tennessee. U.S. Geol. Surv. Water-Supply Paper, 640, 1932

ИНТЕРСИВНЫЕ АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ И ФОРМИРОВАНИЕ ВЫСОКИХ ПАВОДКОВ В ЦХАЛТУВСКОЙ ПЕШЕРНОЙ СИСТЕМЕ

ГИГИНЕИШВИЛИ, Гиви - ДЖИШКАРИАНИ, Джумбер

Карстовая пещерная система Цхалтубо расположена в условиях влажного субтропического климата низкогорной полосы Западной Грузии. Интенсивность выпадения атмосферных осадков и их суточные суммы здесь очень высоки. По данным метеостанции Цхалтубо с 1 по 8 июля 1946 г. выпало 345 мм осадков, а по м/с Кутаиси - 447 мм. Причем, большая часть - 331 мм выпала в Кутаиси за первые два дня (188 и 143 мм).

Подземный паводок 18 июня 1986 года в Цхалтубской пещере образовался в результате ливня, который продолжался с 16 по 19 июня, охвативший территорию много больше водосбора пещеры. За этот период выпало 119 мм осадков; из них 17 июня - 27 мм, 18 июня - 78 мм. Максимальный расход потока, который ворвался в верхний ярус пещеры, составил 5,65 м³/сек.

По данным 1987 года, полученных на специальной сети осадкомеров, выясняется, что ливневые осадки, по крайней мере до 75 мм в сутки, если они не охватывают весь водосбор пещеры и не накладываются на обильные предшествующие дожди, опасных подземных паводков не вызывают.

Цхалтубская карстовая пещерная система расположена в предгорьях южного склона Большого Кавказа на территории западной Грузии. Пещера открыта в 1964 г. спелеологической экспедицией института географии им. Вахушти Багратиони АН Грузинской ССР. Ее название происходит от всемирно известного бальнеологического курорта Цхалтубо, который находится в нескольких километрах от нее.

Цхалтубская пещерная система заложена в массивных доломитизированных известняках баррема /ургонская фация/. из-за небольшого перепада высот карстующихся толщ, верхняя гидродинамическая зона вертикальной нисходящей циркуляции карстовых вод здесь сравнительно коротка. Поглощенные с поверхности воды тяготеют к единому уровню и поэтому глубинный карст здесь изобилует горизонтальными галереями, подземными озерами и сифонными переходами. А обширная гидродинамическая зона горизонтальной циркуляции характеризуется небольшими скоростями и медленным водообменом в подземных емкостях. На сегодняшний день общая длина обследованной части Цхалтубской пещерной системы равна 12000 м. Однако, это не является пределом: исследования продолжаются.

Ввиду того, что Цхалтубская пещера готовится к массовому посещению, первостепенное значение придается обеспечению безопасности ее посетителей, службы и оборудования.

В условиях влажного субтропического климата Западной Грузии, в которой находится пещерная система, обильные и продолжительные атмосферные осадки обычные явления. Средние многолетние суммы атмосферных осадков на ближайших метеорологических станциях Цхалтубо и Хомули равны соответственно 1616 и 1653 мм, а годовые максимумы достигают 2200-2300 мм. достаточно высокие и месячные суммы осадков. Например, в Цхалтубо месячные максимумы за весь период наблюдений превышают 400 мм /420 мм, январь, 1950 г. и 414 мм, июль 1946 г./.

INTENSIVE ATMOSPHERIC PRECIPITATIONS AND FORMATION OF HIGH FLOODS IN TSKHALTUBO CAVE SYSTEM

Tskhaltubo karst cave system is located under humid subtropical conditions in low-mountain zone of West Georgia. The intensity of atmospheric precipitations and their diurnal sum is very high here. According to the data of Tskhaltubo meteorological station from 1 to 8 July of 1946 fell 345 mm of precipitations, while according to Kutaisi m/s - 447 mm. The greatest part of precipitations 331 mm fell in Kutaisi during the first two days (188 and 143 mm).

The underground flood on 18 of June, 1986 in Tskhaltubo cave was formed due to the rainstorm which took place from 16 to 19 June, over the territory considerably exceeding the catchment area of the cave. During this period the amount of precipitations was 119 mm, out of it 27 mm on the 17 of June and 78 mm on the 18 of June. The maximum discharge of the stream which flooded the upper stage of the cave came to 5,65 m³ per sec.

According to the data of 1987 obtained by the special network of rain gauges it is found out that the rainfall of at least 75 mm per day doesn't form dangerous underground floods, if it doesn't cover the whole catchment area of the cave and doesn't follow immediately the heavy rainfalls.

В том же июле 1946 года месячная сумма осадков в г. Кутаиси достигла 463 мм, причем 72% этих осадков выпало за 1 и 2 июля - 188 и 143 мм. Высоки также и суточные максимумы атмосферных осадков: Цхалтубо - до 126 мм, Ткибули - до 173 мм. максимальная интенсивность ливней составляет более 3 мм/мин.

Опыт работы в карстовых областях подсказывает, что несмотря на наличие вблизи пещеры сетовых метеостанций, даже с очень надежными данными наблюдений для конкретного анализа формирования дождевых подземных паводков, и тем более разработки прогнозных моделей, они недостаточны. Требуется специальная система гидрометеорологических наблюдений непосредственно в зоне инфильтрации и инфиляции. Необходимым условием подобных наблюдений является синхронность метеорологических и гидрологических измерений.

С начала 1987 года институт географии им. Вахушти Багратиони Академии наук Грузинской ССР организовал режимные наблюдения над гидрометеорологическими элементами в очаге поглощения поверхностных вод и в зоне их разгрузки. Были установлены три осадкомера и создано два гидрометрических поста у выходов основных подземных потоков. Осадкомер № 1 поставлен в верхней части поверхностного водосбора пещеры, № 2 - в центральной части зоны поглощения, № 3 - близ выходов подземных рек. К этому добавляется также материал опорной метеостанции в г. Цхалтубо, которая

расположена еще ниже /рис. 2, табл. 1/.

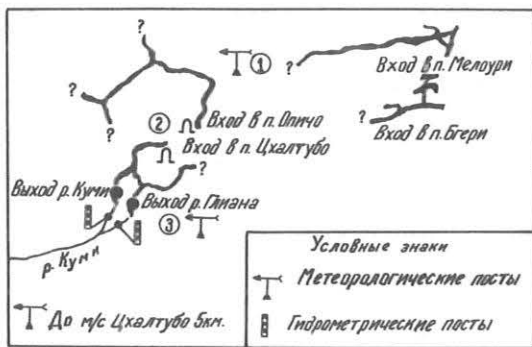


Рис. 2. Схема расположения гидрометеорологических постов наблюдения в районе пещеры Цхалтубо

Гидродинамическая система цхалтубской пещеры и ее поверхностного водосбора имеет очень важную деталь, которая заслуживает внимательного изучения. Дело в том, что в замкнутой карстовой котловине, в одном конце которой открывается главный вход в цхалтубскую пещеру, находится периодически дебитирующая пещера Опичо. Ее, уходящее в глубину входное отверстие, расположено в противоположном конце этой котловины, но несколько выше главного входа. Так что выброшенная из пещеры Опичо вода, преодолев дно котловины, неминуемо попадает в главный вход. Впрочем, все поверхностные воды котловины тяготеют к этой самой низкой ее точке.

Чтобы иметь представление о характере выброса воды из пещеры Опичо, опишем один из редких случаев его излия, который произошел 18 июня 1986 года.

Через порог пещеры Опичо мутный поток, как обычно, стал выливаться внезапно. Это произошло в 13 ч. 45 мин. Но до того же ее обширном горле уровень воды стал подниматься со скоростью 0,2 м за 1 минуту. Сначала вытекал небольшой ручей, но через 15 мин. он превратился в мощный и бурлящий поток, который сметал и увлекал с собой все что попадалось на пути его движения. максимальный расход воды - 5,645 м³/сек держался в течении 40

мин. Через 55 мин. после начала излия, вода постепенно стала убывать и в 15 ч. 30 мин, спустя 1 ч. 45 мин., полостью иссякла. Внутри горла пещеры сплоч вода стала быстро уходить обратно.

За весь срок дебитирувания (1 ч. 45 мин.) из под земли вылилось 30 тыс. м³ воды. Примерно половина этой массы поступила на поверхность за те 40 мин., в течении которых поток имел максимальный расход. Температура наводковой воды была 14,2⁰С. Вся эта вода по наклонному дну котловины за считанные минуты достигла главного входа цхалтубской пещеры, сорвала створку решетчатой железной двери и хлынула в пещеру. В это время там работали спелеологи, которые заметив первые признаки наводка, укрылись на приподнятом ото дна месте. Паводок прошел, не причинив особого вреда, за исключением сломанной двери и потери нескольких метеорологических приборов.

В то время над самой пещерной метеорологические наблюдения не проводились, а по данным м/с Цхалтубо с 16 по 19 июня 1986 г. выпало 118,5 мм осадков. из них: 16 июня - 4 мм, 17 июня - 27,1 мм, 18 июня - 76,2 мм, 19 июня - 9,2 мм. Как видно, в день излия воды выпало 76,2 мм осадков. Дивень вызвал резкое повышение уровней на всех ближайших реках и они выли из берегов. Сильное наводнение случилось и в очаге разгрузки подземных вод цхалтубской пещерной системы у выходов на поверхность рек Куми и Глиана.

Из под земли выходило такое огромное количество воды, что местный рельеф полностью скрылся под бурным и коричнево-мутным потоком. лишь небольшой домик сельской водоначки островком выделялся на фоне разразившейся стихии паводка. Вода шла единым быстрым потоком, расход которого, по визуальной оценке /об измерениях не могло быть и речи/, должен был быть порядка 35-40 м³/сек. Более мощная р. Куми, которая выходит на поверхность из дебитирующей воронки и из устья сифона, выносила около 30-35 м³/воды, а пещерная река Глиана - около 5 м³/сек.

Паводок начался ночью с 17 на 18 июня. Причем, из порции осадков за 18 июня (76,2 мм), основная масса выпала до 10 часов утра. За последующие сутки, на фоне осадков 9,2 мм, паводок быстро пошел на спад и к полудню 19 июня расход Куми едва превышал 2,2 м³/сек.

Таблица 1

Атмосферные осадки (мм) в районе цхалтубской пещеры за 1987 год

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	за год
Пост № 1	450	162	203	303	47	110	171	148	82	68	209	359	2332
Пост № 2	393	134	198	226	41	110	188	167	85	84	212	348	2186
Пост № 3	375	132	200	209	40	116	182	159	80	90	214	360	2157
г. Цхалтубо	334	124	165	234	38	144	142	184	80	93	154	368	2060
Среднемесячные, максимальные и минимальные расходы воды (м ³ /сек) подземных рек Куми и Глиана за 1987 год													
р. Куми													
Средний	1,15	0,74	0,87	0,79	0,44	0,43	0,58	0,46	0,43	0,42	0,63	0,79	0,64
Максимальный	29,0	1,49	9,52	3,54	0,57	0,74	14,6	2,44	1,25	0,61	5,73	15,5	
Минимальный	0,49	0,55	0,56	0,55	0,37	0,36	0,40	0,34	0,37	0,38	0,41	0,43	
р. Глиана													
Средний	0,54	0,27	0,22	0,21	0,05	0,06	0,12	0,06	0,05	0,06	0,16	0,23	0,16
Максимальный	10,8	0,69	2,10	2,34	0,07	0,18	7,60	1,81	0,64	0,14	4,31	8,05	
Минимальный	0,11	0,07	0,08	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,05	

Стало очевидным, что описанный паводок в основном пришел по двум нижним ярусам Цхалтубской пещерной системы, которые не предусмотрены для массового посещения. Верхний ярус пещеры, который подготавливается для экспозиции, был задет лишь водой, выброшенной из пещеры Опичо.

Теперь перейдем к анализу синхронных гидрометеорологических данных, полученных на упомянутой специальной сети наблюдений, и попытаемся высказать предварительные соображения о происхождении высоких подземных паводков в гидродинамической системе Цхалтубской пещеры.

Судя по синхронным записям уровней /расходов/ воды подземных рек Куми и Глиана, а также атмосферных осадков за 1987 год, следует, что значительно выдающиеся пики на гидрографах этих рек возникали тогда, когда суточные суммы осадков на всех постах наблюдений достигали или превышали 50 мм. К примеру, по данным самого верхнего осадкомера № 1 в апреле месяце вроде возникли условия для образования паводка. Суточная сумма осадков за 26 апреля на данном посту составила 75 мм, а за предшествующие три дня - 80 мм. Кроме того, эти осадки наложались на благоприятный фон с продолжительными осадками /с 13 по 20 апреля дождь не прекращался и выпало в сумме 111 мм/. Однако, на других постах наблюдения столь высокие осадки не выпадали. На посту № 2 26 апреля выпало всего 7,5 мм, а на нижнем - № 3 - 27,6. В г. Цхалтубо в тот день осадков не было вообще. В результате, на гидрографах подземных рек получились очень низкие пики.

Также выясняется, что обильные, но односуточные осадки, охватившие весь водосбор пещеры, не достаточны для формирования опасного паводка. 10 августа на всех постах были зафиксированы высокие осадки: пост № 1 - 70 мм, пост № 2 - 70,8, пост № 3 - 62,3, г. Цхалтубо - 94,2 мм. Но, в виду того, что этим осадкам предшествовал почти безосадочный длительный период, существенного эффекта на подземных реках не последовало. Максимальные расходы в течении 10 августа не превышали у выходов Куми - 2,44 м³/сек и у выходов Глианы - 1,86 м³/сек.

Почти тоже самое произошло и 3 ноября, когда на всех осадкомерах зафиксированы достаточно высокие значения (№ 1-73,6 мм, № 2-70,2 мм, № 3-79,5 мм, г. Цхалтубо-39,1 мм). Этим осадкам предшествовали несколько дождливых дней, с перерывами, которые несколько увлажнили почву после 12 дневного сухого периода, но не оказались достаточными для поддержания высокого паводка. В этот день максимальные расходы оказались: на Куми - 5,73 м³/сек, на Глиане - 4,31 м³/сек.

За годовой цикл наблюдений на главных очагах разгрузки подземных вод Цхалтубской пещерной гидродинамической системы наиболее высокие паводки отмечались в январе, июле и декабре. Причем, январский паводок по своей мощности не уступал описанному выше паводку в июне 1986 года. 31 января 1987 года максимальные расходы воды подземных рек Куми и Глианы достигли соответственно 29 м³/сек и 10,8 м³/сек. Почти в том же режиме действовала периодически дебитирующая пещера Опичо. Но, из-за внезапности выброса воды, измерительные работы провести не удалось.

Этому паводку предшествовал недельный период с осадками, охвативших весь поверхностный водосбор. Суммы предшествующих осадков на разных постах наблюдений оказались от 52,8 до 41,3 мм. Волна паводка стала резко подниматься 29 января, когда за сутки выпало 58,0-35,5 мм осадков. За следующие сутки суммы осадков увеличились до 66,0-47,0 мм, а в день достижения максимальных расходов на реках - до 93,6-50,0 мм. Максимальная сум-

ма суточных осадков - 93,6 мм, зафиксирована на посту № 2. (рис. 3).

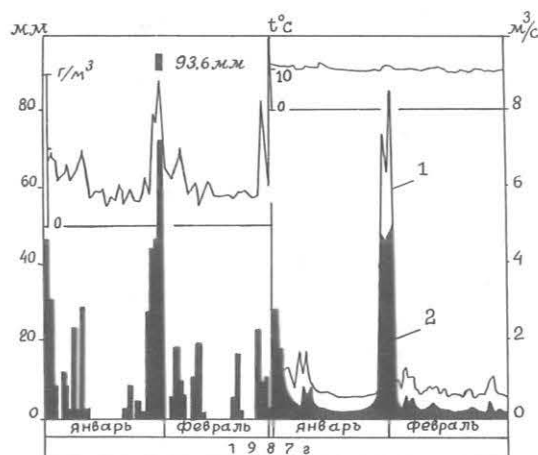


Рис. 3. Атмосферные осадки (мм)-пост №2; среднесуточные расходы воды (м³/сек) рек Куми (1) и Глиана (2); среднесуточная температура (°C) и мутность (г/м³) воды р. Куми

Два других высоких паводка, которые прошли в июне и декабре, также образовались на фоне предшествующего дождливого периода. Июльскому паводку предшествовали семь дождливых дней с общей суммой осадков на разных постах наблюдения от 70,4 до 54,0 мм. В дни прохождения пика паводка - 8 и 9 июля на посту № 2 в сумме выпало 122,2 мм. Она уступает сумме осадков за три январских дня, когда на том же посту отмечено 185,8 мм. В день достижения максимального расхода паводка (8 июля; 14,6 м³/сек) суточная сумма осадков на посту № 2 также оказалась ниже - 75,6 мм, чем в соответствующий день января (93,6 мм). За эти дни выброса воды из пещеры Опичо не наблюдалось.

Паводок 11 декабря, когда максимальные расходы за сутки достигли на Куми 15,5 м³/сек, а на Глиане 8,05 м³/сек, сформировался на фоне непрерывных дождей, начиная с 4 декабря. Волна паводка стала круто подниматься 10 декабря и на следующий день достигла максимального уровня. Предшествующие осадки за 4-9 декабря в сумме составили на разных постах от 113,4 до 86,3 мм. В дни развития паводка - 10 и 11 декабря на посту № 2 выпало 96,9 мм осадков, а в день достижения максимума - 49,3 мм. И на этот раз дебитирующая пещера Опичо не сработала.

Суточный максимум атмосферных осадков в данном регионе западной Грузии может достигать 200 мм, а интенсивность ливневых дождей - 4 мм/мин. Однако, как показывает анализ формирования описанных паводков, главное заключается не в суточных максимумах осадков, даже и очень высоких, и не в интенсивности их выпадения, а в совокупности таких факторов, какими являются: количество и продолжительность выпадения предшествующих осадков, ударное количество осадков в дни достижения максимальных расходов паводка и степень охвата паводкообразующими дождями поверхностного водосбора пещерной системы.

Таким образом, систематические режимные гидрометеорологические наблюдения и измерения над Цхалтубской пещерной системой крайне необходимы. Требуется постоянная и оперативная информация о развитии метеорологических процессов. Главным предостережением возможного образования паводка являются продолжительные

и обильные дожди в течении нескольких и более суток. На столь благоприятном фоне увлажнения водосбора пещеры, ливневые осадки с суточной суммой около 75 мм могут оказаться достаточными для

развития подземного паводка не только в нижних, но и в верхнем ярусе Цхалтубской пещеры.

Гигинейшвили Гиви, Джинкардани
джумбер. СССР. Зв0093, Тбилиси,
ул. Э. Рухадзе, I
институт географии им. Вахушти
Багратиони Ан Груз. ССР.

GIGINESHVILI Givi, JISHKARIANI Jumber
/USSR/

СПАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА АКТИВНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ КАРСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ В СОЛЯХ

БЕЛЬТЮКОВ, Герман

Одним из основных показателей активности карстовых процессов в различных карстующихся породах является величина химической денудации. В зависимости от литологии карстующихся пород она изменяется в широких пределах и достигает максимальных значений в областях развития соляного карста. В результате повышается минерализация речных вод, возрастает химический сток, указывающий на активность карстообразования в данном регионе.

Карстовые явления усиливают интенсивность химической денудации в 1,5-10 раз и более. Особенно это заметно на малых реках. Благодаря повышенной растворимости галогенных пород, химическая денудация рек в районах соленакпления увеличивается в 2,5-3 раза по сравнению с областями развития карбонатного карста.

Химическая денудация соляной залежи в зависимости от концентрации подземного стока изменяется в широких пределах и составляет в среднем для Верхнекамского соленосного бассейна 60-65 микрон в год, что значительно превышает большинство районов распространения карбонатного и сульфатного карста.

Применение гидрохимических методов при исследовании карста, в частности соляного, позволяет решать различные практические задачи - выявление гидрохимического ареала источника почвенного содержания солей, наличие каменносоляных и калийно-магниевых залежей, агрессивность подземных вод по отношению к различным соляным породам, расчет химической денудации и активности карста.

В современный период карстовые процессы в солях протекают весьма интенсивно в северной части Предуральяского прогиба - в пределах Верхнекамского и Верхнепечорского соленосных бассейнов. Широко развит карст на соляных куполах Южного Предуралья. Для большей части Предуральяского прогиба в области распространения нижнепермской галогенной формации природные процессы современного выщелачивания соляных пород связаны главным образом с формированием хлоридно-натриевых карстовых рассолов. В связи с большой мощностью покрывающих соль пород современные поверхностные формы карста для данного региона не типичны, не считая южных соляных куполов. Поэтому об интенсивности карстовых процессов можно судить по химическому составу карстовых и речных вод.

Наряду с преобладанием на рассматриваемой территории зональной гидрокарбонатно-кальциевой гидрохимической фации, по классификации Г.А.Максимовича, четко выделяются гидрохимические аномалии с повышенной минерализацией, где ион хлора в гидрохимической фации прочно занимает первое место. Хлоридные гидрохимические аномалии, как правило, приурочены к положительным структурам, сводовые части которых характеризуются повышенной трещиноватостью.

Рост минерализации речных вод связан с увеличением в 2-4 раза подземного питания рек за счет более минерализованных карстовых вод. В результате повышения минерализации речных вод возрастает химический сток, который является одним из основных показателей активности карстовых процессов. Карстовые явления усиливают интенсивность химической денудации в 1,5-10 раз и более. Особенно это заметно на малых реках. Благодаря повышенной растворимости галогенных пород, химическая денудация в районах соленакпления увеличивается в 2,5-3 раза по сравнению с областями развития карбонатных пород, в 4-10 раз по сравнению с территориями, сложенными некарстующимися породами /5/. Химическая денудация соляной залежи в зависимости от концентрации подземного стока изменяется в широких пределах и составляет в среднем для Верхнекамского

THE EVALUATION OF THE RECENT KARST PROCESS ACTIVITY BY HYDROCHEMICAL METHODS

The value of the chemical denudation is one of the main indices of the karst process activity in different karst rocks. It changes on a large scale and reaches maximum values in the regions of saline karst development depending on karst rocks lithology. As a result fluvial waters mineralization rises, chemical drainage increases indicating the activity of karst formation in the region.

Karst phenomena strengthen chemical denudation intensity for 1,5-10 times and more. It is noticeable in the case of small rivers. The chemical denudation of rivers in the regions of salt accumulation increases for 2,5-3 times in comparison with regions of carbonaceous karst thanks to high solution of halogen rocks.

The chemical denudation of saline deposit changes on a large scale depending on concentration of underground drainage and forms 60-65 micron per year for Verkhnekamski salt-bearing basin and it considerably exceeds indices of great number of regions carbonaceous and sulphate karst spreading.

кого соленосного бассейна 60-65 микрон в год, что значительно превышает эту величину для районов распространения карбонатного и сульфатного карста Урала и других регионов СССР. Рассчитанные отдельно величины химической денудации для каждого крыла Боровицкого прогиба на территории Верхнекамского месторождения калийных солей составили 95-110 микрон в год.

Развитие зон выщелачивания, формирующихся под влиянием антропогенного фактора, характерно для месторождений с широко развитыми в прошлом соляными промыслами. На территории Березниковско-Соликамского района в течение более 500 лет функционировало почти полтора десятка крупных пунктов рассолодобычи, которые насчитывали более 200 скважин. Основные участки расположения старых соль-заводов и промыслов в настоящее время затоплены водами Камского водохранилища. Некоторые находятся в зоне периодического подпора левобережных притоков. Часть скважин на отдельных участках, благодаря консервирующему действию рассолов, уцелела до настоящего времени. Некоторые скважины представляют искусственные родники. Большинство скважин самоизливает, что приводит к формированию крупных гидрохимических аномалий хлоридно-натриевого состава. Рассолоподъемные скважины значительно увеличивают интенсивность химической денудации. Так, химическая денудация хлоридов реками, в долинах которых имеются старье рассольные скважины, возрастает в несколько десятков раз по сравнению с фоновыми значениями и достигает 180-200 микрон в год. По-видимому, не последнюю роль затопленные соляные промыслы играют в гидрохимической обстановке Камского водохранилища вблизи Березников и Соликамска, где возможна разгрузка напорных хлоридно-натриевых вод через стволы скважин непосредственно в водохранилище.

Наибольший химический сток установлен на площади Верхнепечорского соленосного бассейна, где под влиянием быстро поднимающегося Тимана водообмен усилен и идет интенсивное растворение соли и гипса. Кроме этого, в долинах рек имеются остатки самоизливающихся рассольных скважин. Химическая денудация соляной залежи достигает максимальной величины - 1324 микрона в год. В целом по участку химическая денудация в среднем составляет 291 микрон в год.

Для оценки скорости развития современных карстовых процессов в солях в районе Боровицкого прогиба на площади Верхнекамского

соленосного бассейна нами использован известный метод Н.В.Родионова. Рассчитанный по указанной методике показатель активности карста /А/ составил 3,5 % за 1000 лет. По данным Г.В.Короткевича /З/ для карстового района соляной горы Лоджа-Мумын в Средней Азии А=4,3 %, для Солотвинского соляного месторождения в Закарпатье А=0,26 %.

Для сравнения приведем аналогичные характеристики для районов сульфатного и карбонатного карста. Так, карстовая денудация карбонатных массивов для Пермской области составляет 33-35 микрон в год /6/. Показатель активности /А/ для гипсового карста Пермской области, по данным К.А.Горбуновой, составляет 0,8 % за 1000 лет.

Для территории СССР составлена карта подземной химической денудации. В среднем для всей площади Советского Союза этот показатель составляет 0,5 см за 1000 лет. Для высокогорных районов Большого Кавказа эта величина составляет 4 см. По данным В.Н. Дублянского /2/, химическое выветривание в районах, сложенных верхнеюрскими и меловыми известняками, оценивается в 21,8 - 81,3 м³/год. Наименьшие оценки получены для Карпат, наибольшие для Кавказа. Для Среднего Урала величина модуля подземного химического стока /1/ для водоносных комплексов карбонатных карстующихся пород палеозоя достигает 6,5-9,55 г/с с км². Для районов развития карбонатного карста северо-запада РСФСР вынос карбонатов кальция и магния оказывается в 2-4 раза больше, чем

для площадей, где карст отсутствует, и составляет 0,6-1,6 г/с с км². Для районов развития гипсового карста вынос сульфата кальция увеличивается на 1-2 порядка и достигает 1,6-3,8 г/с с км².

Таким образом, интенсивность химической денудации обусловлена литологическим составом пород, физико-географическими условиями и антропогенным фактором.

ЛИТЕРАТУРА

1. Всеволожская, М.: Подземный химический сток и его роль в формировании состава речных вод. Изд-во МГУ, ч. I, 1980, с. 104-116.
2. Дублянский, В.: О характере и интенсивности химической денудации в Горном Крыму. Гидрогеология и карстование. Пермь, 1971, вып. 4, с. 130-136.
3. Короткевич, Г.: Соляной карст. Л.: Недра, 1970, 252 с.
4. Коротков, А.: Количественная оценка интенсивности карстовых процессов. В кн.: Состояние и задачи карстоспелеологических исследований, М., 1975, с. 47-48.
5. Лушников, Е.: Влияние карста на денудацию рек Урала. В сб.: Химическая география и гидрогеохимия. Пермь, вып. 3-4, 1964, с. 47-48.
6. Максимович, Г., Горбунова, К.: Карст Пермской области. Пермь, 1958, 183 с.

БЕЛЪТКОВ, Герман
Ул.Большевистская, 200-24.
614060 Пермь
USSR

БЕЛЪТКОВ, Герман
Ул.Большевистская, 200-24
614068 Пермь
СССР

ПАЛЕОКАРСТ ЮГО-ЗАПАДА МЕЛЕКЕССКОЙ ВПАДИНЫ

ПЕЧЕРКИН, Андрей - ПЕЧЕРКИН, Игорь - ЗАКОПТЕЛОВ, Валерий

Исследование погребенного карста на юго-западном участке Мелекесской впадины (Среднее Поволжье) показывает, что карстовый процесс, развивавшийся в прошлые геологические эпохи, нашел свое отражение в наличии карстово-суффозионных форм на поверхности земли. Вся толща, перекрывающих закарстованные карбонатно-сульфатные пермские породы, юрских и четвертичных песчано-глинистых отложений подвержена суффозионным деформациям, локализованным участками интенсивной трещиноватости на сводах и крыльях тектонических структур третьего порядка, осложняющих поверхность кристаллического фундамента впадины. Общую мощность зоны карстово-суффозионных деформаций связанных с палеокарстом можно оценить в 150-450 м, т.е. от поверхности земли до кровли карстующихся казанских отложений. В свою очередь под зоной карстово-суффозионных деформаций залегает зона карстовых деформаций приуроченная ассельско-сакмарско-казанской карбонатной толще, а также и нижележащим девонским и карбоновым закарстованным горизонтам. Связи между расположением зон карстово-суффозионных деформаций и современным геоморфологическим строением территории, а также расположением палеодолины р.Волги не наблюдается.

Мелекесская впадина расположена на востоке Русской платформы в Среднем Поволжье и разоблачает Тохмовский, Татарский, Лигулевско-Пугачевский своды. Впервые благоприятные условия для развития карста сложились здесь в среднем девоне. Однако наибольшую интенсивность карстобразование приобрело в результате развития открытого карбонатно-сульфатного типа карста, которое происходило в конце ассельского - начале сакмарского века, в период артинского, кунгурского, уфимского веков, а также в конце казанского века, закончилось в результате погребения ассельско-сакмарско-казанской карбонатно-сульфатной толщи под татарскими аргиллитами мощностью от 60 до 140 м. С этого времени на описываемой территории развивается погребенный сульфатно-карбонатный карст. Первый этап его развития связан с перерывом в осадконакоплении между пермским и юрским периодами и продолжался, видимо, на протяжении всего триаса. Наиболее интенсивное развитие карста и связанные с ним суффозионные процессы наблюдается на участках наибольшего размыва татарских отложений, которые приурочены к присводовым частям тектонических поднятий третьего порядка и сильнотрещиноватым зонам на их крыльях. На поверхности земли формируются зоны обширных карстово-суффозионных провалов и просядок, к которым приурочены очаги инфильтрации как поверхностных вод казанских отложений в нижележащие закарстованные ассельско-сакмарско-казанские породы.

Большая продолжительность этого процесса, практически весь триасовый период, создает в татарских аргиллитах обширные, хорошо водопроницаемые "гидрогеологические окна", которые на локальных участках были выражены замкнутыми понижениями в рельефе земной поверхности или глубокими эрозийными врезами. Развитию карстово-суффозионного процесса в толще пермских пород способствует и наличие в казанских отложениях прослоев доломита, известняка, гипса.

В юрском периоде пермские породы были перекрыты глинисто-песчаной толщей мощностью от 40 до 160 м, что значительно ухудшило условия протекания карстово-суффозионных процессов в пермской толще. Под покровом юрских отложений карст и суффозия в рассматриваемом районе развивались весь меловой и палеогеновый периоды. В юрской толще развивались процессы, аналогичные тем, что име-

PALEOKARST OF THE SOUTH-WESTERN PART OF MELEKESKAYA DEPRESSION

Baried karst investigations carried out in the south-western part of Melekeskaya Depression (Middle Povolozje) show that karst process development of the past geological epochs is reflected by the availability of superficial karst-suffosional forms expressed on the earth surface. The whole thickness of Jurassic and Quaternary sandy clayey deposits covering karsted carbonate-sulphate Permian rocks undergoes suffosional deformations localized by the areas of intensive jointing developed in the arches and flanks of the third order tectonic structures making the surface of crystalline foundation of depression more complicated. The total thickness of karst-suffosional deformation zone associated with paleokarst, i.e. from the earth surface up to the roof of karstified kasan deposits is 150-450 m. In its turn, beneath karst-suffosional deformation zone there is a zone of karst deformations associated with asselsko-sakmarsko-kazan carbonate rock thickness as well as with the underlying Devonian and Carboniferous karsted rock. Interconnection of localization of karst-suffosional deformation zone, the present day geomorphological structure of the territory and position of paleovalley of the Volga River is not observed.

ли место в триасовом периоде в татарских отложениях. В результате в слабо водопроницаемых юрских породах сформировались локальные "гидрогеологические окна", приуроченные к присводовым частям тектонических поднятий третьего порядка и сильно трещиноватым зонам на их крыльях. На участках размыва юрских пород образовались группы обширных карстово-суффозионных депрессий.

В неогене развитию карстово-суффозионных процессов способствует формирование долины Палео-Волги, которая глубоко врезается в юрские отложения. Наличие больших масс поверхностных вод, значительный размыв юрских пород во многом способствуют активизации карста и суффозии.

Последующее в неоген-четвертичное время погружение описываемого района и формирование аллювиального покрова, мощностью от 50 до 170 м замедляет развитие карстово-суффозионного процесса. Однако, наличие локальных "гидрогеологических окон" в татарских и юрских отложениях, высокая обводненность неоген-четвертичного аллювия способствуют образованию на локальных участках поверхности земли обширных зон карстово-суффозионных и суффозионных деформаций, гидравлически связанных с сильно закарстованными ассельско-казанскими отложениями.

Таким образом к настоящему времени в пределах исследуемой территории сформировался погребенный сульфатно-карбонатный тип карста. Карстовые полости, толщи обвального-карстовых отложений приурочены, главным образом, к ассельско-сакмарско-казанской карбонатно-сульфатной толще, в особенности к сакмарскому ярусу нижней перми. Карстово-суффозионные и суффозионные процессы, приуроченные к вышеуказанным локальным участкам развиваются в перекрывающих татарских, юрских и неоген-четвертичных аргиллитах, глинах, песчаниках, песках. На поверхности земли результаты этих процессов выражены в качестве блюдцеобразных понижений, которые группируются в зоны.

Для того, чтобы разобраться в генезисе этих поверхностных форм, которые многие исследователи принимают за чисто суффозионные, не связанные с закарстованностью нижележащих отложений, последовательно рассмотрим соотношение их площадного распределения (рис. 1) с наличием водоупоров в неоген-четвертичных отложениях

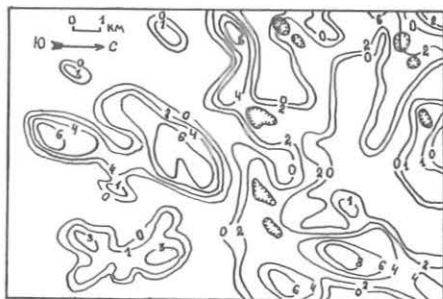


Рис. 1. Изолинии количества карстово-суффозионных провалов.

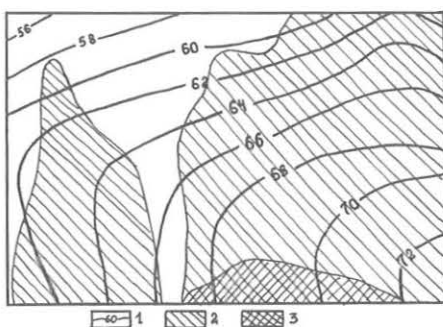


Рис. 2. Схема неоген-четвертичного водоносного горизонта. 1-гидроизогипсы, 2 - боремско-готеривский водоупор (глины с прослоями песков и олевролитов); 3-днепровско-лихвинский водоупор, супеси, илы).

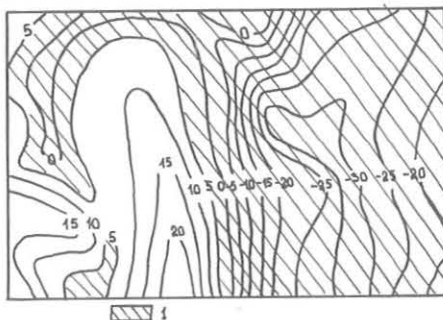


Рис. 3. Поверхность ирских отложений. I участок занят палеодолиной р.Волга.

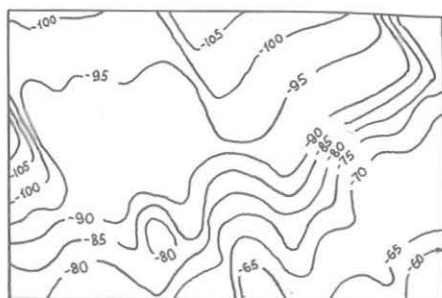


Рис. 4. Схема поверхности татарских отложений.

и уровнем подземных вод в них (рис. 2), наличием палеодолины р. Волги, поверхностями ирских (рис. 3), татарских (рис. 4), казанских (рис. 5) отложений, кристаллического фундамента (рис. 6) и зон повышенной трещиноватости (рис. 7).

Сопоставление рис. 1,2 показывает, что площадное распространение карстово-суффозионных форм на поверхности земли не зависит как от положения водоупоров, так и от уровня подземных вод в неоген-четвертичных отложениях. Это указывает на то, что их происхождение меньше всего связано только с суффозионными процессами, происходящими в неоген-четвертичной толще. Не наблюдается связи меж-

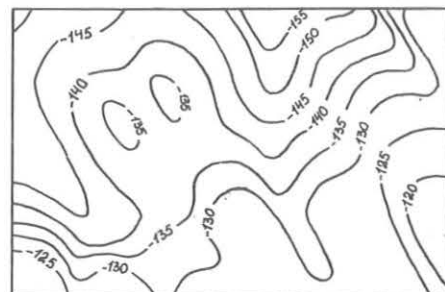


Рис. 5. Схема поверхности казанских отложений

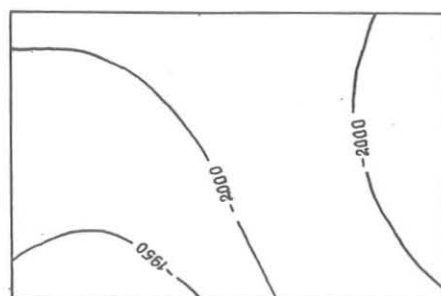


Рис. 6. Схема поверхности кристаллического фундамента

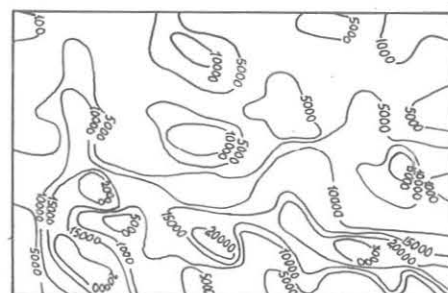


Рис. 7. Схема изолиний общей длины зон тектонических нарушений на I км².

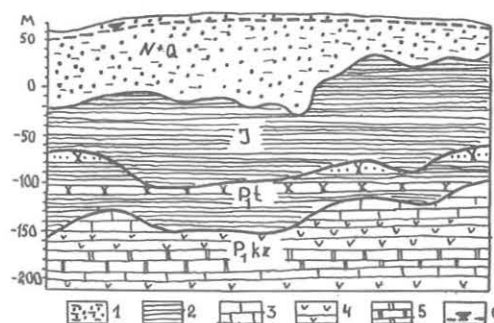


Рис. 8. Геологическое строение исследуемого участка. 1-аллювиально-дельтавиальные пески, глины, суглинки; 2-глины; 3-известняки и мергели; 4-гипс; 5-долломит; 6-уровень грунтовых вод.

ду распределением карстово-суффозионных форм и с положением погребенной долины р.Волги, врезанной на рассматриваемом участке в ирские отложения (рис. 3). Последнее указывает на то, что суффозионные процессы в неоген-четвертичной толще и формы ими образованные являются отражением на поверхности земли процессов, происходящих в более глубоких стратиграфических горизонтах и начавших-

ся задолго до формирования в настоящее время погребенной неоген-четвертичными отложениями долины р. Волги. На наш взгляд, единственное логичное объяснение происхождения западин на поверхности земли можно получить, рассмотрев их распределение на фоне структурно-тектонического строения и трещиноватости исследуемого участка.

Обратимся к рис. 4,5,6,7. Мы видим, что участки сгущения карстово-суффозионных форм соответствуют участкам с наибольшей раздробленностью тектоническими трещинами. Причем, ориентировка изолиний общей длины сильно трещиноватых зон на 1 км^2 поверхности (рис. 7) практически повторяет ориентировку изолиний количества карстово-суффозионных форм на 1 км^2 , что наглядно указывает на непосредственную связь закарстованности с тектонической трещиноватостью.

С другой стороны, сравнивая между собой рис. 4,5,6,7 мы видим, что наибольшей степенью раздробленности тектоническими трещинами обладают наиболее приподнятые участки поверхности татарского, казанского ярусов и кристаллического фундамента, отвечающие местоположению тектонических структур третьего порядка. На их склонах участки повышенной трещиноватости располагаются зонально, перемежаясь с менее раздробленными участками. Таким образом, через распределение зон повышенной тектонической трещиноватости мы можем связать распределение карстово-суффозионных форм на поверхности земли со структурно-тектоническим строением территории. Эта связь выражается в том, что наиболее закарстован-

ными оказываются присводовые участки тектонических поднятий третьего порядка, а также сильно раздробленные тектоническими трещинами зоны на их крыльях.

Следовательно, на рассматриваемом участке имеет место прямая связь между поверхностными карстово-суффозионными формами и степенью закарстованности и трещиноватости нижележащих карбонатно-сульфатных толщ, обусловленная структурно-тектоническим строением территории. Юрские и татарские отложения, в свою очередь, не являются региональными водоупорами. В них присутствуют водопроницаемые участки, соответствующие сильно раздробленным тектоническими трещинами зонам, по которым и развиваются карстово-суффозионные процессы. Причем с возрастанием степени трещиноватости будет, видимо, возрастать и водопроницаемость юрских и татарских отложений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изложенное показывает, что карстовые процессы, развивавшиеся в прошлые геологические эпохи при благоприятных условиях находят свое отражение на земной поверхности в виде карстово-суффозионных провалов и просядок. При этом суффозионным деформациям подвергаются не только четвертичные отложения, но и перекрывающие закарстованные песчано-глинистые коренные породы, что создает неблагоприятные условия для использования подобных территорий.

ПЕЧЕРКИН, Андрей; ПЕЧЕРКИН, Игорь;
ЗАКОПТЕЛОВ, Валерий.
Пермский университет, кафедра
инженерной геологии.
614600 Пермь, Букирева 15,
СССР

ЭВОЛЮЦИЯ ПАЛЕОКАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ В КАРБОНАТНЫХ ТОЛЩАХ

ТЮРИНА, Инна

Дан анализ факторов, влияющих на развитие палеокарстовых полостей в карбонатных породах шести нефтегазоносных районах СССР. Палеокарстовые полости являются основной эффективной нефтенасыщенной емкостью. Они установлены по керну, провалам бурового инструмента, поглощениям бурового раствора.

Формирование полостей происходило, преимущественно, в течение кратковременных (до I млн. лет) и длительных перерывов осадконакопления в зоне активного водообмена. Установлено более интенсивное развитие полостей в чистых разностях карбонатных пород, которые длительное время выщелачивались в условиях геосинклинального тектонического режима и влажного климата.

Кроме выщелачивания, росту палеокарстовых полостей способствуют процессы стилолитизации, раннеэпигенетической доломитизации, перекристаллизации. Кальцитизация, окремнение, сульфатизация приводят к уменьшению емкости полостей. Они развиты повсеместно, но более интенсивно в тектонически активных зонах.

При поисках месторождений нефти и газа в карбонатных породах необходим учет всех факторов, влияющих на развитие палеокарстовых полостей.

Карстовые полости содержат разнообразное полезное ископаемое, в том числе 40% нефти и значительное количество газа /4/. Месторождения с нефтегазоносными карбонатными коллекторами широко развиты в СССР. Эффективной емкостью в карбонатных нефтегазоносных породах являются различные карстовые полости (поры, каверны, закарстованные трещины, пещеристые полости), начальные формирование которых происходило во время перерывов в осадконакоплении преимущественно в зоне активного водообмена.

В исследованных карбонатных толщах ряда нефтяных месторождений Русской, Туранской плит, Ферганской, Таджикской впадин, Предкавказского прогиба различные карстовые полости установлены по керновому материалу, поглощениям промывочной жидкости, провалам бурового инструмента. Интенсивность их развития по площади и глубине, размеры неодинаковы в разных регионах. Это обусловлено следующими факторами: продолжительностью континентальных условий, тектоническим режимом, климатом территории, составом карбонатных пород.

На основе изучения палеогеографических, палеотектонических, литолого-фациальных обстановок в истории геологического развития исследованных районов выделены гидрогеологические циклы, включающие в карстовых областях инфлюзионный и элизионный этапы. В течение инфлюзионных этапов, продолжительность которых варьировала от менее I до 10 млн лет, карбонатные породы находились в зоне активного водообмена и интенсивно выщелачивались.

Наиболее длительное время (около 10 млн лет) существовали континентальные условия в палеогеновый период на территории Предкавказского прогиба (район Терского и Сунженского хребтов). Верхнемеловые известняки нефтяных месторождений Предкавказского прогиба интенсивно закарстованы и характеризуются высокими емкостными свойствами.

Наименее длительное время (менее I млн лет) находились в условиях инфлюзионного водообмена нижнепалеогеновые карбонатные породы нефтяных месторождений Ферганской впадины, отличающиеся низкими коллекторскими свойствами /5/.

Тектонический режим исследованных территорий во время инфлюзионных этапов гидрогеологических циклов был различен. В условиях геосинклинального тектонического режима выщелачивались интенсивно трещиноватые верхнемеловые карбонатные породы Предкавказского прогиба. В обстановке, близкой к геосинклинальной, находились во вре-

EVOLUTION OF PALEOKARST CAVITIES IN CARBONACEOUS SERIES

Factors affecting the development of paleokarst cavities in carbonaceous rocks of six oil-gas-bearing regions of the USSR have been analysed. Paleokarst cavities are basic effective oil-saturated capacities. They have been determined according to core, sinks of boring instruments, absorption of mud fluid.

Forming of cavities occurred, mainly, during ephemeral (up to I mln years) and long breaks in sedimentation in the zone of active circulation. More intensive development of cavities in pure carbonaceous rocks which have been leaching for a long time under conditions of geosynclinal tectonic regime and damp climate have been determined.

Besides leaching processes of stylolization, early epigenetic dolomitization and recrystallization promote an increase of paleokarst cavities. Calcitization, silicification and sulphatization result in reduction of cavities' capacities. They develop everywhere, but more intensive in tectonic active zones.

All factors affecting paleokarst cavity development must be taken into consideration when prospecting oil and gas in carbonaceous rocks.

мя перерывов в осадконакоплении верхнеюрские карбонатные отложения подъятий Туранской плиты и верхнедевонские известняки и доломиты нефтяных районов Припятской впадины. Высокая трещиноватость этих пород способствовала их интенсивному выщелачиванию.

В условиях платформенного режима формировались карбонатные коллекторы месторождений восточной окраины Русской плиты, Таджикской и Ферганской впадин, отличающиеся незначительной эффективной емкостью.

Формирование карбонатных коллекторов во время инфлюзионных этапов гидрогеологических циклов происходило в различных климатических условиях. В теплом, влажном климате каменноугольного, юрского и мелового периодов закарстовывались известняки, соответственно, восточной окраины Русской платформы, Туранской плиты и Предкавказского прогиба. В более сухом климате выщелачивались верхнедевонские известняки и доломиты Припятского прогиба и палеогеновые карбонатные отложения Ферганской и Таджикской впадин.

Таким образом, условия формирования карстовых коллекторов рассмотренных районов во время инфлюзионных этапов гидрогеологических циклов были неодинаковы. Как следствие этого, и коллекторские свойства этих пород различны. Наиболее высокоемкие верхнемеловые карбонатные коллекторы нефтяных месторождений Предкавказского прогиба, формировались в наиболее благоприятных условиях. О наличии крупных пещеристых полостей в этих отложениях свидетельствуют частые катастрофические поглощения промывочной жидкости, провалы бурового инструмента на глубину до 3 м, высокие коэффициенты продуктивности скважин.

Формирование карстовых полостей не заканчивается со сменой инфлюзионного этапа гидрогеологического цикла элизионным. Основными эпигенетическими процессами на элизионном этапе являются стилолитизация, перекристаллизация, раннеэпигенетическая доломитизация, способствующие увеличению карстовых полостей, а также кальцитизация, окремнение, сульфатизация, уменьшающие их емкость.

Стилолитизация развита во всех исследованных карбонатных толщах. Стилолиты являются ослабленными зонами в породе, к ним обычно приурочены открытые микротрещины с вторичными порами выщелачивания /2/. Плотность стилолитов уменьшается от геосинклинальных к платформенным областям.

Перекристаллизация, проявляющаяся в частичном растворении и пе-

пераспределении вещества с увеличением вторичной пористости, отмечена повсеместно. Более трещиноватые породы перекристаллизованы значительно.

Раннеэпигенетическая доломитизация, заключающаяся в замещении кальцита доломитом с образованием вторичных пор доломитизации, особенно характерна для верхнедевонских карбонатных пород Припятского прогиба, к которым приурочены высокоминерализованные хлоридные воды.

Эпигенетическая кальцитизация, проявляющаяся в заполнении пор, каверн, трещин, стилолитов, пещеристых полостей кальцитом, развиты во всех изученных карбонатных породах. Так, например, в обнажениях верхнемеловых известняков по р.Чанты-Аргун и одновозрастном карбонатном керне ряда нефтяных месторождений Предкавказского прогиба отмечены каверны, пещеристые полости почти заполненные вторичным кальцитом. В керне верхнеюрских карбонатных пород месторождений Таджикской впадины обнаружены трещины, инкрустированные кальцитом /5/.

Полостная седиментация в карстовых коллекторах после погружения массива ниже уровня моря, кроме кальцитизации, выражается также в появлении таких вторичных минералов, как ангидрит, кварц, халцедон, пирит, гидроокислы железа. Процессы эпигенетической сульфатизации, окремнения и другие в исследованных районах менее развиты.

Таким образом, эпигенетические процессы существенно изменяют емкость и структуру карбонатных коллекторов. Наиболее интенсивны эти процессы в тектонически активных зонах. Наличие прямой связи между трещиноватостью и вторичной пористостью карбонатных пород подтверждается многими исследователями /1,3/. Ведущим эпигенетическим процессом, обуславливающим емкостные свойства карбонатных коллекторов является карстовый процесс в зоне интенсивного водообмена во время перерывов в осадконакоплении. Необходимо отме-

тить, что территории с высокой тектонической активностью в прошлые геологические эпохи, характеризуются повышенной амплитудой новейших и современных тектонических движений. Следствием интенсивных новейших подвижек являются высокие пластовые давления, гидрохимические и термальные аномалии в зонах тектонических нарушений, обуславливающие и в настоящее время эволюцию карстовых полостей. Для успешных поисков, разработки месторождений полезных ископаемых карстового типа необходимо дальнейшее изучение особенностей развития палеокарстовых полостей.

ЛИТЕРАТУРА

1. ВОЛКОЛАКОВ Ф.К., ШВАРЦ Л.Я., ЯКОВЛЕВА В.И.: О связи коллекторских свойств карбонатных пород с литологическими и тектоническими факторами. Состояние и перспективы изучения коллекторов нефти и газа. М., 1971. с.15-20.
2. ГМИД Л.П., ЛЕВИ С.Ш.: Атлас карбонатных пород-коллекторов. Л., 1972. С.80.
3. КАЛАЧЕВА В.Н.: О связи трещиноватости с постседиментационными изменениями пород, слагающих трещинные коллекторы. Состояние и перспективы изучения коллекторов нефти и газа. М., 1971. с.43-47.
4. МАКСИМОВИЧ Г.А., БЫКОВ В.Н.: Карст карбонатных нефтегазоносных толщ. Пермь, 1978. с.95.
5. МАКСИМОВИЧ Г.А., ТЮРИНА И.М.: Роль карста в формировании карбонатных коллекторов нефти и газа Ферганской межгорной впадины. Гидрогеология и карстоведение, вып.6. Пермь, 1975. с.20-27.
6. ТЮРИНА И.М.: Палеогидрогеологические условия эволюции карстовых нефтегазоносных коллекторов Таджикской депрессии. Гидрогеология и карстоведение. Методика изучения карста. Пермь, 1987. с.58-62.

ТЮРИНА, Инна
614030, Пермь,
ул.Толбухина, 16, кв.24

TURINA, Inna
Ul. Tolbuhina 16, kv.24
Perm
SU - 614030
USSR

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ КАРСТА НА РУССКОЙ ПЛАТФОРМЕ

ПЕЧЕРКИН, Андрей

Субмеридиональная зональность карстопоявлений на Русской платформе определяется структурно-тектоническим строением платформы в целом и геологическим строением отдельных участков развития карста. На востоке платформы залегание растворимых пород контролируется структурами второго порядка, на западе - первого. Выходы карстующихся пород вытянуты, главным образом, в субмеридиональном направлении. На западе платформы карстуются, главным образом, карбонатные породы, на востоке - сульфатно-карбонатные и соляные.

Субширотная зональность карста обусловлена такими факторами как широтная климатическая зональность, субширотная смена четвертичных отложений (делювиальные, водноледниковые, озерноледниковые на севере, моренные, делювиально-элювиальные в центре, лессы и лессовидные на юге), геологическим строением растворимой толщи (преимущественно карбонатные и сульфатно-карбонатные на севере, меловые и соляные породы на юге). Таким образом, через геологическое строение растворимых толщ происходит своеобразная увязка субширотной и субмеридиональной зональности карстопоявлений в пределах Русской платформы.

Изучением закономерностей и условий развития карста на Русской платформе занимались в разное время М.А.Зубаченко (1947), Д.С.Сokolov (1962), Н.В.Родионов (1963), Г.А.Максимович (1963), Н.А.Твоздецкий (1972), И.А.Саваренский (1978), А.Г.Чикишев (1979). По мнению автора, анализ региональных закономерностей развития карста необходимо проводить на фоне геологического, структурно-тектонического, геоморфологического строения территории, климатической зональности и условий движения подземных вод. При этом особое внимание следует обратить на историю геологического развития исследуемого региона.

Самыми древними карстующимися отложениями Русской платформы являются верхнерифейские известняки и доломиты, залегающие в Пачелском, Оршано-Крестцовском, Предуральском прогибах, Брестской впадине, Московской синеклизе. Следовательно, развитие карбонатного карста становится возможным уже на ранней стадии развития Русской платформы. Сульфатные породы появились в геологическом разрезе платформы в нижнем ордовике в центральной части Московской синеклизы (ангидриты) и верхнем ордовике на южном склоне Балтийского щита, где впервые формируется сульфатный карст. Переслаивание доломитов и гипсов среднего и верхнего ордовика создаст предпосылки для формирования сульфатно-карбонатного типа карста. Формирование соляного карста следует связать с накоплением толщ солей в среднем девоне в западной части Московской синеклизы и в верхнем девоне - в Припятском, Днепровско-Донецком прогибах. Меловой карст развился в связи с накоплением в позднем мелу на юго-западе платформы мощных толщ пясчег мела. Следовательно, к началу палеогена в пределах Русской платформы сформировались все основные литологические типы карста: карбонатный, сульфатный, сульфатно-карбонатный, меловой, соляной.

По мере накопления растворимых горных пород и их последующего закарстовывания в геологическом разрезе Русской платформы сформировался ряд закарстованных горизонтов (рис.1). Наиболее развитыми как по площади, так и по мощности растворимых горных пород являются допалеозойско-палеозойские закарстованные горизонты. Исходя из их распространения территорию платформы можно подразделить на два обширных региона - восточный и западный, границу между ними провести по западной оконечности залегания пермских растворимых пород и лишь в районе Верхневолжской равнины граница между регионами будет соответствовать границе залегания ордовикских карбонатных

REGIONAL REGULARITIES OF RUSSIAN PLATFORM KARST

Submeridional zonation of karst process manifestation of Russian Platform is determined by both structural and tectonic structure of the platform on the whole and geological structure of its individual parts subjected to karst. On the east of the platform bedding of soluble rocks is controlled by the second order structures, on the west - by those of the first order. Karstic rocks outcrops are stretched mainly in submeridional direction. Carbonate rocks are karstified on the west, sulphate-carbonate and saliferous - on the east.

Sublatitudinal zonation of karst process development is conditioned by the following factors, such as: latitudinal climatic zonation, sublatitudinal alteration of Quaternary deposits (diluvial, fluvio-glacial, limnatic glacial - on the north; morainic, diluvial-eluvial in the centre; loess and loess-like - on the south), geological structure of soluble thickness (chiefly carbonate and sulphate-carbonate on the north, chalk and saliferous - on the south). Thus, sublatitudinal and submeridional zonation of karst process manifestation of Russian Platform is controlled by geological structure of soluble rock thickness.

пород в пределах Московской синеклизы. Восточный регион характеризуется залеганием максимум трех закарстованных горизонтов одного под другим: пермского, карбонового, девонского. На большей же части его площади залегают только карбоновый и пермский закарстованные горизонты. Большим разнообразием закарстованных горизонтов характеризуется западный регион, в пределах которого залегают растворимые породы ордовика, силура, девона, карбона и перми. Таким образом, практически на всей площади Русской платформы встречаются растворимые горные породы, однако, это не означает, что все они подвержены в настоящее время карстованию. На большей части территории карст развивался в прошлые геологические эпохи. Современные карстовые процессы развиваются лишь там, где растворимые горные породы выходят на поверхность или перекрыты водопроницаемыми четвертичными отложениями (рис.2).

Четвертичный покров как ледникового (северная часть платформы) так и неледникового (южная часть платформы) генезиса служит своеобразным регулятором подземного стока, обеспечивающим равномерное поступление подземных вод в закарстованный горизонт. Вместе с тем в понижениях доледникового рельефа мощность четвертичных отложений составляет 200-300 м, что является существенным препятствием для развития карста согласно сочетанию литологии карстующихся пород (карбонатных, сульфатных, сульфатно-карбонатных, меловых, соляных) и генезиса четвертичных отложений выделяются районы развития карста (рис.2).

Большое влияние на развитие карста оказывает геоморфологическое строение платформы, которое сформировалось под влиянием структурно-тектонического строения, современных вертикальных движений земной коры и многочисленных материковых оледенений. Наиболее благоприятные условия для развития карста создаются там, где положительные формы рельефа земной поверхности являются отражением структурно-тектонического строения территории. На участках, где положительные формы рельефа земной поверхности представляют собой остаточные ледниковые аккумулятивные образования развития карста затруднено, а иногда и невозможно.

Климатические условия развития карста Русской платформы ухудшаются с севера на юг как в связи с уменьшением количества осадков, так и с увеличением дефицита влажности воздуха и усилением способствующих испарению ветров. Наиболее благоприятные климатические

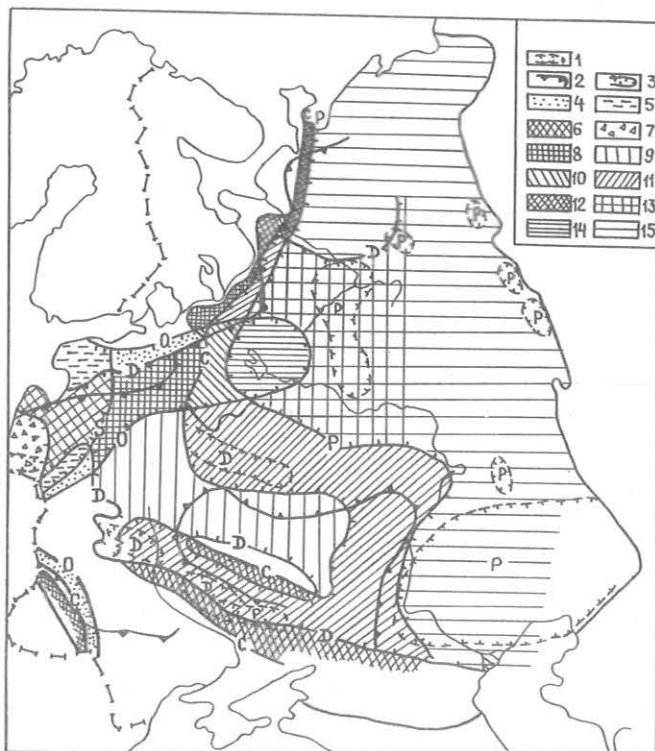


Рис. 1

Рис. 1. Схематическая карта распространения докембрийских закарстованных горизонтов на Русской платформе. Границы залегания: I - солей преимущественно пермского и девонского возрастов; 2 - сульфатных и переслаивания сульфатных и карбонатных пород; 3 - карбонатных пород ордовикского, силурийского, девонского, карбонового, пермского возрастов. Участки распространения закарстованных горизонтов; 4 - ордовикского; 5 - ордовикского и силурийского; 6 - ордовикского, силурийского, девонского; 7 - ордовикского, силурийского, девонского, пермского; 8 - ордовикского и девонского; 9 - девонского; 10 - ордовикского, девонского и карбонового; 11 - девонского и карбонового; 12 - карбонового; 13 - девонского, карбонового, пермского; 14 - ордовикского, девонского, карбонового, пермского; 15 - карбонового, пермского.

условия создаются в северных, северо-западных, центральных и восточных районах Русской платформы, особенно в пределах возвышенных участков местности, обусловленных наличием положительных тектонических структур, где наблюдается аномальное увеличение осадков. Поэтому, существует возможность объединить под эгидой структурно-тектонического строения логическую цепь все, включая климатические условия развития карста. Согласно широтной климатической зональности на Русской платформе выделяются три области развития карста (рис. 2); при избыточном (I), неустойчивом (II), недостаточном (III) увлажнении.

На Русской платформе растворимые горные породы выходят на поверхность главным образом по перифериям отрицательных и приводовых частях положительных структур фундамента. К осевым частям отрицательных структур (Балтийской, Московской, Прикаспийской синеклиз, Днепровско-Донецкого прогиба и к наиболее погруженным южным и восточным крыльям Волго-Уральской антиклизы приурочены залежи каменной соли.

Постепенное погружение кристаллического фундамента Русской платформы к востоку, югу и северо-востоку во многом обуславливает соотношение выходов растворимых горных пород на поверхность с порядком тектонических структур, в пределах которых они залегают.

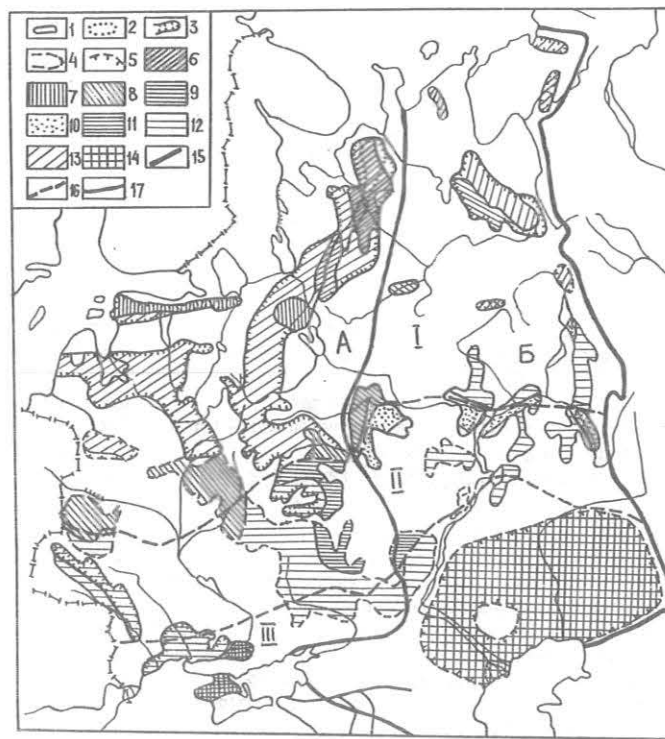


Рис. 2

Рис. 2. Схематическая карта развития карста на Русской платформе. Контуры залегания растворимых горных пород: I - сульфатно-карбонатные; 2 - сульфатные; 3 - карбонатные; 4 - мел и мелоподобные; 5 - соли. Закарстованный массив перекрыт: 6 - песками, супесями, валунными суглинками, водно-ледниковыми, флювиогляциальными и озерно-ледниковыми песчаными отложениями; 7 - маломощными чехлом элювиальных отложений; 8 - аллювиальными и флювиогляциальными отложениями задровых равнин (пески с гравием и галькой); 9 - отложениями формирующими древний ледниковый рельеф (Днепровский и Донецкий языки оледенения) - валунные суглинки с прослоями песков и подстилаемые подморенными флювиогляциальными песчаными отложениями; 10 - аллювиальными и озерно-аллювиальными отложениями в долинах крупных рек; 11 - лессами, лессовидными суглинками, супесями; 12 - элювиально-делювиальными отложениями различного состава; 13 - валунными суглинками с прослоями и линзами песков и супесей, водно-ледниковыми, флювиогляциальными и озерно-ледниковыми песчаными отложениями; 14 - морскими и аллювиально-дельтовыми отложениями Прикаспия (толщи глин с линзами песков и супесей). Границы: 15 - между регионами; 16 - областями; 17 - участками развития карста.

На западе, в центре, на северо-западе, юго-западе платформы выходы растворимых горных пород на поверхность обусловлены, главным образом, наличием структур первого порядка и ограничиваются отметками кристаллического фундамента от 0 до 2 км. Одна полоса выходов на поверхность растворимых горных пород, ориентированная С-Ю, частично СВ-ЮЗ и СЗ-ЮВ, протянулась вдоль западной оконечности Московской синеклизы. Другая, ориентированная СЗ-ЮВ, на северной оконечности 3-В проходит через Воронежскую антиклизу, Днепровско-Донецкую впадину, Балтийскую синеклизу.

Островное залегание растворимых горных пород имеет место в пределах Волго-Уральской антиклизы, Печорской синеклизы, Тимана, Причерноморской впадины, Белорусской антиклизы, на участках сочленения платформы Предкарпатским прогибом. Выходы растворимых пород приурочены к структурам второго порядка (Токмовскому, Жигулевско-Лугачевскому, Татарскому, Пермскому, Башкирскому сводам и др.), в пределах которых кристаллический фундамент платформы залегают на глубине 1-2 км.

Согласно влиянию структурно-тектонического строения платформы на распределение выходов на поверхность, в зону карстования, растворимых горных пород выделяем два региона развития карста (рис. 2).

В первом развитие карста обусловлено выходами на поверхность растворимых горных пород, которые контролируются тектоническими структурами первого порядка. Во втором (Б) - карстопоявления обусловлены выходами на поверхность растворимых горных пород, которые контролируются тектоническими структурами второго порядка.

Соотношение выходов на поверхность растворимых горных пород и тектонических структур, осложняющих кристаллический фундамент платформы в целом соответствует скоростям и знаку современных вертикальных тектонических движений. Для западной части платформы, где выходы на поверхность растворимых горных пород контролируются тектоническими структурами первого порядка наблюдается поднятие участков развития карста со скоростями от 2 до 4 мм/год, что способствует его интенсивному развитию. Спускания здесь характерны, главным образом для северо-восточной оконечности Московской синеклизы.

Для восточной половины платформы, занятой Печорской синеклизой, Тиманом, Волго-Уральской антиклизой, Прикаспийской синеклизой, в пределах которых участки выходов на поверхность растворимых пород контролируются структурами второго порядка характерно опускание со скоростью 2 - 6, а на Тимане до 8 мм/год. Однако, наличие высоко приподнятых тектонических структур второго порядка создает благоприятные условия для развития карста.

Следовательно, наличие или отсутствие современных вертикальных тектонических движений того или иного знака еще не определяет условия для развития карста. Скорости современных вертикальных движений будут определять этажность карстопоявлений на конкретных участках. При региональных исследованиях они должны рассматриваться в совокупности со структурно-тектоническим строением территории. Хотя, несомненно при преобладании восходящих современных тектонических движений закарстовыванию будут подвержены большие, как по площади, так и в разрезе массивы растворимых пород, нежели на участках с нисходящими движениями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в пределах Русской платформы мы должны рассматривать две закономерности общего порядка, влияющие на условия развития карста. Во-первых, структурно-тектоническое строение, во-вторых, физико-географическая зональность. Отдельные формы проявления карста будут определяться как литолого-геологическим строением растворимых толщ, так и литологией и генезисом перекрывающих их четвертичных отложений.

Согласно особенностям структурно-тектонического строения платформы в субмеридиальном направлении она делится на два обширных региона развития карста: восточный и западный. В восточном регионе залегание растворимых горных пород в пределах базиса карстования обеспечивается за счет тектонических структур второго порядка, а в западном - структур первого порядка. Причем, выходы растворимых горных пород на поверхность вытянуты, в большинстве своем в субмеридиальном направлении. Если в западном регионе карстуются главным образом карбонатные и меловые породы, то в восточном - сульфатно-карбонатные и соляные толщи. Следовательно субмеридиальная зональность карстопоявлений определяется как структурно-тектоническим строением платформы в целом, так и геологическим строением отдельных участков развития карста.

Субширотная зональность карстопоявлений на Русской платформе обусловлена такими факторами как широтная климатическая зональность, разнообразие и субширотная смена четвертичных отложений (от флювиогляциальных, водноледниковых, озерноледниковых на севере, через моренные и дельвиально-элювиальные в центральных частях до лессов и лессовидных суглинков на юге), геологическим строением растворимой толщи (преимущественно карбонатные и сульфатно-карбонатные геологические разрезы на севере, меловые и соляные на юге). Таким образом, через геологическое строение растворимых толщ происходит своеобразная увязка субширотной и субмеридиальной зональности карстопоявлений в пределах Русской платформы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гвоздацкий Н.А.: Проблемы изучения карста и практика. Мнск, 1972. 392 с.
2. Зубаченко М.А.: Опыт районирования карста Восточно-Европейской равнины // Тезисы докладов Молотовской карстовой конференции. Молотов, 1947. с.1-4.
3. Максимович Г.А.: Основы карстоведения. Пермь, 1963. Т. I. 440 с.
4. Родионов Н.В.: Карст Европейской части СССР, Урала и Кавказа. Госгеолтехиздат, 1963. 175 с.
5. Саваренский Н.А.; Украинская Н.П.: Карст // Инженерная геология СССР. Т. I. Русская платформа. Изд-во МГУ, 1978. с. 163-171.
6. Соколов Д.С.: Основные условия развития карста. Госгеолтехиздат, 1962. 366 с.
7. Чикишев А.Г.: Проблемы изучения карста Русской равнины. Изд-во МГУ, 1979. 304 с.

ПЕЧЕРКИН, Андрей
Пермский университет, кафедра
инженерной геологии. 614600 Пермь,
Букирева 15, СССР.

СПЕЛЕОГЕНЕЗ И ЭВОЛЮЦИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ

ГОРБУНОВА, Клара А. - МАКСИМОВИЧ, Николай Г.

Пещеры появляются на раннем этапе развития земной коры. В период активного магматизма на Земле в лавовых потоках возникают туннели и газовые пузыри. В условиях первичной атмосферы углекислотное выветривание сопровождается формированием полостей в силикатных породах. Карстовому спелеогенезу предшествует появление гидросферы, биосферы и осадочной оболочки земной коры, в состав которой входят карбонатные, сульфатные, галоидные отложения.

Спелеогенез, особенно гидротермокарстовый, активизируется в эпохи горообразования, когда карстующиеся породы попадают в зону гидрогенеза. В результате спелеогенеза эволюция земной коры приобретает принципиально новые черты: 1/образуются полости, иногда значительных объемов, возникают особые виды подземного литогенеза, возрастают фациальные неоднородности толщ; 2/идет процесс взаимодействия и взаимопроникновения гидросферы, атмосферы, биосферы, антропосферы и земной коры, смещение и усложнение их границ, что приводит к концентрации подземного стока, формированию подземной атмосферы, приспособлению жизни к подземным условиям; 3/экзогенные геологические процессы: эрозийные, гравитационные, гляциальные и другие смещаются вглубь массивов. Человек проникает в пещеры и использует их в практической деятельности.

1. Эволюция земной коры сопровождается сменой типов спелеогенеза. Вулканические и тектонические пещеры появляются на раннем этапе развития земной коры. В период интенсивного магматизма на Земле в лавовых потоках возникают туннели и газовые пузыри. В докембрии появляются брадикарстовые полости в кварцитах, железистых кварцитах как результат растворения в условиях первичной атмосферы, обогащенной CO_2 [5].

1.1. Карстовому спелеогенезу предшествует появление гидросферы, биосферы и осадочной оболочки земной коры, в состав которой входят карбонатные, сульфатные, галоидные породы. По данным А.В. Сидоренко и О.М. Розена, древнейшие карбонатные отложения имеют возраст более 3,7 млрд. лет. Сульфатные породы, состоящие на 99% из гипса и ангидрита, накапливались в эвапоритовых бассейнах. Эвапориты появились в начале рифея. М.А. Жарков и А.Л. Яншин в фанерозое намечают пять эпох гипсо- и соленаккопления: раннекембрийскую, зйфельскую, кунгурскую, позднемюрскую и миоценовую. Широкое распространение карстующихся пород по площади и в разрезе платформ, складчатых зон и прогибов предопределило развитие карста и спелеогенеза на протяжении длительной геологической истории [1]. В современную геологическую эпоху карбонатные (известняки, доломиты, мел, мрамор), сульфатные (гипсы, ангидриты), галоидные (каменная соль) карстующиеся породы в основном морского и лагунального, в меньшей степени континентального и метаморфического происхождения, слагают третья часть площади суши.

1.2. Спелеогенез проявляется в особых геотектонических обстановках, а именно на участках земной коры с положительными тектоническими движениями, сопровождающимися трещинообразованием. Все виды спелеогенеза, и особенно гидротермокарстовый, активизируются в эпохи горообразования, когда мощные толщи пород попадают в зону гидрогенеза.

2. В карстовый спелеогенез вовлечены различные элементы геологической системы: породы, поверхностные и, главным образом, подземные воды, газообразные компоненты атмосферы, а также биологическая среда, которые претерпевают необратимые трансформации. Спелеогенезу предшествует избирательное растворение пород по трещинам с выносом растворенных веществ. По мере возникновения крупных полостей возрастает роль подземного выветривания, эрозии, гравитационных и других процессов, сопровождающихся разрушением породы, переносом и отложением продуктов разрушения в виде различных типов хемогенных и обломочных осадков. При спелеогенезе происходит преимущественно вынос химических элементов из породы в гидросферу, в меньшей степени их концентрация в подземном пространстве.

СПЕЛЕОГЕНЕЗИС И ЭВОЛЮЦИЯ ЕАТНТНУСТ

Caves appear on the early stage of earthcrust development. Lava cave tunnels and lava blisters form in the periods of magmatic activity. Carbon dioxide weathering leads to the forming of silicate rocks cavities under primary atmosphere conditions. The appearance of hydrosphere, biosphere and sedimentary shell of earthcrust, which contains carbonate, sulphate, halogen rocks, precedes to the karst speleogenesis.

Speleogenesis, especially hydrothermocarstal, is more active in the orogenic epochs, when karst rocks are got to the hydrogenesis zone. As a result of speleogenesis, earthcrust evolution acquires new features: 1/cavities, sometimes of considerable size, forms; special kinds of underground lithogenesis appears; facies heterogeneities increase; 2/process of mutual penetration of hydrosphere, atmosphere, biosphere, anthroposphere and earthcrust, removal and complication of their boundaries goes on; that leads to the concentration of subsurface drainage, forming of underground atmosphere, adaptation of life to the underground conditions; 3/erosional, gravitational, glacial and other exogenetic geological processes remove deep into the massifs. A man penetrates into the caves and uses them in his practical activity.

3. Спелеогенез влияет на эволюцию подземной и поверхностной гидросферы. Процесс образования пещер начинается с формирования трещино-карстовых коллекторов, которые в дальнейшем переходят в пещеристые коллекторы подземных карстовых вод. Карстовые воды сами формируют коллекторы, которые могут достигать огромных объемов. В мире исследовано 29 пещер протяженностью более 43 км, среди них Флинт-Мамонтова (США) 530 км, Хельмох (Швейцария), Джэел (США) и другие. Сложными являются пещеры в неогеновых гипсах юга Украины: Оптимистическая 157 км, Озерная 107,3 км, Золушка 82 км [4]. Карстовым областям присущи определенные гидрохимические типы подземных вод.

3.1. Карстовые коллекторы развиваются по схеме: первичная трещина → закарстованная трещина → канал → пещера → сложная пещерная система. Они образуются при движении карстовых вод от области питания к области разгрузки и различно ориентированы в пространстве: от вертикальных до наклонных, ступенчатых, многоэтажных, горизонтальных пещер. В горных областях карстовые полости в глубину достигают более тысячи метров: Жан-Бернар (Франция) 1494, В.Пантхкина 1465 и Снежная-Меженного (Кавказ) 1370 [4]. Колоссальные объемы имеют отдельные гроты в известняках: Верна в пещере Пьер сен Мартен (Франция) 3,4, Грузинских спелеологов в Новоафонской (Кавказ) 0,9 млн. м³. Объем полостей Снежной-Меженного достигает 1,74, Кубышевской 1,1 млн. м³ [3].

3.2. Особенностью подземной гидросферы карстовых областей, вытекающей из наличия развитой сети пещеристых коллекторов, является высокая водообильность закарстованных пород, особенно карбонатных. В местах разгрузки карстовые воды питают мощные источники, такие как Воклюз (Франция) с расходом до 150, Обод до 60, Требишница (Югославия) свыше 200, Мчишта (Кавказ) до 200 м³/с. Для приморских карстовых районов характерна субмаринная разгрузка карстовых вод. Горные карстовые области, где карбонатные толщи осложнены разрывными нарушениями, отличаются концентрацией подземного стока в закарстованных тектонически нарушенных зонах в виде потоков, расположенных на разных гипсометрических уровнях.

3.3. Особенностью карстовых областей с развитыми пещерами является взаимосвязь поверхностной и подземной гидросферы [9]. Поверхностные реки и подземные карстовые воды образуют единую гидролого-гидрогеологическую систему. Примером является подобная система в Словении (Югославия): поверхностная р.Пивка → пещерная река в Постоянной Яме → подземный сток → пещерная р.Пивка в Планинской пещере → р.Уница в Планинском полье → подземный сток → источники Льюблицы [7]. Исчезающие поверхностные реки, подзем-

ные (пещерные) потоки, во многом свойственны гидросфере карстовых областей.

4. В процессе спелеогенеза существенно изменяется строение осадочной оболочки земной коры, сложенной карстующимися породами. Пещеры — это особые обстановки литогенеза и минералообразования, для которых характерен комплекс подземных химических, обломочных, органических и биохимических образований.

4.1. Спелеогенез сопровождается проникновением гидросферы, атмосферы, биосферы в земную кору, смещением и усложнением границ оболочек. Следствием этих процессов является концентрация подземного стока, формирование водообильных зон и резервуаров подземной атмосферы в закарстованных породах, что создает условия для приспособления и обитания организмов в подземной обстановке.

4.2. В процессе спелеогенеза отмечается смещение экзогенных геологических процессов: выветривания, гравитационных, эрозионных, суффозионных, гляциальных и других, вглубь земной коры. Морозное выветривание протекает особенно интенсивно в ледяных пещерах. Например, в гроте Вышка Кунгурской пещере (Пермская область) в течение зимы на поверхности породы, в трещинах намерзает лед, способствуя ее разрушению. В теплый период лед тает, что активизирует процессы растворения. Гравитационные процессы, сопровождающиеся обрушением сводов и образованием осыпей, могут достигать больших масштабов. В Кунгурской пещере объем отдельных осыпей превышает 10 тыс.м³.

В некоторых полостях существуют условия для образования многолетней мерзлоты и ледников. Подземный ледник и снег в пещере Снежной (Кавказ) объемом 35 тыс.м³ погружается на глубину более 200 м [5]. В Добшинской пещере (ЧССР) мощность ледника достигает 20 м, а объем 125 тыс.м³ [8]. Эрозия пещерных потоков, эрозионные формы и подземный аллювий проявляются на глубинах более 1000 м. По мере развития полостей активизируется суффозия в вышележащих покровных отложениях.

4.3. В процессе спелеогенеза может происходить вскрытие полостей, обрушение их сводов и появление на земной поверхности провалов, провальных котловин и карстовых долин.

5. Изменения, сопровождающие эволюцию участков земной коры, сложенных карстующимися породами, на определенном этапе спелеогенеза приобретают социально-экономические аспекты, обусловленные возможностью использования подземного пространства в туристских, лечебных, научных и других целях, пещерных рек — для водоснабжения и энергетических целей, минеральных ресурсов (фосфоритов и др.) в качестве полезных ископаемых. Создаются условия для проникновения человека вглубь массивов горных пород и непосредственного исследования протекающих в них процессов. Все большее влияние на спелеогенез оказывает техногенез. Появляется необходимость охраны пещер.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОРЕУНОВА К.А.: Карстведение. Вопросы типологии и морфологии карста. Пермь, 1985. 88 с.
2. ДОРОФЕЕВ Е.П.: Взаимосвязь подземных и поверхностных карстовых форм на примере Кунгурской пещеры. Проектирование, строительство и эксплуатация земляного полотна в карстовых районах. М., 1968. С. 147-151.
3. ДУБЛЯНСКИЙ В.Н., КЛИМЕНКО В.И. и др.: Комплексные карстолого-спелеологические исследования и охрана геологической среды Западного Кавказа (методические рекомендации). Сочи, 1987. 123 с.
4. КЛИМЧУК А.Б., КИСЕЛЕВ В.Э.: Крупнейшие пещеры и шахты мира. Пещеры. Пещеры в гипсах и ангидритах. Пермь, 1988. С. 140-142.
5. МАКСИМОВИЧ Г.А.: О силикатном брадикарсте тропической зоны. Гидрогеология и карстведение. Пермь, 1975. С. 5-14.
6. ТИНТИЛОЗОВ З.К.: Карстовые пещеры Грузии. Тбилиси, 1976. С. 173-176.
7. GAMS I.: Aperçu sur l'hydrologie du Karst slovène et sur ses communications souterraines. NAŠE JAME. 1965. N 1-2. 51-60.
8. KUČERA V., HRONAS J., SKŘIVÁNEK F.: Jeskyně a propasti v Československu. Academia Praha, 1981. 252 s.

GORBUNOVA, Klara A.,
MAXIMOVICH, Nikolay G.
Komsomolsky pr. 49-2
PERM, 614039, USSR

ГОРЕУНОВА, Клара А.
МАКСИМОВИЧ, Николай Г.
СССР, 614039, ПЕРМЬ, Комсомольский
пр. 49, кв. 2

КАРСТ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ СПЕЛЕОГЕНЕЗА В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ СССР

БЕРСЕНЕВ, Юрий

Карст этой территории до последнего времени был слабо изучен. Карстующиеся породы здесь занимают 19600 км². Они представлены разновозрастными (AR₁-K₂) известняками и доломитами. Составлена карта закарстованности и районирования карста. Различные карстовые районы характеризуются своеобразием набора карстовых явлений. Это обусловлено взаимодействием многих факторов, определяющих условия картификации. Наибольшее влияние оказывает интенсивность эрозионного вреза. Она определяется направленностью неотектонических движений и гляциозватическими колебаниями уровня моря. В регионе известно 248 пещер. В различных районах находятся разные по морфологии и генезису пещеры. Установлены закономерности в их распространении. Выделен тип пещер (коррозионный), развивающихся при незначительной скорости движения вод. 17,2% пещер включают элементы сформировавшиеся как полости разных генетических типов. Разработана региональная морфологическая классификация пещер. Большинство излученных пещер - реликтовые. Они сформировались в плейстоцене, реже в плиоцене в условиях менее расчлененного рельефа. Лишь 9% пещер продолжают развиваться в настоящее время. Спелеотемы росли только в эпохи межледниковий плейстоцена и в голоцене.

Первые письменные сведения о карстовых явлениях на данной территории относятся к 1857 г. Вместе с тем, слабая хозяйственная освоенность основных районов распространения карстующихся пород обусловила недостаточную изученность карста региона. В настоящее время установлены основные закономерности в распространении типов карста и соответствующих карстовых явлений, но в некоторых районах специальные исследования не проводились.

В регионе распространены лишь карбонатные, неравномерно распределенные по площади (рис.) разновозрастные (AR₁-K₂) карстующиеся породы. В юго-восточной части Сибирской платформы (I) карстующиеся породы - преимущественно горизонтально залегающие доломиты и известняки (R-C₁), мраморы (AR) и известняки (C) - имеют наибольшее распространение (суммарная площадь 18 450 км²). Здесь известно 14 пещер (длиной до 1700 м). Широко распространены провальные и коррозионные воронки, депрессии, поноры, источники. В восточной части Лонголо-Охотского складчатого пояса (II) на выходах известняков (R₃-C₂) и мраморов (AR₂-PR₁) суммарной площадью 630 км², имеются коррозионные и коррозионно-суффозионные воронки, единичные пещеры, поноры и источники. В Бурейском среднем массиве (III) распространены разнообразные по составу карбонатные породы (PR, C, D) суммарной площадью 635 км². Наиболее закарстованы известняки (R-C), в которых найдено 20 пещер, шахты (глубиной до 74 м), слепые полости, коррозионные воронки, поноры и источники.

В Сихотэ-Алинской складчатой области (IV) выходы карстующихся пород многочисленны, но не достигают значительных размеров (суммарная площадь 350 км²). В основном это рифогенные массивы и олигоцениты (PZ₂-MZ). В северной части области имеются 9 пещер (длиной до 1100 м), коррозионные и провальные воронки, карры и поноры. Центральное-Сихотэ-Алинской зоне развиты останцы, арки, ниши, карры, поноры, источники. Исследовано 17 пещер (длиной до 3200 м). Прибрежной зоне имеются 24 пещеры (длиной до 830 м) и колодцы,

KARST AND FEATURES OF SPELEOGENESIS IN THE EASTERN USSR

At present karst of this region has not been well studied. Area of karst rocks is 19600 km². They are represented by limestones and dolomites of various age (AR₁ - K₂). The map of karst formation and regionalization has been compiled. Different karst regions are characterized by their own pattern of karst phenomena. It is due to many factors, determining karstification. It is mostly effected by the intensity of changes of erosion basis which might be determined by the direction of neotectonic movements and glacio-evstatic sea-level fluctuations. 248 caves have been investigated in this region. Genesis and morphology of caves vary in accordance with their position. Their distribution pattern has been established. The type of caves (corrosion), developing under conditions of water movement at slow speed has been determined. 17,2% of caves may be characterized as including elements formed as that of different genetic types. Cave morphological classification of the region under study has been composed. The majority of the caves are relict. They were formed in Pleistocene, seldom in Pliocene under conditions of less dissected relief. Only 9% caves have been still developing. Speleotemes were forming only during interglacial epochs of the Pleistocene and in Holocene.

а также реликтовые (преимущественно K₂) гидротермокарстовые полости. Характерные поверхностные формы карста - останцы, арки, карры. Для самой южной части области типичны в основном небольшие (длиной до 540 м) пещеры и колодцы. Встречаются шахты (глубиной до 122 м), слепые полости, туннели, арки, останцы, воронки, источники. В западной части области (Ханкайский срединный массив), где имеются сравнительно большие площади (233 км²) дислоцированных карбонатных пород (AR₂, PR, C), преимущественно перекрытых чехлом рыхлых кайнозойских отложений, распространены коррозионные и коррозионно-суффозионные горонки, погребенные воронки и котловины, а также многочисленные полые, обводненные и кольматированные полости. Известна 21 пещера (длиной до 1100 м).

В Сахалинской складчатой области (V) карстующиеся породы имеют ограниченное распространение (20 км²) и представлены известняками и мраморами (P-K₂). В восточной части области известно 29 пещер, единичные шахты (глубиной до 123 м), останцы, арки, карры.

Столь неравномерное распространение карстующихся пород и карстовых явлений обусловлено сложностью геологического строения, меридианальной вытянутостью территории и влиянием окраинных морей, определившими контрастность литологических, тектонических, геоморфологических и климатических условий карстообразования в различных частях региона. Наибольшее влияние на развитие карста оказывает интенсивность эрозионного вреза, определяемая направленностью неотектонических движений и эвстатическими колебаниями уровня моря. Она выражается в типологии карста, питании, движении и разгрузке карстовых вод и интенсивности карстообразования. При этом колебания уровня моря оказывают более интенсивное, но локальное воздействие (в прибрежных районах). Выделяются четыре группы районов, различающихся по неотектонической обстановке: 1. относительно стабильной; 2. прогибания; 3. незначительных знакопеременных, с преобладанием положительных движений; 4. воздымания.

Районы I группы характеризуются унаследованно развивающимся задернованным карстом. Здесь распространены горизонтальные полосты. Наиболее крупные развивающиеся пещеры имеют лабиринтное строение, обусловленное коррозионным воздействием медленно движущихся вод. Питание карстовых вод в данных районах осуществляется за счет очаговой и площадной инфильтрации (расход воды в понорах до $5 \text{ м}^3/\text{с}$). Инфильтрация играет второстепенную роль в связи с развитием вечной мерзлоты. Движение карстовых вод осуществляется по трещинам напластования. Разгрузка — через источники (дебит до $20 \text{ м}^3/\text{с}$).

Для районов 2 группы типичен покрытый и бронированный карст. Реликтовый карст в основном колматированный и погребенный. Наблюдаются многоэтажные лабиринтные горизонтальные пещеры, нижние этажи которых колматированы. Питание карстовых вод осуществляется за счет инфильтрации в местах выхода карбонатных пород на поверхность. Инфильтрационное питание в настоящее время отсутствует, хотя, судя по морфологии реликтовых колматированных полостей, в палеогене и неогене оно играло большую роль. Карстовые воды слабонапорные или безнапорные, скорости их движения крайне низкие.

В районах 3 группы преобладает поверхностный задернованный, а также подземный развивающийся карст, в долинах рек — подальвиальный. Реликтовый подземный карст как полый, так и колматированный. Здесь распространены полости со сложной морфологией, обычно включающие вертикальные колодцы. Преобладают небольшие реликтовые пещеры-поноры. Питание вод инфильтрационное, в меньшей степени — очагово-инфильтрационное. Из-за широкого распространения пликативных и дизъюнктивных дислокаций отсутствует выраженная направленность движения карстовых вод. Дренажируются они многочисленными источниками.

Районы 4 группы характеризуются преимущественно частично задернованным карстом. Преобладают коррозионно-эрозионные пещеры имеющие сложную морфологию, обусловленную изменениями геоморфологических условий карстообразования. В некоторых пещерах имеется несколько этажей, сформировавшихся как полости различных генетических классов. Массивы карстующихся пород имеют небольшие размеры и отличаются крутыми склонами, что обуславливает ограниченное распространение карстовых вод. Питание их осуществляется за счет площадной, реже — очаговой инфильтрации. Интенсивная трещиноватость при значительных относительных превышениях определяет полное дренирование (в разрезе) карстовых вод. Внутри массивов воды создают единый уровень, где наблюдается их медленное движение в сторону дрена. Источники единичны.

В прибрежных районах наблюдается наиболее расчлененный рельеф карстовых массивов, обусловленный неоднократными регрессиями уровня моря в плейстоцене (с амплитудой до 125 м, современный уровень на 5 м ниже максимального). Здесь развит голый и частично задернованный карст. Широко распространены небольшие, преимущественно реликтовые пещеры-источники, колодцы и шахты. Развивающиеся пещеры единичны. Питание карстовых вод площадное инфильтрационное, на крупных массивах — очаговое инфильтрационное. Водопроницаемость неравномерная. На участках тектонических нарушений наблюдаются локальные концентрации вод. Положение подстилающего горизонта и форма его поверхности определяют наличие зоны склонного движения и характер разгрузки.

Климат и вечная мерзлота являются ведущими факторами, определяющими интенсивность развития карста в различных частях региона. Разница в среднегодовых температурах между южными и северными районами — $14,4^\circ$, а в количестве осадков между континентальными и прибрежными районами — до 905 мм/год. Это находит отражение в резкой дифференциации развития прежде всего поверхностных форм карста. Вечная мерзлота охватывает больше половины площади выходов карстующихся пород региона. Ареал её существенно изменился в плейстоцене. В районах распространения вечной мерзлоты наиболее интенсивно развивается подмерзлотный карст. Климат — главный фактор, определивший изменение морфогенеза карстовых форм в северной части региона, где преобладают реликтовые формы поверхностного карста, а некоторые их виды при ныне существующих условиях вовсе не образуются.

Современная скорость карстовой денудации находится в зависимости от климата и типологии карста. Рассчитанные по формуле М. Пулина её значения в различных районах составляют — поверхностная 7-34, а подземная 16-38 $\text{м}^3/\text{год}\cdot\text{км}^2$. Интенсивность карстообразования на была постоянной во времени, что обусловлено увеличением или уменьшением воздействия разных факторов, которое происходило с различной скоростью. Наиболее динамичные факторы — климат и связанные с ним распространение вечной мерзлоты и ледо-

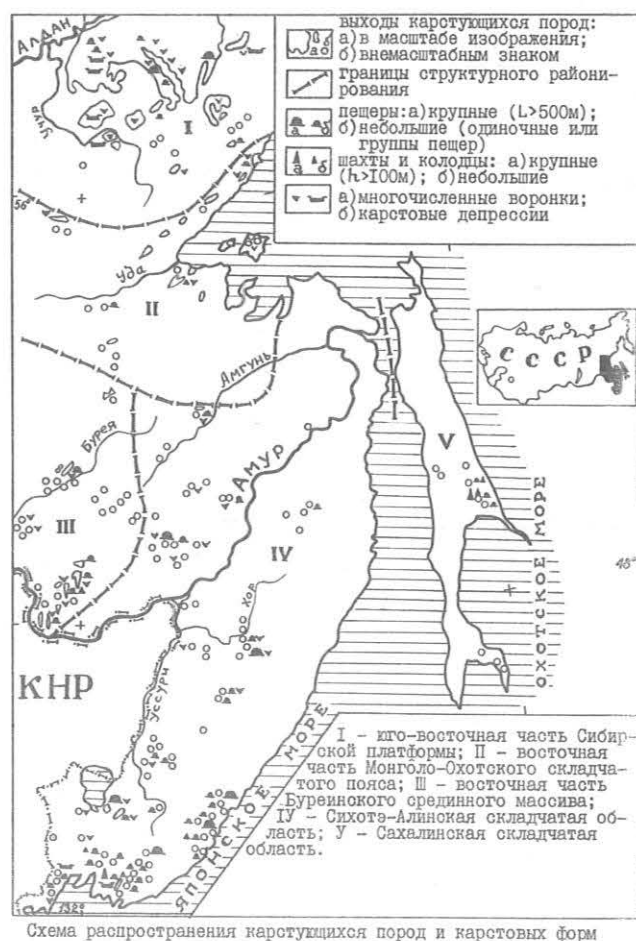


Схема распространения карстующихся пород и карстовых форм

витость окраинных морей (в значительной степени определяющая количество осадков), а также колебания уровня моря и обусловленные ими этапы эрозионного вреза. Изменения условий карстообразования отразилось в морфогенезе крупных форм карста. Современные условия менее благоприятны для развития карста, чем имевшие место во время климатического оптимума голоцена и межледниковий плейстоцена и значительно хуже существовавших в олигоцене-плиоцене.

Карст в регионе в той или иной степени развивался постоянно, когда карстующиеся породы оказывались в континентальных условиях. Подавляющее большинство древних карстовых форм к настоящему времени уничтожено в результате денудации. В различных районах обнаружены погребенные формы. Они развивались в рифее, кембрии, позднем палеозое, триасе, мелу. Наиболее древние карстовые формы, сохранившиеся в современном рельефе — карстовые депрессии (палеобразные котловины) в северной части региона, частично заполненные олигоценовыми осадками. Характерная черта карста региона — большинство карстовых форм древнее окружающего рельефа. Это закономерно как для поверхностных (например, 74% коррозионных воронок являются реликтовыми), так и подземных (лишь 9% исследованных пещер продолжают развиваться в сторону увеличения объема) форм. Реликтовость форм карста определяется их расположением на узких водоразделах и гребнях, вскрытием вертикальных полостей на обрывах, сохранностью форм и отложений, степенью заполненности и морфологией; полным отсутствием водосборных бассейнов или их явным несоответствием размерам и морфологии наблюдаемых форм. Размеры реликтовых форм, их морфология и характер отложений указывает, что большинство из них формировалось в более благоприятных климатических условиях. Они развивались преимущественно при менее расчлененном рельефе, о чем, в частности, свидетельствует минералогический состав отложений пещер, показывающий, что их водосборные бассейны включали выходы некарстующихся пород.

Всего в регионе известно 198 пещер против каянности более 10 м. Среди них преобладают разветвленные и усложненные (42,2%) пещеры. Длина 38,6% пещер — до 20 м, 16,8% — до 100 м, у 4% — более 500 м. 83,7% полостей имеют глубину до 20 м и лишь 2,5% достигают глубины 80 м. У подавляющего большинства пещер наблюдаемые входные от-

верстия образовались значительно позже, чем примыкающие к ним части полостей. Они находятся на абсолютных отметках от 0 до 870 м, а относительные их превышения от 0 до 475 м. Корреляция пещер или их элементов с речными террасами возможна лишь для относительно молодых (средне-позднеплейстоценовых), расположенных вблизи дренарующих массивов рек полостей (из-за резкого отставания скорости коррозионно-эрозивной проработки массива от скорости врезания речной долины). Вследствие этапности интенсивного эрозивного врезания многие пещеры не успев стать зрелой пещерной системой, прекратили свое развитие в сторону увеличения объема (на II - III стадии развития по Г.А.Максимовичу). Большинство подобных пещер древнее окружающих форм рельефа. Крупные пещеры в основном находятся на сухо-галерейной и грото-камерной стадиях развития. В некоторых пещерах имеются следы размыва суглинков и хемогенных отложений, заполнявших полости. В регионе преобладают (56,6%) коррозионно-эрозивные полости горизонтальной циркуляции карстовых вод. Изменение внешних условий карстообразования определило морфогенетическую перестройку процесса развития полостей: одна и та же пещера может включать элементы, сформировавшиеся как полости различных генетических классов (17,2% пещер региона). Для большинства развивающихся пещер характерны незначительные скорости движения вод, обуславливающие развитие полостей коррозионного класса, тогда как реликтовые пещеры развивались преимущественно как коррозионно-эрозивные полости.

Состав рыхлых отложений в пещерах региона зависит от генезиса полости - в коррозионно-эрозивных значительную роль играют алевролиты и псаммиты, а в коррозионных они обычно отсутствуют. Мощность рыхлых отложений у 62% пещер до 1 м, максимальная (вскрытая) - до 9,5 м. Водные хемогенные отложения разнообразны по морфологии и генезису. Их развитие и видовой состав зависят от стадии развития полости и её конфигурации, климата района и состава карстующихся пород. Наиболее широко распространены в пещерах южной части региона. Во многих пещерах различаются две, реже три генерации субтерральных отложений. Характерная черта реликтовых натёков - более крупные размеры по сравнению с новообразованными. По результатам радиоизотопного датирования установлено, что их рост происходил в эпохи межледниковий плейстоцена, а в эпохи похолоданий прекращался, что обусловило резкое различие генераций. Морфология натёков показывает, что инфильтрация в пещеры в эпохи межледниковий плейстоцена была выше, чем в голоцене. Глиняные отложения распространены в пещерах расположенных в разных частях региона. Их видовой состав и объем льдов определяются морфологией полости, а также положением и размерами входного отверстия. Метаморфические многолетние льды имеются в 16 пещерах, а ледники - в 6 (объем льда до 4000 м³). Радиоизотопным датированием установлено, что даже самые крупные ледяные образования сформировались в голоцене.

Yu.I.BERSENEV, Pacific Institute of Geography USSR Academy
of Sciences Far East Division, Vladivostok

Ю.И.Берснев, Тихоокеанский институт географии ДВО АН СССР,
г.Владивосток, СССР

ОСОБЕННОСТИ КАРСТА И ЭКОЛОГИИ ПЕЩЕР АЛТАЯ

АБРАМОВ, И. П. · ИВАНЧЕНКО, В. Г.

Среди прочих карстовых областей Сибири Алтай выделяется широким распространением активного в настоящее время аллогенного карста, что определило существование на Алтае глубочайших шахт Сибири и Дальнего Востока. На Алтае известно около десятка интересных для спортсменов-спелеологов пещер. Слабая изученность высокогорного карста алтайских хребтов привлекает спелеологов возможностью открытия глубочайших пещер. Большинство интересных пещер находятся в хорошем состоянии, однако угроза нарушения экологического равновесия вполне реальна. Действенный путь охраны пещер видится в их оборудовании и использовании для туризма и в повышении экологической культуры населения.

Горный Алтай – это западная часть Алтае-Саянской горной системы, расположенной в центре Азиатского материка на юге Сибири. На небольшой территории здесь сосредоточены все виды горных ландшафтов – от таёжных низкогорий до ледниковых вершин. Несмотря на наличие дорог и близость густонаселённых территорий, Алтай сравнительно мало затронут хозяйственной деятельностью. Здесь ещё сохранились места с первозданной природой по своему экологическому состоянию уникальные для юга Сибири.

В настоящее время для Алтая реальна угроза нарушения экологического баланса в связи с предполагаемым строительством на р. Катунь каскада ГЭС, хотя общественность страны активно выступает против этого.

Условия развития карста. Карстующие породы занимают на Алтае до 9000 км²/1-2/. Верхняя высотная граница развития карста проходит около отметки 3000 м. Подавляющая часть карстовых форм сосредоточена в низкогорье, а все крупные пещеры приурочены к высотным отметкам 800-1000 м, хотя известны пещеры и на высоте 2500 м. Пещеры Алтая залегают, как правило, в плотных метаморфизованных известняках протерозоя и палеозоя, реже в мраморах.

Климат Алтая резко континентальный, количество годовых осадков составляет 400-1000 мм. Современная скорость карстовой денудации изменяется от 33 до 98 м³/год км² /2/.

Спелеологическая изученность. Систематическое спелеологическое изучение Алтая началось с 60-х годов XX в с развитием спелеологии и спелеотуризма в Томске и Новосибирске. В настоящее время крупные пещеры известны лишь на 6 карстовых участках 4 хребтов в густонаселённых районах низкогорья.

Специфика спелеогенеза. Горизонтальные или многоярусные пещеры автогенного карста, развившиеся близ зеркала подземных вод и приуроченные к бортам долин и террасным уровням, невелики. Крупнейшая пещера такого типа – Музейная (табл.).

Speciality of Karst and cavern's ecology of the Altai

Abramov I.P., Iwantchenko W.G.

Among all the Siberian karst regions the Altai is famous the widespread allogenous karst that active at present. This determines the existence of the karst abvsses that are the deepest in Siberia and the Far East. There are about dozen caverns interesting to speleologists in the Altai. The Altai's ranges, especially the high-altitude karst regions are studied not well and this attracts speleologists with the possibility of the deepest caverns' discovery. Most of the interesting caves are in condition but there is an ecology disbalance threat. The real way to caves' protection is in the caves' equipment for tourism and the population's ecology culture rising.

Крупнейшие пещеры Алтая

Название пещеры	Глубина, м	Протяжённость, м	Район	Обводнённость
Экологическая (Кёкташ)	340	1740	Семиинский хребет	Поглощающий поток
Алтайская	240	3500	Семиинский хребет	Поглощающий поток
Туткушская	220	1200	Хребет Иолго	Подземные озёра
Соантехничская	210	1000	Семиинский хребет	Подземный ручей
Геофизическая	130	500	Семиинский хребет	Поглощающий ручей
Ингурек	82	250	Хребет Иолго	Поглощающий поток
Опасная	60	180	Семиинский хребет	Поглощающий поток
Музейная	33	850	Бачелакский хр.	Сухая
Каракокшинская	24	520	Хребет Иолго	Подземная река
Прямухинская	40	400	Тигирекский хр.	Сухая

Все большие пещеры Алтая имеют аллогенное происхождение и представляют собой коррозионно-эрозионные шахты приуроченные к поверхностям древнего пенеплена в приводораздельной части хребтов. Небольшое число пещер данного аллогенного генезиса в настоящее время неактивно и не поглощает воду (Прямухинская, Туткушская). Эти пещеры слабо обводнены и имеют хорошо разработанные естественные входы, не приуроченные к поверхностным карстовым формам. Большинство подобных пещер значительно обводнено и активно развивается. Только в зимнее время эти пещеры сравнительно сухи, а летом и в межсезонье они поглощают значительные водотоки. При малых размерах входа пещеры и большой насыщенности потока аллювием и органическим мусором неминуемо происходит засорение понора. Периодические обрушения карстовой воронки также перекрывают возможные проходы для человека. Поэтому полости чаще всего не имеют входов. Несмотря на это наличие крупной пещеры под конкретной воронкой можно определить по микроклиматическим аномалиям, движению воздуха вблизи понора. В холодное время место возможного входа покрывается кристаллами инея, там становится снег, сохраняется растительность. По таким признакам были обнаружены и вскрыты пещеры Экологическая, Алтайская, Соантехничская и другие.

Высокогорные карстовые формы Алтая часто взаимодействуют с гляциальными. Местами воронки и провалы перекрыты моренными отложениями, что делает невозможным проникновение в скрывающиеся под ними пещеры. Но в ряде случаев ледниковая деятельность облегчает развитие карста, особенно бронированного, когда растворимые породы перекрыты сверху магматической интрузией. Экзотическая деятельность льда вырабатывает в магматическом чехле кар, который вскрывает подстилающий известняк. Заложённые в подобных условиях пещеры обнаружены в 1988 г. на Теректинском хребте. Их входы расположены на высоте 2300 м в ледниковом цирке и поглощают сток небольшого ледника. Подобный аллотенный карст весьма благоприятен для формирования глубоких полостей, тем более, что мощность карбонатных отложений под магматическим чехлом велика, а перепад высот до базиса эрозии превышает 1000 м.

Экология пещер Алтая. Очевидно, что в ближайшее время, в связи с развитием на Алтае иностранного туризма надо ожидать активизации спелеологических исследований в этом районе. В настоящее время наиболее интересные для показа туристам пещеры (Туткушская, Экологическая, Музейная, Геофизическая и другие) находятся в хорошем состоянии. Наиболее известную из них пещеру Музейную, открытую в 1969 г., от разграбления спасает значительная удалённость и малая осведомлённость населения. Пещера Туткушская была открыта в 1984 г. и её красоты были защищены серией естественных препятствий в виде входного колодца 18 м и тем, что основные натечные образования и озёра находятся на глубине 220 м за длинным узким ходом с серией

"калибровок". В настоящее время натечные образования пещеры Туткушской находятся под угрозой полного уничтожения из-за всё возрастающего потока желающих посмотреть на красоты, слава о которых распространяется очень быстро. Как показала практика, остановить поток жаждущих не способны ни бетонные пробки в "калибровках", ни законодательные меры по объявлению пещер памятниками природы. Нужны комплексные меры и в первую очередь экономические. Реальные доходы, необходимые для оборудования и охраны пещер могут быть получены только за счёт развития пещерного туризма и особенно иностранного. Одним из эффективных способов повышения экологической культуры населения является привлечение иностранных туристов из развитых капиталистических стран.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маринин А.М. Сопоставление развития карста на Алтае и Кавказе. В кн.: Вопросы географии Горного Алтая, Барнаул, 1975, с. 30-34.
2. Маринин А.М. Пространственная дифференциация и морфология карста Алтая. - В кн.: Вопросы географии Горного Алтая, Барнаул, 1976, с. 3-23.
3. Гвоздецкий Н.А., Маринин А.М. Карстовые районы и типы карста Алтая. - Геоморфология, 1974, №4, с. 74.
4. Нехорошев В.П. Геология Алтая. - М.; 1958.
5. Атлас "Алтайский край", т. I. - Москва-Барнаул, 1978.

ВЛИЯНИЕ АСЕПТИЧЕСКОГО МИКРОКЛИМАТА СОЛЕКОПЕЙ НА ТЕЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ОЖОГОВ

ГОРБЕНКО, В. П. - ТОРОХТИН, Н. Д. - ПОВСТЯНОУ, Н. Е. - ЛЕМКО, И. С. - СИМИОНКА, Ю. М. - ГОРБЕНКО, П. П.

THE EFFECT OF ASEPTIC MICROCLIMATE OF SALTMINES ON THE COURSE OF EXPERIMENTAL BURNS

GORBENKO V.P., TOROKHTIN N.D., POVSTYANOY N.E., LEMKO I.S., SIMIONKA Ju.M., GORBENKO P.P.

/ U S S R, Republic Allergological Hospital Ministry of Health Ukr. S S R / Solotwino /

The effect of aseptic microclimate of saltmines on the course of experimental burns in white rats has been studied. Burns were cau-

sed by over heated steam. Burns wounds werw not bandageed.

Animals of the experimental group that had been continually exposed to the microclimate of saltmines had more favourable course of the burn disease: better survival, decrease of the number of microbes, improvement of both inflammatory process and non-specific immunological responsiveness. Scald wounds were covered by dry cast .

Controls in the vivarium outside the mine showed profuse exudation of wounds, insufficient granulation and increase of injured area. Aggravation of both inflammatory process and non-specific responsiveness has been noted.

Перспективным направлением в современной климатотерапии является спелеотерапия – метод лечения, использующий для лечебных целей микроклимат естественных и искусственных подземных полостей для целей климата и бальнеотерапии. Спелеотерапия применяется для лечения ряда заболеваний, таких как бронхиальная астма, хронический бронхит, гипертоническая болезнь, коклюш, заболевания периферической нервной системы, ревматизм / Горбенко П.П., 1978, 1981 /. Для спелеоклиматического лечения, в основном, используются так называемые "холодные" пещеры, где действующими факторами микроклимата являются: стабильность основных микроклиматических характеристик, благоприятная температура, влажность и исключительная чистота воздуха, его повышенная ионизация, увеличенное содержание углекислого газа, наличие в аэрозоле ионов кальция и магния. Климатическое лечение проводится также и в соляных коях, лечебными факторами которых являются: оптимальные температура и влажность воздуха, высокое содержание аэрозоля хлористого натрия, благоприятное соотношение отрицательных и положительных аэроионов, практически полное отсутствие микроорганизмов и аллергенов / Горбенко П.П., 1978, 1981 /. Для спелеобальнеологического лечения используются "теплые" пещеры и заброшенные горные выработки, где применяются холодные, слаботермальные и термальные сульфатные, бикарбонатно-сульфатно-щелочные, сернокислые с высоким содержанием тяжелых металлов, радоновые и другие воды / Горбенко П.П., 1978 /.

Целью нашего исследования было расширение диапазона применения спелеотерапии для лечебных целей.

Для этого в условиях подземного отделения больницы, расположенного в соляной шахте было проведено экспериментальное исследование, целью которого было обоснование лечебного действия подземного микроклимата на течение экспериментальных ожогов и изучение механизма его влияния на течение ожоговой болезни.

Параметры микроклимата подземного отделения следующие/Слайд/.

Работа проведена на 50 нелинейных белых крысах весом 150–200 г, которым на депилированную поверхность тела под эфирным наркозом были нанесены ожоги паром III–IV степени на площади до 20% поверхности тела, являющиеся критическими для животных. Десять здоровых животных, не подвергшихся термическому поражению служили контролем.

Животные I-й группы/опытной–25 крыс/ через 12 часов после ожогов спускались в подземное отделение и находились там в течение 75 дней/1800 часов/; животные 2-й группы/контрольной–25 крыс/ по-

стоянно находились в виварии на поверхности земли. Обожженные поверхности у животных обеих групп велись открытым методом без использования каких-либо медикаментозных антибактериальных средств в условиях естественной аэрации климата вивария и микроклимата соляной шахты.

У экспериментальных животных изучались выживаемость, клиническое состояние, характер течения раневого процесса, обсемененность ожоговых ран, некоторые общеклинические, иммунологические, биохимические показатели.

В течение первых суток у животных обеих групп отмечалось угнетенное состояние, сменяющееся периодической агрессивностью. Большую часть времени они были вялы, апатичны, не пытались принимать пищу, воду, большую часть времени лежали. На ожоговых поверхностях имелся серого цвета влажный струп.

На протяжении 2–7 суток состояние большинства животных опытной группы/20 крыс/ постепенно улучшалось. Они постепенно становились подвижными, начинали принимать пищу, воду, пытались "зализывать" ожоговые раны. У всех животных ожоговый струп к концу недели становился сухим, плотным, несколько сморщивался.

Состояние большинства животных контрольной группы/12 крыс/ в течение первой недели улучшалось незначительно. Они меньше, чем животные опытной группы, передвигались, оставались в большинстве своем вялы, слабо реагировали на окружающую обстановку, мало пили, недостаточно принимали пищу. Ожоговые раны у всех них оставались влажными, несколько набухали, местами к концу недели, особенно по краям обожженной поверхности появлялись гнойные очаги. Кожа по линии демаркации набухала, прикосновение к ней было болезненно.

В течение второй–третьей недель большинство животных опытной группы/16 крыс/ были активны, принимали пищу, воду, живо реагировали на окружающую обстановку, постоянно пытались зализывать раневые поверхности, достаточно много передвигались в клетке. Со стороны ожоговых ран некротический струп оставался сухим, черно-серого цвета. По краям со здоровой кожей у 16 крыс к концу третьей недели появлялся ободок грануляций, покрытый умеренным гнойным отделяемым. Здоровая кожа не была воспаленной/набухшей, покрасневшей/, прикосновение к ней было безболезненным. Попытка приподнять и удалить струп не удавалась.

Что касается животных контрольной группы, то в течение этого

сроки наблюдения, они в большинстве своем/8 крыс/оставались вялыми, мало передвигались, мало принимали пищу, воду. Чаще всего они лежали, практически не пытались зализывать раны. Ожоговые раны оставались влажными, становились набухшими, приобретали серо-зеленый цвет со множеством очагов гнойного расплавления. Одновременно у большинства животных кожа вокруг очага термического поражения постепенно темнела, набухала на протяжении до 1 см, то есть развивался вторичный некроз.

Различное клиническое течение ожоговой болезни и раневого процесса у животных опытной и контрольной групп нашло свое отражение в выживаемости животных. Так, в течение первых четырех недель погибло 76% животных контрольной группы/19 из 25/ и лишь 44% опытной группы/11 из 25-Слайд/.

На протяжении 4 и 5 недель выжившие животные опытной группы были активны, принимали пищу, воду, зализывали раны, достаточно передвигались в клетке. Вместе с тем у ряда животных отмечалось исхудание/5 крыс/. Однако ожоговые раны, по-прежнему, оставались сухими, ожоговый некротический струп местами отходил, под ним отмечалось развитие гранулирующих ран с умеренным отделяемым. По краям ожогового струпа у ряда крыс отмечалась эпителизация. Общая площадь ран становилась несколько меньшей/на 15-20%/, что было связано с началом концентрического рубцевания.

Животные контрольной группы/6 крыс/ в эти сроки, как правило, были апатичны, вялы, мало передвигались, слабо реагировали на окружающую обстановку, плохо принимали пищу, воду, выражено было их истощение. На ожоговых ранах появлялась мозаичная картина: местами сохранялся влажно-серый, местами серо-зеленый набухший струп, местами появлялись очаги кровоизлияний. Нарастала зона потемнения и некроза бывших здоровых кожных покровов, неравномерно распространяясь вокруг зоны термического поражения. Площадь общей гибели кожных покровов увеличилась в 1,5 раза.

Идентичная картина течения ожоговой болезни и ожоговых ран отмечалась у животных обеих групп в течение 6 и 7 недель. К концу эксперимента у выживших животных опытной группы/4 крысы/ был хороший аппетит, они были подвижны, ожоговые раны у всех крыс зажили по типу вторичного натяжения под сухим струпом/Слайд/. У оставшегося к концу эксперимента единственного живого животного контрольной группы отмечалась обильная экссудация из раны, слабое развитие грануляций, площадь раны, по сравнению с термическим поражением возросла в два раза/Слайд/.

Изучение гематологических и биохимических показателей позволило установить наличие достоверных различий в динамике течения воспалительного процесса у животных обеих групп. После нанесения ожога у животных обеих групп отмечалось достоверное повышение уровня щелочной фосфатазы сыворотки крови/Слайд/ и ДФА-реакции, увеличение в 2 раза/по сравнению с исходным/ величины ядерного сдвига нейтрофилов, коэффициента нейтрофилы-лимфоциты, появление токсической зернистости нейтрофилов/Слайд/. Наблюдалось увеличение уровня альфа-2-глобулинов и уменьшение гамма-глобулинов и величины альбумино-глобулинового коэффициента/Слайд/.

На второй неделе эксперимента у животных опытной группы наблюдалось уменьшение активности ЩФС в 1,7 раза по сравнению с началом эксперимента, тенденция к снижению величины ДФА-реакции/Слайд/ и увеличению содержания общего белка сыворотки крови, нормализация содержания альфа-2 и гамма-глобулинов. В конце эксперимента отмечалась достоверная нормализация величины ядерного сдвига нейтрофилов, исчезала токсическая зернистость нейтрофилов/Слайд/, нормализовались величины коэффициента нейтрофилы-лимфоциты.

В контрольной группе в конце эксперимента возросла активность

ЩФС и величина ДФА-реакции/Слайд/, уменьшилось содержание общего белка сыворотки крови/Слайд/, отмечено достоверное увеличение величины ядерного сдвига нейтрофилов и токсической зернистости нейтрофилов, величины коэффициента нейтрофилы-лимфоциты.

Наблюдавшаяся динамика течения раневого процесса, выживаемости животных, а также характера гематологических и биохимических показателей, несомненно были связаны с характером и степенью бактериальной обсемененности ожоговых ран. Характер микрофлоры воздуха вивария и подземного отделения/Слайд/.

Перед разделением животных на группы из ожоговых ран у них высевалась идентичная микрофлора/Слайд/, тем не менее уже через неделю отмечались существенные различия в характере высеваемой микрофлоры у животных опытной и контрольной групп. Так, у животных контрольной группы высевалась только патогенная флора в виде золотистого стафилококка, кишечной палочки, синегнойной палочки, протей, гемолитического стрептококка. У животных же опытной группы лишь в 62,5% обнаруживалась патогенная флора в виде синегнойной палочки и протей.

К концу эксперимента обращает на себя внимание наличие в ранах контрольных животных только грамотрицательной флоры в виде кишечной и синегнойной палочек, высевавшихся с каждого погибшего животного. В то же время микрофлора животных опытной группы была представлена как грамотрицательной флорой, частота которой уменьшилась по сравнению с первой неделей, как и грамотрицательной флорой, нередко представленной сапрофитными бактериями.

Быстрое образование сухого струпа у животных опытной группы, меньшая бактериальная обсемененность воздуха подземного отделения соляной шахты обусловили и тот факт, что начиная уже с первой недели эксперимента, количество микрофлоры на один кв. см ожоговой раны было на 1,5-2 порядка ниже, чем у животных контрольной группы/Слайд/. Тем самым обеспечивалось более благоприятное течение ожоговых ран и ожоговой болезни, а высокая летальность в контрольной группе в течение нее первых четырех недель, несомненно, связана с развитием влажного некроза ожоговых ран и сепсиса.

Таким образом, как свидетельствуют результаты экспериментальных исследований, микроклимат подземного отделения соляной шахты оказывает положительное влияние на течение ожоговой болезни и раневого процесса, обеспечивая низкое содержание микрофлоры в окружающем воздухе. Такая среда позволяет быстро высушить омертвевшие ткани, существенно уменьшить количество микрофлоры в ожоговой ране, дать возможность благоприятному течению раневого процесса и заживлению ожоговых ран под сухим струпом с одновременной краевой эпителизацией. При этом увеличивается выживаемость животных этой группы, что связано с течением ожоговой раны и меньшей возможностью развития сепсиса, чем у животных контрольной группы.

Вместе с тем, динамика гематологических и биохимических показателей свидетельствует о том, что микроклимат соляной шахты оказывает выраженное гипосенсибилизирующее действие, обладает выраженным противовоспалительным действием и способствует нормализации показателей неспецифической реактивности организма животных.

Г. Горбенко В.П., Сийонка Ю.М., Горбенко П.П. Влияние асептического микроклимата на течение экспериментальных ожогов //Ожоговая болезнь: Докл. IV Республ. научн. конф. "Нарушения гомеостаза и их коррекция у обожженных"/Одесса, сентябрь 1980 г./: Тез. докл. - Киев, 1980. - С. 119-120.

2. Симйонка В.М., Горбенко П.П., Горбенко В.П. Влияние асептического микроклимата на иммунологическую реактивность и течение воспалительного процесса у обожженных животных // Ожоговая болезнь: Докл. IV Республ. научн. конф. "Нарушения гомеостаза и их коррекция у обожженных" /Одесса, сентябрь 1980 г./: Тез. докл. - Киев, 1980. - С. II2 - II3.

3. Влияние управляемой асептической среды на течение ожоговой болезни в эксперименте / Н.Е. Повстяной, П.П. Горбенко, В.П. Горбенко и др. // VII-я научная конференция ВМОЛКА им. С.М. Кирова по проблеме "Ожоги" /Ленинград, апрель 1981 г./: Тез. докл. - Л., 1981. С. III - III2.

СССР, 295760, Закарпатская обл.,
Тячевский р-н, пос.Солотвино,
ул.Ленинградская 10, кв.35
тел. дом. 24-354
Горбенко Владимир Петрович

СПРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА АДАПТИРОВАНИЯ К ЭКСТРЕМАЛЬНЫМ УСЛОВИЯМ ПРОНИКНОВЕНИЯ В ПЕЩЕРЫ

КРЪСТЕВ, К. - БОЯНОВ, К. - ДЖАРОВА, Т. - МАТЕЕВ, Г.

COMPARATIVE STUDY OF THE ADAPTATION TO EXTREME CONDITIONS OF A CAVE MOUNTAINEERING

Во время подготовки и проведения спелеоэкспедиций "БУ-56", Испания в 1986г и 1987г, были осуществлены научные исследования различного характера: физиологические, биохимические, психо-социологические, спортивно-педагогические. До начала экспедиций были проведены: комплексное исследование участников, путем ступенчатой нагрузки до предельных возможностей с помощью велоергометра (по Айзенку и образно-фрустрационной пробы) и уровень психических процессов. В тактическом плане группы для работы в пещерах формируются на основе данных социометрического исследования. Во время экспедиций были проведены основные исследования: 1. в базовом лагере, до начала проникновения в глубины; 2. 8-10 часов после многодневной работы под землей. Были зарегистрированы для каждого участника число проникновений, общего нахождения под землей (), время работы (), время отдыха (), а также вес перенесенного груза (кг). Анализ результатов показывает, что изменения в психо-функционального работоспособности спелеологов определяется в значительной степени от уровня функциональной способности, выражения индивидуальных факторов - "экстраверсия-интраверсия" и невротизма, режима работы и отдыха под землей.

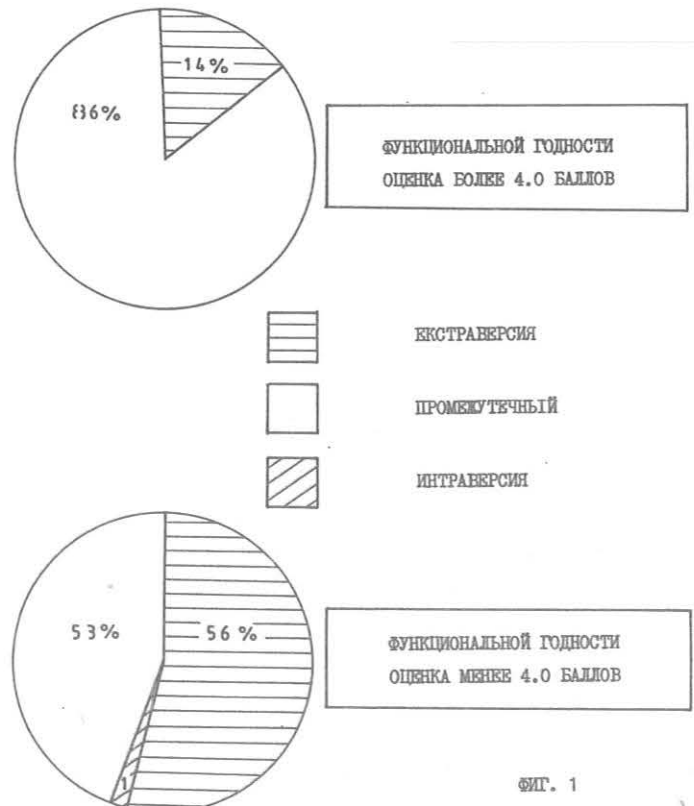
During the preparation for the cave mountaineering and in the course of the speleological expedition "BU-56", Spain, in 1986 and 1987 were carried out physiological, biochemical, psycho-sociological and sports-pedagogical investigations. Before the beginning of the expedition the participants were submitted to a complex functional investigation including: a maximal progressive veloergometer test until exhaustion, an assessment of the individual typological characteristics (Aisenk personality test and picture-frustration test) and the level of the psychic processes. The tactical groups for the work in cave were formed on the basis of the data from the sociometrical investigation. During the expedition, the investigations were performed: 1. at the base camp, before the beginning of the cave mountaineering; 2. eight to ten hours after several days (7 - 10 days) cave mountaineering work. They were recorded for each participant: the number of penetrations into the cave, the duration of the stay in the cave (hours), the duration of work and rest (hours), the quantity of carried load (kg). The analysis of results indicates that the changes in the psycho-functional working capacity of the speleologists are determined to a great extent by the level of the functional capacity, the degree of expression of the personality factors "extraversion-intraversion" and neurotism, as well as by the regimen of work and rest in the cave.

Решение поставленных задач было осуществлено во время подготовки и проведения спелеоэкспедиций "БУ-56" в 1986 и 1987г организованных и проведенных пещерным клубом "Студенец" (Плевен) в пещере "Симья де ла пуерта де Иламина" - Испания. Пещера характеризуется как пропастная с общей денивелиацией 1408 м., горизонтальным развитием 11 000 м. и водолазным прониканием через шесть водных сифонов.

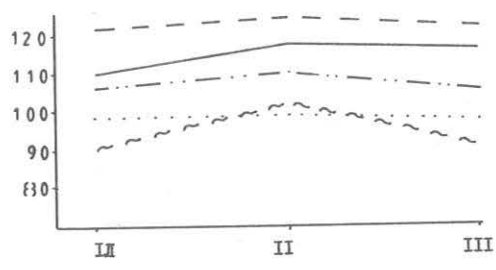
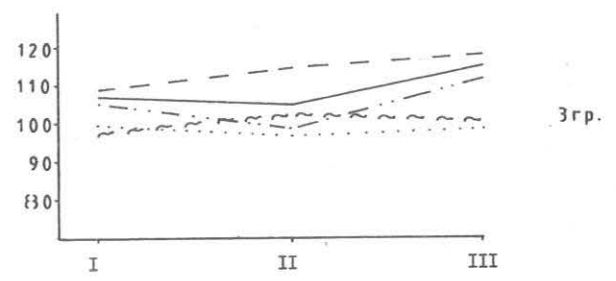
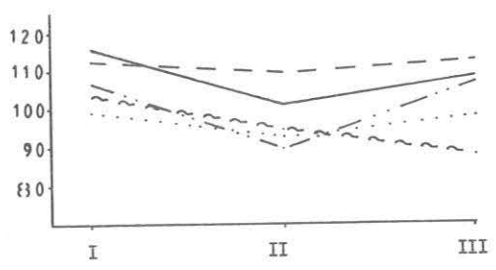
Научная программа экспедиций состояла из трех наборов тестов с функциональным, биохимическим, психо-социологическим и спортивно-педагогическим характером.

Перед началом экспедиций проводилось комплексное функциональное исследование участников путем ступенчатой нагрузки до отказа на велоергометре, определение индивидуально-типологических особенностей личности (по Айзенку и картинно-фрустрационной пробе), и уровень психических процессов. Тактические группы для работы под землей составлялись на основе данных, полученных из социометрических исследования. Во время экспедиций основные исследования были проведены:

1. в базовом лагере, непосредственно перед прониканием в пещеру
 2. 8-10 часов после многодневной работы под землей
- по следующим показателям:
- кардио-респираторная проба (КРП, Кр. Кръстев 1983г) с оценкой сердечных и дыхательных реакций при дозированной нагрузке;
 - показатели периферической крови ($E_r, Leuc, Hb, Hct$);
 - комплект спортивно-педагогических и психологических тестов.



ФИГ. 1



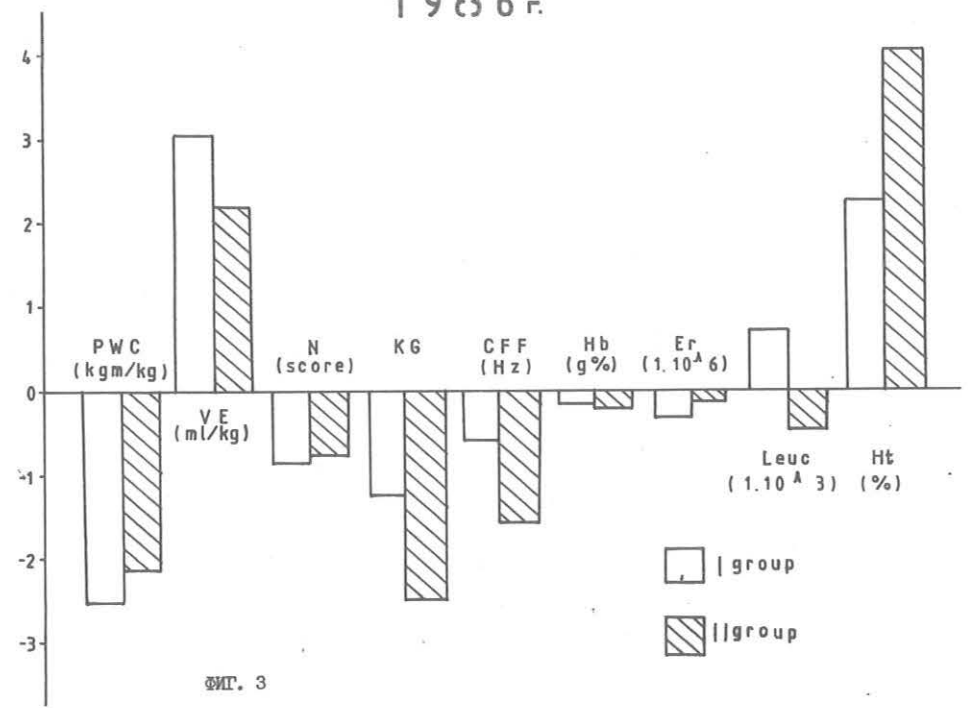
I - ДО ПРОНИКАНИЯ - - - ПСИХИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ
 II - ВО ВРЕМЯ ПРОНИКАНИЯ — КОНЦЕНТРАЦИЙ
 III - ПОСЛЕ ПРОНИКАНИЯ ····· ОШИБКИ
 - - - УСТОЙЧИВОСТЬ
 ~ ~ ~ СКОРОСТЬ

веса (фиг. 3), повышении показателей гематокрита, понижении силовой выдержки верхних и нижних конечностей и пресса. В 1987 г. изменения выражены слабее, вероятно благодаря более рациональному сочетанию режима работы и отдыха, согласно тактическому плану (разработанному на базе результатов экспедиции 1986 года) и более удачной психологической совместности участников экспедиции. Описанные изменения специфически выражены в отдельных группах и находятся в зависимости от уровня функциональной годности, оцененной комплексной оценкой предварительных исследований и степени работы, израсходованной во время проникания. Уменьшенная интенсивность работы и увеличенная продолжительность времени отдыха, характерные тактике 1987 г., создают условия для сохранения психической работоспособности и уровня протекания психических процессов, обеспечивающие лучшую адаптацию исследуемых спелеологов к экстремальным условиям пещерной среды.

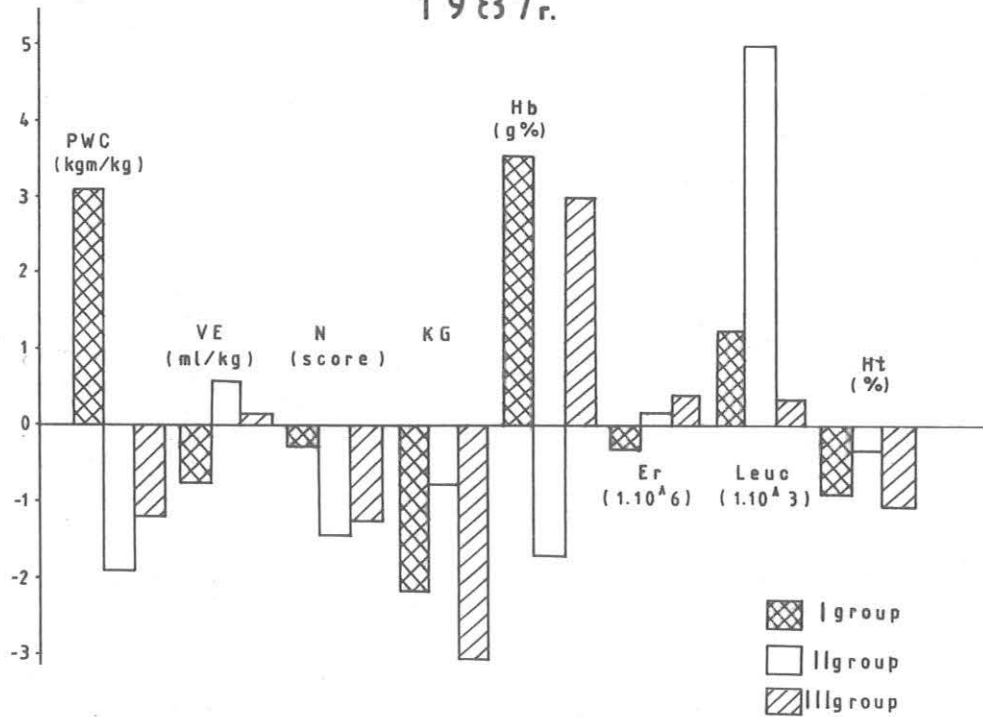
В заключение можем отметить, что изменения в психо-функциональной годности у спелеологов определяется в значительной степени уровнем функциональной работоспособности, степенью выраженности личностных факторов экстраверсии-интраверсии и невротизма и режимом работы и отдыха под землей. Были зарегистрированы для каждого участника число прониканий, время общего пребывания под землей (в часах), время работы и отдыха (в часах), количество перенесенного товара (в кг.).

На основе результатов комплексной оценки функциональной годности перед экспедициями, спелеологи-участники в 1986г (средний возраст 27 лет, стаж прониканий 4.5 г.) оформились в две группы по 10 человек. В первую группу вошли те спелеологи чья общая оценка функциональной годности выше (более 4.0 баллов), а во вторую группу - менее 4.0 баллов. В экспедиции в 1987 г. (средний возраст 26 лет, стаж прониканий 4 г.) на базе

1986 г.



1987г.



комплексной оценки функционального исследования и результатов перемен в эргометрической работоспособности перед и после проникания, оцененной по КРП, исследуемые лица сформировались в три следующие группы:

1. с комплексной оценкой более 4.0 баллов и повышением работоспособности после проникания;
2. с комплексной оценкой более 4.0 баллов и понижением работоспособности после проникания;
3. с комплексной оценкой менее 4.0 баллов и понижением работоспособности после проникания;

Результаты психологических исследований (фиг.1 и 2), показывают, что у исследуемых спелеологов с более высоким уровнем функциональной годности наблюдается более высокая степень экстраверсии и средний уровень невротизма, в отличие от группы с более низким функциональной годностью, где преобладает промежуточный тип экстраверсии-интраверсии и низкий уровень невротизма.

При анализе результатов двух экспедиций наблюдается статистически значимые изменения, выраженные в уменьшении эргометрической работоспособности после выхода из пещер, уменьшении

ОСОБЕННОСТИ СРОЧНОЙ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМА ПРИ ЭКСТРЕМНОМ ПЕЩЕРНОМ ПРОНИКАНИИ

КРЬСТЕВ, К. - ДЖАРОВА, Т. - МАТЕЕВ, Г.

Исследовано девять квалифицированных спелеологов пещерного клуба им. "Студент" (Плевен) в среднем возрасте 25.56 ± 4.69 г. со стажем проникания среднее 5.0 ± 2.12 г. Пятеро из них инструкторы пещерного дела. Исследование проведено во время тренировочного проникания в пещеры "Приказна" (горизонтальная пещера, длиной в 3 000 м.) и "Билирник" (пропастная пещера, децивиляцией в 100 м.). Их входы на расстоянии десяти метров один от другой.

Поставленное тренировочное задание состояло в следующем:

1. Выполнить две проникания в "Приказну" - до 1 000 м вглубь от её входа, но заметив что первое проникание без груза, а второе с грузом - 12 кг.
2. И одно проникание в "Билирник" - спускание и поднимание в 100 м. отвесом.

Все три проникания надо было выполнить максимально быстро (без нарушения условий безопасности) и без отдыха между ними.

Пещеры не были знакомы участникам в эксперименте. Сочетая всё это со скоростным прониканием создает условия экстремной ситуации.

До и после проникания спелеологов исследовали стандартными методиками по 16-ти показателям: кардио-респираторная проба (КРП, Крстев, Кр., 1983 г.) с определением $\dot{V}O_2$; вентиляторный эквивалент для 50 $\dot{V}O_2$ мощности /VE-50/ и кислородного потребления / $\dot{V}O_2$ / - портативным газанализатором Оксидог (Англия); светлинных критическая частота слияния светлинных трепетаний (колебаний) - КЧСТ - флимером, производство ИСЕМА (МА); число эритроцитов /Er/ и лейкоциты /Leuc/ в периферийной крови, считая в камеру Бюркера; гемоглобин /Hb/ по колориметричному методу; частота сердечных сокращений /ЧСС/ - "Спорт тестером - PE - 3000" (Финляндия); лактат в периферийной крови с тестом Брингера (ФРГ); ручная динамометрия; станковая динамометрия; прыжок в длину с места; гибкость; число бранных пресс до отза (при 45°-ом наклоне, головой вниз); телесная масса; время проникания.

За некоторыми показателями следили на межциклических этапах - ЧСС; лактат и время проникания. Полученные данные были обработаны статистически методом вариационного анализа сравнением средних, по методу парных разниц и t -критерий Стюдента и корреляционный анализ. Результаты вариационного анализа (среднеарифметические с их стандартными отклонениями и степенью достоверности), представлены в таблице 1.

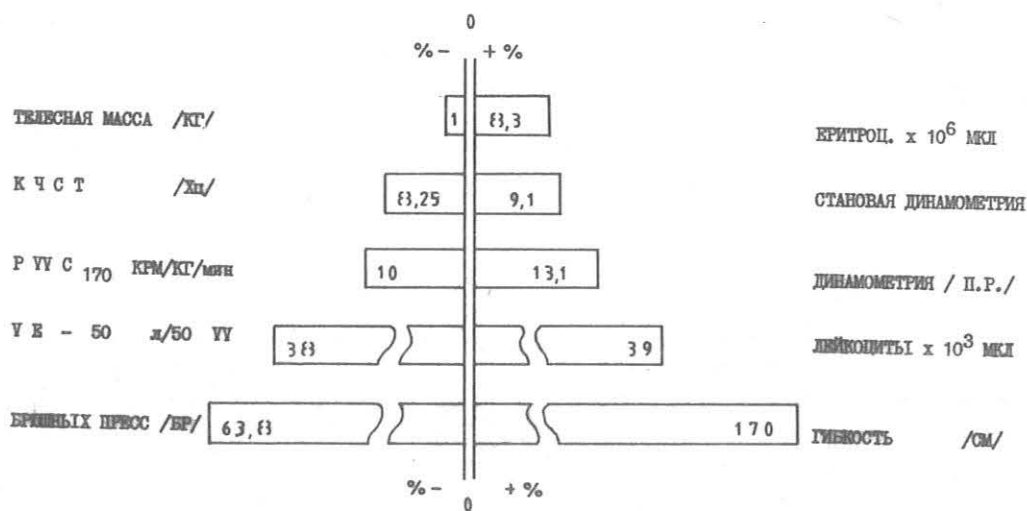
Экстремное проникание довело до значительных перемен во многих из показателей. $\dot{V}O_2$ значительно уменьшается после проникания, ухудшается VE-50 при сохранившемся $\dot{V}O_2$ в устойчивом состоянии. Об интенсивности нагрузки самыми показательными являются ЧСС и лактата, измеренные после второго проникания в "Приказну" (с грузом - 12 кг.) и после поднимания в 100-метровый отвес "Билирника". Его средние стойности ЧСС соответ-

таблица № 1

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДО И ПОСЛЕ ЭКСТРЕМНОГО ПРОНИКАНИЯ

ПОКАЗАТЕЛЬ	ДО ПРОНИКАНИЯ		ПОСЛЕ ПРОНИКАНИЯ		P
	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	
$\dot{V}O_2$ 170 км/кг/мин	16.01	2.14	14.39	2.43	0.01
VE - 50 л/50 $\dot{V}O_2$	15.04	3.56	20.84	4.88	0.01
КЧСТ Хц	39.00	4.77	35.78	4.18	0.05
H г%	15.97	1.27	17.35	1.39	0.10
E x 10^6 /мл	4.81	0.37	5.21	0.42	0.05
x 10^3 /мл	7.62	2.14	10.64	2.56	0.05
$\dot{V}O_2$ мл/кг/мин	30.40	7.86	30.89	4.02	0.55
ЧСС (перв.-последн)	91.33	9.38	188.67	28.79	0.01
ЧСС - "Приказна" II			155.33	21.93	
ЧСС - "Билирник"	99.33	12.41			
Лактат ммол/л	2.49	0.19	7.36		0.01
Лактат ммол/л "Приказ"	5.63	1.41			
Лактат 20 мин.			3.38	0.54	
Динамометр. - л.р.	50.00	6.54	52.78	8.90	0.25
Динамометр. - п.р.	50.67	8.51	57.33	11.79	0.05
Телесная масса /кг/	72.67	9.43	71.73	9.18	0.05
Станковая динамометр.	157.22	24.18	171.67	38.39	0.45
Прыжок в длину	216.33	11.69	218.89	12.32	0.45
Гибкость	1.17	7.71	4.33	6.80	0.05
Бранных пресс, бр	16.89	5.32	10.78	3.38	0.05
ВРЕМЯ ПРОНИКАНИЯ /мин/	X	$\pm SD$	X	$\pm SD$	
"Приказна" I	27.22	13.49	31.00	16.37	
"Приказна" II с грузом	31.78	10.72	44.78	5.67	
"Билирник"	23.78	10.94	29.11	18.27	
ОБЩЕЕ ВРЕМЯ ПРОНИКАНИЯ / мин /	X	$\pm SD$			
"Приказна" I	58.22	29.52			
"Приказна" II с грузом 12 кг	76.56	15.22			
"Приказна" I + II	134.78	41.17			
"Билирник"	52.89	28.80			
Общее время для эксперимента	187.67	45.78			

155.33 ± 21.93 и 188.67 ± 28.79 ударов в минуту и для лактата 5.43 ± 1.61 и 7.36 ± 2.92 ммол в литр. Имея в виду исследование *yzaguirri J. Maura*, у (1987 г) при обычном проникании в такие же пещеры соотношение интенсивности нагрузки под и над ПЛАНО - 7 : 3. В зависимости от времени поддержания ЧСС в описанных средних стойностях нашего исследования, это соотношение значительно изменилось в соотношении под и над ПЛАНО - 1.5 : 1.0. Всё это основная отличительная особенность экстремного проникания в сравнении с нормальным. Наступившая усталость заключается в понижении $\dot{V}O_2$, сохранившейся $\dot{V}O_2$ всё это показывает уменьшению экономизации в энергетике сокращения мускулов в больших группах мускулов нижних конечностей. О значительной усталости ЦНС показательное снижение КЧСТ в 2.24 (херца), над чем наблюдали и другие авторы при длительных и интенсивных нагрузках (Гаврииски, В., 1981 г.). В течении эксперимента (средняя длительность 180.67 ± 45.78 мин.), число эритроцитов и лейкоцитов нарастает достоверно и в соответствии 8.3 и 39.6 %, над чем наблюдали и других подобных нагрузках (Тонкова,



Фиг. 1

В., 1977г.). Телесная масса снижается достоверно в 0.940 кг, но всё это не отражается на становую силу и на прыжок в длину с места, может быть потеря веса не из активной ткани. По-видимому на взрывную силу не влияют значительно подобные нагрузки, так как участвуют различные типы мускульных волокон. Всё подтверждается и в динамометрии, которая повышается в правой руке после эксперимента. Для подобных результатов вероятно имеет значение и повышенная мотивация после выхода и может быть, увеличенный гормональный ответ - АКТГ, кортизол и катехоламины. Всё описано и в других исследованиях с длительной и экстремной нагрузкой (Galbo, 1979г, 1983 г.). В пещерном проникании основное значение имеет силовая выносливость, что в нашем эксперименте находит отражение в сильном уменьшении числа бранных пресс до отказа при 45°-ом наклоне, головой вниз, после конца проникания - 6.11 раз, или понижение - 36.2%. Так как ещё мало исследованных спелеологов и значительны индивидуальные различия в показателях

при корреляционном анализе не получились большие корреляционные зависимости. Имея ввиду рабочую гипотезу, что достижение в случае времени для выполнения задания зависит от исходной функциональной годности, мы поискали корреляционную зависимость показателей, исследованных нами, с PVC_{170} и общим временем для проникания. PVC_{170} коррелирует умеренно с частотой бранных пресс (после проникания) - $R = 0.59$; $\dot{V}O_2$ / после./ - $R = 0.54$; ЧСС и лактат /после "Приказной"/ - $R = -0.45$, соответственно; общее время проникания - $R = -0.41$. Со своей стороны общее время проникания коррелирует умеренно $\dot{V}O_2$ - $R = -0.34$ и H , - $R = -0.42$. Из этого исследования можно заключить, что срочная адаптация к экстремному прониканию в пещеру / с интегральными показателями - общее время проникания/, зависит больше всего от исходной функциональной годности и силовой выносливости, качества, которое надо развивать при подготовке спелеологов для экстремальных прониканий в пещерах.

ОПЫТ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ИЗРАСХОДОВАНИЯ И ИЗМЕНЕНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГОДНОСТИ СПЕЛЕОЛОГОВ ВО ВРЕМЯ ЭКСПЕДИЦИИ "БУ-56", ИСПАНИЯ

КРЪСТЕВ, К. - ДЖАРОВА, Т. - МАТЕЕВ, Г.

Провели исследования с 19 спелеологами от пещерного клуба "Студенец"-Плевен, участниками экспедиций, с целью выявления взаимосвязи между показателями функциональной способности и степени расхода в зависимости от совершенной работы и воздействия специфических факторов в экстремальных условиях в конкретном пещерном проникновении. До начала экспедиции было проведено комплексное исследование оценки функциональных возможностей спелеологов путем ступенчатого увеличения нагрузки до отказа на велоэргометра. Во время экспедиции, непосредственно перед проникновением и после многодневной работы под землей, проводятся кардио-респираторные исследования но не позже 8-10 часов после выхода (по методу Кръстева, 1983г, для отчета изменения эргометричной работоспособности в устойчивом состоянии при частоте пульса 170 уд/мин. На основании этих данных о количестве проникновения, вес груза (кг), время работы в пещере, общего нахождения под землей, был определен интегральный коэффициент, характеризующий степень утомления организма. Анализ результатов показывает, что изменения эргометрической работоспособности до и после проникновения, на основе КРП определяются: 1. от уровня функциональных возможностей спелеологов; 2. от степени утомления организма, в зависимости от совершенной работы и воздействия специфических факторов в пещерных условиях.

Пребывание человека под землей связано с изоляцией от нормального образа жизни и воздействием ряда специфических (экстремальных) факторов: отсутствием солнечного света, низкой температурой, высокой относительной влажностью воздуха, сенсорной и климатической депривацией, значительными физическими нагрузками и эмоциональными стрессами. Работа в экстремальных условиях при равносторонней деятельности спелеологов отражается различным образом на протекании некоторых физиологических и психологических процессов (Матеев, Г. 1987г.; Жалов, А. 1987г.; Yzaguirre, I. 1987г.; Сифр, М. 1963г.). Вот почему, какими бы ни были воздействующие факторы пещеры, они предъявляют требования к наличию определенных качеств и уровня тренированности высокой пластичности функциональных систем и соответствию между возможностями организма и требованиями среды.

Цель исследования была изучение взаимосвязи между показателями функциональной годности и степенью израсходования организма в зависимости от проделанной работы и воздействия специфических факторов при экстремальных условиях конкретного пещерного проникновения.

Проведены были исследования 19^{ти} спелеологов из спелеологического клуба "Студенец" - Плевен, участников экспедиции "БУ-56", Испания, 1987 г. Перед отъездом было проведено комплексное исследование с целью оценки функциональных возможностей спелеологов путем ступенчатой нагрузки до отказа на велоэргометре.

ATTEMPT FOR ASSESSMENT OF EXHAUSTION DEGREE AND CHANGES IN FUNCTIONAL CAPACITY OF SPELEOLOGISTS DURING THE EXPEDITION "BU-56", SPAIN

K. Krustev, T. Djarova, G. Mateev

Investigations were carried out with 19 speleologists from the "Studenec" Speleology Club in Pleven, participants in the expedition "BU-56", for studying the relationship between parameters of functional capacity and exhaustion degree, according to the work performed and the effect of specific factors in extreme conditions of a concret cave mountaineering. A complex investigation was undertaken before the beginning of the expedition for assessment of the functional capacities of speleologists by means of a maximal progressive veloergometer test until exhaustion. During the expedition a cardio-respiratory test was performed (K. Krustev, 1983) for studying the changes in ergometric working capacity in steady state at a heart rate of 170 b/min, before the penetration in the cave, and 8 - 10 hours after the underground stay and cave work of several days. On the ground of the data for number of penetrations, quantity of carried load (kg), duration of work in the cave (hours), total duration of the stay (working time + rest time), an integral coefficient characterizing the exhaustion degree of the organism was calculated. The analysis of results indicates that the changes in the ergometric working capacity, prior to and after the cave penetration, assessed by the cardio-respiratory test, are determined by: 1. the level of the functional capacities of speleologists; 2. the exhaustion degree of the organism, depending on the work performed and the effect of the specific factors in the cave.

Во время экспедиции проводилась кардио-респираторная проба (Кръстев, Кр. 1983 гч), непосредственно перед прониканием и 8-10 часов после возвращения в базовый лагерь. Эргометрическая работоспособность в устойчивой состоянии при частоте пульса 170 ударов в минуту, вычислялась в абсолютных и относительных единицах. Контролировалось изменение веса тела до и после работы в пещере. Были регистрированы количество проникновений килограммы перенесенного груза, время работы в пещере, общее время пребывания (время работы + время отдыха).

Результаты некоторых антропометрических и функциональных показателей (при максимальной ступенчатой нагрузке до отказа) в общем для всей группы представлены в табл. №1. На базе комплексной оценки функционального исследования и результатов изменений эргометрической работоспособности до и после проникновения оценены посредством КРП (РУС 170/кг.-разница), исследованные лица разделены на следующие три группы (табл. №2): 1. группа - комплексная оценка $\bar{X} = 4.62 \pm 0.51$ и повышение работоспособности на 3.085 ± 1.68 ; 2. группа - комплексная оценка $\bar{X} = 4.69 \pm 0.44$ и понижение работоспособности на 1.885 ± 0.086 ; 3. группа - комплексная оценка $\bar{X} = 3.43 \pm 0.36$ и понижение работоспособности на 2.02 ± 1.25 ;

Для оценки проделанной работы и воздействия специфических факторов пещерной среды, был использован интегральный коэффициент, характеризующий степень израсходования организма.

таблица № 1

	возраст /год/	спортив. стаж /год/	вес /кг/	рост /см/	VV max	VV max/кг	VO ₂ max/кг	VO ₂ max/мл/	VO ₂ HR/кг	VO ₂ HR/мл/
\bar{X}	29.79	4.37	70.54	173.8	286.67	4.07	48.81	17.08	0.2424	
$\pm SD$	5.55	2.87	8.51	7.2	42.2	0.45	5.7	2.77	0.028	

таблица № 2

	комплексная оценка	RVVC ₁₇₀ /кг	RVVC ₁₇₀ /абс/разница	вес /кг/ разница	коэфф. (K _a)	коэфф./сред/ (K _a средн)
		/отн/ разница	/абс/ разница			
I гр.	\bar{X}	4.62	3.085	200.5	11.0	10.3
	$\pm SD$	0.51	1.68	124.1	2.38	3.1
II гр.	\bar{X}	4.69	-1.885	-140.2	17.0	12.8
	$\pm SD$	0.44	0.86	53.8	1.21	4.6
III гр.	\bar{X}	3.43	-2.02	-178.8	13.0	12.6
	$\pm SD$	0.36	1.25	86.6	1.63	6.2

Коэффициент вычислялся по формуле:

$$K_a = \frac{M_1 + M_2}{M_1 \times T_1} \times T_2 \times 100 \quad (1)$$

где:

- M₁ - вес тела, кг.;
- M₂ - перенесенный груз, кг.;
- T₁ - время работы, час.;
- T₂ - общее время пребывания, час.;

Формула (1) основана на предположении, что процесс работы рассматривается как стохастический с постоянной плотностью вероятности - VV (мощность).

Престой под землей характеризуется постоянным чередованием физической нагрузки с отдыхом, т.е. мощность во время можно представить как периодический процесс с импульсом прямоугольной формы. Математически это представляется следующим образом:

$$f(T) = f(T_1 + T_2)$$

при этом средняя стойность функции выражается как :

$$\langle f(T) \rangle = K_a \frac{T_1}{T_2}$$

С другой стороны среднюю мощность можно определить и через ее моделирование как количество работы (M₁ + M₂) в единице времени, т.е. :

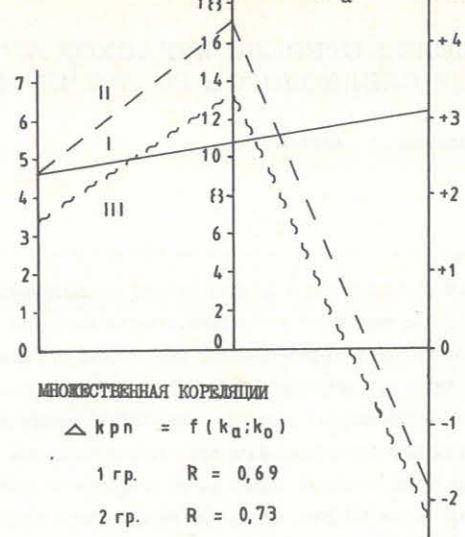
$$\frac{M_1 + M_2}{T_1}$$

Таким образом предложенную нами модель можно считать, хотя и неполностью, пригодным для выражения изменений некоторых биологических процессов. (ж)

С помощью описанного коэффициента определялась степень израсходования организма при последнем для каждого спелеолога проникновении в пещеру (K_a), а также средний коэффициент всех проникновений (K_a ср.) см. табл. №2. При сопоставлении данных о коэффициенте израсходования с изменениями в эргометрической работоспособности при КРП и комплексной оценки, полученной от функционального исследования и при исследовании корреляционной зависимости разница RVVC₁₇₀ до и после проникновения в абсолютных величинах, как функции комплексной оценки и коэффициента (K_a) установлено, что самые высокие средние показатели (K_a) при последнем проникновении $\bar{X} = 17.0 \pm 0.96$ наблюдаются во II группе, где понижение эргометрической работоспособности после

(ж) Соображения по моделированию рабочего процесса были высказаны Петровым, И. 1988 г. - кафедра теоретической физики "Физический факультет", СУ "Кл. Охридски" - София

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КОЭФФИЦИЕНТ СТЕПЕНЬ К Р П /разница/ ФУНКЦ. ГОДНОСТЬ /КО/ ИЗРАСХОДОВАНИЯ /K_a/ (ОТНОСИТУ



МНОЖЕСТВЕННАЯ КОРРЕЛЯЦИИ

$$\Delta krp = f(k_a; k_o)$$

$$1 \text{ гр. } R = 0,69$$

$$2 \text{ гр. } R = 0,73$$

$$3 \text{ гр. } R = 0,93$$

проникновения является самым значительным, при хороших функциональных возможностях (коэффициент корреляции R=0.73). Статистически значимые более низкие показатели (K_a) - $\bar{X} = 11.0 \pm 2.6$ устанавливаются в I группе, причем в этой группе на фоне хороших функциональных возможностей эргометрическая работоспособность повышена (коэффициент корреляции R=0.69). В III группе коэффициент (K_a) соответственно $\bar{X} = 13.0 \pm 5.2$, что показывает среднюю степень израсходования при статистически достоверных более низких функциональных возможностях и соответственно пониженную эргометрическую работоспособность (коэффициент корреляции R=0.93). (см. фиг. № 1)

Средний коэффициент (K_a ср.) степени израсходования всех проникновений не различается статистически достоверно между тремя группами, что показывает, что проделанная работа была равномерно распределена между участниками пещерного проникновения в ходе всей экспедиции и соответствовала тактическому плану.

ВЫВОДЫ :

1. Изменения в эргометрической работоспособности у спелеологов характеризует степень адаптации к специфическим пещерным условиям при работе под землей.
2. При продолжительном пребывании под землей возможности адаптационного приспособления зависят в значительной степени от уровня функциональных возможностей спелеологов.

ЛИТЕРАТУРА :

1. Матеев, Г., 1987 г.;
2. Ялов, Ал., 1987 г.;
3. Сифр, М., "В глубине земли", 1963 г.;
4. yzaquire, I., 1987 г.

БАКТЕРИАЛЬНАЯ ОБСЕМЕНЕННОСТЬ СПЕЛЕОБИОТОПА СОЛЕКОПЕЙ И КАРСТОВЫХ ПЕЩЕР, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ СПЕЛЕОТЕРАПИИ

СИМЯОНКА, Ю. М.

Эксплуатация спелеотерапевтических стационаров и туристских пещер полагает необходимость всесторонних наблюдений.

Изучен состав микрофлоры и микробная обсемененность биотопа спелеотерапевтических стационаров, расположенных в шахте № 8 и № 9 Солотвинского солерудника (Закарпатская область) и перспективных для спелеотерапии карстовых пещер Подолии - "Кристалльная" и "Голубые озера" (Тернопольская область). Отмечена своеобразность микрофлоры солекопей и карстовых пещер, с преобладанием сапрофитных микроорганизмов. Наиболее низкая обсемененность биотопа отмечена в спелеостационарах (воздухе, "соляной почве" и вертикальном соляном пласте) соляной шахты № 8 и № 9 и карстовой пещере "Кристалльная". По числу микробных тел условия среды солекопей соответствуют параметрам воздушной среды помещения операционной.

В результате пребывания больных заболеваниями органов дыхания и здоровых людей в среде солекопей и пещер наблюдается антропогенное влияние на спелеобиотоп, выражающееся в увеличении обсемененности условно-патогенной кокковой микрофлорой.

Длительные, 15-летние наблюдения, позволили отметить на-

При изучении возможности применения микроклимата естественных и искусственных пещер в лечебных и экскурсионных целях существенное значение имеет содержание микроорганизмов в спелеоаэрозоле (11, 6, 4, 14, 15).

Целью работы было изучение микрофлоры и микробной обсемененности спелеобиотопа естественных и искусственных пещер, перспективных для спелеотерапии.

Материалы и методы.

Исследован воздух карстовых пещер "Кристалльная" и "Голубые озера" Тернопольской области; биотоп спелеотерапевтических стационаров Закарпатской областной и Республиканской аллергологических больниц МЗ УССР в Солотвинских солекопах. Воздух пещер засеивался на питательные среды методом седиментации грубо- и среднелдисперстного аэрозоля по Коху в модификации В.Л.Омелянского (9). В спелеотерапевтических стационарах проводился отбор высокодисперстной фракции спелеоаэрозоля методом осаждения ударным действием струи воздуха при помощи модифицированного аппарата Кротова (14) на уровне 0,75 см от нижнего соляного пласта в центральной части лечебниц. Пробы "соляной почвы" отбирались на глубине 10 см и расстоянии 1,5 м от вертикальной поверхности соляного пласта - боковой стены лечебницы. Смывы стен производились ватным тампоном, увлажненным 10 мл стерильного глюкозного бульона с поверхности площадью 100 см². В качестве питательных сред применяли 2% мясопептонный агар с 1% лошадиной сыворотки, 5% кровяной агар на переваре Хоттингера, желточно-солевой агар Чистовича, агары Эндо и Сабуро. Идентифицировали

личие определенного механизма регенерации спелеобиотопа солекопей и предложить ряд мероприятий по поддержанию асептических условий спелеотерапевтических стационаров.

CONCENTRATION OF MICROORGANISMS IN SPELEOBIOTOP OF SALT MINE AND KARST CAVE PERSPEKTIVE FOR SPELEOTHERAPY.

SIMYONKA J., State allergic hospital, Solotvino.

The culture and concentration microorganisms of salt mine in Solotvino and karst caves in Ternopol region "Krystalnaja" and "Golubije ozero" are examined.

The predominance of saprophyte microorganisms is found in salt mine and karst caves. The concentration of microorganisms is the same as is the operation hall. The presence of patients there leads to the growth of concentration of conditional pathogenic coccus microorganisms.

15 years studies show that the concentrations of microorganisms reduced. That make possible to arrange some measures to of supporting the sterility of microclimate.

виды и определяли число санитарно-показательных микроорганизмов в 1 м³ воздуха, 1 г почвы и 1 мл смыва с площади 100 см² согласно методики (14).

Все исследования проводились в отсутствие больных, при их наличии в лечебницах и после ухода из помещений. В спелеотерапевтическом стационаре Республиканской аллергологической больницы, с 1982 по 1987 гг исследования проводились в динамике. При этом, "соляная почва" и смывы стен отбирались в различных местах и на различной высоте.

Микрофлора карстовых пещер Подолии.

В карстовой пещере "Кристалльная" число микроорганизмов составило 1100-1800 в 1 м³ воздуха грубо- и среднелдисперстной фракции аэрозоля. Число микроорганизмов в пещере "Голубые озера" находилось в пределах 2900-3500 в 1 м³ воздуха.

При последующем посеве на различной высоте содержалось неодинаковое число микроорганизмов (табл. 1).

Таблица 1.

Число микроорганизмов в воздухе пещеры "Голубые озера" на различной высоте галерей

Высота отметки взятия проб воздуха, см	Число микроорганизмов : в 1 м ³ воздуха
45 - 50	2 5 1 7
70 - 75	3 5 7 5
90 - 100	3 2 9 3
120 - 130	4 8 4 5
150 - 170	5 0 8 1

Увеличение числа микроорганизмов одновременно с ростом высоты отметки взятия проб воздуха связывается с возможной конденсацией водяных паров при высокой влажности воздуха пещер. По-видимому, преобладающее число микроорганизмов занесено снаружи водой, воздухом или спелеологами. Большинство видов отнесено к сапрофитным грамположительным коккам, представителям родов *Arthrobacter*, *Flavobacterium*, *Proteus*. Не исключено, что пещерам присуща своя микрофлора, адаптированная к относительно низкой температуре - 8-12 °C, высокой относительной влажности - 90-100 % и низкому содержанию органических веществ.

Микрофлора среды экспериментального спелеотерапевтического отделения Закарпатской областной аллергологической больницы.

Спелеотерапевтическое отделение было построено в шахте № 8 Солотвинского солерудника, в толще соляного пласта, на глубине 208 метров. Подземные палаты представляют собой ниши объемом 30-50 м³, выдолбленные в массиве соли. В среднем на одного больного приходится 86 м³ пространства. Микроклимат характеризуется следующими параметрами: температура воздуха - 18,6 °C, атмосферное давление 1001-1013 ПП, относительная влажность - 30-60 %, скорость движения воздуха 0,01-0,2 м/сек, количество положительных аэроионов 166-300 в 1 см³, отрицательных аэроионов 236-300 в 1 см³, содержание высокодисперстного аэрозоля натрия хлорида - до 5,0 мг/м³ (1, 13, 14). В первые годы эксплуатации лечебницы количество микроорганизмов в воздухе в 8-10 раз было ниже, чем на поверхности и оставило 0-2 микробных тел, а после 2-6 часового их пребывания - 8-10 микробных тел в 1 л воздуха (1).

В 1973 году, после двух месячного отсутствия больных в лечебнице, установлены следующие микробиологические параметры: общая микробная обсемененность - 4-20 микробных тел в 1 м³ воздуха, 120-150 в 1 г "соляной почвы" и 300-500 в 1 мл смывов с площади 100 см² стен из пласта соли. Из биотопы высевались *Staph. epidermidis*, *Staph. saprophyticus*, *Esch. coli*, *Proteus sp.*, другие грамотрицательные палочковидные формы микроорганизмов, спорообразующие бактерии *Bacillaceae*.

В течение последующих исследований установлено, что величина микробной обсемененности воздуха подземного спелеотерапевтического отделения переменная и зависит от пребывания больных (рис. 1).

Так, число микроорганизмов в первые два часа после входа больных в лечебницу повысилось до 515 ± 19 в 1 м³ воздуха, утром после пробуждения и утреннего сеанса дыхательной гимнастики - до 1020 ± 22 в 1 м³ воздуха, в основном за счет условно-патогенной санитарно-показательной кокковой микрофлоры. При этом, *Staph. aureus* преобладали по числу (12) и представлены, в основном, фаготипами 83-А и 80 (14). Указанные фаготипы стафилококков обнаружены также в мокроте больных, находящихся в период сеансов спелеотерапии в подземном отделении. Полученные данные, таким образом, указывают на наличие в воздухе лечебницы микрофлоры дыхательных путей больных бронхиальной астмой, что свидетельствует об антропогенном влиянии на среду солекопей.

Следует однако отметить, что занесенная больными в лечебницу микрофлора претерпевала значительные изменения. Бактериальная обсемененность и жизнеспособность микроорганизмов уменьшались через 1-2 часа после ухода больных из спелеотерапевтического отделения. При этом не высевались гемолитические стреп-

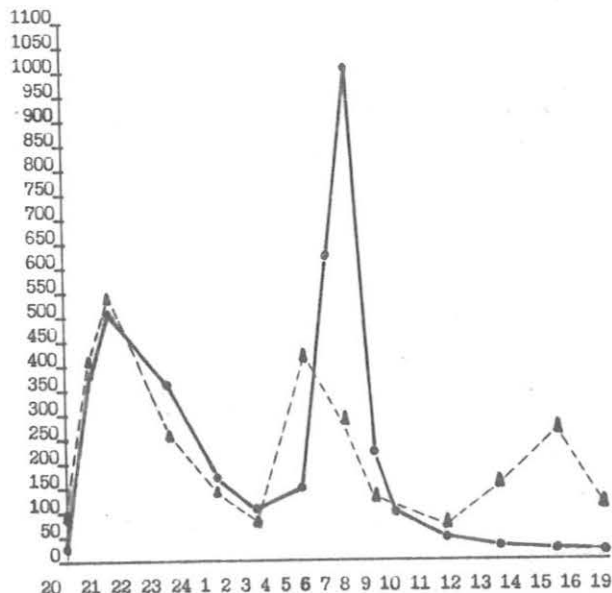


Рис. 1. МИКРОБНАЯ ОБСЕМЕНЕННОСТЬ ВОЗДУХА СПЕЛЕОТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ ОТДЕЛЕНИЙ В СОЛОТВИНСКИХ СОЛЕКОПЕЯХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ПОСЕЩЕНИЯ БОЛЬНЫМИ ХРОНИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ.

Обозначения: — в спелеотерапевтическом отделении Закарпатской областной аллергологической больницы; - - - в спелеотерапевтическом отделении Республиканской аллергологической больницы. По оси абсцисс - время отбора проб воздуха в часах. По оси ординат - число микроорганизмов в 1 м³ воздуха. Время пребывания больных в лечебнице 20³⁰ - 7³⁰.

тококки и наблюдалась наибольшая скорость самоочищения воздуха от микроорганизмов - коэффициент Kethley составил 0,011. Через четыре часа среди оставшихся *Staph. aureus* чаще обнаружены представители с атипическими свойствами, фенотипическими изменениями, свидетельствующие об антибактериальном действии микроклимата солекопей на микробные клетки. Через пять часов и в последующем до очередного входа больных в лечебницу *Staph. aureus* и другие условно-патогенные виды микроорганизмов из воздуха не высевались. Спустя 4-6 часов гемолитическая кокковая микрофлора не обнаружена в "соляной почве" и на вертикальной поверхности соляного пласта.

Автором наблюдались две стадии инактивации микроорганизмов при их диспергировании в воздухе солекопей. Первая - длилась один час, в течение которого резко уменьшилась микробная обсемененность воздуха и возросла скорость инактивации микроорганизмов. Вторая - составила последующие 2-4 часов, в течение которых число жизнеспособных микроорганизмов постепенно уменьшилось. Полное самоочищение спелеотерапевтического отделения от занесенных микроорганизмов наступило через 6-8 часов с момента ухода больных, в том числе воздуха - через 5 часов, "соляной почвы" и стен - 6-8 часов.

Микрофлора среды спелеотерапевтического отделения Республиканской аллергологической больницы МЗ УССР.

Спелеотерапевтическое отделение Республиканской аллергологической больницы МЗ УССР построено в шахте № 9 Солотвинского солерудника на уровне 300 м в толще соляного пласта. Микроклимат характеризуется следующими параметрами: температура воздуха - 21,5 - 23,5 °C, атмосферное давление - 999,7 - 1030 ПП, относительная влажность - 30 - 50%, скорость движе-

ния воздуха - 0,02 - 0,06 м/сек, содержание высокодисперстного аэрозоля натрия хлорида - 2,5-4,0 мг/м³ (3, 16, 15).

В первые годы функционирования отделения содержание микроорганизмов в отсутствие больных составило 70 - 100 микробных тел в 1 м³ воздуха (16, 5, 2, 10).

До поступления больных в лечебницу (рис. 1) обнаружено 71 ± 6 микробных тел в 1 м³ воздуха, а через 2-3 часа после входа больных - 533 ± 77 микробных тел в 1 м³ воздуха. Очередное возрастание микробной обсемененности соответствовало пробуждению больных и уходу из подземного отделения. Через 1-2 часа число микроорганизмов резко уменьшилось, а спустя 3-4 часа - приблизилось к исходным величинам (5, 7).

Таким образом, несмотря на некоторые различия в параметрах микроклимата спелеотерапевтических отделений в шахте № 8 и 9 наблюдалась низкая микробная обсемененность воздуха. Также отмечен аналогичный процесс антропогенного влияния микрофлоры больных на среду лечебниц и регенерации воздуха.

При последующих микробиологических исследованиях биотопа, в 1982-87 гг., установлены некоторые изменения высеваемости микроорганизмов (табл. 2).

Таблица 2.

Микробная обсемененность воздуха спелеотерапевтического отделения Республиканской аллергологической больницы в 1980-87 гг.

Год, месяц	Периоды исследований и результаты			
	в отсутствие больных		в присутствии больных	
	время отбора	микроорганизмов в 1 м ³	время отбора	микроорганизмов в 1 м ³
1980, 04	10 ⁰⁰	92 ± 28		
1982, 04	11 ⁰⁰	56 ± 35	14 ⁰⁰	396 ± 74
1983, 07	12 ⁰⁰	45 ± 21		
1983, 07	20 ⁰⁰	66 ± 9		
1985, 04	20 ⁰⁰	146 ± 48	22 ⁰⁰	203 ± 120
1986, 04	12 ⁰⁰	300 ± 0	14 ⁰⁰	617
1987, 04	20 ⁰⁰	376	17 ⁰⁰	650
1987, 06	12 ⁰⁰	167 ± 24		
1987, 06	20 ⁰⁰	408		

Так, обсемененность воздуха увеличилась в зависимости от длительности эксплуатации лечебницы. При этом, в апреле 1987 года, число микроорганизмов в "соляной почве" после пребывания больных составило 24·10⁴ микробных тел в 1 г почвы. В течение 11-12 часов с момента ухода больных микробная обсемененность "соляной почвы" существенно не изменялась. По мере удлинения срока функционирования лечебницы, из биотопа также чаще высевались представители условно-патогенной санитарно-показательной гемолитической кокковой микрофлоры.

По данным группы авторов (8) антропогенное влияние на среду солекопей характеризуется наличием "оплывания", т.е. постоянно формирующихся образований на поверхности соли, заплытости пласта соли и вторичных "розетковидных" форм галита. В апреле 1987 года проведены посевы смывов вертикальной поверхности соляного пласта в зависимости от наличия или отсутствия вышеупомянутых элементов. Установлено, что на высоте 1,5 м на поверхности стен, где имелась низкая запыленность и не находились так называемые "вторичные розетковидные образования" содержалось 13·10³ микробных тел в 1 мл смывов с площади 100 см²; на уровне 0,5 м, где запыленность соляного пласта была наибольшей - 35·10³ микробных тел, а с площади, содержащей "розетковидные образования" - в пределах 10⁴-10⁵ микробных тел в 1 мл смыва.

В мае 1987 года выполнены санитарно-технические мероприятия,

рекомендованные рядом авторов (14, 7, 8), в том числе механическая очистка соляного пласта, замена слоя "соляной почвы". Микробиологические исследования, проведенные после санитарно-технических мероприятий позволили установить, что в отсутствие больных, при аналогичных условиях отбора проб для исследования число микроорганизмов в воздухе снизилось в 2,8 раза. Наряду с этим, в 1 г "соляной почвы" содержалось 65·10³ микробных тел, т.е. в 3,7 раза меньше; на уровне 1,5 м слабо запыленного и без "розетковидных форм" участка стен число микробных тел было равно 89·10², т.е. в 1,5 раза ниже, а при наличии формирующихся "розетковидных образований" - 48·10², т.е. в 20 раз ниже; на уровне 0,5 м число микроорганизмов составило соответственно 31·10² и 13·10³, т.е. в 11 и 76 раз ниже.

Приведенные данные подтверждают целесообразность выполнения рекомендованных санитарно-технических мероприятий для длительного поддержания стабильности асептических условий среды солекопей в процессе многолетней эксплуатации спелеотерапевтических стационаров.

Результаты выполненных исследований подтверждают сформулированную ранее гипотезу механизма антибактериального действия микроклимата подземных полостей в солекопях, применяемых для спелеотерапии (14). Так, микроорганизмы выделенные при выдохе, чихании, кашле, разговоре и занесенные предметами обихода или одеждой образуют временные капельные бактериальные аэрозоли различной величины с белковой оболочкой из муцина и лишенные ею. Основная часть образованных капель величиной 50-100 мкм и более крупные частицы, содержащие условно-патогенные и сапрофитные микроорганизмы оседают с пылью на поверхностный слой "соляной почвы" или соляного пласта в течение 5-20 секунд. Капли диаметром 10-20 мкм могут превратиться в ядрышки капель, адгезироваться на мелкодисперстные частицы соли, медленно седиментировать или циркулировать под влиянием токов воздуха - 0,1-0,2 м/сек. Слившиеся ядрышки капель формируют бактериальную пыль, которая прилипая к кристаллам соли также оседает на "соляную почву" и соляной пласт. Осевшая соляная пыль с микроорганизмами при активном движении больных может на 1-2 часа незначительно реинфицировать воздух, создавая вторичный аэрозоль. Грубая и средняя фракция пыли остаются на поверхности объектов более длительное время и содержат различное количество микроорганизмов в течение 6-10 часов после ухода больных из отделения. Остальные микроорганизмы и продукты их распада, адгезированные на частицы соли величиной около 1 мкм и менее уносятся токами воздуха на поверхность или диспергируются в отработанных камерах объемом в несколько тысяч кубических метров. Во время пребывания микроорганизмов в различных фазах аэрозоля антибактериально действуют факторы микроклимата. Под влиянием дефицита влажности - 30-60%, при температуре 18-23 °С, вокруг частичек бактериального аэрозоля образуется высококонцентрированный раствор натрия хлорида, создаются условия, приводящие к потере внутриклеточной воды, нарушению клеточных мембран, потере необходимых метаболитов для жизнедеятельности. Последующее повышение концентрации токсических веществ и солей в микробной клетке приводит к нарушению структуры бактериального белка и дезинтеграции микробной клетки под влиянием кислорода. Неважновое значение может иметь бедность спелеобиотопа в органических веществах, концентрация микробных тел в аэрозоле, вид микроорганизмов, наличие или отсутствие защитной муциновой оболочки

вокруг бактериального аэрозоля. Наличие отрицательно-заряженных ионов создает предпосылки образования кислой реакции среды, губительной для ряда микроорганизмов. Некоторое повышение гравитационных сил / по данным Гос.НИИ метрологии в подземном отделении магнитное поле составляет 46000 нтесл, тогда как на поверхности — 42000—44000 нтесл / увеличивает скорость осаждения частиц бактериального аэрозоля на "соляной почве". Несомненную антибактериальную роль имеет микрофлора солекопей, персистирующая в условиях значительного содержания натрия хлорида и являющаяся активным участником антагонизма в процессах метаболизма и особенно разложения органических веществ, оставшихся после пребывания людей.

Таким образом, спелеобиотоп подземных лечебниц в Солотвинских солекопях характеризуется чрезвычайно низкой микробной обсемененностью, соответствующей асептическим условиям, антибактериальными свойствами и способностью к самоочищению от занесенной микрофлоры, что является фактором успеха спелеотерапии, многократного и длительного применения факторов микроклимата солекопей в лечебных целях. Для устранения негативного антропогенного влияния на лечебную среду необходимо придерживаться предложенным ранее режимом эксплуатации и комплексом санитарно-технических мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грищенко Н.Ф., Сабов В.А. Особенности микроклимата соляных шахт и поселка Солотвино Закарпатской области. // Влияние микроклимата Солотвинских соляных шахт Закарпатья на больных бронхиальной астмой. — Киев : Здоров'я, 1972. — С. 27—31.
2. Горбенко В.П., Смишонка Ю.М., Горбенко П.П. Влияние асептического микроклимата на течение экспериментальных ожогов. // Ожоговая болезнь. — Киев, 1980. — С.119—120.
3. Горбенко П.П., Желтвай В.В., Казанкевич В.П. Изменение иммунологической реактивности организма сенситивизированных животных под влиянием микроклимата Солотвинской соляной шахты. // Вопросы аллергии. — Каунас, 1976. — С.160—161.
4. Горбенко П.П., Смишонка Ю.М. Медико-биологическое обоснование использования пещер в качестве экскурсионных объектов. // Исследование карстовых пещер в целях использования их в качестве экскурсионных объектов. — Сухуми:Тбилиси, 1978. — С. 173—174.
5. Горбенко П.П. Влияние микроклимата : Солотвинских солекопей на течение бронхиальной астмы : Автореф. дис... канд. мед. наук. — Л., 1982. — 16 с.
6. Ikonov G. Microbiological investigations of the Magura Cave. // Internat. Congress of Speleology. — Olmouc : Czechoslovakia. — 1973. — P.186.
7. Казанкевич В.П. Влияние микроклимата соляных шахт на иммунологическую реактивность организма в эксперименте и клинике : Автореф. дис... канд. биол. наук. — М., 1984. — 21 с.
8. Казанский В.П., Дымкин В.А., Лемко И.С. и др. Геологические аспекты спелеотерапии / на примере лечебной шахты пос. Солотвино, Закарпатской области, УССР /.—Новосибирск, 1986. — 79 с.
9. Киктенко В.С., Кудрявцев С.И., Чугунов Н.И., Пушин Н.И. Бактериальные аэрозоли и методы их исследования в санитарной микробиологии. — М., 1968.
10. Повстаной Н.Е., Горбенко П.П., Горбенко В.П., Смишонка Ю.М. Влияние управляемой асептической среды на течение ожоговой болезни в эксперименте // Седьмая научная конференция по проблеме "Ожоги". — Л., 1981. — С. 111—112.
11. Rajana L., Rada S., Klinko K. Možnosti speleoklimatickej terapie v Slovenskej jaskyni. // Vydalo vydavateľstvo osveta, N.Р., Martin pre Masana Slovenského Kraju v lptovakan Mikulaci, 1971. — 67 s.
12. Смишонка Ю.М., Желтвай В.В. Некоторые иммунобактериологические аспекты лечения больных бронхиальной астмой в условиях соляных шахт. // Патогенез и курортное лечение аллергических заболеваний органов дыхания. — Кисловодск, 1977. — С. 104—105.
13. Смишонка Ю.М., Горбенко П.П., Дворщина Л.И. Микрофлора мокроты и бактериальная сенситивизация больных бронхиальной астмой при спелеотерапии в условиях микроклимата Солотвинских солекопей // Этиология и патогенез инфекционного процесса при острых и хронических воспалительных заболеваниях легких : Труды НИИ пульмонологии. — Л., 1982. — С.141—142.
14. Смишонка Ю.М. Влияние микроклимата Солотвинских солекопей на микрофлору дыхательных путей больных бронхиальной астмой : Моск. НИИ эпид. и микроб. : Канд. дис... канд. биол. наук. — Л., 1984. — 178 с.
15. Смишонка Ю.М., Горбенко П.П. Бактериальная обсемененность воздуха некоторых естественных и искусственных пещер Украины. // Пробл. охраны пещер и других карстовых объектов. — 1986. — С.66—68.
16. Терехтин М.Д., Горбенко П.П., Казанкевич В.П. Изменение микроклиматические особенности подземного отделения Республиканской аллергологической больницы Министерства здравоохранения УССР в поселке Солотвино / шахта № 9 / . // Вопр. курорт., физioter. и лечеб. физич. культуры. — 1977. — № 5. — С. 61—62.

Ю.СМИШОНКА

Республиканская аллергологическая больница МЗ УССР, Лаборатория спелеомедицины, Солотвино, УССР.

РЕЗУЛЬТАТЫ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ДЛИТЕЛЬНОМУ ПРЕБЫВАНИЮ СПЕЛЕОЛОГОВ В КАРСТОВЫХ ПЕЩЕРАХ ПОДОЛИИ

ГОРБЕНКО, П. П. - ГОРБЕНКО, В. П. - СИМИОНКА, Ю. Н. - ГОРБАЧОВ, В. М.

RESULTS OF MEDICOBIOLOGICAL EXPERIMENTS DEALING WITH PROLONGED STAY OF SPELEOLOGISTS IN PODOLIA KARST CAVES

GORBENKO P.P., GORBENKO V.P., SIMIONKA J.M., GORBATCHOV V.M.

/ U S S R, Republic Allergological Hospital Ministry of Health
Ukr. S S R / Solotvino /

The vital activity speleologists during prolonged isolated stay in the Podolya karst caves/Ternopol Region, Ukraine has been investigated. The isolation was of two types; solitary and group. In our country these experiments had been initiated during medicobiologic expeditions of speleological laboratory to Krystalnaya karst caves and Golubye lakes

in 1972-1978. Both groups of experimented persons had been provided with necessary means for maintaining vital activity. They had been well-equipped with necessary instruments and completely isolated. All types of investigations / medicobiologic, speleologic and microclimatic / had been performed in the cave with 30 days by laboratory scientific workers.

The above mentioned investigations enabled to establish marked effect of cave conditions on human organism as well as definite phasic development of adaptation process and rising tension of systemic adaptation and protective mechanisms.

Results experiments showed that microclimate of karst cave caused both the reduction of bronchospasm intensity and improvement of bronchitis in experimental animals.

В последние годы в СССР, в связи со значительным ростом спелеологических исследований и повышением внимания врачей к применению в лечебных целях природных факторов, получает развитие медико-биологическое направление изучения естественных и искусственных пещер.

Спелеомедицина, начавшаяся развиваться в СССР в исследованиях украинских спелеологов и врачей /М.Д.Торохтина, П.П.Горбенко и др./, становится одним из важных и перспективных направлений современной медицинской науки.

Впервые внимание на влияние подземной среды на организм человека было обращено авторами во время крупных исследовательских экспедиций Тернопольского клуба спелеологов и спелеотуристов "Подолье"/руководители-В.А.Радзиевский, П.П.Горбенко, В.В.Апостолик/ в пещерах Млынки длиной 15 км., Кристальная - 21 км, Озерная - 105 км. Сотни спелеологов, исследуя пещеры и работая в течение многих суток в экстремальных условиях /большие физические нагрузки, высокое эмоциональное напряжение, значительное переохлаждение, постоянная темнота, высокая влажность воздуха, нередко недостаточное питание и др./, отмечали в подземных условиях высокую работоспособность, быстрое заживление ран, исчезновение имевшихся острых и значительное улучшение течения хронических заболеваний дыхательных путей, нормализацию артериального давления, отсутствие возникновения простудных заболеваний. Это побудило нас заняться изучением вопросов экологической взаимосвязи "человек - подземная среда".

В октябре 1966 года по инициативе П.П.Горбенко и В.В.Апостолика была организована медико-биологическая группа спелеологов спелеоклуба "Подолье" в состав которой входили девять студентов Тернопольского медицинского института. Задачами группы являлось изучение влияния микроклимата пещер на организм человека, разработка оптимального режима труда и отдыха в подземных условиях, изучение биоритмов человека находящегося длительное время под землей, возможность использования пещер Подолии в лечебных целях.

Было показано, что микроклимат пещер Подолия благотворно влияет на заживление чистых и гнойных ран в эксперименте, способствует снижению и нормализации артериального давления, улучшению состояния центральной и вегетативной нервной системы; улучшению об-

щего состояния и клинико-функциональных показателей у больных гипертонической болезнью и бронхиальной астмой. На основании спелеологических, микроклиматических и медико-биологических исследований была обоснована возможность использования пещер Кристальная и Озерная для лечения больных гипертонической болезнью и бронхиальной астмой.

15 января 1977 года по инициативе П.П. Горбенко на базе республиканской больницы Минздрава Украинской ССР/пос.Солотвино Закарпатской области/ при участии Тернопольского клуба спелеологов и спелеотуристов "Подолье" была организована на общественных началах научно-исследовательская лаборатория спелеомедицины /НИИСМ/. В лаборатории сотрудничают врачи, биологи и инженеры, которые занимаются исследованиями в следующих направлениях:

- изучение эффективности и разработка индивидуальной, комплексной и преемственной методики спелеотерапии больных бронхиальной астмой и другими заболеваниями;
- изучение возможности спелеотерапии хронических неспецифических заболеваний легких и гипертонической болезни в условиях микроклимата карстовых пещер;
- дальнейшие исследования в области спелеоклиматологии и спелеоэкологии в различных по характеру строения и микроклиматическим характеристикам пещерах;
- разработка вопросов спортивной спелеомедицины и медицинского обеспечения спелеотуристских путешествий.

Лабораторией спелеомедицины была проведена серия экспериментов по изучению длительного пребывания в пещерах Подолии и влиянию микроклимата пещер на организм человека и экспериментальных животных.

Остановимся на результатах некоторых из них.

В июне-июле 1978 года был проведен эксперимент по длительному групповому пребыванию двух спелеологов/среди них одного врача/ в пещере Голубые озера, одной из наибольших в мире лабиринтовых гипсовых пещер, расположенной возле села Короливка Борщевского района Тернопольской области Украины в карстово-сифузионной воронке, расположенной среди поля.

Микроклимат пещеры Голубые озера имеет следующие параметры и

идентичен микроклимату карстовых пещер, используемых в СССР и за рубежом для целей спелеотерапии: температура воздуха 9,2 - 10,9° С, относительная влажность 93-99%, скорость движения воздуха 0,06 - 0,16 м/с, содержание углекислого газа 0,05-0,24 об. %.

Лабораторией спелеомедицины, совместно со спелологами Тернопольского спелклуба "Подолье" была организована заброска снаряжения и организован лагерь в галерее Великанов в двух километрах от входа в пещеру, доступ куда был ограничен несколькими дружнопреодолеваемыми подземными озерами.

Цели эксперимента были следующие:

- изучение групповой совместимости при длительном пребывании в пещере в экстремальных условиях;

- изучение влияния подземной среды на основные физиологические системы организма:

а/ сердечно-сосудистую;

б/ дыхательную;

в/ мочевыделительную;

г/ центральную нервную систему;

д/ систему терморегуляции;

е/ изучение индивидуального биологического ритма;

- изучение основных микроклиматических параметров пещеры Голубое озеро;

- проведение топографических и картографических исследований, поиск новых районов.

Условия эксперимента:

- полная изоляция экспериментальной группы;

- работа группы в условиях, максимально приближенных к условиям спелеологической экспедиции;

- полное отсутствие информации о времени и о событиях на поверхности;

- краткая односторонняя связь с группой обеспечения, расположенной в лагере на поверхности.

При проведении эксперимента выполнялись следующие исследования:

Клинические: пульс, артериальное давление, температура тела, проба Штанге, проба Генча, оценка 2-х минутного интервала, динамометрия, пневмотахометрия; Исследования крови: гемоглобин по Салли, эритроциты, лейкоциты, общее количество элементов/гематокрит/, цветной показатель, среднее содержание гемоглобина в одном эритроците, средняя концентрация гемоглобина в одном эритроците, лейкоцитарная формула, время свертывания капиллярной крови, время кровотечения, индекс интоксикации лейкоцитов Кальф-Кальф, изучение токсической зернистости нейтрофилов, индекс нейтрофилы/лейкоциты, С-реактивный протеин, иодная проба Маллена; Исследования мочи: количество, цвет, прозрачность/мутность-с изучением причин/, рН, удельный вес, белок, сахар, желчные пигменты, микроскопия осадка, пробы Зимницкого; Исследования кала на скрытую кровь.

Участники эксперимента жили в палатке, освещаемой и обогреваемой газовыми лампами, питание проводилось по общепринятым нормам, вода доставлялась из подземного озера.

Комплекс исследований проводился на поверхности до спуска в пещеру, во время пребывания и после выхода на поверхность. Вид и тип исследования ежедневно определялся заданием, подготовленным заранее руководством эксперимента и неизвестным участникам эксперимента, которые ознакамливались с ним при вскрытии пакетов, подготовленных на каждый день эксперимента.

Результаты проведенных исследований позволяют оценить организм исследователей до спуска в пещеру и считать их практически здоровыми. Результат эксперимента показал наличие психологической сов-

местности обследуемых с выделением явного лидера, количество ссор было минимальным. При оценке показателей индивидуального биоритма и субъективного восприятия времени отмечено увеличение субъективных суток в среднем до 36 часов, по графику 30-суточного эксперимента исследуемые субъективно оценили как 20-суточную/при подъеме на поверхность шли 20-е сутки субъективного времени/, поэтому дальнейшую оценку результатов эксперимента будем комментировать по субъективному времени.

В течение первых 48 часов пребывания в пещере отмечено снижение максимального, минимального артериального давления, появление тенденции к асинхронным изменениям тонуса симпатической и парасимпатической нервной систем. На 3-4 сутки отмечалось ухудшение настроения и аппетита, появлялась сонливость. В первые трое суток в периферической крови наблюдалось увеличение в 5,5 раза/с 2 до 11% / количества палочкоядерных нейтрофилов, в 6-7-величины ядерного сдвига нейтрофилов, в 1,5-2 - лейкоцитарного индекса Кальф-Кальф и в 2-3-нейтрофил/лейкоцитарного индекса. В крови появлялась токсическая зернистость нейтрофилов, до 9-10% снижалось содержание лимфоцитов, уменьшалось время свертывания крови, снижалась величина гематокрита.

Нормализация клинико-функциональных и лабораторных показателей наблюдалась к 11-12 суткам. На 17-19 сутки пребывания в пещере снова было отмечено ухудшение клинико-лабораторных показателей, а к 23-24-м суткам их нормализация. Следует заметить, что на 17-19-е сутки в моче появлялись следы белка, повышался ее удельный вес и увеличивалось количество осадка за счет солей и бромных элементов. К концу эксперимента наблюдалось некоторое снижение максимального и минимального артериального давления, достоверный рост величины минутного объема кровообращения у обоих испытуемых, достоверный рост показателей бронхиальной проходимости и проб с задержками дыхания на вдохе/проба Штанге/ и на выдохе/проба Генча/.

В процессе адаптации к микроклимату пещеры у испытуемых произошло снижение температуры тела на 4-6 день эксперимента. При этом следует отметить различную адаптацию к холоду у исследуемых. Так у первого испытуемого первое понижение температуры тела наступило на 4 сутки и минимальная температура тела на 26-27 сутки эксперимента составила $34,9 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$, у второго испытуемого понижение температуры тела наступило на 6 сутки и составило $35,8 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. В конце эксперимента температура тела у испытуемых колебалась от $36,3$ до $35,9^{\circ}\text{C}$.

При исследовании показателей динамометрии отмечены положительные тенденции в сдвиге данных показателей.

При оценке 2-минутного интервала, являющегося методом субъективной оценки времени отмечен рост показателя у обоих испытуемых в первые сутки, почти нормальные показатели на вторые, третьи сутки эксперимента, рост показателя на 10, 11 и 17, 18 сутки у первого испытуемого, его снижение в те же дни у второго испытуемого, снижение его на 26, 27 сутки у первого испытуемого и повышение в те же дни у второго, при уменьшении 2-минутного интервала у обоих испытуемых на поверхности в I и 3 день после подъема, наиболее выраженное у первого испытуемого.

При оценке величины вегетативного индекса Керде отмечалась различная, как бы динамика зеркального отражения у обоих испытуемых, что говорит о превалировании у одного испытуемого тонуса симпатической нервной системы, а у другого тонуса парасимпатической нервной системы.

При сравнении отсчета времени в подземных условиях с действительным, оказалось, что сутки в подземных условиях на 6-12 часов

длиннее действительных.

Результаты эксперимента дали возможность установить выраженное влияние среды пещер на организм человека, определенную стадийность течения процесса адаптации и возникновение напряженности адаптационно-защитных механизмов организма.

Воздействие среды пещер на организм человека вызывает комплекс физиологических, а в ряде случаев патологических изменений в организме, которые можно разделить на 4 группы:

1. Биоритмологические нарушения. Отсутствие внешних временных факторов/хронизация/ в сочетании с искусственным структурированием периодов сна и бодрствования может нарушить работу "биологических часов" в организме.

2. Климатическая депривация. Отсутствие суточных колебаний температуры, влажности воздуха, а также других параметров микроклимата при длительном пребывании под землей может вызвать состояние депривированности организма.

3. Сенсорная депривация. Отсутствие смены дня и ночи, постоянная темнота и тишина, отсутствие привычных зрительных и слуховых раздражителей изменяет работу зрительного и слухового анализаторов. Обеднение зрительной и слуховой афферентации приводит к возникновению напряжения центральной нервной системы, вплоть до возникновения галлюцинаций.

4. Значительное воздействие холода, гипоксия, выраженная физическая и психическая нагрузка в сочетании с биоритмологическими нарушениями, климатической и сенсорной депривацией, вызывают в организме человека напряжение и перенапряжение адаптационно-защитных механизмов, которое может трактоваться как хронический или острый стресс.

В июле-августе 1977 года лабораторией спелеомедицины был проведен эксперимент по изучению влияния микроклимата пещеры Кристалльная на течение экспериментальной анафилаксии. Экспериментальная анафилаксия была получена в результате комбинированной ингаляционной и парентеральной сенсибилизации нелинейных белых крыс нормальной лошадиной сывороткой с адьювантом Фрейнда. После развития клинической картины экспериментальной анафилаксии, которая проявлялась в возбуждении животных, усиленной потливости, мокнущих шерсти, кашле, чесании мордочки, принятии некоторыми животными позы Будды, животные были разбиты на две группы: первая - экспериментальная, находившаяся в течение 30 суток в гроте Буйвола пещеры Кристалльная и вторая - контрольная, находившаяся в течение 30 суток в виварии на поверхности. Через 30 суток животные обеих групп были декаптитированы под эфирным наркозом и у них для исследования был взят комплекс легкие-сердце, на котором проведено изучение экспериментального бронхоспазма по методике Р.Абрайтиса в модификации В.В.Делтова и гистологическое исследование.

В результате изучения степени экспериментального бронхоспазма у животных обеих групп после проведения эксперимента отмечено его снижение у животных экспериментальной группы и отсутствие достоверных изменений у животных контрольной группы.

При гистологическом исследовании препаратов крыс контрольной группы, находившихся в виварии на поверхности, основные морфологические изменения касались бронхов, сосудов и паренхимы. При этом просвет бронхиол был сужен, слизистая их звездчатая/гофрированная/, в перибронхиальной ткани лимфоидно-плазмочитарная инфильтрация.

В бронхах среднего калибра обнаружены аналогичные изменения, однако с большей частотой отмечалась обтурация просветов бронхов слизью, нередко с геморрагическим содержанием, кровеносные сосуды расширены, полнокровны, альвеолы выполнены серозно-геморрагическим

экссудатом, ацинусы расширены.

Спазм бронхов и выраженная лимфоидно-плазмочитарная инфильтрация являлись наиболее типичным проявлением морфологических изменений в контрольной группе. При этом постоянно отмечалось образование лимфом, в центре которых обнаруживалось просветление, свидетельствующее о пролиферации клеточных элементов. Такие лимфомы способствовали сдавлению просвета бронхов. В этих же участках структура бронхиальной стенки не определяется.

Лимфоидно-плазмочитарная инфильтрация наблюдалась и вокруг сосудов, "клетки как бы охватывают сосуды в виде муфт".

При исследовании препаратов легких крыс экспериментальной группы, которые находились в пещере, просвет бронхиол был свободен от содержимого. Отдельные бронхи были спазмированы, однако лимфоидно-плазмочитарная инфильтрация была менее выраженной, чем в контрольной группе.

Таким образом, данные морфологии указывают на то, что у животных контрольной группы наблюдалась типичная картина бронхоспазма, аналогичная таковой при бронхиальной астме у людей /И.М.Кодолова, А.М.Струков, М.К.Даль/. В экспериментальной группе морфологические изменения соответствовали картине хронического бронхита. Обнаруженный склероз, по-видимому, является результатом регенераторных процессов, происходящих в стенке бронха в условиях микроклимата пещеры Кристалльная, так как лимфоидно-плазмочитарная инфильтрация заканчивается развитием соединительной ткани /Сипова, Освальд, Рейд/. Обнаруженный бронхоспазм части бронхов /по данным И.М.Кодоловой, А.Т.Хазанова/ является результатом перибронхита.

Результаты экспериментов в пещерах Подолии были внедрены при разработке обоснования применения микроклимата солекопей в лечебных целях, разработке методик спелеотерапии.

За цикл работ по спелеотерапии и спелеомедицине группа авторов лаборатории спелеомедицины под руководством профессора М.Д.Торохтина была отмечена Премией Ленинского Коммунистического Союза молодежи Украины /ЛКСМУ/ и научно-технических обществ /НТО/ УССР.

Оценивая проведенную исследователями работу, а также перспективность исследований в области спелеомедицины Всесоюзный институт карстоведения и спелеологии Географического общества СССР при Академии наук СССР /г.Пермь/ на заседании ученого совета от 5 марта 1981 года принял решение организовать на общественных началах отдел спелеомедицины. Руководителем отдела назначен П.П.Горбенко, секретарем - Д.И.Симфонка.

Таким образом, результаты исследований и экспериментов показывают, что спелеомедицина сформировалась как самостоятельная отрасль медицинской науки, и основными направлениями ее исследований являются:

1. Физико-химические и микробиологические исследования условий подземной среды.

2. Влияние подземной среды на организм человека и физиологические механизмы адаптации:

- а/ биоритмологические аспекты адаптации человека;
- б/ психофизиологические аспекты адаптации и поведение человека в пещерах;
- в/ биоэнергетика.

3. Использование естественных и искусственных пещер в лечебно-профилактических целях:

- а/ критерии оценки лечебного действия среды пещер и разработка показаний для спелеотерапии;
- б/ механизм лечебного действия пещер;
- в/ организация новых спелеотерапевтических стационаров.

4. Спортивная спелеомедицина:

- а/ оценка психо-физического состояния спортсменов-спелеологов, отбор и расстановка участников спелеотуристских путешествий;
- б/ медико-физиологическое обоснование тактики и техники штурма пещер;
- в/ медико-биологическое обоснование использования пещер в качестве экскурсионных объектов.

5. Спелеоэкология:

- а/ влияние человека на среду пещер;
- б/ процессы восстановления подземной среды.

Проведенные исследования приближают нас к пониманию сложной экологической взаимосвязи "человек-подземная среда", способствуют развитию спелеомедицины и более широкому применению спелеотерапии как метода лечения и профилактики.

Literature:

1. Горбенко П.П., Симфонка Ю.М., Горбенко В.П., Горбачев В.М., Аполтолик В.В. Результаты медико-биологических экспериментов по длительному пребыванию спелеологов в карстовых пещерах Подолии // Пещеры: Межвуз. сб. научн. тр./Перм. ун-т.-Пермь, 1986. - С. 94-95.
2. Горбенко П.П., Аликин Ю.С., Горбенко В.П. Влияние экстремальных факторов среды пещер на организм человека // Пещеры: Межвуз. сб. научн. тр./Перм. ун-т.-Пермь, 1986. - С. 95-96.

/ СССР, Республиканская аллергологическая больница МЗ УССР, пос. Солотвино, Закарпатской области, Украинской ССР; отдел спелеомедицины Всесоюзного института карстоведения и спелеологии /

ВЛИЯНИЕ АСЕПТИЧЕСКОГО МИКРОКЛИМАТА СОЛЕКОПЕИ НА ТЕЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ОЖОГОВ

ГОРБЕНКО, В. П. - ТОРОХТИН, М. Д. - ПОВСТЯНОЙ, Н. Е. - ЛЕМКО, И. С. - СИМЯОНКА, Ю. М. - ГОРБЕНКО, П. П.

Перспективным направлением в современной климатотерапии является спелеотерапия — метод лечения, использующий для лечебных целей микроклимат естественных и искусственных подземных полостей для целей климато и бальнеотерапии. Спелеотерапия применяется для лечения ряда заболеваний, таких как бронхиальная астма, хронический бронхит, гипертоническая болезнь, коклюш, заболевания периферической нервной системы, ревматизм / Горбенко П.П., 1978, 1981 /. Для спелеоклиматического лечения, в основном, используются так называемые "холодные" пещеры, где действующими факторами микроклимата являются: стабильность основных микроклиматических характеристик, благоприятная температура, влажность и исключительная чистота воздуха, его повышенная ионизация, увеличенное содержание углекислого газа, наличие в аэрозоле ионов кальция и магния. Климатическое лечение проводится также и в соляных коях, лечебными факторами которых являются: оптимальная температура и влажность воздуха, высокое содержание аэрозоля хлористого натрия, благоприятное соотношение отрицательных и положительных аэроионов, практически полное отсутствие микроорганизмов и аллергенов / Горбенко П.П., 1978, 1981 /. Для спелеобальнеоклиматического лечения используются "теплые" пещеры и заброшенные горные выработки, где применяются холодные, слаботермальные и термальные сульфатные, бикарбонатно-сульфатно-щелочные, сернокислые с высоким содержанием тяжелых металлов, радоновые и другие воды / Горбенко П.П., 1978 /.

Целью нашего исследования было расширение диапазона применения спелеотерапии для лечебных целей.

Для этого в условиях подземного отделения больницы, расположенного в соляной шахте было проведено экспериментальное исследование, целью которого было обоснование лечебного действия подземного микроклимата на течение экспериментальных ожогов и изучение механизма его влияния на течение ожоговой болезни.

Параметры микроклимата подземного отделения следующие/Слайд/.

Работа проведена на 50 наливных белых крысах весом 150–200 г, которым на деэпильрованную поверхность тела под эфирным наркозом были нанесены ожоги паром III–IV степени на площади до 20% поверхности тела, являющиеся критическими для животных. Десять здоровых животных, не подвергшихся термическому поражению служили контролем.

Животные I-й группы/опытной—25 крыс/ через 12 часов после ожогов спускались в подземное отделение и находились там в течение 75 дней/1300 часов/; животные 2-й группы/контрольной—25 крыс/ постоянно находились в виварии на поверхности земли. Обожженные поверхности у животных обеих групп велась открытым методом без использования каких-либо медикаментозных антибактериальных средств в условиях естественной аэрации климата виварии и микроклимата соляной шахты.

У экспериментальных животных изучались вызываемость, клиническое состояние, характер течения раневого процесса, обсемененность ожоговых ран, некоторые общеклинические, иммунологические, биохимические показатели.

В течение первых суток у животных обеих групп отмечалось угне-

тенное состояние, сменявшееся периодической агрессивностью. Большую часть времени они были вялы, апатичны, не пытались принимать пищу, воду, большую часть времени лежали. На ожоговых поверхностях имелся серого цвета влажный струп.

На протяжении 2–7 суток состояние большинства животных опытной группы/20 крыс/постепенно улучшалось. Они постепенно становились подвижными, начинали принимать пищу, воду, пытались "лизывать" ожоговые раны. У всех животных ожоговый струп к концу недели становился сухим, плотным, несколько сморщивался.

Состояние большинства животных контрольной группы/12 крыс/ в течение первой недели улучшалось незначительно. Они меньше, чем животные опытной группы, передвигались, оставались в большинстве своем вялы, слабо реагировали на окружающую обстановку, мало пили, недостаточно принимали пищу. Ожоговые раны у всех них оставались влажными, несколько набухали, местами к концу недели, особенно по краям обожженной поверхности появлялись гнойные очаги. Кожа по линии демаркации набухала, прикосновение к ней было болезненно.

В течение второй–третьей недель большинство животных опытной группы/16 крыс/ были активны, принимали пищу, воду, живо реагировали на окружающую обстановку, постоянно пытались лизывать раневые поверхности, достаточно много передвигались в клетке. Со стороны ожоговых ран некротический струп оставался сухим, черно-серого цвета. По краям со здоровой кожей у 16 крыс к концу третьей недели появлялся ободок грануляций, покрытый умеренным гнойным отделяемым. Здоровая кожа не была воспаленной/набухшей, покрасневшей/, прикосновение к ней было безболезненным. Попытка приподнять и удалить струп не удавалась.

Что касается животных контрольной группы, то в течение этого срока наблюдения, они в большинстве своем/3 крыс/оставались вялыми, мало передвигались, мало принимали пищу, воду. Чаще всего они лежали, практически не пытались лизывать раны. Ожоговые раны оставались влажными, становились набухшими, приобретали серо-зеленый цвет со множеством очагов гнойного расплавления. Одновременно у большинства животных кожа вокруг очага термического поражения постепенно темнела, набухала на протяжении до 1 см, то есть развивался вторичный некроз.

Различное клиническое течение ожоговой болезни и раневого процесса у животных опытной и контрольной групп нашло свое отражение в выживаемости животных. Так, в течение первых четырех недель погибло 76% животных контрольной группы/19 из 25/ и лишь 44% опытной группы/11 из 25—Слайд/.

На протяжении 4 и 5 недель выжившие животные опытной группы были активны, принимали пищу, воду, лизывали раны, достаточно передвигались в клетке. Вместе с тем у ряда животных отмечалось исхудание/5 крыс/. Однако ожоговые раны, по-прежнему, оставались сухими, ожоговый некротический струп местами отходил, под ним отмечалось развитие гранулирующих ран с умеренным отделяемым. По краям ожогового струпа у ряда крыс отмечалась эпителизация. Общая площадь ра-

становилась несколько меньшей/на 15-20%/, что было связано с началом концентрического рубцевания.

Животные контрольной группы/6 крыс/ в эти сроки, как правило, были апатичны, вялы, мало передвигались, слабо реагировали на окружающую обстановку, плохо принимали пищу, воду, выражено было их истощение. На ожоговых ранах появлялась мозаичная картина: местами сохранялся влажно-серый, местами серо-зеленый набухший струп, местами появлялись очаги кровоизлияний. Нарастала зона потемнения и некроза бывших здоровых кожных покровов, неравномерно распространяясь вокруг зоны термического поражения. Площадь общей гибели кожных покровов увеличилась в 1,5 раза.

Идентичная картина течения ожоговой болезни и ожоговых ран отмечалась у животных обеих групп в течение 6 и 7 недель. К концу эксперимента у выживших животных опытной группы/4 крысы/ был хороший аппетит, они были подвижны, ожоговые раны у всех крыс зажили по типу вторичного натяжения под сухим струпом/Слайд/. У оставшегося к концу эксперимента единственного живого животного контрольной группы отмечалась обильная экссудация из раны, слабое развитие грануляций, площадь раны, по сравнению с термическим поражением возросла в два раза/Слайд/.

Изучение гематологических и биохимических показателей позволило установить наличие достоверных различий в динамике течения воспалительного процесса у животных обеих групп. После нанесения ожога у животных обеих групп отмечалось достоверное повышение уровня щелочной фосфатазы сыворотки крови/Слайд/ и ДКА-реакции, увеличение в 2 раза/по сравнению с исходным/ величины ядерного сдвига нейтрофилов, коэффициента нейтрофилы-лейкоциты, появление токсической зернистости нейтрофилов/Слайд/. Наблюдалось увеличение уровня альфа-2-глобулинов и уменьшение гамма-глобулинов и величины альбумино-глобулинового коэффициента/Слайд/.

На второй неделе эксперимента у животных опытной группы наблюдалось уменьшение активности ЩФ в 1,7 раза по сравнению с началом эксперимента, тенденция к снижению величины ДКА-реакции/Слайд/ и увеличению содержания общего белка сыворотки крови, нормализация содержания альфа-2 и гамма-глобулинов. В конце эксперимента отмечалась достоверная нормализация величины ядерного сдвига нейтрофилов, исчезала токсическая зернистость нейтрофилов/Слайд/, нормализовались величины коэффициента нейтрофилы-лейкоциты.

В контрольной группе в конце эксперимента возросла активность ЩФ и величина ДКА-реакции/Слайд/, уменьшилось содержание общего белка сыворотки крови/Слайд/, отмечено достоверное увеличение величины ядерного сдвига нейтрофилов и токсической зернистости нейтрофилов, величины коэффициента нейтрофилы-лейкоциты.

Наблюдавшаяся динамика течения раневого процесса, вызываемос-

ти животных, а также характера гематологических и биохимических показателей, несомненно были связаны с характером и степенью бактериальной обсемененности ожоговых ран. Характер микрофлоры воздуха выварки и подземного отделения/Слайд/.

Перед разделением животных на группы из ожоговых ран у них высевалась идентичная микрофлора/Слайд/, тем не менее уже через неделю отмечалось существенные различия в характере высеваемой микрофлоры у животных опытной и контрольной групп. Так, у животных контрольной группы высевалась только патогенная флора в виде золотистого стафилококка, кишечной палочки, синегнойной палочки, протей, гемолитического стрептококка. У животных же опытной группы лишь в 62,5% обнаруживалась патогенная флора в виде синегнойной палочки и протей.

К концу эксперимента обращает на себя внимание наличие в ранах контрольных животных только грамотрицательной флоры в виде кишечной и синегнойной палочек, высевавшихся с каждого погибшего животного. В то же время микрофлора животных опытной группы была представлена как грамотрицательной флорой, частота которой уменьшалась по сравнению с первой неделей, как и грамотрицательной флорой, нередко представленной сапрофитными бактериями.

Быстрое образование сухого струпа у животных опытной группы, меньшая бактериальная обсемененность воздуха подземного отделения соляной шахты обусловили и тот факт, что начиная уже с первой недели эксперимента, количество микрофлоры на один кв. см ожоговой раны было на 1,5-2 порядка ниже, чем у животных контрольной группы/Слайд/. Тем самым обеспечивалось более благоприятное течение ожоговых ран и ожоговой болезни, а высокая летальность в контрольной группе в течение нее первых четырех недель, несомненно, связана с развитием влажного некроза ожоговых ран и сепсиса.

Таким образом, как свидетельствуют результаты экспериментальных исследований, микроклимат подземного отделения соляной шахты оказывает положительное влияние на течение ожоговой болезни и раневого процесса, обеспечивая низкое содержание микрофлоры в окружающем воздухе. Такая среда позволяет быстро высушить омертвевшие ткани, существенно уменьшить количество микрофлоры в ожоговой ране, дать возможность благоприятному течению раневого процесса и заживлению ожоговых ран под сухим струпом с одновременной краевой эпителизацией. При этом увеличивается выживаемость животных этой группы, что связано с течением ожоговой раны и меньшей возможностью развития сепсиса, чем у животных контрольной группы.

Вместе с тем, динамика гематологических и биохимических показателей свидетельствует о том, что микроклимат соляной шахты оказывает выраженное гипосенсибилизирующее действие, обладает выраженным противовоспалительным действием и способствует нормализации показателей неспецифической реактивности организма животных.

СССР, 295760, Закарпатская обл.,
Тячевский р-н, пос. Солотвино,
ул. Ленинградская 10, кв. 35
тел. дом. 24-354
Горбенко Владимир Петрович

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ОРГАНИЗМА БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ В УСЛОВИЯХ МИКРОКЛИМАТА СОЛЕКОПЕЙ

СИМОНКА, Ю. - ПОП, И. - ЧОНКА, Я. - СИМОНКА, М.

Недостаточная эффективность медикаментозных средств при вялотекущем хроническом инфекционно-воспалительном процессе в органах дыхания привела к поиску других способов лечения.

С 1968 года в нашей стране успешно применяется для лечения больных бронхиальной астмой и хронического бронхита спелеотерапия в условиях Солотвинских солекопей. Приводятся результаты обследования больных бронхиальной астмой, прошедшие курс лечения (20-24 сеансов) в условиях микроклимата спелеотерапевтического стационара, расположенного в солекопях Солотвинского рудника № 9.

Проведенные нами исследования позволили установить улучшение ряда факторов неспецифической резистентности организма больных в результате курса спелеотерапии. Так, наряду с положительными изменениями клинических симптомов заболевания повысился титр гетерофильных антител, бактерицидность крови по отношению к культуре стафилококка, лизоцимная активность сыворотки крови, показатели фагоцитоза нейтрофилов и моноцитов.

Таким образом, пребывание больных бронхиальной астмой в условиях микроклимата солекопей приводит к повышению ряда факторов неспецифической резистентности организма.

Недостаточная эффективность медикаментозных средств при бронхиальной астме и отсутствующем вялотекущем хроническом инфекционно-воспалительном процессе в органах дыхания привела к поиску других способов лечения. В этом отношении привлек внимание зарубежный опыт лечения больных бронхиальной астмой в условиях карстовых пещер и солекопей (I, 2, 8, 10, II).

В 1968 году на базе шахты № 8 Солотвинского солеорудника, в выработках соляного пласта, на глубине 208 м были вырублены первые в СССР палаты для лечения больных бронхиальной астмой методом спелеотерапии, а на базе терапевтического отделения городской больницы - открыто аллергологическое отделение, ставшее затем основой Закарпатской областной аллергологической больницы (5, 12, 7).

Анализ эффективности лечения больных бронхиальной астмой за несколько лет применения спелеотерапии в СССР (3) позволил оценить данный метод как достаточно эффективный. В последующем, помимо других суждений, высказывалось мнение о возможном влиянии микроклимата солекопей на неспецифическую резистентность организма больных бронхиальной астмой (4, 9).

Исследования, проведенные у больных инфекционно-аллергической бронхиальной астмой при спелеотерапии в условиях микроклимата подземного отделения Республиканской аллергологической больницы МЗ УССР, расположенного на глубине 300 м в шахте № 9 Солотвинского солеорудника, позволили установить, что данный способ лечения способствует нормализации некоторых фак-

SOME ASPECTS OF RESISTENCE PATIENTS ORGANISM WITH CHRONIC ILLNES OF RESPIRATORY SYSTEM IN CONDITIONS OF SALT MINE.

SIMYONKA J., POP I., CHONKA J., CHONKA K., SIMYONKA M.
State allergic hospital, Solotvino.

Unsatisfactory affectivity of medical means for inactive chronic infective inflamatory process in respiratory systems lead to surch ano ther way of treatment.

Sineé 1968 in our country speleotherapy way of treatment is used to treat patients with bronchial asthma and chronic bronchitis in the salt mine of solotvino.

The results of patients examine who were treated during 20-24 seanse in condition of microclimate of speleotherapeutic hospital in the salt mine of Solotvino are shoun here.

The carred out investigativus may include the improve of some factors of nonspecific resistance of the patients organism in the result of speleotherapeutic course. Heterogenesis of antibodies, bactericid blood serum acording to the culture of staphylococcus, lysocym activity of blood serum, phagocytosis of neutrophil and monocyte was raised with positive dynamice of clinical symptoms.

The treatment of patients by the speleotherapeutic method rai some factors of nonspecific resistance of organism.

торов неспецифической резистентности организма больных (6). Однако, скудность сведений по данному вопросу и зависимость резистентности организма человека к вторичной бактериальной инфекции при снижении или отсутствии определенных факторов организменной и местной защиты обосновали цель работы - изучение влияния микроклимата солекопей на неспецифическую резистентность организма больных с хроническими заболеваниями органов дыхания.

В данной работе приводятся результаты изучения показателей неспецифической резистентности у 208 больных инфекционно-аллергической бронхиальной астмой, подвергнутых комплексному обследованию до лечения и после курса спелеотерапии. Больные проходили лечение в условиях микроклимата подземного отделения Республиканской аллергологической больницы согласно разработанной ранее методики (13). На рисунках I, 2 приведены результаты организменных показателей неспецифической резистентности, а рис. 3 - данные исследований супернатанта гомогенизированной слюны и мокроты обследованных лиц. Для сравнения обследована группа практически здоровых лиц.

Из приведенных данных следует, что до курса спелеотерапии у обследованного контингента больных имела место недостаточность ряда факторов неспецифической резистентности организма и местного иммунитета органов дыхания. Так, снижены бактерицидность крови к штамму стафилококка, титр гетерофильных антител в сыворотке крови, лизоцимная активность супернатанта гомогенизированной

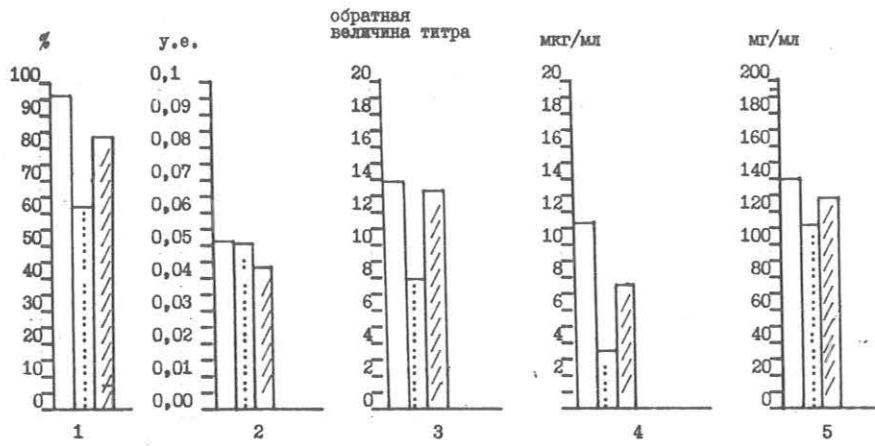


Рис. 1. Некоторые гуморальные показатели неспецифической резистентности организма больных бронхиальной астмой до и после курса спелеотерапии

На оси абсцисс - группы обследованных лиц: 1-я колонка - доноры, 2-я - больные бронхиальной астмой до лечения, 3-я - больные после лечения. На оси ординат - величины показателей: 1- бактерицидность крови, 2- комплементарная активность сыворотки крови, 3 - титр естественных антител, 4- лизоцимная активность сыворотки крови, 5- содержание пропердина.

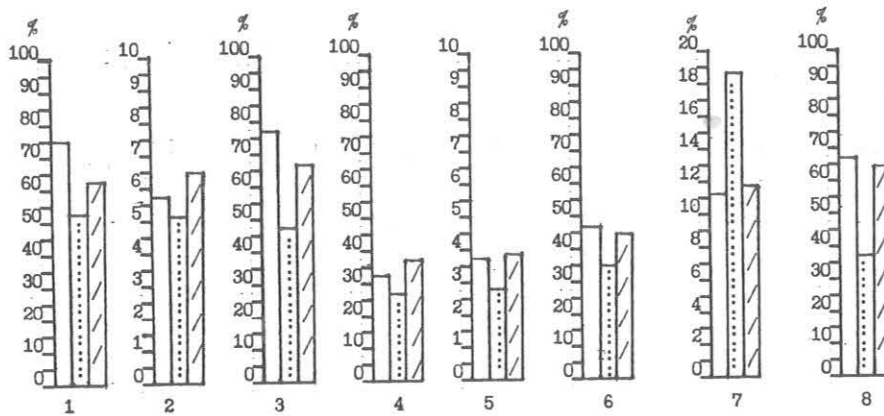


Рис. 2. Клеточные показатели неспецифической резистентности организма больных бронхиальной астмой до и после курса спелеотерапии.

На оси абсцисс - группы обследованных лиц: 1-я колонка - доноры, 2-я - больные бронхиальной астмой до лечения, 3-я - больные после лечения. На оси ординат - величины показателей: 1- фагоцитарная активность нейтрофилов, 2- фагоцитарное число нейтрофилов, 3- индекс бактерицидности нейтрофилов, 4- фагоцитарная активность моноцитов, 5- фагоцитарное число моноцитов, 6- индекс бактерицидности моноцитов, 7- нитросиний тетразолевый тест, 8- реакция иммунного прилипания стафилококков к аутоэритроцитам.

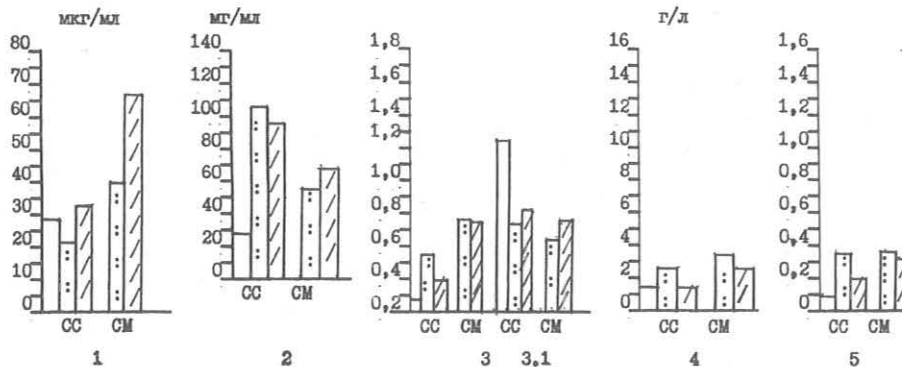


Рис. 3. Показатели местного иммунитета у больных бронхиальной астмой до и после спелеотерапии.

На оси абсцисс - группы обследованных лиц: 1-я колонка - доноры; 2-я - больные бронхиальной астмой до лечения, 3-я - больные после лечения. На оси ординат - величины показателей: 1- лизоцимная активность, 2- содержание пропердина, 3- IgA, 3.1- IgA, 4- IgG, 5- IgM. Обозначения: СС- супернатант гомогенизированной слюны, СМ- супернатант гомогенизированной мокроты.

ванной слюны и мокроты, уровень IgA в сыворотке крови и SIgA в супернатанте слюны и мокроты. По сравнению с практически здоровыми лицами у больных бронхиальной астмой отмечена пониженная фагоцитарная активность нейтрофилов и моноцитов по отношению к штамму стафилококка. Наряду с этим, снижены - фагоцитарное число моноцитов, индекс бактерицидности нейтрофилов и моноцитов, обнаружены нарушения кислородзависимого метаболизма лейкоцитов крови по НСТ-тесту и низкие показатели реакции иммунного прилипания стафилококков к аутоэритроцитам больных.

Проведенные исследования, позволили установить недостаток ряда факторов защиты организма больных инфекционно-аллергической бронхиальной астмой от вторичных бактериальных инфекций и различных антигенов, выражающиеся преимущественно в снижении активности лизоцима, дефиците IgA и SIgA, низкой активности фагоцитов.

В результате курса лечения с применением спелеотерапии в условиях микроклимата солекопей имело место освобождение бронхов от застоявшегося гнойного секрета, уменьшение обсемененности дыхательных путей условно-патогенной микрофлорой, снижение активности инфекционно-воспалительного процесса в органах дыхания, улучшение клинических симптомов течения заболевания. Наряду с этим, наблюдались положительные изменения изученных показателей, свидетельствующие о повышении неспецифической резистентности обследованных лиц.

Полученные данные позволяют заключить, что микроклимат спелеотерапевтического отделения в солекопях оказывает благоприятное действие, повышающее неспецифическую резистентность организма больных бронхиальной астмой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Jung B., Nowak S. Vergleich der Kureffekte von zwei Asthmatischer - Kollektiven mit und ohne Klimatsbehandlung im Salzs chacht . Allerg. Asthma, 1968; 14 : 58-66.
2. Kirchnopf M. Léguti betegsének klimatikus kesselese a Béke-balangban. Karszt es barlang, 1966; 1 : 9-10.

10. Skulimowski M.M. Behandlung der Bronchialasthma-Kranken in der Kammern der Steinsaltzgrube in Wielezka. Archiv Phys. Therapie. - Leipzig, 1965 ; 17 : 417-421.
11. Spannagel K.H. Die Behandlung des Asthma bronchiale und der chronischen Bronchitis in der Kluterthöhle. Z. Angew Bäder- u Klimaheilk, 1960 ; 7 : 681-696.
12. Торохтин М.Д. Основные направления научных исследований микроклимата соляных шахт и его влияние на больных аллергическими заболеваниями органов дыхания. Влияние микроклимата Солотвинских соляных шахт Закарпатя на больных бронхиальной астмой. - Киев : Здоров'я, 1972 ; 17-26 .
13. Показания для лечения больных с неспецифическими заболеваниями легких в условиях микроклимата соляных шахт М.Д.Торохтин, А.А.Валковци, П.П.Горбенко и др. / Методические указания.- Киев, 1978 ; 12.
3. Максимов С. Д. Эффективность лечения больных бронхиальной астмой микроклиматом соляных шахт. Влияние микроклимата Солотвинских соляных шахт Закарпатя на больных бронхиальной астмой.- Киев : Здоров'я, 1972; 31-37.
4. Недопрядко Д.М., Контрош И.А. Инсулин-возинофильная регуляция и иммунологическая реактивность у больных бронхиальной астмой под влиянием спелеотерапии. Влияние микроклимата Солотвинских соляных шахт Закарпатя на больных бронхиальной астмой. - Киев : Здоров'я, 1972 : 70-79.
5. Палдий М.Ю. Организация лечения больных бронхиальной астмой в условиях Солотвино. Влияние микроклимата Солотвинских соляных шахт Закарпатя на больных бронхиальной астмой. - Киев : Здоров'я, 1972 : 5-16.
6. Поп И.Л., Симфонка Ю.М. К изучению влияния микроклимата Солотвинских солекопей на гуморальный системный иммунитет у больных бронхиальной астмой. Реактивность и резистентность: фундаментальные и прикладные вопросы.- Киев, 1987 : 301-302.
7. Русин В.П. На крутих перевалах. Доли назустріч.- Ужгород, 1987 : 337.
8. Schulz E. Kluterthöhle und Asthma. Med. Klin., 1952; 47 : 1310-1311.
9. Симфонка Ю.М. Влияние микроклимата Солотвинских солекопей на микрофлору дыхательных путей больных бронхиальной астмой. Автореф. дисс.. канд. биол. наук.- М., 1984 : 22 .

ДИНАМИКА ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА СПЕЛЕОТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО СТАЦИОНАРА

ЧОНКА, Я. В. - СИМЬОНКА, Ю. Н. - ПОТНИГ, Д. А.

Республиканская аллергологическая больница МЗ УССР

На протяжении 1986-1988 гг. проводилась ежедневная регистрация температуры ($^{\circ}\text{C}$), атмосферного давления (Гп) и относительной влажности (%) в спелеостационаре Республиканской аллергологической больницы, расположенном на глубине 300 м в толще соляного пласта шахты № 9 Солотвинского соледрудника.

Установлена определенная стабильность изучаемых параметров микроклимата, не зависящая от сезона и микроклимата на поверхности, что является важным фактором механизма лечебного воздействия на организм больных при спелеотерапии.

Городок Солотвино, где находятся спелеотерапевтические лечебницы расположен во впадине на правом берегу реки Тисса, на высоте 270-320 м над уровнем моря; атмосферное давление в течении года варьирует в пределах 730-760 мм рт.ст., среднегодовая температура - $+8,4^{\circ}\text{C}$, относительная влажность - 44-50%, скорость движения воздуха - 0,2-1,00 м/сек (2).

В 1976 году на глубине 300 м в соляной шахте № построено подземное отделение Республиканской аллергологической больницы МЗ УССР на 240 коек (5).

По данным ряда авторов микроклимат подземных отделений в Солотвинских солекопях является относительно стабильным (1,3,4).

В подземном спелеотерапевтическом отделении Республиканской аллергологической больницы микроклимат характеризуется следующими параметрами: высокодисперсный аэрозоль натрия хлорида в концентрации $2,5 \text{ мг/м}^3$ с величиной частиц до 3 мкм (70-80%), ионизацией воздуха - 9-10 тыс. легких и средних отрицательных и положительных частиц на 1 см^3 воздуха, низкой относительной влажностью (35-40 об.%), стабильной температурой воздуха ($23-24^{\circ}\text{C}$), скоростью движения воздуха не более 0,2 м/сек; содержание кислорода 20,7 об.%, атмосферное давление 97,5-100,9 кПа (750-775 мм рт.ст.), отсутствие аллергенов и патогенных микроорганизмов (1,4,5).

Стабильность микроклимата характерна и для других подземных выработок и карстовых пещер, используемых для спелеотерапии (6,7,8,9,10).

Материалы и методы.

Целью нашей работы являлось изучение параметров микроклимата подземного отделения Республиканской аллергологической больницы в динамике на протяжении 1987-1988 г.г.

Регистрация параметров микроклимата проводилась ежедневно графическим способом на аппаратах отечественного производства (гигрограф, термограф, барограф) в четырех стационарных пунктах на уровне 1,8-2,0 м от нижнего соляного пласта с выведе-

DYNAMICS OF MICROCLIMATE PARAMETERS OF SPELEOTHERAPEUTIC HOSPITAL.

CHONKA J., SIMYONKA J., POTNIG D.
State allergic hospital, Solotvino.

During 1986-1988 daily registration of temperature/ $^{\circ}\text{C}$ /, pressure/Th/ and relative humidity were carried out in the speleotherapeutic hospital at a depth of 300 metres in the thickness of salt stratum on the salt mine in Solotvino.

It is proved that definite stability of the microclimate is independent on seasons and microclimate on surface. It is very important factor for the mechanism of medical treatment of the organism of patients.

нием средних величин и графиков среднестатистических отклонений по дням и месяцам года.

Колебания атмосферного давления приведены на рисунке 1.

Из приведенных данных следует, что на протяжении 1987-88 г.г. не имели место существенные колебания атмосферного давления в зависимости от сезона и года. Относительная стабильность полученных показателей позволяет подтвердить имеющиеся в литературе данные об относительном постоянстве атмосферного давления в солекопях.

На рис.2 приведены результаты изучения среднемесячной температуры подземного отделения.

Как видно из приведенных данных, температура воздуха относительно стабильна и варьировала в пределах $21,97 \pm 0,8$ до $22,52 \pm 0,11^{\circ}\text{C}$. Наиболее высокие показатели температуры отмечены в период с апреля по сентябрь, т.е. в весенне-летний период. Нами наблюдалась также тенденция к повышению среднесуточной температуры в 1988 году по сравнению с 1987 годом.

При изучении параметров микроклимата представляют интерес данные об относительной влажности воздуха, представленные на рис. 3.

Нами отмечена определенная закономерность повышения относительной влажности воздуха с июня по сентябрь, когда относительная влажность на поверхности наиболее низкая (44-50%). Максимальное повышение влажности отмечено в июле-августе на протяжении всех лет.

Установленная нами закономерность сопоставлялась с различными факторами, влияющими на данный показатель и в первую очередь с работой вентиляционных установок шахты №9. Однако на протяжении года в подземное отделение постоянно подается одинаковое количество воздуха - $200 \text{ м}^3/\text{мин}$. При сопоставлении колебаний влажности с количеством пребывающих в спелеолечебнице больных (количество человеко-сеансов) установлено, что наибольшее число человеко-сеансов было в июле-сентябре, что сочеталось с повышением относительной влажности воздуха (рис.3). Полученные

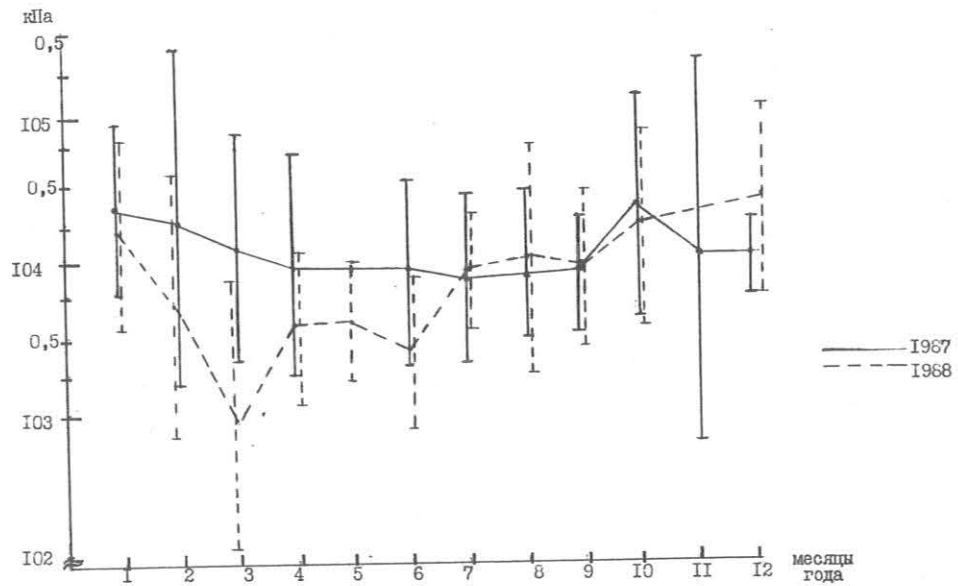


Рис. 1. Колебания атмосферного давления в подземном отделении Республиканской аллергологической больницы на протяжении 1967-1968 гг.

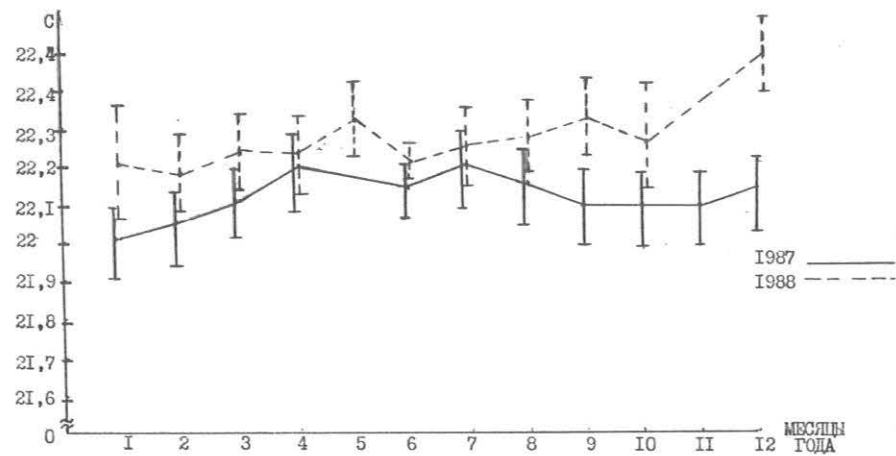


Рис. 2. Динамика среднемесячной температуры в подземном отделении Республиканской аллергологической больницы на протяжении 1987-1988 гг.

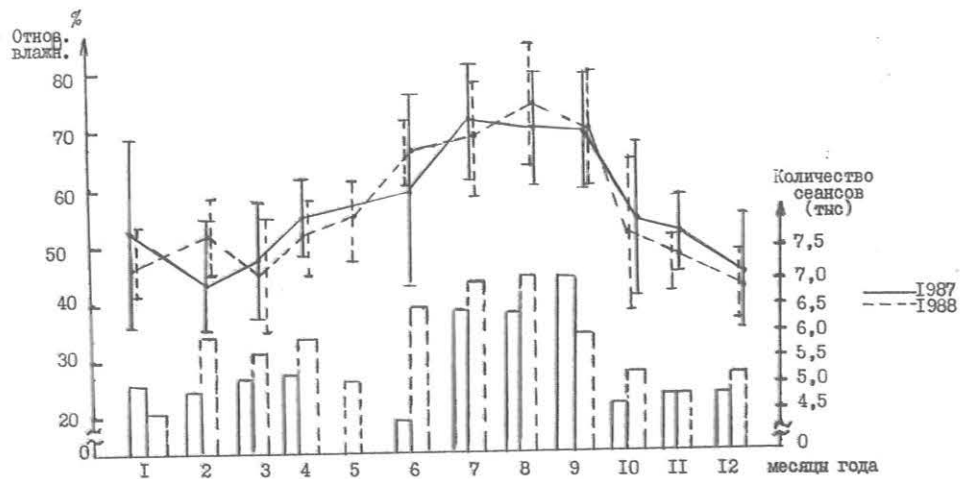


Рис. 3. Динамика относительной влажности и количество человеко-сеансов в подземном отделении за 1987-1988 гг. (Графиком обозначена относительная влажность, столбиками - количество сеансов)

данные указывают на возможное антропогенное действие на колебания влажности и температуры среды солянокопей. Авторы не делают окончательных выводов, касающихся причин и механизма повышения влажности и температуры в летние месяцы и считают это предметом дальнейших исследований.

Список литературы.

1. Горбенко П.П. Влияние микроклимата Солотвинских солянокопей на течение бронхиальной астмы: Автореф. дис. канд. мед. наук (14.00.05). - Л., 1982. - 16 с.
2. Грищенко Н.Ф., Сабов В.А. // Особенности микроклимата соляных шахт в поселке Солотвино Закарпатской области // Влияние микроклимата Солотвинских соляных шахт Закарпатя на больных бронхиальной астмой. - Киев: Здоров'я, 1972. - с. 27-31.
3. Казанский Ю.П., Дыкин В.А., Лемко И.С. и др. // Геологические аспекты спелеотерапии (на примере лечебной шахты пос. Солотвино, Закарпатской области, УССР). - Новосибирск, 1986. - 79 с.

4. Симйонка Д.М. Влияние микроклимата Солотвинских солянокопей на микрофлору дыхательных путей больных бронхиальной астмой: Автореф. дис. канд. биол. наук (03.00.07). - М., 1984. - 22 с.
5. Торохтин М.Д., Горбенко П.П., Казанкевич В.П. // Микроклиматические особенности подземного отделения Республиканской аллергологической больницы Министерства здравоохранения УССР в поселке Солотвино (шахта №9) // Вспр. курортологии, физиотерапии и лечебной физ. культуры. - 1977. - №5. - с. 61-62.
6. Horvath T. Speleotherapy: a special kind of climatotherapy, its role in respiratory rehabilitation. // Int. Rehabil. Med., 1986; vol. 8, no. 2: 90-92.
7. Klinko K. Analysis of physikal, chemical factors of the Gombasek cavern. // Int. speleology cong. - Olomoc, 1973. - P. 188.
8. Kessler H. A szpeleoterápia. / Balneologia, Rehabilitáció, Gyógyfürdőügy, 1982. - 3. - P. 105-111.
9. Skulimowski M. Behandlung der bronchial Asthmaerkrankten in der Kammer der Steinstraube in Wieselka. // Arch. für phys. therapie, 1965. - v. 17. - P. 417-421.
10. Spannagel K. Die medizinische Wirkung der Kluterthöhle auf das asthma bronchiale und die chronische bronchitis. // Jahreshft für Karst.-U. Höhleunde, München, 1961. - P. 28.

КЛИНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЕЧЕБНОГО ДЕЙСТВИЯ МИКРОКЛИМАТА СОЛЕКОПЕИ

ЧОНКА, Я. В.

Проведен анализ клинической эффективности спелеотерапии взрослых больных с хроническим обструктивным бронхитом и бронхиальной астмой прошедших лечение в условиях микроклимата соляной шахты Солотвинского соледрудника за 1983 - 1988 гг..

Установлено существенное влияние спелеотерапии на клинические симптомы, функцию внешнего дыхания и состояние больных. Наибольшая эффективность отмечается у больных с атопическим течением болезни, менее выражена эффективность лечения у больных с гормонозависимым течением бронхиальной астмы.

Одним из наиболее эффективных методов немедикаментозного лечения бронхиальной астмы (БА) является спелеотерапия в условиях микроклимата соляных шахт (1,2,3). Многочисленными работами подтверждается положительный терапевтический эффект спелеотерапии и раскрыты некоторые стороны механизма лечебного действия микроклимата соляных шахт на больных инфекционно-зависимой формой БА (4,5). Однако больные атопической, сочетанной и гормонозависимой формами еще не были объектом специальных исследований.

Материалы и методы

Для решения поставленных задач были проведены клинические наблюдения за 223 больными БА и в конце лечения в спелеостационаре Республиканской аллергологической больницы. Клинический диагноз основного заболевания ставился на основании классификации А.Д.Адо и П.К.Булатова (1969) с учетом дополнений, представленных Г.Б.Медведевым (1984) и А.Г.Чучалиным (1985).

У всех больных проводились биохимические исследования активности воспалительного процесса: сиаловые кислоты, кислая и щелочная фосфатазы, С-реактивный белок, белки и белковые фракции.

При оценке состояния Т- и В- систем лимфоцитов учитывалось определение суммарного количества Т-клеток (Т-РОК), Т-тесфиллинчувствительных и Т-тесфиллинрезистентных клеток, реакции бластообразования в ответ на фитогемагглютинин (РБТЛ с ФГА); В-клеток (ВАС-РОК), концентрации IgA , IgM , IgG в реакции иммунодиффузии по Манчини, циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК).

Также определялась кортизолрезистентная фракция лимфоцитов (КРФЛ) по В.И.Пыцкому (1972) в нашей модификации (6).

Функцию внешнего дыхания оценивали по динамике показателей $MEД$, $ОФВ_1$, $ОФВ_1/MEД$, $MEД_{25-50}$, $MEД_{50-75}$, $MEД_{75-95}$, пневмотахометрии вдоха и выдоха. Все исследования подвергались статистической обработке. Различия считались достоверными при $P < 0,05$.

Больные были разделены на 4 группы: I группу составили больные атопической формой (АБА) - 32 больных; II группу - больные инфекционно-зависимой формой (ИБА) - 94 больных; III группу - больные с неинфекционно- и инфекционно-зависимой формой (СЕА) - 72 больных. Отдельную, IV группу, составили больные, длительно принимаю-

CLINICAL AFFECTIVITY OF MICROCLIMATE TREATMENT OF SALT MINE.

CHONKA J. State allergic hospital, Solotvino.

Clinical affectivity of adults patients with chronic obstructive bronchitis and bronchial asthma who were treated in conditions of microclimate of salt mine in Solotvino during 1983-1988 is studied here.

Positive influence of speleotherapy on the clinical symptoms and function of external respiration and patients condition are shown. The biggest affectivity is fixed in patients with atopic bronchial asthma. The less is fixed with steroid depend on asthma.

щие гормональные препараты (ГБА) - 25 больных. Среди наблюдаемых нами больных было 114 мужчин (51,1%) и 109 женщин (48,9%) в возрасте от 18 до 65 лет.

Основным лечебным фактором в нашей методике служил микроклимат соляной шахты № 9 Солотвинского соледрудника. Микроклимат соляной шахты характеризуется следующими параметрами: температура воздуха - $21-23,5^{\circ}C$, относительная влажность - 30-60 об.%, содержание аэрозоля - $2,5-5,0 \text{ mg/m}^3$, количество аэрозольных частиц до 3-х μm 71-81%, содержание хлорида натрия в аэрозоле 99-100%; CO_2 - 0,04 об.%. Бактериальная обсемененность - 70-100 микроорганизмов в 1 m^3 , что приравнивается к стерильным условиям, причем отсутствует патогенная микрофлора и плесневые грибы (5).

Больным, находившимся под нашим наблюдением назначался курс спелеотерапии в количестве 20-22 сеансов. Длительность сеанса составила от 5 до 12 часов. Больным ГБА спелеотерапия проводилась на фоне применения гормональных препаратов без снижения их дозировок в первой половине лечения с постепенным снижением или полной отменой их к концу лечения с целью профилактики "Синдрома отмены".

Результаты

В результате проведенного лечения у большинства больных наступило значительное клиническое улучшение. Так, средний процент положительной клинической динамики симптомов у больных АБА составил 97,7%, у больных ИБА 92,4%, у больных СЕА 91,1% и у больных ГБА 66,1%.

Под влиянием спелеотерапии происходила также положительная динамика функции внешнего дыхания у наблюдаемых нами больных. Достоверно повышались такие показатели как $ОФВ_1$, индекс Тиффно, $MEД_{75-95}$, пневмотахометрия выдоха. Практически не изменялись показатели функции внешнего дыхания у больных ГБА.

Также обнаружены важные изменения в Т- и В- системе иммунитета. Под влиянием спелеотерапии происходит достоверное увеличение сниженного относительного количества Т-лимфоцитов у всех групп больных (с 52,1-54,5% до 59,9-61,4%, $P < 0,01-0,001$). Установлено также достоверное уменьшение Т-супрессоров у всех групп больных

как в относительных, так и в абсолютных величинах (IC, 5-15,9% при 28,6±1,2% у контроля, P<0,01-0,001). Под влиянием спелеотерапии также происходит достоверное увеличение количества Т-тес-филлинчувствительных лимфоцитов у всех больных.

Сценивая функциональную активность Т-лимфоцитов по РЕТТ с ЦГА, установлено достоверное снижение данного показателя у всех групп больных (51,9-53,6% при 63,1±0,4% у контроля, P<0,01-0,001). После проведенного лечения наступает восстановление функциональной активности Т-лимфоцитов у всех больных, за исключением больных АБА, у которой данный показатель практически не изменился (55,9±1,1% при 53,7±1,1% до лечения).

У больных всех групп до лечения отмечается достоверное снижение концентрации IgA (0,70-0,91 г/л при 1,35±0,05 г/л, P<0,05-0,01) и IgG (11,2-12,5 г/л при 15,6±0,4 г/л, P<0,05-0,01), но только у больных АБА отмечается достоверное увеличение IgG под влиянием спелеотерапии (12,6±0,9 г/л до 15,5±0,3 г/л к концу лечения, P<0,05). У остальных групп больных наблюдалась тенденция к увеличению их концентрации.

По нашим данным, наиболее заслуживающим внимания показателем, по которому можно судить об эффективности проводимой спелеотерапии у каждого больного является количество кортизолрезистентного пула лимфоцитов периферической крови. С одной стороны величина этой субпопуляции позволяет судить о степени активации иммунной системы, а с другой стороны чувствительности иммунокомпетентных клеток к воздействию на них гормональными препаратами. Наибольшее увеличение КРЛ перед лечением установлено у больных атопической формой БА (77,5±1,2%). При инфекционно-зависимой и смешанной формах БА увеличение было выше и особенно, резкое увеличение КРЛ выявлено у больных ПБА (61,5±2,5% при 62,8±0,5% у контроля, P<0,001). Под влиянием лечения относительные величины КРЛ достоверно снижаются у всех групп больных, кроме больных ПБА, однако у больных АБА они приближаются до величин контроля (66,2±2,6%).

Применяя дифференцированную спелеотерапию больных в зависимости от формы и фазы течения заболевания, нами обнаружено выраженное влияние спелеотерапии на клинические симптомы заболевания, функцию внешнего дыхания, показатели общеклинических и биохимических исследований и состояния иммунной системы у больных БА, что свидетельствует о высокой терапевтической эффективности данного метода лечения (табл. №1).

Таблица 1.
Эффективность спелеотерапии больных с различными формами БА.

Группы больных	Общее кол-во больных	Результаты лечения							
		Значит. улучшение		Улучшение		Без перемен		Итого	
		абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
I- АБА	32	8	25	23	71	1	4	96	
II- ИАБА	94	14	14,8	72	76,6	8	8,6	91,4	
III- СБА	72	9	12,5	55	76,4	8	11,1	88,9	
IV- ПБА	25	-		17	68	8	32	68	
Всего:	223	31	13,9	166	75,3	24	10,8	86,1	

Из приведенных данных видно, что наиболее эффективным было лечение больных атопической формой - I группа, несколько ниже был эффект у больных II и III групп и относительно низким эффективностью спелеотерапии у больных IV группы - больных с гормонозависимым течением болезни.

При анализе причин низкой эффективности лечения установлено, что у больных П-Ш-IV групп в 30-50 % случаев наблюдается спелеореакция, проявляющаяся в виде учащения приступов удушья, усиления кашля и отделения мокроты. Эти симптомы купировались дополнительным назначением медикаментов, прекращением спелеотерапии, увеличением дозировок суточного приема медикаментов. У больных, длительно принимающих гормональные препараты, отмечается относительно наиболее низкая эффективность проводимой спелеотерапии, что объясняется сложностью и недостаточной изученностью отдельных механизмов патогенеза этой формы БА. Однако, применяя в комплексе со спелеотерапией гормональные препараты в клинически эффективных дозах удается добиться у 60% больных положительный эффект.

Выводы:

Наши данные по исследованию степени активации иммунной системы показали, что нормализация ее активности может являться важнейшим механизмом лечебного действия микроклимата соляных шахт. Вне всякого сомнения, непосредственной причиной нормализации этой активности является снижение аллергенной стимуляции иммунной системы в связи с особенностями состава ее воздушной среды - ее безаллергенностью, а также увеличение выведения мокроты из дыхательных путей больных. И как результат выключения или снижения иммунного механизма повреждения тканей - снижение и интенсивности последствия этого повреждения - воспаления. Вместе с тем, наши данные показывают, что роль различных непосредственных причин в нормализации активности иммунной системы и степень этой нормализации различна у больных с различными формами БА.

Таким образом, суммируя все данные об эффективности спелеотерапии, можно констатировать, что спелеотерапия является одним из наиболее эффективных методов немедикаментозного лечения больных БА различных форм. Причем эффективность лечения прямо зависит от формы и стадии развития БА.

Список литературы:

1. Горбенко П.П. Эффективность лечения больных бронхиальной астмой в соляных шахтах // Материалы к VII Всесоюзному съезду физиотерапевтов и курортологов. - М., 1977. - с. 279.
2. Максимов С.Д. Эффективность лечения больных бронхиальной астмой микроклиматом соляных шахт // Влияние микроклимата Солотвинских соляных шахт Закарпатья: Труды I научн.-практ. конф. - Киев, "Здоровье", 1972. - с. 31-38.
3. Торехтин М.Д. Результаты реабилитации больных бронхиальной астмой в условиях микроклимата соляных шахт и механизмы его действия // Иммунология и аллергия. - 1976. - Вып. 13. - с. 71-76.
4. Торехтин М.Д. Спелеотерапия в СССР // Матер. к VIII Всесоюзному съезду физиотерапевтов и курортологов. Тез. докл. (Сочи). - М., - 1983. - с. 60-61.
5. Торехтин М.Д. Спелеотерапия больных бронхиальной астмой. - Киев, "Здоровье", 1987. - с. 16-23.
6. Чонка Я.В., Сидонка В.М., Чонка О.И., Поп И.Л. Метод определения кортизолрезистентной фракции лимфоцитов в микрообъемах // Лабораторное дело, 1988, - №10. - с. 29-31.

ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ СПЕЛЕОТЕРАПИИ У БОЛЬНЫХ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ, ЖИТЕЛЕЙ ЗАКАРПАТСКОЙ ОБЛАСТИ

ЛЯХ, В. В. - ЧОНКА, Я. В.

Путем анкетирования изучены отдаленные результаты спелеотерапии у 250 жителей Закарпатской области, проходивших лечение на протяжении 1963 - 1968 гг. в Республиканской аллергологической больнице.

Установлена высокая эффективность спелеотерапии в этапном лечении больных бронхиальной астмой, причем эффективность увеличивалась после повторных курсов лечения.

Закарпатский облздравотдел, Республиканская аллергологическая больница МЗ УССР.

Спелеотерапия применяется для лечения больных бронхиальной астмой в СССР с 1968 года, когда на шахте № Солотвинского соляного рудника (п. Солотвино Закарпатской области) была организована экспериментальная больница для лечения больных с аллергическими заболеваниями органов дыхания. С 1976 года открыто лечение в специально построенной на шахте № спелеолечебнице - подземном отделении Республиканской аллергологической больницы на 250 коек (I). На протяжении 20 лет пролечено более 30000 больных с бронхиальной астмой и преаастматическими состояниями. Непосредственная эффективность лечения больных составляет 66-65% (I, 2).

Целью нашей работы являлось изучение эффективности спелеотерапии взрослых, больных бронхиальной астмой, жителей Закарпатской области, леченных в стационаре Республиканской аллергологической больницы на протяжении 1963-1968 г. Для анализа отдаленных результатов спелеотерапии больные отвечали на вопросы анкеты, в которой отмечалась динамика основных клинических симптомов (приступы удушья, одышка, кашель, характер мокроты, толерантность к физической нагрузке, наличие у больных симптомов гиперреактивности бронхов, метеорологической реакции, устойчивости к простудным заболеваниям); изменение медикаментозного лечения и частота стационарного лечения до и после спелеотерапии. Отдельно стояли вопросы о прохождении самого курса спелеотерапии, обострениях во время спелеотерапии - спелеореакциях и реакций реадaptации. Были разосланы 250 анкет, но ответили всего 96 больных. Правильность ответов и частота амбулаторного и стационарного лечения подтверждалась лечащими врачами по месту жительства больного.

Результаты:

Анализировались анкеты 96 больных, лечившихся в 1963-68 гг. в спелеостационаре Республиканской аллергологической больницы, в том числе 43 мужчины и 53 женщины в возрасте от 16 до 60 лет. Давность заболевания колебалась от 2 до 17 лет.

DISTANCE RESULTS OF SPELEOTHERAPY IN THE PATIENTS WITH BRONCHIAL ASTHMA OF THE POPULATION OF TRANSCARPATIAN REGION.

Distance results of speleotherapy in 250 patients of Transcarpatian region studied by the way of tests who were treated in 1963-1968 in State allergic hospital.

High affectivity of speleotherapy of stage treatment of bronchial asthma patients is established. The affectivity raised after the repeated courses.

Выраженность клинических симптомов у больных до лечения была разная. Так, приступы удушья или затрудненное дыхание у 15,6% больных были незначительно выраженными, у 57,3% среднетяжелыми, у 27,1% - выраженными. Непосредственно после лечения у 32,3% больных приступы удушья или затрудненного дыхания отсутствовали и у 56% больных были незначительно выраженными. У 16,6% больных сохранились среднетяжелые и у 2,1% - выраженные приступы удушья или затрудненного дыхания. В настоящее время у 31,3% больных отсутствует и 45,6% отмечается незначительная, а у 15,6% больных - среднетяжелая и 7,3% - выраженная приступы удушья.

Субъективные симптомы наличия хрипов, свистов в грудной клетке, стеснения груди до лечения отмечали все больные (19,8% незначительные, 52,1% - средней выраженности и 28,1% - выраженные). После лечения у 32,3% больных отсутствовали эти симптомы и у 56% они были незначительной выраженности. У 14,6% больных они оставались средней выраженности и у 3,1% выраженные. Положительное влияние спелеотерапии сохраняется довольно долго и у 30,2% больных эти симптомы отсутствовали и у 45,6% были незначительными и в настоящее время.

С этими субъективными симптомами напрямую связано и влияние микроклимата соляных шахт на характер и качество мокроты у больных. Так, если до лечения у 75% больных до лечения отмечалось выделение скудной, вязкой, отходящей с трудом мокроты, у 11,4% мокрота отсутствовала и у 13,5% мокрота отделялась легко, в большом количестве, то к концу лечения скудная, вязкая мокрота отмечалась всего у 14,6% больных, у 51% больных она стала легкоотделяемой и полностью отсутствует у 34,4% больных. Постепенно у части больных мокрота снова стала вязкой, скудной (28,1%), а у части - мокрота отсутствует (44,8%). Количество больных, у которых мокрота осталась легкоотделяемой, уменьшилось до 27,1%.

Нами отмечено и выраженное влияние спелеотерапии на гиперреактивность бронхального дерева. Так появление затрудненного дыхания при переходе из теплого помещения на холодный воздух отмечают 68,8% больных. После лечения затруднение дыхания при

вдыхании холодного воздуха отмечали всего 35,4% больных, т.е. уменьшение гиперреактивности имелось у 46,5% случаев. Причем эти изменения носят стойкий характер и сохраняются на весь период ремиссии у 59,4% больных.

Под влиянием спелеотерапии изменяется и чувствительность бронхиального дерева к метеорологическим условиям. Так, до лечения у 61,3% больных отмечалась метеотропная реакция, характеризующаяся ухудшением течения болезни при повышенной влажности. После спелеотерапии метеотропная реакция отмечалась уже только у 45,6% больных. 62,5% больных также считают, что после спелеотерапии у них уменьшилась частота простудных заболеваний или протекание их стало легче.

Эффективность спелеотерапии подтверждается и данными медикаментозной терапии больных. Так, если до лечения 54,2% больных купировали приступы удушья, затрудненное дыхание горячим питьем, приемом таблеточных и ингалируемых бронхолитиков, то после лечения уже 73,9% больных купировали приступы удушья минимальными средствами. Внутривенными или внутримышечными инъекциями бронхолитиков пользовались для купирования приступов до лечения 36,5% больных, а после лечения - 21,9%. Среди анкетированных больных 9,4% принимали гормональные препараты до спелеотерапии, а после лечения - 4,2%, т.е. у 55,6% больных, принимающих стероидные препараты, отмечено положительный эффект. Однако длительный эффект отмены гормональных препаратов отмечен всего у 22,2% больных.

Сосбы интерес представляют данные о частоте стационарного лечения больных. До спелеотерапии на стационарном лечении 68,6% больных находились 1-2 раза ежегодно, 23,9% - 2-3 раза. Общая потеря трудоспособности составила 3360 дней. После спелеотерапии всего 34,4% больных находились на стационарном лечении на протяжении года с общей потерей трудоспособности 625 дней, т.е. нетрудоспособность снизилась в 5,4 раза. Если до спелеотерапии 7,3% больных за год не обращались за стационарной помощью, то после лечения количество больных не требовавших стационарного лечения в течении года возросло до 62,6%. Длительность ремиссии у анкетированных больных приведена в таблице 1.

Таблица 1.
Эффективность спелеотерапии у больных бронхиальной астмой.

Длительность ремиссии	абс.	%
до 6 мес.	12	12,5
до 1 года	26	27,1
до 2 лет	32	33,3
до 3 лет	23	24,0
до 5 лет	3	3,1
всего:	96	100%

Нами анализировалась комплексная эффективность спелеотерапии в зависимости от возраста больных (табл.2).

Таблица 2.
Эффективность спелеотерапии у больных разных возрастных групп.

Возраст	Положительный эффект		Без эффективности	
	абс.	%	абс.	%
До 20	3	100	-	-
21-30	13	100	-	-
31-40	20	90,9	2	9,1
41-50	21	67,5	3	12,5
51-60	25	65,3	5	14,7
Всего:	86	89,6	10	10,4

Как видно из приведенных данных у больных разных возрастных групп наблюдается довольно высокая эффективность спелеотерапии.

Выводы:

1. Спелеотерапия является высокоэффективным методом реабилитации больных бронхиальной астмой.
2. В результате проведенного курса спелеотерапии у большинства больных наступает улучшение клинического состояния и уменьшается выраженность и тяжесть приступов удушья, меняется характер мокроты, уменьшается синдром гиперреактивности бронхиального дерева, метеорологические реакции и увеличивается толерантность к физической нагрузке у больных.
3. Проведение спелеотерапии приводит к значительному уменьшению нетрудоспособности больных и рекомендована больным разных возрастных групп.

Список литературы:

1. Лемко И.С. Дифференцированная спелеотерапия инфекционно-аллергической бронхиальной астмы в условиях микроклимата соляных шахт. /Автореф. дис. канд. мед. наук. - Одесса, 1988. - С.15.
2. Торохтин М.Д. Спелеотерапия больных бронхиальной астмой. /Киев, "Здоров'я", 1967. - С.53-65.

ЛЯХ В.В., ЧОНКА Я.В.

LYACH V., CHONKA J.

ВЛИЯНИЕ МИКРОКЛИМАТА КАРСТОВОЙ ПЕЩЕРЫ НА БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКИМИ НЕСПЕЦИФИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ЛЕЙКИХ

ТАРХНИШВИЛИ, И. Д.

Исследовано 470 больных бронхиальной астмой, 97 больных хронической пневмонией и 45 больных хроническим бронхитом.

Из исследованных, 88 больных бронхиальной астмой и 35 хронической пневмонией, — приняли курс спелеотерапии в условиях Новоафонской карстовой пещеры. Остальные лечились в условиях карстовой пещеры "Тетри-Мгвине", находящейся в Цхалтубо.

Установлено, что микроклимат карстовой пещеры, активизируя глюкокортикоидную функцию надпочечников, оказывает десенсибилизирующее и противовоспалительное действие, нормализующее влияние на функцию симпатико-адреналовой системы.

Указанные сдвиги вызывают улучшение дыхания и кардиогемодинамики, установочной деятельности, функции вегетативной и центральной нервной систем, обменных процессов и клинического состояния, свертывающей системы крови и её биохимических свойств.

Начиная с 50-х годов нашего столетия, для лечения больных бронхиальной астмой и хроническим бронхитом в ряде стран стали использовать карстовые пещеры, микроклимат которых характеризуется относительно высокой степенью радиоактивности, находящейся однако в пределах норм радиационной безопасности, и ионизации, наличием высокодисперсного спелеоаэрозоля, повышенным количеством углекислоты, относительно низкими величинами температуры и абсолютной влажности, чистотой воздуха и отсутствием в нём патогенных микробов и аллергенов, постоянством вышеперечисленных факторов.

Имеются данные о высокой эффективности лечения указанных заболеваний в условиях карстовой пещеры. Однако до настоящего времени не вскрыты с достаточной полнотой механизмы лечебного действия микроклимата карстовых пещер.

Нами изучено влияние микроклимата карстовых пещер "Тетри Мгвине" и Новоафонской на больных некоторыми хроническими неспецифическими заболеваниями легких.

Микроклимат карстовой пещеры "Тетри Мгвине" ("Белая пещера") характеризуется температурой в 12°C — 14°C и относительной влажностью — 98–100%. Содержание кислорода в воздухе — 20,5 — 21,5 об %, а углекислоты — 0,4 — 0,7 об %. Радиоактивность воздуха в пещере в пределах $2,1 \cdot 10^{-11}$ — $5,7 \cdot 10^{-11}$ Ки/л; количество легких отрицательных аэроионов — 3645–5832, а легких положительных — 5248–7200 в см^3 . Упругость водяных паров в воздухе пещеры колеблется в пределах 13,7–16 мб. В одном кубическом метре воздуха выявлено до 500 непатогенных микробов. Высокодисперсный спелеоаэрозоль содержит ионы кальция (0,02–0,03 $\text{мг}/\text{м}^3$), магния (0,07–0,08 $\text{мг}/\text{м}^3$) и гидрокарбоната (0,07–0,09 $\text{мг}/\text{м}^3$).

CARST CAVE MICROCLIMATE EFFECT IN CHRONIC NON-SPECIFIC LUNG DISEASES

470 patients with bronchial asthma, 97 patients with chronic pneumonia and 45 patients with chronic bronchitis were observed.

88 asthmatics and 35 chronic pneumonia patients took speleotherapy in Novo Aphon carst cave. The others were treated in carst cave "Tetry Mgvime" (Tckhaltubo).

Carst cave microclimate activates suprarenal glands corticosteroid function thus having desensibilizing and anti-inflammatory influence and normalizing sympatho-adrenal function.

This causes clinical improvement and positive changes in breathing and cardiodynamic functions, vegetative and central nerve systems activity, metabolism, coagulation of the blood and its biophysical properties.

Микроклимат Новоафонской карстовой пещеры, находящейся в Новом Афоне, вернее той её части, в которой проводились исследования (зал "Москва"), характеризуется температурой в $13,8^{\circ}\text{C}$ — 14°C , относительной влажностью — 97–99%. Содержание кислорода в воздухе — 21–21,5 об %, а углекислоты — 0,7 — 0,9 об %. Радиоактивность в пределах $0,95 \cdot 10^{-11}$ — $2,1 \cdot 10^{-11}$ Ки/л, количество легких отрицательных аэроионов — 5225 — 6100, а легких положительных — 4624–5094 в см^3 . Упругость водяных паров в воздухе пещеры в пределах 15,2–15,8 мб. Высокодисперсный спелеоаэрозоль содержит ионы магния (0,05–0,06 $\text{мг}/\text{м}^3$), кальция (0,03–0,04 $\text{мг}/\text{м}^3$), гидрокарбоната (0,02–0,03 $\text{мг}/\text{м}^3$) и хлора (0,01–0,015 $\text{мг}/\text{м}^3$). В одном кубическом метре пещерного воздуха содержится до 220 непатогенных микробов.

Движение воздуха в "Тетри Мгвине" и Новоафонской карстовой пещере не ощущается и его скорость значительно ниже чувствительности ручного крыльчатого анемометра АСО-3; а уровень звукового давления значительно ниже чувствительности шумомера "Ш-63".

Стабильность спелеофакторов в изученных нами карстовых пещерах, сохраняющаяся в течение и после одновременного пребывания в ней продолжении нескольких часов 30–35 больных, свидетельствует не только о постоянной регенерации воздуха.

Выявленное исследованиями отсутствие патогенных микробов в воздухе этих пещер, после пребывания в ней в продолжении 3–4 часов больных бронхиальной астмой, хроническим бронхитом и хронической пневмонией, указывает на бактериостатическое и бактерицидное действие пещерного воздуха.

Исследовано 602 больных хроническими неспецифическими заболеваниями легких (бронхиальная астма, преимущественно с лег-

ким и среднетяжелым течением заболевания, карнифицирующая и интерстициальные формы хронической пневмонии, хронический бронхит), из которых 86,87% приняло курс спелеотерапии в условиях "Тетри Мгвие". Остальные лечились в Новоафонской карстовой пещере.

Лечение заключалось в приеме больными 17-22 спелеопроцедур, назначаемых ежедневно, с перерывом на каждый седьмой день.

Продолжительность одной спелеопроцедуры при бронхиальной астме и хроническом бронхите составляла 3 часа, а при хронической пневмонии - 4 часа. Такая продолжительность спелеопроцедуры была выбрана не случайно.

Исследования показали, что трехчасовая спелеопроцедура вызывает максимальные положительные изменения показателей дыхания и кардиогемодинамики у больных бронхиальной астмой и хронической пневмонией. Аналогичные изменения при хронической пневмонии вызвала четырехчасовая спелеопроцедура. Меньшая продолжительность спелеопроцедуры вызвала нерезко выраженные положительные изменения дыхания и кардиогемодинамики, большая - действовала утомляюще.

В течение одной спелеопроцедуры больной бронхиальной астмой и хроническим бронхитом вдыхал от $4,3 \cdot 10^9$ до $8,7 \cdot 10^9$ легких отрицательных и примерно такое же количество легких положительных аэроионов и концентрацию эманаций радона и торона в $0,02-0,08$ микрокюри.

Больной хронической пневмонией вдыхал в процессе одной спелеопроцедуры $5,3 \cdot 10^9 - 9,9 \cdot 10^9$ легких отрицательных и примерно такое же количество легких положительных аэроионов и концентрацию эманаций радона и торона в $0,02-0,09$ микрокюри.

Было установлено, что микроклимат карстовой пещеры вызывает у больных хроническими неспецифическими заболеваниями легких активацию коры надпочечников, что сопровождается повышением секреции и выброса в кровь глюкокортикостероидов и проявляется увеличением экскреции 17-оксикортикостероидов и нейтральных 17-кетостероидов.

Глюкокортикостероиды оказывая десенсибилизирующее и противовоспалительное действие, положительно влияют на иммунологическую реактивность и неспецифическую резистентность организма, функцию симпатно-адреналовой системы, вызывая значительное уменьшение вплоть до исчезновения, кожной гиперчувствительности на введение аллергенов и "С"-реактивного белка в сыворотке крови; снижение интенсивности дифениламиновой реакции, сиаловой кислоты и глобулинов в сыворотке крови, гистамина и серотонина в крови, экскреции катехоламинов; усиление фагоцитарной активности лейкоцитов; увеличение альбуминов в сыворотке крови; нормализующее действие на содержание сывороточных иммуноглобулинов и лимфоцитарные популяции.

Ослабление, вплоть до исчезновения, сенсibilизации организма и воспалительного процесса в бронхах или в легких, при его наличии, вызывало у больных хроническими неспецифическими заболеваниями легких значительное улучшение бронхиальной проходимости, что проявлялось увеличением форсированной жизненной и жизненной емкости легких, соотношения их величин, мощности вдоха и выдоха и сопровождалось резко выраженными положительными изменениями субъективного статуса и аускультативных показателей в легких, установочной деятельности, функций центральной и вегетативной нервной систем.

Улучшение бронхиальной проходимости оказывало нормализующее действие и на активность дыхательного центра, влекло воз-

растание резервных возможностей легких и объема альвеолярной вентиляции; снижение неравномерности вентиляции и степени несоответствия альвеолярной вентиляции легочному кровотоку, что благоприятно влияло на газообмен в легких и тканевой метаболизм, способствовало лучшей оксигенации крови, более рациональному использованию кислорода тканями и снижению энергетических затрат организма, замене менее совершенных реакций организма более совершенными.

Указанные сдвиги проявлялись нормализацией коэффициента реактивности дыхательного центра, выделения углекислоты и её содержания в альвеолярном и выдыхаемом воздухе; повышением максимальной вентиляции легких, величин проб с задержкой дыхания, содержания кислорода в артериальной и венозной крови; снижением потребления кислорода и основного обмена, объема мертвого пространства, молочной и пировиноградной кислот в крови, вакует-кислорода в моче, замедлением интенсивности окислительных процессов и урежением дыхания.

Положительные изменения бронхиальной проходимости, сопровождающиеся улучшением газообмена, уменьшением неравномерности вентиляции и степени несоответствия альвеолярной вентиляции легочному кровотоку, - способствовали снижению венозного застоя в малом кругу кровообращения и благоприятно влияли на деятельность сердечно-сосудистой системы, вызывая нормализацию электрокардиографических данных, артериального давления, систолического и минутного объемов крови, общего периферического сосудистого сопротивления; ускоряя кровоток на участке "легкие-ухо".

Снижение, вплоть до исчезновения, сенсibilизации и воспалительного процесса, при его наличии, в легких и бронхах, - положительно действовало на обмен липидов, электролитов и углеводов, активность ферментов, содержание функциональных групп, участвующих в обменных процессах и биофизические свойства крови.

Указанные сдвиги проявлялись повышением, в пределах нормальных величин, сахара в крови, холестерина, β -липопротеидов, неэстерифицированных жирных кислот, триглицеридов, кальция, магния, натрия и сульфидрильных групп в сыворотке крови, холестерина в β -липопротеидах, активности каталазы и холинэстеразы; снижением кальция в сыворотке крови, активности карбоангидразы, лактатдегидрогеназы и пероксидазы; увеличением катафоретической активности отрицательных и неотмытых эритроцитов.

Положительные сдвиги субъективных и объективных данных у больных хроническими неспецифическими заболеваниями легких под влиянием спелеотерапии уменьшались по мере утяжеления патологий.

Более высокая эффективность лечения указанных заболеваний была выявлена при использовании микроклимата Новоафонской карстовой пещеры, что обусловлено в меньшем, сравнительно с "Тетри Мгвие", содержании в пещерном воздухе легких положительных аэроионов, в несколько более высокой концентрации углекислоты и наличии в спелеоаэрозоле ионов хлора.

Изучение влияния ингаляций некоторых спелеофакторов, смоделированных в лабораторных условиях, в отдельности и комплексе, на больных бронхиальной астмой и хронической пневмонией, показало, что все спелеофакторы, за исключением комнатного воздуха температурой $12,5^{\circ}\text{C} - 13,5^{\circ}\text{C}$, оказывают положительное действие на субъективное состояние, иммунологическую реактивность, дыхание, кардиогемодинамику и обменные процессы.

Благоприятные сдвиги были более выражены при ингаляциях в течение 3-4 часов воздуха температурой $12,5-13,5^{\circ}\text{C}$, содержащего $0,5-0,6$ об % углекислого газа, $5000-6000$ легких отрицательных аэроионов в 1 см^3 и аэрозоли кальция и магния.

Ингаляции комнатного воздуха температурой 12,5-13°C в течение 3-4 часов вызвали утомление больных и разнонаправленные, большей частью в сторону ухудшения, изменения объективных показателей.

На кроликах было установлено, что микроклимат карстовой пещеры, усиливая функцию коры надпочечников, благоприятно воздействуя

на процессы восстановления в миокарде и обменные процессы, повышая фагоцитоз, нормализуя содержание сывороточных иммуноглобулинов и лимфоцитарных популяций, - терапевтически влияет на экспериментально воспроизведенный хронический бронхолегочный воспалительный процесс.

Докл. Р. И. И. И. И. И. И.

НИИ курортологии и физиотерапии им. И. Г. Кониашвили,
г. Тбилиси
Советский Союз

I. D. Tarkhnishvily

Georgian Institute of Kurortology and Physiotherapy
Tbilisi, USSR

ВЛИЯНИЕ МИКРОКЛИМАТА ПЕЩЕР С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ CO₂ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА

КАВАШНИК, В. А. - БОБЫЛЕВ, А. В. - КОРОВКА, К. И.

Обобщены результаты 10-летних наблюдений за состоянием кардиореспираторной системы, периферической крови, деятельности почек, кожной температуры, нервной системы и работоспособности у 63 спелеологов-спортсменов в условиях гипсовых пещер Золушка /концентрация CO₂ в воздухе 0,09-4,45% и Атлантида /CO₂ - 0,02-0,04%.

В условиях гиперкапнии выявлены отчетливые изменения гемодинамики и внешнего дыхания. При нагрузках отмечены признаки истощения кардиореспираторной системы. Обнаружены изменения почечных процессов, которые направлены на компенсацию ацидоза. Зафиксированы нарушения восприятия, расстройство внимания, появление ошибок в работе, ухудшение самочувствия. В пещере с обычным составом воздуха не отмечено признаков угнетения компенсаторных процессов сердечно-сосудистой системы. В состоянии покоя выявлено значительное снижение систолического давления.

Разработаны рекомендации для посещения и проведения работ в лабиринтовых пещерах с повышенным содержанием CO₂.

Микроклимат гипсовых пещер с неизменным газовым составом воздуха способствует снижению артериального давления, что представляет интерес для спелеоклиматического лечения артериальной гипертензии.

Особенности процессов жизнедеятельности человека в условиях комбинированного действия экстремальных факторов под землей остаются малоизученной проблемой экологической физиологии. Наряду с исследованиями действия общеизвестных экстремальных факторов II, 2, 3 большой интерес представляет изучение влияния микроклимата пещер с различным газовым составом воздуха на организм человека. Подобная попытка составляет существо данной работы.

Начиная с 1979г. нами исследовалось состояние кардиореспираторной системы, деятельности почек, нервной системы и работоспособности у спелеологов в условиях гипсовых горизонтальных пещер Золушка и Атлантида /Подольско-Буквинская карстовая область/, отличающихся своими микроклиматическими параметрами I, 4.

I. МЕТОДИКА

Обследовали 63 спелеологов-мужчин в возрасте 18-34 лет. Регистрировали частоту сердечных сокращений /ЧСС/, систолическое /АД_с/ и диастолическое артериальное давление /АД_д/, число дыханий /ЧД/, дыхательный объем /ДО/ и жизненную емкость легких /ЖЕЛ/, проводили пробу Серкина в покое и после физической нагрузки на основании пробы Мартини БТ после 4ч топографической съемки в разных частях пещер. Используя полученные данные, рассчитывали гемодинамические показатели: ударный объем кровообращения /УОК/, среднединамическое артериальное давление /САД/, минутный объем кровообращения /МОК/, общее периферическое сопротивление сосудов /ПСС/, индекс напряжения миокарда /I_{нм}/, ударную работу /A_{уд}/ и минутную работу

The influence of the cavern microclimate with various CO₂ content on the physiological systems and man's capacity for work.

The results of 10-year observations relating to the condition of the cardio-respiratory and nervous systems, peripheral blood, renal activity, skin temperature and capacity for work in 63 speleological sportsmen in conditions of gypseous cavern "Zolushka" (CO₂ content in the air is 0,09 - 4,45%) and "Atlantida" (CO₂ content - 0,02-0,04%) were generalized.

Clear-cut changes of both hemodynamics and external breathing were revealed under hypercapnial conditions. Signs of exhaustion of the cardio-respiratory system under loading were marked. Changes of the renal processes were revealed which serve for compensation of acidosis. Disturbances of perception, attention disorder, errors in work, deterioration of health were fixed. There were no signs of inhibition of the compensating processes of the cardio-vascular system in a cavern with an ordinary air content. A considerable decrease of the systolic pressure at rest was also marked. Recommendations for visits and carrying out work in labyrinth caverns with an elevated CO₂ content have been elaborated.

The micro climate of gypseous caverns with an invariable gas content in the air promotes a decrease of the arterial pressure which is of interest for the speleoclimatic treatment of arterial hypertension.

левого желудочка /A_{лж}/ и показатели внешнего дыхания: минутный объем дыхания /МОД/, вентиляционный индекс /ВИ/БТ.

Каждые 2ч собирали мочу /две порции/, регистрируя объем, pH с помощью индикаторов. В условиях стационара определяли в моче концентрацию креатинина, натрия, титруемых кислот и оснований, аммиака ГТ с последующим расчетом их экскреции почками на 1,73м² поверхности тела БТ.

В различных участках пещеры фиксировали самочувствие ^{участников} эксперимента, наличие ошибок при выполнении топографических работ, исследовали особенности зрительного внимания и темп сенсомоторного реагирования с помощью тестов Шульце, Англимова и Кронелина. Рассчитывали вегетативный индекс Кердо.

Данные, полученные при исследованиях в пещерах, сопоставлены относительно контрольных величин на поверхности, принятых за 100%. Все участники эксперимента переводились на дозированный водно-солевой режим.

2. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОКЛИМАТА ПЕЩЕР ЗОЛУШКА И АТЛАНТИДА

Изучение факторов внешней среды в обеих пещерах позволило отнести к разряду экстремальных следующие из них: низкую температуру и высокую относительную влажность, темноту и тишину, отсутствие солнечной радиации, смены дня и ночи, внешних временных датчиков. Показатели атмосферного давления мало отличались от величин определенных у входа в пещеры. Эти микроклиматические параметры пещер почти совпадали между собой /T°C +10, 2- +11, 1; отн. вл. 98,5-100%/. Вместе с тем, эти подземные полости существенно отличаются по содержанию CO₂ и

O_2 в воздухе. Для газовой среды п.Золушка характерна гиперкапния, а в отдельных участках и гипоксия. По данным В.И.Кожкина в пеще Везелом концентрация CO_2 составляет 4,07%, а O_2 - 14,07%. В п.Атлантида газовый состав практически соответствует гигиеническим нормам. В п.Золушка исследования проводились в районах с концентрацией углекислоты 1,8-3,3% и кислорода - 18,0-21,8%.

3. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ

3.1. Функциональное состояние центральной гемодинамики

Изучение ЧСС в состоянии покоя в п.Атлантида выявило тенденцию к ее уменьшению, тогда как в п.Золушка развивалась тахикардия. После нагрузки ЧСС существенно возрастала, особенно в условиях гиперкапнии /в покое $85 \pm 3,0$, после нагрузки - $125 \pm 3,9$ / по сравнению с изменениями в п.Атлантида /в покое $78 \pm 3,2$, после нагрузки - $109 \pm 4,1$ /. AD_c в п.Атлантида достоверно снижалось; после нагрузки его увеличение было менее выражено, чем в контроле. AD_d существенно не отличалось по сравнению с контрольными величинами. В п.Золушка AD_c повышалось, особенно в ответ на нагрузку. AD_d возрастало, а после нагрузки несколько снижалось.

Различия еще более отчетливо проявились при расчетах гемодинамических показателей /рис.1/. Величины САД в пещере с обычной газовой средой как в покое, так и при нагрузке были ниже контрольных показателей за счет снижения AD_c . В п.Золушка САД значительно увеличивалось и в покое и после нагрузки. УОК в обеих пещерах снижался, особенно в условиях гиперкапнии. После нагрузки в п.Золушка, несмотря на его увеличение, УОК все же не достигал показателей, регистрируемых на поверхности.

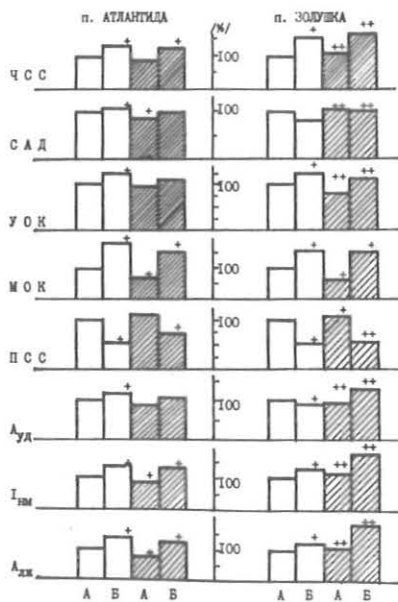


Рис. 1. Показатели гемодинамики в состоянии покоя /А/ и после нагрузки /Б/. Белые столбики - контрольные исследования, заштрихованные - исследования в пещере. /+/- статистически достоверные изменения относительно контроля, /++/- относительно изменений в п.Атлантида

УОК существенно уменьшался в состоянии покоя, причём в п.Золушка за счет снижения УОК на фоне тахикардии. Судя по величинам ЛСС, сосудистый тонус больше повышался в покое в условиях гиперкапнии, резко снижался в ответ на нагрузку. В пещере с обычной газовой средой эти изменения были менее резко выражены.

$A_{уд}$ и особенно $A_{лж}$ уменьшались в п.Атлантида. В п.Золушка производительная работа левого желудочка возрастала, особенно значительно в условиях физической нагрузки. $I_{мн}$ достоверно снижался в п.Атлантида и значительно увеличивался в п.Золушка, что свидетельствует о повышении энергетических затрат миокарда в условиях гиперкапнии.

Таким образом, судя по изменению ЧСС и САД в условиях гиперкапнии включаются хронотропный и инотропный резервы сердца ГД уже в состоянии покоя. Микроклимат пещеры с обычным составом воздуха способствует включению резервов сердца только при физической работе и то в меньшем объеме по сравнению с контролем. Это обеспечивает более экономный режим работы миокарда, чем на поверхности. В условиях гиперкапнии использование резервов сердца происходит за счет увеличения энергозатрат миокарда левого желудочка.

3.2. Динамика изменений деятельности почек

Результаты исследований деятельности почек /рис.2/ свидетельствуют о задержке воды и ионов натрия в организме по мере увеличения продолжительности пребывания под землей. Снижение диуреза и экскреции натрия в п.Золушка были более выражены, чем в п.Атлантида. Судя по уменьшению выведения почками креатинина, фильтрация под землей снижалась. Однако отсутствие параллельного снижения уровня экскреции креатинина, с одной стороны, и выведения воды и натрия, - с другой, реабсорбция воды и натрия возрастала. Так, например, в п.Атлантида уровень креатинина во II порции мочи снизился на 21%, а натрия на 38%, в п.Золушка, соответственно, на 26% и 49%.

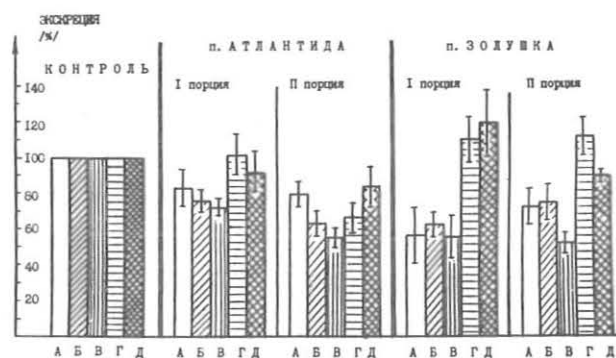


Рис. 2. Показатели деятельности почек в контроле и при выполнении спелеоработ. А-экскреция креатинина, Б-диурез, В-экскреция натрия, Г-титруемых кислот, Д-аммиака

Изучение кислотовыделительной деятельности почек выявило различие в состоянии ацидогенеза в разных пещерах. В п.Атлантида рН мочи существенно не отличался от контрольных показателей /рН 6,0-6,1/, а экскреция титруемых кислот и аммиака либо не изменилась, либо уменьшалась. При повышенном содержании CO_2 в п.Золушка отмечали значительное увеличение экскреции титруемых кислот и аммиака со снижением рН мочи до 5,8. В то же время выделение с мочой титруемых оснований и натрия - компонентов буферных систем организма уменьшалось.

Сравнительная характеристика показателей деятельности почек в п.Атлантида и Золушка свидетельствуют об адаптивном характере изменений почечных процессов в условиях гиперкапнии, направленном на компенсацию развивающегося ацидоза.

3.3. Показатели внешнего дыхания в условиях гиперкапнии

Анализ результатов, полученных при исследованиях состояния гемодинамики и деятельности почек под землей, указывает на то, что при комбинированном действии экстремальных факторов, влияющих на организм человека, в п.Золушка ведущая роль принадлежит гиперкапнии. Трактовка механизмов, выявленных изменений со стороны сердечно-сосудистой системы в п.Золушка была затруднительной. В связи с этим изучили некоторые показатели внешнего дыхания в сопоставлении с показателями гемодинамики в участках пещеры с содержанием CO_2 в воздухе 2,5-3,0%.

В условиях гиперкапнии отмечается значительное увеличение МОД в покое и при физической нагрузке /рис.3/. Роль факторов, определяющих повышение МОД, неравнозначна. Если ЧД увеличилось незначительно, то ДО в покое возрастал в 1,5 раза, а

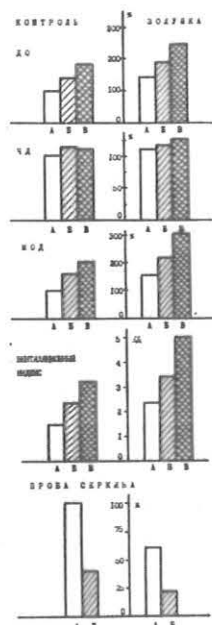


Рис.3. Показатели внешнего дыхания в состоянии покоя /А/, после 20 приседаний /В/ и после бега в течение 10с /В/ в контроле и в п.Золушка

при нагрузке в три. ЧД при этом не изменялась. В условиях гиперкапнии Вд возрастал, особенно при интенсивной работе. Время задержки дыхания в условиях пробы Серкина в пещере как в покое, так и после нагрузки увеличилось почти вдвое.

По данным литературы ПИ гиперкапния оказывает непосредственное влияние на тонус дыхательного центра, что приводит к увеличению МОД за счет повышения ДО и ЧД. Несмотря на повышение МОД при высоких показателях Вд, выделение CO_2 из крови не происходило, т.к. искусственно вызванная гипервентиляция в пещере не вызвала признаков гипокании даже при удлинении эксперимента до 12 мин. По-видимому, в данном случае срабатывал рефлекс Эйлера-Лиллестранда, проявляющийся в выключении из кровообращения альвеолярных капилляров с высоким P_{CO_2} . Это подтверждается снижением УСК /в результате легочного блока уменьшается поступление крови в левое сердце/.

По данным Л.С.Ульянинского и Л.А.Джураевой ПИ гиперкапния усиливает центральные влияния на тонус блуждающего нерва и повышает реактивность миокарда к тормозящим импульсам, что подтвердилось развитием брадикардии.

Таким образом, в п.Золушка даже при незначительном снижении содержания O_2 во вдыхаемом воздухе появляются предпосылки для развития в организме гипоксии.

3.4. Работоспособность и функциональное состояние нервной системы

Опрос всех исследуемых лиц после 3-4 часов работы в п.Золушка показал, что у большинства спелеологов, работавших в условиях высоких концентраций CO_2 , отмечались жажда, быстрая утомляемость и сонливость. При выполнении работ по топографической съемке мы регистрировали нарушение восприятия, расстройство внимания, появление ошибок в работе, раздражительность, нарушение координации движений. В п.Атлантида за это же время подобных изменений не отмечали.

Определение вегетативного индекса Кердо свидетельствовало о том, что в покое в обеих пещерах преобладало повышение тонуса парасимпатической нервной системы, однако, если в условиях обычной газовой среды вегетативный индекс составлял $-17 \pm 1,8$, то в условиях гиперкапнии только $-8 \pm 1,2$. При нагрузке в п.Золушка индекс возрастал до $+22 \pm 2,3$, а в п.Атлантида до $+11 \pm 0,9$, что указывает на преобладающее значение симпатических влияний в условиях гиперкапнии. Показатели вегетативного индекса согласуются с результатами гемодинамических исследований.

Исследование объема внимания и скорости поисковых движений взора по Шульте свидетельствовало об ускорении темпа счета на 6-10% относительно контрольных величин /признак преобладания процессов возбуждения/. После выхода из пещеры Золушка отмечали замедление скорости выполнения задания на 20-22% /признак развития тормозных процессов/. Тестирование по Анфимову выявило следующую динамику. До входа в пещеру за 30с обработано 92-95 знаков с количеством допущенных ошибок 3, в п.Золушка соответственно - 75-78 знаков, ошибок - 5, после выхода на поверхность - 82-85 знаков, ошибок - 4. Полученные результаты свидетельствуют о недостаточной концентрации и истощении нервных процессов в условиях гиперкапнии. Определение способности решения задачи в идеаторном плане по Кронелину выявило уменьшение количества действий, увеличение числа ошибок вдвое как в пещере, так и на выходе из нее. Все это явилось отражением нарушения активного внимания, расстройства "комбинаторики".

Полученные результаты свидетельствуют в пользу того, что изменение деятельности нервной системы при гиперкапнии носят двухфазный характер: сначала наблюдалось повышение, а затем снижение возбудимости нервных процессов. Увеличение возбудимости присуще начальной стадии гиперкапнии и быстро уступает место процессам торможения, что сказывается на работоспособности. Видимо решающим фактором в указанных изменениях является не только концентрация в воздухе CO_2 , но и время пребывания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Примененный комплекс психофизиологических показателей и показателей функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также деятельности почек позволил выявить ведущую роль гиперкапнии при комбинированном действии экстремальных факторов на организм человека в п.Золушка.

В условиях гиперкапнии включаются инотропный и хронотропный резервы сердца в состоянии покоя за счет увеличения энергозатрат миокарда левого желудочка, активируются процессы внешнего дыхания. При нагрузках, хотя и происходит увеличение МОД и МОК при снижении ПСС, судя по пробе Серкина, кардиореспираторная система истощается. Изменения деятельности почек носят адаптивный характер, направленный на компенсацию ацидоза и увеличение венозного возврата к сердцу. Гиперкапния является мощным стимулятором вегетативной нервной системы, для которой характерно повышения тонуса парасимпатического и в большей мере симпатического отделов. Развитие сложного нервно-рефлекторного комплекса реакций в организме позволяет рекомендовать сокращение сроков работы в пещерах с выраженной гиперкапнией до 4 часов.

Микроклимат гипсовых пещер с неизменным газовым составом воздуха способствует снижению артериального давления, включению резервов сердца только при физической нагрузке и то в меньшем объеме, чем на поверхности. Во многом это обусловлено преобладанием парасимпатических влияний. Выявленные изменения в п.Атлантида представляют интерес для разработки спелеоклиматического лечения артериальной гипертензии.

ЛИТЕРАТУРА

1. СИГР М.: В безднах земли. Москва, 1982.
2. Еценко В.В.: Функции организма человека при длительном пребывании и работе в экстремальных условиях пещер. Адаптация человека и животных к экстремальным условиям внешней среды. Москва, 1985, с.117-138.
3. Горбенко П.П., Аликин А.С., Горбенко В.П.: Влияние микроклимата пещер на организм человека. Пещеры. Пермь, 1986, С. 85-96.
4. Клишчук А.В., Яблокова Н.Л., Ольгицкий С.П.: Формирование газового состава воздуха карстовых пещер Подолии и Буковины. Докл. АН УССР. Сер.В. 1984. 132.
5. Иванов С.А.: Врачебный контроль и лечебная физкультура. Москва, 1970.
6. Брин В.В., Зонис Б.Я.: Физиология системного кровообращения. Ростов, 1984.
7. Рябов С.И., Наточин Ю.В., Бондаренко Б.Б.: Диагностика болезней почек. Ленинград, 1979.
8. Шюк О.: Функциональное исследование почек. Прага, 1961.
9. Возжухин А.С., Воев В.М., Коновалов С.В.: Влияние предельной физической работы на кардиодинамику и микроциркуляторное русло опытных спортсменов и лиц, не занимающихся спортом. Физиол. человека, 1983. Т.9, №, с.402-406.
10. Бреслав И.С., Глебовский В.Д.: Регуляция дыхания. Ленинград, 1981.
11. Агаджанян Н.А., Андриков А.А.: Функции организма в условиях гипоксии и гиперкапнии. Москва, 1986.

КАБАШНИК В.А., БОБЫЛЕВ А.В., КОРОБКА К.И., ГАЙДУКОВ О.В.
/СССР, Черновцы, Хмельницкий/

V. Kabashnjuk, A. Bobylev, K. Korobka, O. Gaidukov
(U.S.S.R., Chernovtsy, Khmel'nitsky);

ОПЫТ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКИМИ НЕСПЕЦИФИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ЛЕГКИХ В УСЛОВИЯХ МИКРОКЛИМАТА КАЛИЙНЫХ ШАХТ

ТУЕВ, А. В. - ВЕРИХОВА, Л. А. - НОХРИНА, Л. Н. - КРАСНОШТЕИН, Н. А.

Одной из основных теоретических задач, с которыми сталкиваются медики, используя лечебные свойства микроклимата шахт и пещер, является, на наш взгляд, выделение лечебных факторов и объяснение механизма их действия. Решение этой задачи позволит, с одной стороны, улучшить отбор больных для спелеотерапии и индивидуализировать схемы лечения, а, с другой стороны, создаст предпосылки для моделирования тех или иных лечебных факторов на поверхности, в специальных камерах, где могли бы лечиться пациенты, не имеющие возможности пройти курс полноценной спелеотерапии.

С этой точки зрения нам представляется интересным анализ опыта работы всех спелеолечебниц, особенно, выполненный по единой схеме. Разработка такой схемы, нам кажется, может стать одной из важных задач международной секции по спелеотерапии. В данной работе мы предприняли попытку описать микроклимат единственной в мире спелеолечебницы, расположенной в калийной шахте, и те изменения, которые происходят под его влиянием в организме больного.

Наша небольшая - тридцатиквечная - лечебница была открыта в 1977 году в городе Березники Пермской области. Подземная часть ее развернута на базе Березниковского калийного рудоправления № 1. Кроме обычных для всех спелеолечебниц действующих факторов (стабильность микроклимата, отсутствие бактерий и аллергенов, наличие специфических аэрозолей), наша больница имеет ряд существенных особенностей.

Наличие в толще калийных солей сопутствующего изотопа K^{40} обеспечивает высокую ионизацию воздуха (преимущественно за счет α -излучения; воздух лечебницы насыщен многими микроэлементами, входящими в состав руды, основными из которых являются марганец, магний, бром. Воздух Березниковских шахт имеет особую чистоту, благодаря способности калийной соли адсорбировать на себе и инактивировать различные газы и загрязняющие вещества. Вследствие более высокой осмотической активности хлорид калия должен обладать большим бактерицидным действием по сравнению с хлоридом натрия. Нельзя не отметить и то, что содержащиеся в калийной соли примеси создают специфическую цветовую гамму, обуславливающую своеобразную эстетику калийной шахты, оказывающую положительное воздействие на психоэмоциональную сферу больного.

Необычным является и то, что наша лечебница развернута на базе действующего рудника, с чем связан ряд особенностей как организационного, так и медицинского характера.

Подземная часть нашего отделения расположена в специально пройденных выработках на глубине 280 м. Общий объем лечебницы 5020 м³.

Температура воздуха в лечебнице колеблется от 15,0°C в январе до 16,4-16,8°C в июне-августе. Суточные колебания не превышают 0,2°C. Относительная влажность под землей изменяется вслед за изменением абсолютной влажности на поверхности.

Среднемесячная влажность в январе составляет 48,5%, а в июле - 79%, суточные колебания не превышают 6-8%. (Отмечено, что наиболее высокие непосредственные результаты лечения наблюдаются в те месяцы, когда среднемесячная относительная влажность воздуха в подземном помещении находится в промежутке между 55 и 65%).

Барометрическое давление в подземной лечебнице на 30 мм рт.ст. выше, чем на поверхности, скорость движения воздуха не превышает 0,2 м/с.

В воздухе спелеолечебницы содержится 3-5 мг/м³ частиц, причем размер 80-90% из них не превышает 5 мкм. Состав этого аэрозоля соответствует составу руды: KCl - 30-32%, $MgCl$ - 65-68%, соли магния - 1%, имеются включения брома, йода, марганца, бора. Содержание легких отрицательных ионов, имеющих наибольшее терапевтическое значение, в нашей шахте в 4-5 раз выше, чем на поверхности и достигает 240-250 Н·Кл·м⁻³, причем коэффициент униполярности не превышает 0,5.

Благоприятна обстановка лечебницы и в плане бактериальной обсемененности: общее микробное число колеблется от 760 микробных тел в м³ зимой до 2360 м⁻³ осенью.

Анализ параметров микроклимата Березниковских калийных шахт показывает, что он - микроклимат - должен оказаться целебным для больных с различными заболеваниями бронхолегочной системы.

Мы принимаем на лечение больных бронхиальной астмой легкой и средней степени тяжести, хроническими астматическими, обструктивным и пылевым бронхитами, предастмой, различными ринопатиями и поллинозами, в возрасте от 18 до 60 лет. В период обострения заболевания спелеотерапия не проводится.

Для лечения каждого больного выбирается один из четырех лечебных комплексов.

Комплекс № 1 применяется у больных с предастмой и бронхиальной астмой в фазе полной ремиссии. Он включает спелеотерапию, лечебную физкультуру, предусматривает полусвободный режим.

Комплекс № 2 включает дополнительно физиопроцедуры, бронхолитические и отхаркивающие средства; он применяется у больных, поступивших в фазе неполной ремиссии, с явлениями бронхоспазма и (или) приступами удушья.

Больным бронхиальной астмой и хроническим бронхитом, поступившим в фазе затухающего обострения, назначается комплекс № 3 - больничный режим первые 5-6 дней, антибактериальная и противовоспалительная терапия. Спелеотерапия начинается после стихания острых явлений.

Комплекс № 4 применяется у больных с атопической бронхиальной астмой, поллинозами, аллергическими ринитами. Эти больные дополнительно получают гистаглобулин, антигистаминные препараты, некоторым из них проводится иммунотерапия выявленным аллергеном по ускоренной схеме.

НЕПОСРЕДСТВЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ СПЕЛЕОТЕРАПИИ (1987-88 гг.)

Таблица I

	Число случаев	улучшение				полная ремиссия	без перемены	ухудшения
		отлично	хорошо	удовлетворительно	всего			
Бронхиальная астма, легкое течение	96 (12,8%)	27 (28,1%)	27 (28,1%)	7 (7,3%)	61 (63,5%)	28 (29,2%)	6 (6,3%)	1 (1%)
Бронхиальная астма средней тяжести	242 (32,4%)	52 (21,5%)	69 (28,5%)	50 (20,7%)	171 (70,7%)	41 (16,9%)	24 (9,9%)	6 (2,5%)
Хронические обструктивный и астматический бронхиты	292 (39%)	59 (20,2%)	89 (30,5%)	51 (17,4%)	199 (68,2%)	55 (18,8%)	33 (11,3%)	5 (1,7%)
Щелевой и токсический бронхиты	10 (1,3%)	2 (20%)	3 (30%)	4 (40%)	9 (90%)	-	1 (10%)	-
Поллинозы	43 (5,7%)	8 (18,6%)	13 (30,2%)	11 (25,6%)	32 (74,4%)	9 (20,9%)	2 (4,7%)	-
Ринопатии	65 (8,7%)	13 (20%)	22 (33,8%)	13 (20%)	48 (73,8%)	8 (12,3%)	9 (13,8%)	-
И Т О Г О :	748 (100%)	161 (21,5%)	223 (29,8%)	136 (18,2%)	520 (69,5%)	141 (18,9%)	75 (10%)	12 (1,6%)

Во все лечебные комплексы обязательно входит лечебная физкультура.

Спуск в шахту осуществляется в 19 часов, подъем - в 8 часов. Иной режим лечения не возможен, так как спуск и подъем больных производятся по стволу, работающему по жесткому, технологически обусловленному графику. Таким образом, больные проводят в шахте 13 часов.

Выраженных адаптационных реакций на 1-2-й спуски не отмечалось, но в ходе спелеотерапии примерно у 7% больных происходят кратковременные ухудшения состояния, протекающие по типу респираторной инфекции или начинающегося обострения бронхита - усиливается кашель, появляется одышка, разбитость, слабость, иногда - першение и боли в горле, заложенность носа. Температура тела, как правило, остается нормальной. Наибольшее количество таких ухудшений происходит после 3-го, 7-го, 11-го и 15-го спусков. В таких случаях спелеотерапия на 1-2 дня прерывается, иногда назначается дополнительное лечение.

Для комплексного определения эффективности спелеотерапии была разработана система интегральных оценок, позволяющая, несмотря на свою субъективность, составить представление о непосредственных результатах лечения. При оценке результатов учитывается состояние больного при поступлении, динамика клинических симптомов и спирографических показателей. На таблице I представлены непосредственные результаты спелеотерапии за 1987-88 гг.

В процессе лечения у всех или подавляющего числа больных исчезают приступы удушья, кожные проявления аллергии, ощущения хрипоты, затрудненное дыхание. Ингаляторами и пероральными бронхолитиками при поступлении пользуется каждый пятый больной, среднее количество препаратов составляет 3-4 дозы в день, а в некоторых случаях и до 15. После лечения продолжают регулярно принимать бронхолитики около 1,5% пациентов, причем среднесуточное количество препаратов снижается до двух доз.

Наблюдается характерная динамика и некоторых лабораторных показателей. Так, например, происходит заметное снижение абсолютного количества эозинофилов (с 240,1 - в среднем, до 195,1). С 13,3 до 3,08 - в среднем - снижается количество эозинофилов в мокроте.

Отмечена зависимость между содержанием электролитов в моче и плазме крови при выписке и результатами лечения. Так, концент-

рация калия и натрия в моче при клинически отличном результате лечения возрастает на 27-30% по сравнению с исходной, при хорошем - на 11-12%, а при удовлетворительном остается практически неизменной. Аналогично, но менее выраженные изменения происходят и с электролитами крови.

Были отмечены положительные сдвиги и в показателях активности факторов естественного иммунитета. Происходит повышение фагоцитарной активности лейкоцитов, отмечен существенный рост показателя иммуноприменения, снижается Е-рок; у больных с атопической астмой растет число Т-супрессоров. Достоверно растут $Ig A$ и $Ig M$, отмечена тенденция к снижению $Ig G$, кроме того, наблюдается значительная стабилизация всех показателей иммунитета. Дисперсия их значений, полученных при выписке больных, достоверно ниже, чем при поступлении.

Доказано положительное влияние спелеотерапии в условиях Березниковской лечебницы на гемодинамику малого круга кровообращения - значительно улучшаются показатели сопротивления сосудистого русла легких, объемного кровотока, показатели работы правого желудочка.

Определенные изменения под влиянием спелеотерапии происходят и со стороны основных показателей функции внешнего дыхания. У 20-25% больных достоверно растут ЖЕЛ, O_2B_1 , $МОС_{50}$, $МОС_{75}$, а $МОС_{25}$ достоверно растет у 35% пролечившихся. Средний прирост ЖЕЛ составляет 8% от исходной величины, O_2B_1 - около 5%, причем в большей степени положительные сдвиги происходят в проксимальных отделах бронхиального дерева, от проходимости которых, в основном, зависит степень нарушения функции внешнего дыхания. Такая избирательность действия, по-видимому, связана с тем, что под влиянием микроклимата калийной шахты уменьшается отек слизистой бронхов, эвакуируется из просвета бронхов обтурирующая его мокрота; именно эти механизмы играют ведущую роль в патогенезе обструкции крупных бронхов.

Благотворное влияние оказывает спелеотерапия и на состояние слизистой оболочки носа: полностью нормализуется вазомоторная активность и артериальное кровенаполнение, pH носового секрета и двигательная функция мерцательного эпителия. Можно предположить, что аналогичные изменения происходят и в слизистой оболочке бронхов.

Таким образом, при лечении больных неспецифическими забо-

леваниями органов дыхания, под влиянием спелеотерапии происходят значительные положительные изменения во всех заинтересованных системах организма: уменьшаются воспалительные явления в бронхах, стабилизируется иммунная система, повышается сопротивляемость организма, улучшается состояние гемодинамики. Все это обуславливает хорошие отдаленные результаты лечения.

После курса спелеотерапии более, чем в 2 раза сокращается число простудных заболеваний и более, чем в 2,5 раза - число обострений основного заболевания, на 70% - в среднем - уменьшается число дней нетрудоспособности. Средний срок до первого больничного листа - 16 месяцев. Более 50% пролечившихся получают

первый больничный лист не ранее, чем через 1,5 года после лечения. Экономический эффект спелеотерапии, полученный за счет сокращения числа дней нетрудоспособности, составляет около 300 рублей в год на одного пролечившегося.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о высокой эффективности спелеотерапии в условиях Березниковских калийных шахт. В связи с этим мы планируем значительное расширение лечебницы - до 300-400 мест.

Мы готовы сотрудничать с любыми фирмами и организациями за рубежом, которых заинтересует участие в строительстве и эксплуатации планируемого спелеокомплекса.

СПЕЛЕОКЛИМАТ И ЕГО ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ В ИНТЕРЕСАХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

ЦИКАРИШВИЛИ, К. Д.

Проблема изучения спелеоклимата имеет важное теоретическое и практическое значение. Сведения о климате карстовых полостей необходимы при их использовании в качестве складов-холодильников, при разработке психофизиологических аспектов адаптации и пребывания человека в экстремальных условиях пещер, а также для туристско-экскурсионных целей и др. Ныне созданы весьма благоприятные условия более широкого и рационального использования пещерных ресурсов для разнообразных народно-хозяйственных и научных целей.

Нами разработаны климатические предпосылки возможного освоения карстовых полостей Грузинской ССР. Анализ богатых фактических материалов по климату низко- и среднегорных карстовых полостей Грузии (температура воздуха 10-15°, абс. влажность 8-12 мм, содержание углекислоты не более 0,5%, отсутствие вредных газов и др.), позволяет считать их климатические особенности весьма оптимальными для народно-хозяйственного освоения.

Устойчивая низкая температура и относительная постоянство барометрического поля, характерная для пещер умеренной широты, идеальная чистота воздуха и стабильность суточных и годовых ходов метеоэлементов в пещерах создают благоприятные условия для строительства на базе этих полостей природных складов-холодильников. По сведениям Вахушти Багратиони (XVIII в.) пещеры Грузии издавна использовались в качестве складов-холодильников (напр., Бога, Схвава и др.). В некоторых районах Грузии, в частности, в зоне средне- (1000-1200 до 2000-2200 м) и высокогорного карста (выше 2000-2200 м), при учете климатических характеристик, карстовые пещеры можно успешно использовать как холодильник, без специальных автоматизированных устройств.

Расходы на благоустройство карстовых полостей, расположенных вблизи колхозных полей и садов, незначительны по сравнению с тем ущербом, который причиняет неимение таких складов-холодильников. Их достоинства с точки зрения возможности размещения в подземном пространстве являются постоянство поддерживаемой температуры, теплоемкость охлаждаемых пород, позволяющая в течение длительного времени сохранять заданную температуру даже при выходе из строя дополнительного оборудования. Кроме того карстовые пещеры имеют ряд других преимуществ: экономичность строительных и тепло-изоляционных материалов, меньший объем ремонтных работ и др.

Использование пещер в качестве складов-холодильников, возможно потребует провести дополнительные работы. Так, изменения циркуляционного режима пещер до нужных кондиций может стать необходимым замурование отдельных дующих щелей и монтаж фреоновых турбокомпрессорных агрегатов, что требует меньшего расхода электроэнергии.

Известно, что на различных стадиях изготовления сыра, в особенности же для его созревания, все шире и шире используются карстовые пещеры. Напр., во Франции всемирно известный сыр Рокфор именно в природных подземных хранилищах проходит обязатель-

ный процесс созревания, приобретая характерный специфический запах, цвет, вкус. Приготовление соленого сыра и выделение из него углекислого газа происходит при температуре 10-14° и 88-90% влажности (Комаров, 1962). В этом отношении, наилучшие условия для созревания соленого сыра имеются в пещерах, расположенных в зоне предгорного рельефа Грузии, в которых температура воздуха зимнего и летнего периодов составляет 10-15°, а относительная влажность колеблется в пределах 90-100%.

В последнее время в некоторых странах мира (Венгрия, Франция, ФРГ, США и др.) большое внимание уделяется устройству в пещерах шампиньонов с искусственным освещением и необходимым вегетационным режимом. Напомним, что шампиньоны - одно из немногих растений, которым не нужен свет, да и все другие его потребности крайне умеренны: температура воздуха 12-14° при его относительной влажности 80-95% (Швецов, Зильберборд, 1983).

Во Франции в десятках искусственных и естественных пещер выращивают огромные урожаи грибов (около 93% из 110 тысяч тонн). Урожаи грибов промышленного значения получают также в Италии (пл.Ковали-Ди-Костоца и Куизано), Швейцарии (пещ.Сан-Мартино), Венгрии (пещ.близ г.Матанза) и др. Недавно в Узбекской ССР их начали выращивать в старых шахтных выработках недалеко от г.Ташкента. Предполагается, что со временем можно будет развернуть плантации на площади 10 га и выращивать по 5 тыс. тонн шампиньонов в год. В Молдавии, близ г.Кишинев, в старой известняково-вой шахте создано грибное хозяйство. Уже предусмотрено устройство шампиньонов в некоторых пещерах Украины и Горного Крыма.

В Грузии, на горнорудном комбинате "Чиатурмарганец", в Шахтоуправлении участка №5 им.И.М.Калинина, в бывших марганцевых выработках выращивали значительное количество съедобных грибов (3-4 кг с 1 м²). Нашими исследованиями подтверждается, что некоторые наклонные и субгоризонтальные пещеры предгорной и среднегорной климато-ландшафтной зоны характеризуются относительно высокими термовлажностными параметрами воздуха (10-14° и 92-98%), в течение всего года, что создает хорошие перспективы для создания в них шампиньонов.

Научные исследования холодных и теплых карстовых полостей, а также заброшенных горных выработок выявили значительные перспективы использования их для лечебных целей. В ряде стран Европы (Венгрия, ГДР, ФРГ, Чехословакия, Польша и др.) и Америки для лечения бронхиальной астмы и других заболеваний дыхательных путей широко стала применяться спелеотерапия (Максимович, 1964; Максимович, Хорошавин, 1972; Гвоздецкий, 1981 и др.). Метод лечения прост и представляет значительный интерес как с точки зрения ограничения применения лекарственных средств так и экономической стороны.

В карстовых полостях основными действующими факторами спелеоклимата являются несколько повышенный фон ионизации и естественной радиоактивности воздуха, постоянство барометрического поля, стабильность основных термовлажностных параметров, нали-

чие аэроионов кальция и магния, идеальная чистота пещерного воздуха, повышенное количество углекислоты, почти полное отсутствие в нем патогенных микробов и аллергенов и др.

В гидротермальных (теплых) пещерах лечебными факторами являются слаботермальные и термальные подземные источники различного минерального и газового состава (сульфатные, бикарбонатно-сульфатные, сернокислые, радоновые и др.), которые благоприятно действуют при лечении внутренних и наружных заболеваний.

Для спелеотерапевтического лечения успешно используются также подземные соляные выработки, лечебными факторами которых являются: оптимальная температура, влажность и атмосферное давление, высокое содержание аэрозоля, хлористого натрия и отрицательных аэроионов; характерно и отсутствие в нем патогенных микроорганизмов, аллергенов, горючих и ядовитых газов и др.

В настоящее время в СССР успешно функционируют две аллергологические больницы при Министерстве здравоохранения Укр.ССР, в поселке Солотвино Закарпатской области, экспериментальные лечебницы в калийном руднике Объединения "Уралкалий" в г. Березники Пермской области и в соляных выработках Нахичеванской АССР.

Для использования карстовых пещер Грузии в лечебных целях эксперименты и наблюдения были проведены в Цхалтубской и Новоафонской пещерах. До начала спелеоклиматического лечения в них тщательно были исследованы климатические элементы, газовый состав, радиоактивность и ионизация пещерной атмосферы и др. В разных частях Новоафонской пещеры концентрация легких аэроионов в 1 см^3 воздуха варьирует от 3500 до 3900, тогда как у самого берега моря составляла всего 1000-1200.

По нашим данным, температура воздуха в Цхалтубской пещере составляла $13,3-14,0^\circ$, абсолютная влажность $10,4-10,3 \text{ мм}$, относительная - 96-99%, содержание кислорода в воздухе в пределах $20,5-21,5 \text{ об.}\%$, количество углекислоты ниже биологически допустимых норм, естественная радиоактивность $2,1 \cdot 10^{-11}$ кюри/л, количество легких отрицательных аэроионов 3645-5332, легких положительных - 5223-7200 в 1 см^3 .

Изучено влияние лечения в пещере на 133 больных бронхиальной астмой. Через 6 месяцев после прохождения курса спелеотерапии положительный терапевтический эффект сохранялся у 37,16%, а через год - у 33,33% больных, у остальных же состояние здоровья не изменилось (Тархншвили, 1979).

При изучении климатических элементов спелеотерапевтических стационаров Солотвино и Цхалтубо выясняется, что лечебные свойства воздуха карстовых полостей и соляных выработок отличаются друг от друга. В частности, температура воздуха Цхалтубской пещеры на $3-4^\circ$ ниже, относительная влажность на 55-70% выше, а количество легких отрицательных аэроионов в 20-25 раз выше, чем в шахте Солотвино. По окончании курса лечения в Цхалтубской пещере улучшение состояния здоровья отмечено у контингента больных бронхиальной астмой на 4,7-5% больше по сравнению с Солотвино. Как видно из вышесказанного лечение спелеотерапией в карстовых полостях рациональнее, чем в искусственных горных выработках. Климатические условия некоторых пещер Грузии, находящиеся возле санаторно-лечебных учреждений, весьма благоприятны для лечения бронхиальной астмы, некоторых форм заболеваний сердечно-сосудистой системы, дыхательных органов, функциональных нарушений центральной нервной системы и др. болезней.

Благоприятные климато-ландшафтные условия Грузии, богатство рекреационных ресурсов, в том числе карстовых полостей, создают все предпосылки для успешного развития в республике массового

спелеотуризма. Учитывая огромный интерес экскурсантов к благоустроенным пещерам Грузии (Новоафонская, Сатаплийская, Навенахевская), сотрудниками Института географии АН Груз.ССР, разработана схема благоустройства для туристских целей ряда карстовых пещер Грузии. Опыт эксплуатации вышеуказанных полостей убеждает в том, что финансовые затраты на освоение таких объектов быстро окупятся (чистая прибыль от эксплуатации Новоафонской пещеры за год составляет ок. 1 млн. рублей).

По Постановлению ЦК КП Грузии и СМ республики №109, от 12.02.1935 г.) Институту географии АН СССР поручено научное обеспечение проектного решения освоения недавно открытой сотрудниками Института Цхалтубской пещеры.

В экскурсионных целях могут использоваться различные по морфологии, величине и климатическим режимом пещеры. Необходимо отметить, что воздух и подземные водотоки некоторых пещер, содержащие токсические и радиоактивные вещества, микроорганизмы и вирусы могут оказывать негативное с медицинской точки зрения влияние на человека. В связи с этим, до начала благоустройства отобранных пещер, необходимо детально исследовать их климатический режим.

В результате многолетних исследований мы пришли к выводу, что наиболее пригодными для использования в туристских целях являются те карстовые пещеры, которые характеризуются следующими климатическими условиями: температура воздуха $10-15^\circ$, абсолютная влажность 8-12 мм, содержание углекислоты не более 0,5%, отсутствие вредных газов и патогенных микроорганизмов, грибов и вирусов. Из тех памятников подземной природы, которые следовало бы оборудовать в ближайшее время, благоприятными климатическими особенностями характеризуются карстовые пещеры предгорно- и среднегорной ландшафтной полосы Грузии.

Таким образом, весьма велико народно-хозяйственное и практическое значение карстовых пещер Грузии. Как показывает богатый опыт зарубежных стран (Югославия, Франция, Венгрия, США и др.), доходы от хозяйственного использования пещер приносят огромную экономическую выгоду стране. Исходя из вышесказанного становится ясным, какое большое хозяйственное значение приобретает карстовые пещеры в условиях разумного и планомерного их освоения. Охрану и рациональное использование карстовых полостей с целью применения их в народном хозяйстве следует считать делом государственной важности.

Литература

- ГВОЗДЕЦКИЙ Ч.А. Карст. Природа мира. М.: Мысль, 1931.
КОМАРОВ Ч.С. Справочник холодильника. М.: Машгиз., 1962.
МАКСИМОВИЧ Г.А. Использование пещер для лечения (спелеотерапия). Пещеры, вып.4(5), 1964.
МАКСИМОВИЧ Г.А., ХОРОШАВИН Ч.Г. Типы природных и искусственных пещер, используемых для лечебных целей (спелеотерапия). Пещеры, вып.12/13, 1972.
ТАРХНШВИЛИ И.Д. Спелеотерапия больных бронхиальной астмой в условиях карстовой пещеры "Тетри-Мгвине" (в районе Цхалтубо). Автореф. дис. канд. мед. наук. Тбилиси, 1979.
ШВЦОВ П.Ф., ЗИЛЬБЕРБОРД А.Ф. Под землю, чтобы оберегть землю. М.: Наука, 1983.

К.Д. ЦИКАРИШВИЛИ

Институт географии АН Грузинской ССР

ВЛИЯНИЕ МИКРОКЛИМАТА КАРСТОВОЙ ПЕЩЕРЫ НА ЛИПИДНЫЙ ОБМЕН У БОЛЬНЫХ НЕЙРОЦИРКУЛЯТОРНОЙ ДИСТОНИЕЙ

ХАТИАШВИЛИ, Н. М.

Проведенными исследованиями у больных НЦД была выявлена гиперлипидемия. Более характерной являлась гипер- β -липопротеидемия, являющаяся фактором атеросклероза и ИБС, т.е. их предболезнь.

Отмечалось также повышение холестерина в β -липопротеидах, общего холестерина и триглицеридов в сыворотке крови.

Было установлено, что гиперлипидемия оказывает на кардиогемодинамику определенное отрицательное влияние.

Нашими экспериментами было выявлено ухудшение липидного обмена, и, в I-ю очередь, резкое повышение β -липопротеидов при нарушении у собак высшей нервной деятельности (ВНД).

После проведения курса спелеотерапии явно улучшается липидный обмен как у больных НЦД, так и у животных с нарушением ВНД.

Это и наши прежние исследования дают нам право утверждать, что выявленная у больных НЦД гиперлипидемия нейрогенного происхождения и что микроклимат карстовой пещеры, улучшая общее функциональное состояние (тонус) головного мозга, нормализует липидный обмен и тем самым является эффективным лечебным средством предболезни атеросклероза и ИБС.

Из обследованных нами 273 больных дислипидемия обнаружена у 136 (48,5% случаев). Дислипидемия была обусловлена накоплением холестерина в пре- β -липопротеидах и в липопротеидах и повышением триглицеридов. Так, гиперхолестеринемия встречалась в 31,6% случаев, гипертриглицеридемия - в 30,1% с повышением β -липопротеидного холестерина - в 29,3% и β -липопротеидов в 42,5%. Т.е. вырисовывается тенденция гиперлипидемии.

Более характерным для исследуемого контингента больных является повышение β -липопротеидов в сыворотке крови.

За последнее время, наряду с другими факторами, большое значение в развитии дислипидемии придается нарушению психо-эмоциональной устойчивости (А.Н.Климов, Н.Г.Никучичев с соавт. 1974; П.С.Хомуло, 1982 и др.).

Наши данные полностью согласуются с данными приведенных авторов.

Больных мы подбирали с учетом наличия в их деятельности большого объема информации, хронического дефицита времени для обработки её и принятия решения и высокой мотивации поведения т.е. (в отношении людей), высокого чувства ответственности за порученное дело.

Таким образом получается, что наши пациенты находились под постоянным воздействием психо-эмоционального напряжения.

Более того, применяя описанную триаду неблагоприятных факторов в эксперименте на животных мы искусственно вызывали нарушение высшей нервной деятельности (ВНД) у собак по методу М.М.Хананашвили (1978).

CARST CAVE MICROCLIMATE EFFECT ON LIPID METABOLISM IN PATIENTS WITH NEUROCIRCULATORY DYSTONIA (ND)

Our investigations have revealed hyperlipidemia in ND patients, especially hyper- β -lipoproteidemia being the risk-factor of atherosclerosis and ischemic heart disease.

The elevated level of cholesterol in β -lipoproteids, total cholesterol and triglycerids in serum were also obtained.

Hyperlipidemia exerts substantial negative influence on cardiodynamic function.

Our experimental data have revealed lipid metabolism's disturbance, especially significant increase of β -lipoproteids in dogs with disturbed higher nervous activity (HNV).

Speleotherapy improves lipid metabolism both in ND patients and in dogs with disturbed HNV.

Our data and previous investigations give us grounds to suppose that hyperlipidemia in ND patients is of neurogenic origin. Besides carst cave microclimate improves common functional state (tonus) of the brain thus being an effective method for the prevention of atherosclerosis and ischemic heart disease.

В состоянии невротизации, у собак, как и у людей больных НЦД была выявлена дислипидемия с явным преобладанием в сыворотке крови содержания липопротеидов (табл. I). Все это даёт нам право утверждать, что именно нарушение ВНД обуславливает дислипидемии.

Известно, что атерогенность холестерина определяется, в первую очередь, его принадлежностью к тому или иному классу липопротеидов. Липопротеиды низкой плотности (β -липопротеиды) являются наиболее атерогенными. Доказано, что в составе β -липопротеидов транспортируется до 2/3 холестерина плазмы. Размер частиц позволяет β -липопротеидам через эндотелиальный барьер проникать в стенки сосуда и избирательно задерживаться в них, взаимодействуя с глюкозаминогликанами, а также с гладкомышечными клетками, имеющими рецепторы к апопротеину В. Такая направленность сдвигов β -липопротеидов в крови опосредует развитие атеросклероза и ИБС (А.Н.Климов, 1977). Все это даёт нам право утверждать: наличие в сыворотке крови исследуемых нами больных НЦД высокого уровня β -липопротеидов является фактором для развития атеросклероза и ИБС. Иными словами предболезнь этой грозной патологии.

Доказано, что гиперлипидемия существенно влияет на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы (ССС) (А.А.Дзидзинский, В.П.Чмир, 1980). Это даёт нам право предположить, что функциональные сдвиги наблюдаемые в ССС исследуемых нами больных (Н.М.Хатиашвили, Вопросы курортологии 1985, 1986^а, 1986^б) в какой-то степени обусловлены описанной дислипидемией.

После проведения курса спелеотерапии в условиях карстовой

пещеры, у исследуемых больных улучшается нарушенный липидный обмен, причём в большей степени, чем при бальнеотерапии из Цхалтубской субтермальной, слаборадиоактивной, слабоминеральной азотной минеральной воды (контрольная группа) (табл.2).

Терапевтический эффект спелеотерапии при нарушенном липидном обмене отчетливо виден при сравнении типов липопротеидов по *Federman* (табл.3). Так, среди больных НЦД, отобранных для спелеотерапии до лечения в 17,6% случаев наблюдался II тип гиперлипопротеидемии, в 12,2% случаев III тип гиперлипопротеидемии, а в 10,1% случаев - IV тип гиперлипопротеидемии; нормолипопротеидемия отмечалась у 60% больных.

После спелеотерапии II тип наблюдался в 9,0% случаев, III - в 4,8%, IV - в 2,7%, нормолипопротеидемия - в 83,5% случаев.

У больных НЦД, принимающих бальнеотерапию до лечения II тип наблюдался в 13,3% случаев, III тип - в 11,3%, IV тип - в 10,0%; нормолипопротеидемия в 65%.

После бальнеотерапии II тип наблюдался в 23,3%, III - тип - в 11,7%, IV тип - в 6,7%; нормолипопротеидемия - в 58,3% случаев.

Изменения липидного обмена у собак до и по время нарушения
ВНД до и после спелеотерапии

Таблица 1

Статистический показатель	Т р и г л и ц е р и д ы Ммоль/л			- лип. холестерин		
	до невротизации	во время невротизации	после спелеотерапии	до невротизации	во время невротизации	после спелеотерапии
	0,894± 0,08	1,384± 0,13	0,902± 0,054	0,684± 0,049	3,336± 0,227	0,658± 0,088
P	0,05	0,05	0,05	0,05		0,05
	- липопротеиды			Общий холестерин Ммоль/л		
	до невротизации	во время невротизации	после спелеотерапии	до невротизации	во время невротизации	после спелеотерапии
	2,5± 0,33	12,94± 1,785	4,09± 0,318	3,098± 0,36	4,714± 0,731	3,822± 0,427
P	0,05		0,05	0,05		0,05

Динамика изменения липидного обмена у больных НЦД до и после
спелео- и бальнеотерапии

Таблица 2

Вид терапии	Статистический показатель	Триглицериды Ммоль/л		-лип. холестерин		Общий холестерин Ммоль/л		-липопротеиды Ммоль/л	
		до	после	до	после	до	после	до	после
		2,132± 0,05	1,69± 0,07	4,58± 0,13	3,44± 0,12	7,2± 0,24	5,66± 0,23	7,35± 0,18	5,81± 0,21
P		0,05		0,05		0,05		0,05	
		1,991± 0,07	1,863± 0,06	4,305± 0,127	3,865± 0,108	7,012± 0,173	6,329± 0,252	7,67± 0,342	7,082± 0,384
P		0,05		0,05		0,05		0,05	

Таким образом, в результате спелеотерапии происходит значительное улучшение липидного обмена, заметно увеличивается число больных нормолипопротеидемией, тогда как при бальнеотерапии, оно даже несколько снижается, хотя перераспределение типов липопротеидов происходит по более легкому типу.

Подтверждением терапевтического эффекта спелеотерапии служат также эксперименты, проведенные на собаках с нарушенной ВНД (табл.1).

Таким образом получается, что у больных НЦД и животных с нарушенной ВНД, под влиянием микроклимата карстовой пещеры, явно улучшается липидный обмен. Но, помимо липидного обмена, улучшается и ВНД, как у больных людей, так и у собак (Н.М.Хатиашвили, 1985, 1986).

Это, и выше отмеченные наши прежние исследования дают нам право утверждать, что выявленная у больных НЦД гиперлипидемия - нейрогенного происхождения и, что микроклимат карстовой пещеры улучшает общее функциональное состояние (тонус) головного мозга,

Типы липопротеидемии по Фредриксону у
больных НЦД до и после спелео- и бальнеотерапии.

Таблица 3

Т и п гиперлипопротеидемии	Спелеотерапия		Бальнеотерапия	
	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения
II	17,6%	9%	13,3%	23,3%
III	12,2%	4,8%	11,6%	11,7%
IV	10,1%	2,7%	10%	6,7%
Нормолипопротеидемия	60%	83,5%	65%	58,8%

нормализует липидный обмен и, тем самым, является эффективным средством лечения предболезни атеросклероза и ИБС.

N. M. Khatiaschvily

Georgian Institute of Kurortology and Physiotherapy
Tbilisi, USSR

НИИ курортологии и физиотерапии. г.Тбилиси. СССР

О ФАУНЕ ПЕЩЕР ЮЖНОГО УРАЛА (РЕЗУЛЬТАТЫ БИОСПЕЛЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗА ДЕСЯТЬ ЛЕТ)

КНИСС, В. А.

Десятилетние (1977 - 1987 гг.) сборы материала в пещерах Южного Урала (Башкирская АССР) выявили разнообразную по групповому и видовому составу фауну беспозвоночных животных, среди которых есть и троглобионты.

В пещерных биотопах обнаружены представители следующих систематических групп: Oligochaeta (Enchytraeidae, Lumbricidae); Crustacea (Copepoda, Ostracoda, Amphipoda); Chilopoda (Lithobiomorpha, Geophilomorpha); Diplopoda (Juliformia); Chelicerata (Aranei, Parasitiformes, Acariformes); Insecta (Collembola, Coleoptera, Hymenoptera, Diptera).

К настоящему времени на Южном Урале (Башкирская АССР) известно более 500 пещер различной протяженности. Примерно 80% из них приурочены к девонским и протерозойским известнякам, 3% - заложены в девонских и протерозойских доломитах и 7% - в гипсах кунгурского яруса /7/.

Биоспелеологические исследования, проведенные с 1977 по 1987 гг. в 126 пещерах Башкирской АССР (равнинные и горные карстовые участки) позволили выявить разнообразную по групповому и видовому составу фауну беспозвоночных животных.

Распределение групп беспозвоночных животных в обработанном материале из пещер Башкирии

Г р у п п ы (ф а у н а)	Равнинные карстовые участки		Горные карстовые участки	
	центра- льный	западный	северо- восточный	юго-восточ- ный
I	2	3	4	5
OLIGOSCHAETA				
Enchytraeidae	+	+		+
Lumbricidae				+
CRUSTACEA				
Cyclopoidea	+			+
Ostracoda				+
Harpacticoida				+
Amphipoda				+
MYRIAPODA				
Chilopoda	+			+
Diplopoda				+
CHELICERATA				
Aranei	+		+	+
Parasitiformes	+	+	+	+
Acariformes	+	+	+	+
INSECTA				
Collembola	+	+	+	+
Copeognatha				+
Coleoptera	+		+	+
Hymenoptera				+
Diptera	+	+	+	+

Из приведенной выше таблицы видно, что наибольшую встречаемость демонстрируют почвенные клещи (Parasitiformes, Acariformes, ногохвостки (Collembola) и двукрылые (Diptera), а наименьшую - Lumbricidae, Diplopoda и Hymenoptera. Водная фауна ракообразных (Crustacea) обнаружена только в пещерах, име-

ющих подземные водоёмы (центральный и северо-восточный участки).

Материал по отдельным систематическим группам (Harpacticoida, Aranei, Coleoptera) еще не обработан специалистами, либо обработан частично. Несомненно, что при дальнейших исследованиях приводимый ниже список может значительно пополниться.

Биоспелеологическая оценка найденных в пещерах видов показала, что среди троглофильной в целом фауны, троглобионты есть лишь среди ногохвосток (Collembola). Это *Plutomurus baschkircus* и *Schaefferia baschkirica*. Эти виды - эндемики существуют в виде отдельных изолированных пещерных популяций, каждая из которых имеет свои морфологические особенности.

LUMBRICIDAE:

1. *Eiseniella tetraedrum* Sav. 2. *Dendrobaena octaedra* Sav.

Замечания. Широко распространенные подстилочные виды.

CYCLOPOIDA:

1. *Cyclops strenuus strenuus* P. 4. *Diacyclops crassicaudis* Sars.
2. *Macrocyclops albidus* Jur. 5. *Acanthocyclops vernalis* P.
3. *Eucyclops serrulatus* L. 6. *A. (Megacyclops) gigas* Claus.

Замечания. Виды, повсеместно встречающиеся на всей территории СССР. Распространены по всей Палеарктике. *A. vernalis* известен из пещер Кавказа, Украины, Дальнего Востока /2/.

OSTRACODA: 1. *Notodromas monacha* Hüll.

Замечания. Голарктический вид. В пределах СССР широко распространен по всей европейской части, в Западной Сибири, Казахской ССР и на Алтае. Обнаружен в термокарстовых озерах Якутии.

AMPHIPODA: 1. *Gammarus pulex* Cul.

Замечания. Очень широко распространенный вид.

CHILOPODA: 1. *Monotarsobius curtipes* Koch. 2. *Strigamia* sp.

Замечания. Широко распространенные в Европе виды. - обитатели подстилки и верхних слоев почвы. В СССР отмечены по всей европейской части /3/.

DIPLOPODA: 1. *Sarmatiulus kessleri* Lohm.

Замечания. Вид обычен для европейской части СССР, особенно характерен для лесостепной зоны /6/.

PARASITIFORMES:

1. *Gamasellus montanus* Will. 8. *Leioseius bicolor* Berl.
2. *Parasitus oudemansi* Berl. 9. *Cyrtolaelaps mucronatus* Can.
3. *P. remberti* Oud. 10. *Pachylaelaps longisetis* Halb.
4. *Veigaia nemorensis* Koch 11. *Hypoaspis* sp.
5. *V. sibirica* Breg. 12. *Zercon* sp.
6. *Arctoseius pristinus* Karg 13. *Pergamasus* sp.
7. *A. semiscissus* Berl.

Замечания. Перечисленные виды - обычные обитатели лесной подстилки и верхних слоев почвы. Многие из них широко распространены в СССР (3, 7, 8) и европейской части СССР (2, 4, 6, 9, 10*). Гораздо меньше видов, известных из Европы (11) и Голарктики (5).

*Здесь и далее цифры в скобках соответствуют номерам видов в составе каждой группы.

ACARIFORMES:

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1. <i>Eulocymannia ribagai</i> Berl. | 11. <i>Lepidozetes singularis</i> Berl. |
| 2. <i>Gymnolaima bicostatus</i> Koch | 12. <i>Galumna</i> sp. |
| 3. <i>Epidiamaeus</i> sp. | 13. <i>Tropacarus carinatus</i> Koch |
| 4. <i>Eremaeus</i> sp. | 14. <i>Pygmaephorus</i> sp. |
| 5. <i>Ceratocypia bipilis</i> Herms. | 15. <i>Alicorhagia flagilis</i> Berl. |
| 6. <i>Oribatula tibialis</i> Nic. | 16. <i>Rhagidia</i> sp. |
| 7. <i>Fuscortes fuscipes</i> Koch | 17. <i>Bdella</i> sp. |
| 8. <i>Diartocbates</i> sp. | 18. <i>Cocciopodes</i> sp. |
| 9. <i>Spharobates</i> sp. | 19. <i>Tyrophagus entomophagus</i> L. |
| 10. <i>Eurepterus</i> sp. | |

Замечания. Большинство перечисленных видов распространены по всей Голарктике (I, 2, 5, 7, 10). Гораздо меньше форм, известных из Европы (12) и европейской части СССР (14, 18). И лишь один вид (6) является космополитом / 8 /.

Животные данной группы наиболее часто встречаются на гниющей древесине, в лесной подстилке и верхних слоях почвы.

COLLEMBOLA:

- | | |
|---|---|
| 1. <i>Onychiurus granulosus</i> Stach | 16. <i>F. diplophthalma</i> Axel. |
| 2. <i>O. schoetti</i> Lie-Pett. | 17. <i>F. spinosa</i> Ksen. |
| 3. <i>O. armatus</i> Tull. | 18. <i>Proisotoma minuta</i> Tull. |
| 4. <i>Micranurida pygmaea</i> Börn. | 19. <i>Isotoma notabilis</i> Sch. |
| 5. <i>Anurida hexophthalmica</i> Stach | 20. <i>I. viridis</i> Bourl. |
| 6. <i>Ceratophysella succinea</i> Gis. | 21. <i>I. albella</i> Pack. |
| 7. <i>C. bengtssoni</i> Agr. | 22. <i>I. olivacea</i> Tull. |
| 8. <i>C. sigillata</i> Uzel | 23. <i>Tomocerus vulgaris</i> Tull. |
| 9. <i>C. armata</i> Nic. | 24. <i>Plutomurus baschkiricus</i> Skor. |
| 10. <i>Hypogastrura purpureascens</i> Lubb. | 25. <i>Entomobrya puncteola</i> U. |
| 11. <i>H. parva</i> Gisin. | 26. <i>Willowsia buski</i> Lubb. |
| 12. <i>Schaefferia baschkirica</i> Kniss | 27. <i>Lepidocyrtus curvicolis</i> Bourl. |
| 13. <i>Choreutina inermis</i> Tull. | 28. <i>L. violaceus</i> Lubb. |
| 14. <i>Folsomia quadrioculata</i> Tull. | 31. <i>Dicyrtoma fusca</i> Luc. |
| 15. <i>F. multisetata</i> Stach | |
| 29. <i>Arrhopalites principalis</i> Stach | |
| 30. <i>Deuterosminthurus bicinctus</i> Koch | |

Замечания. К настоящему времени ногохвостки являются наиболее изученной группой в подстильно-почвенных биотопах Южного Урала, где обнаружено около 80 видов / 11 /.

31 вид коллембол из пещер Башкирии можно разделить на ряд зоогеографических группировок. Так, большинство из них (2, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 15, 17, 22, 25, 29, 31) распространены в Европе и (1, 3, 13, 28, 30) средней Европе. Гораздо меньше известных из Голарктики (3, 4, 9, 14, 16, 21, 27) и космополитов (18, 19, 20, 23). Два вида (12, 24) являются эндемиками и лишь один (26) - европео-североамериканский.

Многие найденные на Южном Урале ногохвостки известны из пещер Европы: Норвегии (2, 19, 22, 27, 28, 29, 31), Швеции (10, 3, 14, 17, 19, 23, 27, 28, 29, 31), Ирландии (9), Англии (2), Италии (8, 9, 14, 15, 18, 19, 20, 27), Югославии (9, 10, 22), Румынии (1, 18, 29), Польши (1, 2, 7, 19, 22), Чехословакии (7, 9, 10, 18, 23), Австрии (10), Германии (9, 10, 19). Часть обнаруженных в башкирских пещерах видов отмечено в подземных биотопах нескольких карстовых районов СССР: Приднестровье (7), Кавказ (1, 2, 9, 18, 20, 26, 29) / 5 /.

Одной из наиболее интересных сторон экологии обнаруженных в пещерах видов является степень их связи с подземными биотопами как средой обитания. Среди беспозвоночных, населяющих карстовые полости, различают три самостоятельные экологические группы: троглобионты, способные существовать только в условиях подземных биотопов (именно они определяют специфичность спелеофауны); троглофилы, живущие и размножающиеся как в подземных, так и в сходных с ними поверхностных биотопах; троглоксены, встречающиеся в пещерах обычные обитатели поверхности, не способные, однако, размножаться в условиях карстовых полостей / 13 /.

Принадлежность определенной биоспелеологической категории какому-

либо виду можно, зная характер его морфологических особенностей, величину ареала, степень родства с близкими троглобионтными видами, а также принадлежность к определенной жизненной форме. Перечисленным условиям среди всех выявленных в южноуральских пещерах групп отвечают лишь ногохвостки, для которых система жизненных форм разработана достаточно хорошо / 12, 10 /.

Среди ногохвосток из пещер может не быть видов, обладающих чертами типичных трогломорфов, которым характерна определенная совокупность морфологических признаков (полная редукция глаз, депигментация, увеличение антеннального и постантеннального органов, удлинение прыгательной вилки и т.д.). Но поскольку группа, к которой относится вид и выделяемая по его морфологическим особенностям жизненная форма не одно и то же, то в одной и той же экологической группе могут быть представители разных (но не любых) жизненных форм.

Кроме трогломорфов, троглобионтами могут быть и представители жизненных форм ногохвосток, свойственных подстилке и почве (геми- и эуэдафические формы), так как именно эти биотопы являются основными источниками формирования сухопутной фауны пещер / 1 /.

Виды, появившиеся в свое время в карстовые полости из подстилки и утратившие всякую связь с прежней средой обитания, сохраняют тем не менее морфологические особенности предков. У ногохвосток подобный консерватизм особенно устойчив, поскольку, с одной стороны, наблюдается сходство экологии многих эдафо- и троглобионтов (например, гуанофагов), а с другой - черты параллелизма в эволюции ряда признаков как у пещерных, так и у почвенных форм (редукция глаз, утрата пигмента, увеличение постантеннального органа и др.). Следовательно, если набор трогломорфных признаков следует расценивать как доказательство троглобионтности вида, то "почвенный" или даже "поверхностный" облик ногохвостки не противоречит ее возможной троглобионтности, а лишь указывает на способ проникновения в пещеры и экологию предковой формы.

На основании изложенных выше условий 31 вид ногохвосток можно распределить по биоспелеологическим категориям следующим образом: троглобионтов - два вида (12, 24); троглофилов - 19 видов (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 17, 18, 19, 23, 29, 15, 16); троглоксенов - десять видов (13, 20, 21, 22, 25, 26, 27, 28, 30, 31).

Следует отметить, что виды - троглобионты входят в состав родов, содержащих близко родственные им троглобионтные формы, известны только из пещер и являются эндемиками. В пользу их троглобионтности свидетельствует и то, что они образуют в пещерах Южного Урала свои морфологически обособленные формы и микропуляционные группы / 4 /.

В целом фауна пещер Южного Урала троглофильна и бедна троглобионтами.

Судить о специфичности других групп сухопутной фауны пещер пока не представляется возможным, поскольку видовой состав их на территории Башкирии мало изучен. Можно сказать все же, что среди обнаруженных в карстовых полостях акариформных и паразитиформных клещей троглобионты вряд ли возможны, так как они в условиях подземных биотопов чрезвычайно редко дают специфичные формы. Троглофильная акарофауна пещер формируется главным образом за счет подстильных и копрофильных видов, а также форм, обитающих в микрокавернах почвы. С переходом в пещеры они морфологически не меняются / 9 /.

Водную фауну пещер Ю. Урала следует считать троглофильной.

Л и т е р а т у р а

1. Егирштейн Я.А., Левушкин С.И. Некоторые итоги и задачи изучения подземной фауны СССР // Зоол.журн. 1967. Т.46, вып.10. С.1509-1535.
2. Боруцкий Е.В. Соперода пещер Приморского края // Зоол.журн. 1966. Т.45, вып.5. С.770-772.
3. Залеская Н.Т. Определитель многоножек - кистянок СССР (Chilopoda, Lithobiomorpha). М.: Наука, 1978. 212 с.
4. Книсс В.А. О популяционной структуре *Plutomurus bashkiricus* Skoricev, 1899 из пещер Юго-Восточной Башкирии // Фауна и экология ногохвосток. М.: Наука. 1984. С.11-17.
5. Книсс В.А. О фауне карстовых пещер Юго-Восточной Башкирии // Фауна и экология ногохвосток. М.: Наука. 1984. С.123-128.
6. Локшина И.С. Определитель двупарноногих многоножек *Diplopoda* равнинной части территории СССР. М.: Наука. 1969. 77 с.
7. Мартин В.И., Кудряшов И.К., Рождественский А.П. Проблемы охраны и рационального использования пещер Башкирии // Проблемы изучения, экологии и охраны пещер: Тез. докл. У Всесоюзн. совещ. Киев. 1987. С.170-171.
8. Определитель обитателей в почве клещей (*Sarcoptiformes*). М.: Наука, 1975. 490 с.
9. Петрова-Никитина А.Д., Левушкин С.И. Акарофауна пещер СССР в связи с проблемой ее формирования. // Тез. докл. III Всесоюзн. совещ. Ташкент. 1976. С.189-190.
10. Стебаева С.К. Жизненные формы ногохвосток (*Collembola*) // Определитель коллембол фауны СССР. М.: Наука. 1988. С.33-35.
11. Ханисламова Г.М. Особенности комплексов ногохвосток в условиях пойменных местообитаний // Фауна и экология ногохвосток. М.: Наука. 1984. С.78-88.
12. Bockemühl J. Die Apterygoten des Spitzberges bei Tübingen, eine faunistisch-ökologische Untersuchung // Zool. Jb. Abt. 3. 1956. Bd. 84, 2/3. S. 113-194.
13. Jefferson G.T. The threshold fauna // Stud. Speleol. 4. 1983. P. 53-58.

Книсс, Владимир
 СССР. 450057, г. Уфа - 57, ул. Благоева,
 д.6, кв.60.

Книсс, Vladimir
 SSSR. 450057, Ufa - 57, Blagoeva, 6, kv.60.

ПЕЩЕРНЫЕ ЖИЛИЩА С КАМЕННЫМИ ДВЕРЯМИ

ШАГИНЯН, С. И. - ГЕВОРГЯН, А. А.

В Аштаракском районе Арм.ССР, в частности, в окружающей территории деревень Кош и Уджан и у подножья горы Арагац широко распространен целый тип пещерных жилищ, обладающий очень интересной особенностью, а именно каменными дверями, установленными в каменных рамах внутри искусственных тоннелей.

Эти пещеры когда-то служили в качестве жилищ, чаще в качестве тайников, погребений зерновых складов и погребов.

Это в основном естественные гроты и пещеры с хорошо замаскированными входами, которые растворяются в естественном ландшафте местности. Пещеры сообщаются с внешним миром через искусственные тоннели, внутри которых и расположены каменные двери. Вес этих дверей достигает от нескольких сот килограмм до нескольких тонн, и все же они легко открываются и закрываются.

Эти пещеры расположены в базальтах, андезит-базальтах и ингибридах.

Немногочисленные упоминания армянских летописцев и историков позволяют нам предположить, что, начиная с I7-го века эти интересные пещеры были покинуты и не были использованы с тех пор.

В Аштаракском районе Арм. ССР, в частности, в округе деревень Дзорал, Кош, Уджан и Аван и у подножья горы Арагац широко распространены целый тип пещерных жилищ, очень интересных по своей форме, конструкции, назначению, обладающий очень интересной особенностью, а именно, каменными дверями, установленными в каменных рамах внутри искусственных тоннелей.

Эти пещеры расположены на андезит-базальтах, базальтах и ингибридах Арагацкого массива. В основном это были естественные гроты и пещеры, которые в дальнейшем были благоустроены людьми и приспособлены к использованию в качестве жилья, тайников, усыпальниц и т.д. Входы в пещеру, а также, в некоторых случаях, наружная искусственная стена хорошо растворяются в естественном ландшафте местности, что крайне усложняет поиск таких пещер. Пристройки так хорошо вписываются в окружающую среду, что иной раз трудно поверить в их искусственное происхождение.

Среди изучаемого типа пещер встречаются как однокомнатные, так и многокомнатные. Во втором случае, комнаты сообщаются между собой посредством тоннелей, порой очень узких, а в некоторых случаях также оборудованных каменными дверями. Благоустройство и внутренний вид пещеры зависят от практического назначения подземной полости. Тоннели пещер, которые соединяют отдельные комнаты, или пещеру с внешним миром имеют каменные двери. Вес этих дверей колеблется от нескольких десятков килограммов до нескольких тонн, и тем не менее, сохранившиеся до наших дней двери легко открываются и закрываются.

Подробное описание некоторых наиболее характерных пещер с каменными дверями, даст возможность составить целостное представление об этом интересном строительном явлении.

CAVE DWELLINGS WITH STONE DOORS

Numerous semi-artificial or man-made caves are widely spread in the Ashtarak region of the Armenian S.S.R. mainly in the environments of the villages Kosh and Ujan and at the foot of the mountain Aragats.

All these caves have the same interesting peculiarity. All of them have man-made tunnels with huge stone doors set in stone frames. Once they had served as dwellings and very often as hiding places, burial vaults, granaries and cellars.

On the whole they are natural grottoes and caves with well hidden by the elaborate construction entrances dissolving in the local natural landscape. The caves communicate with the outer world by man-made tunnels. The stone doors are set in the main inside these tunnels. The weight of these stone doors varies from several hundred kilograms to several tons, nevertheless they can be easily opened and closed.

These caves are situated in basalts, andesitic basalts and inhybrids.

The scanty records of Armenian chroniclers and historians allow us to assume that since 17th century these extremely interesting cave dwellings have been abandoned and have not been used since then.

Пещера под кадастровым номером I7I-I находится севернее села Кош, в 0,1 км от Манастирья Сурб (Св.) Степанос, на правом склоне ущелья Ванкадзор. Вход в пещеру находится в 30 м от дна ущелья. Пещера представляет собой большой зал с довольно ровным полом и сравнительно высоким потолком. В юго-западной части пещеры на высоте 0,6 м от уровня пола находится небольшая площадка с вырытыми в ней ямами для хранения пищевых продуктов.

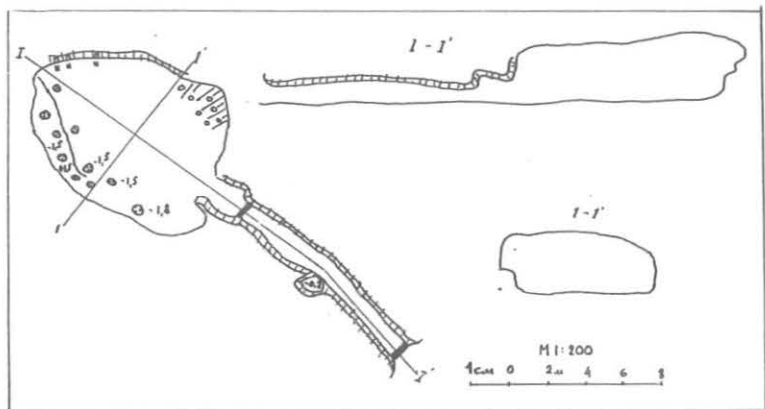
Вследствие эрозийно-денудационного выноса вулканического материала из контакта лавовых потоков. В последствии она была расширена и приспособлена для хранения зерновых культур.

Зерновые культуры хранились в специально с этой целью вырытых ямах. По своей форме они напоминают карас - глиняный сосуд для хранения вина. Разница лишь в том, что эти сосуды не внесли в пещеру в готовом виде, а изготовили прямо здесь, придав яме форму караса. Пищевые ямы имеют высеченные из камня или приготовленные из глины специальные крышки.

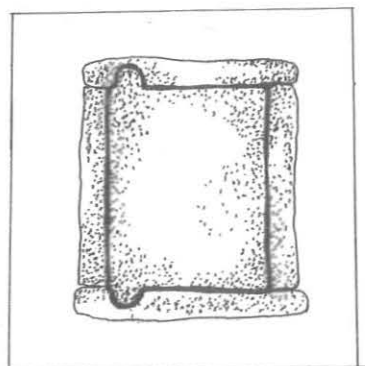
Пещера № I72-9 расположена неподалеку от села Уджан. Вход открывается в правобережной части ущелья "Бюи геги дзор". Пещера высечена на базальтах и с внешним миром сообщается посредством узкого, искусственного прохода с двумя каменными дверями. Тоннель-вход выложен из необработанных базальтовых глыб. Часть тоннеля разрушалась. Каменные двери открываются вовнутрь. Пещера состоит из одного большого зала неправильной формы.

Пещера служила тайником, а наличие ям для хранения зерновых культур, дает основание предполагать, что здесь хранились в основном продукты питания.

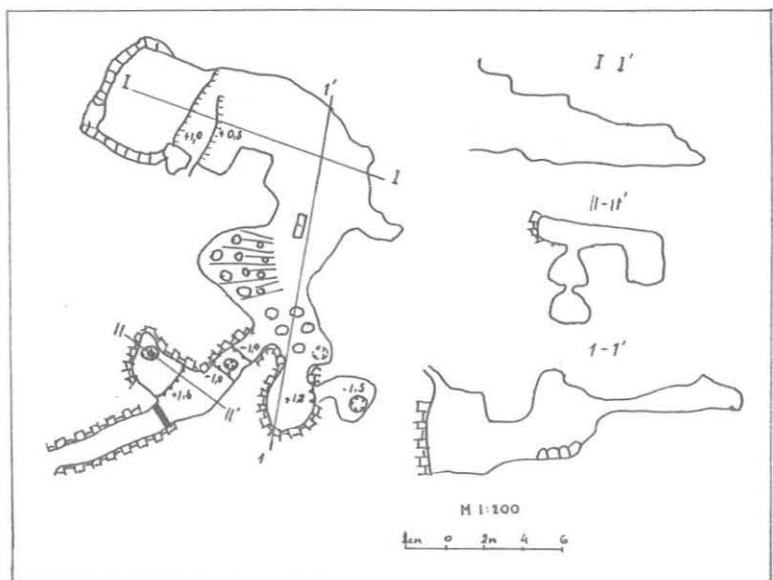
Пещера № I72-I4 находящаяся в селе Уджан представляет собой оригинальный комплекс, объединяющий в одно целое жилище,



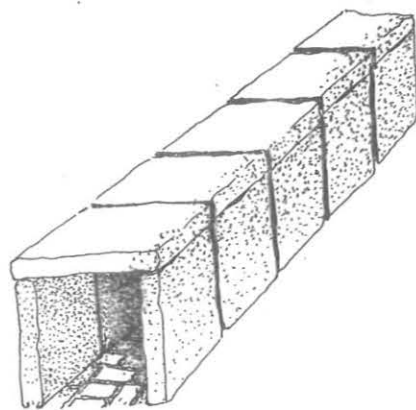
План и разрезы пещеры № I71-I.



Схематический рисунок каменного двери с рамой.



План и разрезы пещеры № I72-I4.



Схематический рисунок тоннеля.

хранилища для продуктов питания, тайники, загон для овец. Верхний северо-западный вход, обрамленный каменной кладкой, со сложенными из необработанных базальтовых глыб воротами, напоминает циклопическое сооружение. Каменная кладка входа в последствии обрушилась. Обвалившиеся из кладки, а также с потолка камни сделали пол неровным, а местами они образуют груды высотой I-I,5 метра, что крайне осложняет проведение изыскательских работ. Верхний зал, служивший по всей вероятности, жилищным отсеком, соединяется со средним залом двумя проходами. Пол второго зала покрыт обвалившимися камнями, и только в северной части, где обвалы отсутствуют была найдена яма, предназначенная по всей видимости для выпечки армянского хлеба - лаваша. В северной части второго зала есть "тайный" отсек, пол которого находится на I,8м выше уровня пола зала. В нем была обнаружена яма, для хранения пищевых продуктов.

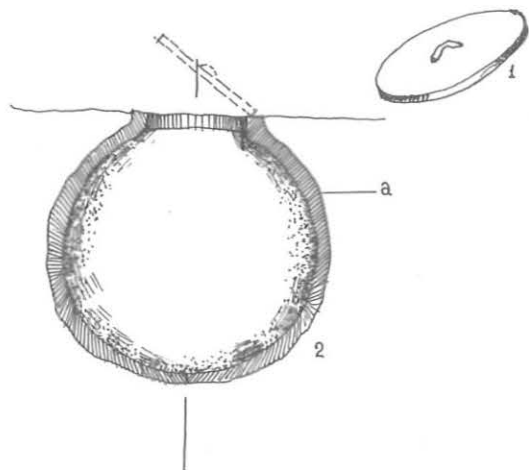
Третий зал представляет собой узкий коридор, расширяющейся в конце в северо-западном направлении. В этом зале были найдены две карасообразные ямы, одна из которых двухъярусный. Из этого зала выходит потайной искусственный тоннель с каменными дверями.

Наши исследования показали, что все пещеры исследуемого района, а их более пятидесяти, переоборудованы и приспособлены

к использованию по одному и тому же принципу. Этот факт подтверждается наличием у всех этих пещер искусственных тоннелей с каменными дверями.

Длина искусственных тоннелей достигает порой 25-30м. Тоннели эти с одной стороны предназначены для хранения в тайне местонахождение пещер, а с другой стороны делают вход в пещеру труднодоступным. Тоннели выложены необработанными базальтовыми плитами, а с наружи покрыты камнями и каменными глыбами, с тем, чтобы тоннели не выделялись на фоне ландшафта. Почти все тоннели построены следующим образом. Сначала были вырыты траншеи, дно которых затем покрывались плиточными базальтами с ровной поверхностью. После этого стены облицовывались плиточными обломками базальта. Сверху траншеи накрывались большими плиточными базальтами. Каменные двери в тоннелях ставились завершения строительства. До покрытия тоннеля базальтовыми блоками в нем сооружалась коробка, или рама для каменной двери и только после этого завершилось строительство тоннеля.

Каменные двери сделаны из цельного куска базальта. Они тщательно обработаны. Все двери, без исключения, открываются вовнутрь. С внутренней стороны на дверях вырезаны выемки в которые вставляли деревянную ручку. Двери с левой или правой части, сверху и снизу имеют хорошо отшлифованные, округлые выпуклые ко



Схематический рисунок пищевой ямы.
1 - крышка, 2 - пищевая карасообразная яма, а - глиняной слой.

нежности, для которых на рамах сделаны выемки. Двери, поставленные таким образом в раму, легко двигаются и пригодны к длитель-

ной эксплуатации. Многие сохранившие двери без особого усилия, а иногда и очень легко открываются и закрываются.

Когда именно наши предки начали строить эти уникальные сооружения, сказать трудно, но одно можно сказать с уверенностью, что уже в конце XVIII века эти сооружения вышли из употребления и с ними связывались легенды. Как пишет очевидец, чиновник царской армии Араратский, детство которого прошло в этих краях, даже самые старые томошние жители не знали для чего предназначались эти сооружения. Один из сторожилов рассказывал Араратскому, что местные жители полагают, что в этих пещерах якобы жили гигантские люди, заселившие когда-то эти края. Сам же старик считал, что это усыпальницы, в которых покоятся останки армянских царей.

В 30-40 км от исследуемого района находится крепость Амберд, которая была разрушена в XIII веке. Строительство этой крепости началось в VII веке. Здесь археологами были обнаружены два потайных хода-тоннеля, которыми пользовались жители крепости во время нашествий. Эти тоннели идентичны тоннелям с каменными дверями, с той лишь разницей, что Амбердские тоннели имеют длину 300-500м и по ней свободно можно передвигаться во весь рост.

Наличие тоннелей в военно-оборонительном комплексе Амберда дает основание предположить, что наибольшего расцвета строительство изучаемых нами тоннелей достигло к XI веку, и было обусловлено вопросами борьбы за существование армянского народа.

Sanvel Martini Chahinyan
Armen Aramaisi Gevorgyan
Apart. 19, 1 estate 3rd
Nor Hork, 375056
Yerevan
Armenian S.S.R.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ РАЗВИТИЯ ГРОТОВ ПО АРХЕОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ

ДУШЕВСКИЙ, Владислав

Количественная оценка условий и скорости роста ползучих форм обычно затруднена из-за отсутствия надежных палеогеоморфологических реперов. В качестве их можно использовать археологически датированные следы материальной культуры, встречающиеся в гротах и скалистых навесах в виде знаков собственности, рисунков, петроглифов и разного рода вырубков. Особую ценность представляют многослойные стоянки древнего человека, содержащие культурные слои, опираясь на возраст которых можно произвести расчеты за длительный интервал времени.

Культурный слой является следствием длительного пребывания человека под землей и отражает тот временной предел, не позже которого он и полость сформировались. По его пространственному положению, занимаемой площади удается реконструировать ползучую форму, так как очертания культурного слоя в целом соответствует ее плану, аналогично тому, как современные отложения повторяют контуры вмещающих их полостей. В большинстве своем культурные слои, лежащие *in situ*, не достигают тупиков современных пещер и гротов и, чем дальше отстоят от них, тем древнее имеют возраст. Это является одним из показателей развития полости во время и после пребывания в ней человека. Поэтому граница прельельного проникновения в глубину полости культурных остатков фиксирует прошлое положение тупиковой части пещеры. При условии совпадения пределов культурного горизонта и тыльной стенки современного полости можно говорить о прекращении ее эволюции с момента накопления культурного слоя.

На обобщенной схеме /рис. 1/, построенной на основе анализа материалов по пещерным стоянкам древнего человека в Преторском Крыму, разновозрастные культурные слои расположены на неординарных проективных расстояниях L_{1-2} , м/ от внутренней стенки грота. Эти линейные единицы характеризуют увеличение размеров полости в длину за периоды отсутствия в ней человека. Если взять абсолютный возраст культурного слоя за исходную точку отсчета времени T , год/, то по формуле $V = L/T$, мм/год получим средние параметры роста ползучей формы за указанный момент времени. Они же являются и количественной оценкой средней линейной скорости денудации внутренней стенки грота в системе единиц отступления поверхности.

Решение задачи рассмотрим на конкретных археологических памятниках Преторского Крыма, территория которого оказалась благоприятной для обитания первобытного человека - количество пещерных стоянок эпохи мустье достигло 20. Среди них широкую известность приобрели Киик-Коба, Заскальная VI, Старосельский грот. Материалы исследования стоянок с необходимыми для расчетов профилями, разрезами и стратиграфией отложений опубликованы.

Грот Киик-Коба располагается у основания вступ аструктурного склона Суэйской куэсты, сложенной брекчьевидами известняками нижнего мела. Полость длиной 9 м имеет входное отверстие высотой 9 м при ширине 11 м и ориентировано на юго-восток. Средняя мощность отложения составила 0,8 м при максимальной 1,5 м у входа и 0,2-0,3 м - вдоль стен.

Изучение стратиграфии и состава отложений позволила Г.А. Бонч-Осмоловскому /1/ проследить отдельные этапы формирования грота. Первоначально это была трещинная форма, служившая источником карстовых вод, о длительности которого свидетельствует вытянутое по длине грота неглубокое с уклоном к выходу желобчатое углубление. Перед появлением здесь человека источник перестал существовать, но после себя оставил слой тонкокомоченной глины, заповнившей ложбину стока и все неровности коренного известнякового пола. Непосредственно глину перекрывал первый культурный /очажный/ горизонт, основу его и вышележащих слоев составила известняковая

пещерка. Присутствие ее в отложениях можно расшифровать как на произошедшую смену ведущей роли в денудации грота коррозионно-эрозийных процессов процессам выветривания, преимущественно морозного. Именно попеременное замораживание-оттаивание трещиноватых известняков в холодные сезоны года, как показали наблюдения, способствует образованию шельва в подобных по генезису современных полостях. Кроме выветривания в мелиорации Киик-Кобы продолжали участвовать процессы выщелачивания за счет поступления атмосферных осадков на поверхность обрыва, а также своему широкому раскрытию вход обязан незначительным по объемам обвалам, но проявление их относится больше к периоду накопления современных отложений.

В толще отложения Г.А. Бонч-Осмоловский выделил 6 слоев, из них четыре оказались со следами материальной культуры: два он назвал очажными, а лежащие на них слои - надочажными. К моменту формирования верхнего /очажного/ слоя размеры грота увеличились, что подтверждает несовпадение прельельных границ обеих культурных горизонтов /рис. 2/; линейная разница между ними составляет 1,42 м. Нижний очажный слой отстоит от современного тупиковой части грота на расстоянии 5,42 м, а верхний на 4,0 м.

Нижний культурный слой Г.А. Бонч-Осмоловский датировал мустье и поздней сталиншей - верхний. По данным же И.Г. Колосова /3/, этот горизонт является наиболее древним из всех мустьерских стоянок в Крыму и поэтому он относит его к раннему мустье, определяя геологически возраст финалом ресс-вирм - началом вирма; верхний /очажный/ - к среднему мустье и соответственно датировал средним вирмом I при пробном делении вирмско-пжи.

Если это так, то первое появление человека в Киик-Кобе произошло в начале раннего валлаисского оледенения, т.е. 70 тысяч лет назад. Принимая этот абсолютный возраст за исходную точку отсчета времени, получим среднюю линейную скорость денудации внутри грота равную 0,07 мм/год для первого очажного слоя. В период и после образования верхнего культурного слоя скорость развития грота оказалась выше и составила 0,08 мм/год. Используя полученные данные узнаем, что перерыв между заселениями Киик-Кобы продолжался 17 700 - 20 000 лет.

Второй объект - мустьерская стоянка Заскальная VI, открытая и изученная И.Г. Колосовым /4/, которая, по его мнению, не имеет себе равных в стране по количеству каменного инвентаря /5000 орудий труда/ и костным остаткам от пяти особей неаперталышев.

Заскальная VI находится к северу от г. Белогорска в прельельной массива Ак-Кая на правом борту временного волочка Красная балка - правый приток реки Киик-Карасу. Здесь в основании 12-ти метрового уступа из куммулитового известняка среднего мшена, под толщей телквиально-колливиальных отложений было обнаружено 7 горизонтально лежащих культурных слоев /рис. 3/. Среди подобных памятников Заскальная VI выделяется тем, что не имеет даже скального козырька, не говоря уже о ползучей полости. О существовании ее в прошлом свидетельствуют: условия залегания культурных и стерильных слоев, однородный для всех состав, представленный карбонатным песком и массивная, часть упавшего свода, известняковая плита, накрывшая эти отложения общей мощностью 2,6 м. Длина законсервированных глубоко отложений составляет 8 м, но значительная их часть после обвала была уничтожена отступающим склоном балки.

Изучение состава и генезиса отложений, морфологического строения сохранившейся тупиковой части грота с учетом скорости /0,21-0,25 мм/год/ отступления фронта обрыва над стоянкой с момента образования нижнего культурного слоя позволило определить

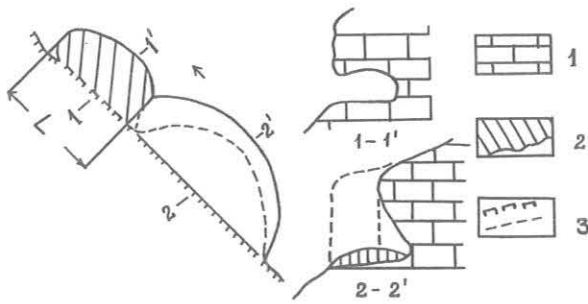


Рис. 4. План Старосельского грота.
1-1', 2-2' - поперечные сечения: 1 - известняки;
2 - молодая часть грота; 3 - границ сводов.

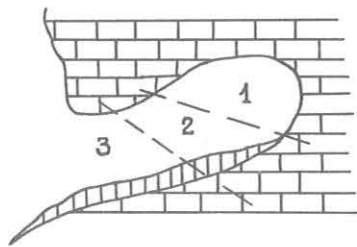


Рис. 5. Пролонгальный профиль пещеры.
1 - зона высоко активной денудации; 2 - зона средне активной денудации; 3 - зона слабо активной денудации.

ные значения близки к действительному, иначе грота как форма рельефа не существовало бы.

С целью проверки полученных результатов в отношении размеров пещеры Предгорного Крыма были проведены режимные наблюдения за скоростью выветривания известняков учетно-весовым методом. На полу полости /600 кв. м/, рассчитанной от обломков, была намечена сетка квадратов сечением 1 м x 1 м, которая позволила произвести весовой учет обломочного материала, сносимого с соответствующих участков свода полости.

За 7 лет наблюдения средняя скорость роста пещеры составила 0,52 мм/год и в общем представлятельна для каждого года наблюдения /2/. Эта величина в основном приходится на тыльную часть полости, а в средней и привходовой скорости денудации намного меньше, что позволило выделить зоны активности /рис. 5/.

ЛИТЕРАТУРА

1. БОЧКА-СМИЛОВСКИЙ, Г. : Палеолит Крыма. вып. 1. Грот Кийк-Коба АН СССР. М. 1946. с. 225.
2. ЛУЧЕВСКИЙ, В., КЛЯЖИН, А. и др. : Условия и скорость роста денудационных полостей в обрывах южной части Крыма. Карст Средней Азии. Ташкент. 1979. с. 49-51.
3. КОЛОСОВ, П. : мустьерские стоянки района Белогорска. Киев. Наукова Думка. 1983. с. 153.
4. КОЛОСОВ, П. : Анкасская мустьерская культура. Киев. Наукова Думка. 1986. с. 224.
5. ЛЬВИН, В. : Нижний палеолит. Каменный век на территории СССР. М. Наука. 1970. с. 19-41.
6. ПОЛТОРОЩАКОВ, П., ЛУЧЕВСКИЙ, В. : Использование археологических данных для определения скорости отступления известняковых обрывов в Предгорном Крыму. Геоморфология. № 3. 1974. с. 87-90.
7. ТОЛСТЫХ, Е., КЛЯЖИН, А. : Методы изучения количественных параметров изучения геологических процессов. М. Недра. 1984. с. 117.
8. ФОРМОВ, А. : Пещерная стоянка Староселье и ее место в палеолите. ММА. АН СССР. 1958. с. 123.

ЛУЧЕВСКИЙ, ВЛАДИСЛАВ
ФОРМОВ, Симферополь, ул. Ялтинская, 4, Симферопольский университет, географический факультет

"КСЕНОФОНОВЫ ДОМА" И ИХ АНАЛОГИ В АРМ. ССР

Шагинян, С. И.

Античный греческий историк и полководец Ксенофонт в своей книге "Анабасис" описывает целый класс скальных пещерных жилищ, которых он встречал при переходе греческой наемной армии по Армянскому нагорью во время одного из походов.

Данные, полученные во время исследования ряда пещерных жилищ в бассейнах озера Севан, позволяют предположить, что Ксенофоновы пещерные жилища и скальные пещеры бассейна озера Севан принадлежат одному и тому же типу.

Анализ соответствующих глав "Анабасиса" подтверждает эту гипотезу и в климатическом, и в геологическом, и в геоморфологическом аспектах.

Эти пещерные жилища существовали с доисторических времен и до начала нынешнего столетия были обитаемыми.

Изучение результатов целого ряда археологических и историко-архитектурных исследований показало, что архитектура этого типа пещерных жилищ в некоторых местах перетерпела изменения, превратившись в подземные жилые строения.

Книга греческого историка и полководца Ксенофона "Анабасис" — один из старейших источников, в котором дается подробное описание всего пути следования греческой наемной армии из центральной части Малой Азии до черноморских греческих колоний. "Анабасис" представляет огромный научный интерес для арменоведов и исследователей, интересующихся древней историей государств и народов, расположенных в Малой Азии и на Кавказе.

В своей книге "Анабасис" Ксенофон подробно описывает традиции и нравы народов, которых он встречал на своем пути, а также, в частности, архитектурные, строительные и бытовые традиции.

Автор этого доклада, на основе полевых научно-исследовательских работ обнаружил некоторые связи между принципами создания подземных пещерных жилищ, распространенных в Арм. ССР и пещер-жилищ, подробное описание которых дает и Ксенофон в своей книге. Об этих жилищах Ксенофон пишет, что это были подземные сооружения, вход которых напоминал колодезь.

В древней и средневековой Армении были распространены пещерные сооружения. Это — жилища, церкви, тоннели, крепости, убежища, подземные коммуникации и коммуникационные системы и т.д. Более чем 35 вековая борьба за существование вызвала у армянского народа потребность использовать природные условия в бытовых и военных целях.

В некоторых районах республики антропогенные пещеры использовались людьми в качестве жилищ вплоть до 40-х годов нашего века. Существовали целые поселения и даже пещерные города, как например старый Хндзореск, старый Акунк, Гетард, Горис, пещерный комплекс близ Ани и т.д. В бассейне оз. Севан распространены антропогенные пещеры разных типов и назначения.

Ореол распространения тех антропогенных пещер, которые по своей форме, морфоструктуре, а также геологической среде, в ко-

THE "XENOPHON DWELLINGS" AND THEIR ANALOGUES IN THE BASIN OF LAKE SEVAN

Xenophon an ancient historian and war general has described a class of cave dwellings carved in rocks in his work "Anabasis". He had encountered them while wandering in Armenian highlands together with Greek hired troops during one of the war campaigns.

The results of the detailed investigation of some rock shelters in the basin of lake Sevan allow us to conclude that the carved rock shelters or cave dwellings mentioned by Xenophon and the carved cave dwellings of the basin of lake Sevan are of the same type. The analysis of the corresponding chapters of the "Anabasis" confirms the above mentioned hypothesis in climatic, geological and geomorphological aspects.

This type of carved cave dwellings has existed for a historically long period of time and even at the beginning of the current century they had been inhabited by people.

The study of the results of several archeological and historical-architectural investigations has shown that in some places the architecture of this like cave dwellings has undergone a development transforming into underground dwelling constructions.

торой они расположены соответствуют и идентичны пещерам, о которых так подробно говорит в своей книге Ксенофон, охватывает юго-восточную и южную части Севанского бассейна и Ширакской равнины бассейна реки Аракс с притоком Ахурян).

Весь этот район покрыт андезит-базальтовыми и лавовыми потоками плиоценового и четвертичного возраста. Характерный тип движения андезит-базальтовых лав в Арм. ССР — "тавайский", то есть эти лавы перемещаются так, как, например, жидкости с низкой вязкостью. Это значит что раскаленная лава, вступая в непосредственный контакт с ложем, исключает образование обломочной мантии. Но в случае встречи на своем пути с водой или льдом происходит быстрое охлаждение нижней части лавового потока, что приводит к расчленению и образованию трещиновато-обломочной корышки. Со временем, под воздействием экзогенных факторов эта часть подвергается вветриванию и образуются ниши, пещеры, тоннели и т.д. Кроме трещиновато-обломочной, возможно также возникновение комко-шлаковых образований в нижней части лавового потока. Такие образования также легко поддаются вветриванию и вдоль фронтальной части застывшего лавового потока образуются ниши, неглубокие пещеры и т.д.

Таким образом, своим образованием пещеры обязаны механизму движения андезит-базальтов, характеру, составу и состоянию ложа, по которому двигалась лава, а также экзогенным факторам.

В Севанском бассейне и в Шираке ложа андезит-базальтовых толщ обнажаются в очень редких случаях. Здесь пещеры образовались не из-за воздействия экзогенных агентов, а были созданы людским трудом. Например, вблизи села Цовазард, было обнаружено более 10 пещер, вырытых в контакте. Пещеростроители искали и нашли те места, где базальтовый чехол наиболее тонкий, (копая) дошли до контакта и путем вынесения комковидно-шлакового мате-

риала создали для себя (вполне сносные) жилища. Такие пещеры имеют водонепроницаемую крышу, шлаковые стены, способствующие конденсации и очистке воздуха, и маленькую дырку на потолке для кругооборота воздуха. Комковидно-шлаковые стены пещеры сохраняли тепло зимой и защищали от знойного лета жителей пещеры.

Исследования этих пещер вынудило нас провести параллели с пещерами, которые описывает Ксенофон в своем "Анабасисе".

В VI и V веках до рождения Христова земляные хижины, хибарки, земляные лачужки были широко распространены от Греции до Кавказских гор и вряд ли они так заинтересовали Ксенофона, что он удостоил эти сооружения таким большим вниманием. Просто историк наткнулся здесь на жилища, тип которых ранее не был ему известен. Дело в том, что так называемые "Ксенофоновы дома" — это не земляные хижины, а пещерные дома высеченные в базальтах.

Ксенофон пишет: "Дома здесь были подземные, с верхним отверстием наподобие отверстия колодца, но широким внизу. Впуск для скотины были вырыты в земле, а люди спускались вниз по лестнице".

Пещерные жилища в Севанском бассейне и Шираке имеют вход, который выходит на поверхность под некоторым уклоном. Половина прохода имеет лестничные ступени, а другая половина оставлена ровной, чтобы домашние животные могли легко проникнуть в пещеру.

Ксенофон также достаточно подробно пишет о климатических, геоморфологических и геологических особенностях местности в которой находилось пещерное поселение. Он пишет: "Затем комарх научил эллинов, при следовании по снегу, обвязывать ноги лошадей и вьючного скота маленькими мешочками, так как иначе животные погружаются в снег по самое брюхо".

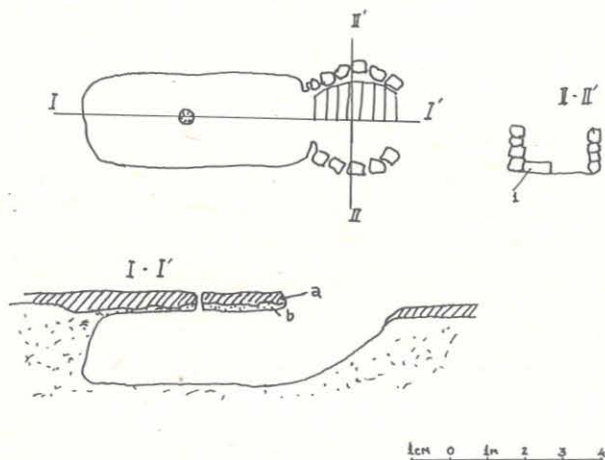


Рис. I

План и разрез пещеры в Севанском бассейне.

I-I' — продольный разрез, II-II' поперечный разрез, I — разрез ступени, а — базальтовая корка, в — комковидный шлак-контактный слой.

Из этого можно заключить, что местность богата осадками. Глубина снежного покрова, если верить историкам доходила до седла лошади, то есть более чем 100 см, а маленькая хитрость, которую по совету старосты поселения применяли всадники, чтобы лошади не застревали в снегу, говорит о том, что в этих местах большие осадки не редкость. В пользу этого говорит и тот факт,

что во время осадения пещерного поселения, зять старосты поселения отсутствовал. Он пошел на охоту за зайцами. То есть большие осадки были здесь обычным явлением и не мешали человеку ходить на охоту ради своего удовольствия, так как по свидетельству Ксенофона жители здесь были обеспечены, не было нехватки пищи. Теперь, когда нам известны климатические условия местности, попробуем выяснить, какими должны быть геологические предпосылки для создания пещерных жилищ, то есть в каких именно породах были высечены пещеры. Чтобы внутри пещеры, расположенной неглубоко относительно поверхности, было сухо, необходимо чтобы порода в которой высечена пещера, была монолитной, без трещин и водонепроницаемой. Этому требованию не удовлетворяют песчаники, известняки и вообще осадочные породы. К примеру мергели и глины, будучи водонепроницаемыми под воздействием воды увеличиваются в объеме и приобретают текучесть.

Этому требованию по всем параметрам удовлетворяют вулканогенные породы. В пользу того, что в районе расположения пещерных жилищ описанных Ксенофоном, имели место вулканические процессы, говорит тот факт, что вблизи с поселениями в ущельях соседствовали горячие источники и гейзеры.

Присутствие горячих источников и гейзеров говорит о наличии внешне не проявляющего себя вулканического очага. Тепло выделяемое из недр земли, так велико, что оно способствовало возникновению особого теплого микроклимата в ущельях.

На основании вышеизложенного автор осмеливается предполагать, что:

1. Пещеры-жилища, высеченные в лавовых контактах в юго-восточной части бассейна оз.Севан и в Шираке идентичны с пещерами, о которых пишет Ксенофон в своем "Анабасисе".

2. Известно, что путь греческой наемной армии и Ксенофона не проходил через бассейн оз.Севан и лишь единичные исследователи предполагают, что этот путь проходил западнее Ширакской равнины. Но с тем, что путь Ксенофона проходил через центральную часть Исторической Армении согласно почти все исследователи, занимающиеся этим вопросом. Наличие идентичных пещерных сооружений в разных регионах Исторической Армении говорит о традициях единой бытовой и строительной культуры, органически связанные друг с другом, несмотря на разделенность и удаленность.

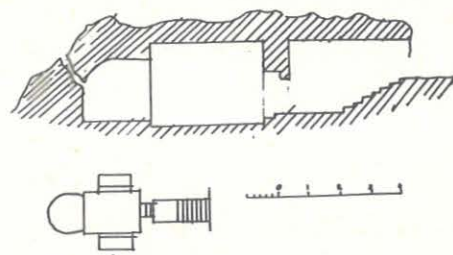


Рис.2

Разрез и план усадьбы из Ахчи (по Н.М.Токарского).

3. На протяжении более чем 1,5 тысячи лет "Ксенофоновы дома" употреблялись нашими предками в качестве жилья. Со временем рационализаторское мышление армянских строителей внедрялось в строительную практику и обогащало новыми элементами "Ксенофоновы дома". Типичным для таких сооружений является, так называемый "дом Овенца" в средневековой армянской столице Ани.

В книге "Пещеры Ани", в котором собраны спелеологические научные материалы Аниской археологической экспедиции 1915г., детально рассматриваются формы, местонахождение, принципы строительства этих пещер. Автор этих исследований Давид Кипшидзе описывает некоторые пещеры-жилища, которые были вырыты в скалах.

1. Кипшидзе Д.А. "Пещеры Ани". Ереван, 1972.
2. Токарский Н.М. "Из истории пещерного строительства в Ани". Историко-филологический журнал АН Арм.ССР. 1966, №1, Ереван.
3. "Пещеры Аштаракской, Наирийской, Разданской районов". Отчет спелеоотряда Арм.ГО при АН Арм.ССР.
4. Ксенофон "Анабасис". Изд. АН СССР, М.-Л., 1951.

Samvel Martini Chahinyan
Apartment 20, 1 estate 3rd
Kop Dook, 225056
Yerevan
Armenian S.S.R.

ОХРАНА ПЕЩЕР И СОЦИОЭКОЛОГИЯ

БАЧИНСКИЙ, Георгий

Вопросы охраны и рационального использования пещер должны рассматриваться как составная часть глобальной проблемы сохранения биосферы нашей планеты. Оставаясь предметом изучения спелеологии, они попадают в сферу интересов новой интегральной междисциплинарной науки - социоэкологии (social or human ecology), изучающей взаимодействие общества и природы с целью его гармонизации. Поэтому при изучении пещер следует обязательно проводить социоэкологические исследования. По комплексу природных и социально-экономических показателей должна устанавливаться ценность (степень пригодности) каждой пещеры для различных видов использования: заповедного, экскурсионно-туристического, спортивного, лечебно-оздоровительного, хозяйственного и др. Одновременно должны определяться предельно допустимые нагрузки от различных видов хозяйственного воздействия на различные типы пещер (т.е. степень их уязвимости), а также их современное состояние. В результате по каждому региону необходимо составить социоэкологический кадастр пещер, в котором бы с учетом их ценности и уязвимости был указан оптимальный режим использования и охраны для каждой пещеры.

Еще совсем недавно главной темой спелеологических конгрессов было обсуждение вопросов происхождения, геологического возраста, классификации и методов исследования пещер, результатов изучения их морфологии, микроклимата, минералогии и литологии, современных и ископаемых обитателей и т.п. В настоящее время большинство спелеологических докладов и научных работ в той или иной степени затрагивает проблему непрерывно усиливавшегося антропогенного давления на пещеры и его отрицательных последствий. Это вполне закономерно, так как указанная проблема является составной частью глобальной проблемы - резко обострившегося противоречия между обществом и природой, прогрессирующего разрушения биосферы нашей планеты.

Поэтому попытки решить задачу сохранения пещер изолированно, без учета процессов мирового развития, ограничиваясь лишь борьбой за запрещение любого хозяйственного воздействия на пещеры, обречены на неудачу. Она может быть решена лишь в составе общей комплексной проблемы гармонизации взаимоотношений между обществом и природой путем организации рационального природопользования на научной основе. Необходимость безотлагательного решения этой жизненно важной социально-экологической задачи обусловило формирование новой интегральной междисциплинарной науки - социоэкологии /экологии человеческого общества, социальной экологии, social or human ecology/, изучающей закономерности взаимодействия общества и природы и разрабатывающей научные принципы гармонизации этого

CAVE PROTECTION AND SOCIAL ECOLOGY

Problems of cave protection and rational use of them should be regarded as the main part of global problem of our planet biosphere preservation. Remain being an object of speleology studying, they are admitted to the sphere of interests of the new integral interdisciplinary science - social ecology (social or human ecology), studying society and nature interaction with the purpose of its harmonization. That's why, it's necessary to carry out social-ecological researches for cave studying. According to the complex of natural and social-economic indicators there should be installed the value (fitness degree) of each cave for various kinds of employment: for protected one, excursion-hiking one, sports one, medical-healthy-improvement one, economic one, ect. Simultaneously, there must be done maximum loading definition from various kinds of economic influence on various types of caves (e.i., the degree of their vulnerability) as well as their present state. As a result, it's necessary to make up a social-ecological cave cadastr on every region in which one should account their value and vulnerability and in accordance with it to indicate the optimal employment regime and protection of every cave.

взаимодействия посредством оптимизации природопользования /1, 4-6/. Официальный статус эта наука в СССР получила на Первой Всесоюзной научной конференции "Проблемы социальной экологии", состоявшейся в г. Львове в октябре 1986 г. /3/. Исходя из этого, вопросы охраны и рационального использования подземных полостей являются предметом совместного изучения спелеологии и социоэкологии и могут быть отнесены к социоэкологическим аспектам изучения пещер.

Следует отметить, что антропогенное влияние на пещеры имело место на протяжении почти всей истории человечества. Жизнедеятельность людей издавна была самым тесным образом связана с подземными полостями. В каменном веке, особенно в среднем-позднем палеолите и мезолите пещеры служили людям не только временными укрытиями от непогоды, но и постоянными жилищами, а также местом охоты на пещерных медведей, святилищами для выполнения ритуальных магических обрядов и др. После перехода человечества от охоты и собирательства к скотоводству и земледелию оно не порывает с пещерами, которые используются как загон для скота, хранилища зерна, вина и т.п., а в периоды войн - в качестве естественных крепостей. Более того, люди в это время расширяют отдельные естественные подземные полости и выдалбливают искусственные, создают целые пещерные города, храмы, монастыри. Однако во все предыдущие исторические эпохи антропогенные воздействия на пещеры имели преимущественно ограниченный локальный характер и не угрожали их существованию как своеобразной разновидности уникальных природных объектов.

Ситуация кардинально изменилась в последние десятилетия.

В связи с происходящей научно-технической революцией, сопровождающейся демографическим взрывом, быстрой урбанизацией и индустриализацией нашей планеты, резко возросла техническая мощь человечества и масштабы его хозяйственного воздействия на природные компоненты, в том числе и на подземные полости. Благодаря быстрому совершенствованию спелеологической техники и методов проникновения в подземные пространства, в считанные годы было открыто и стало посещаемым огромное количество новых пещер, ранее неизвестных или недоступных человеку. Резервы "пещерного фонда" в большинстве стран мира на сегодняшний день практически исчерпаны и на открытие сколько-нибудь ощутимого количества новых интересных подземных полостей вряд ли приходится рассчитывать. Тем острее становится вопрос охраны и рационального использования уже известных пещер.

Положение усугубляется тем, что пещеры по-прежнему относятся к практически /для человека/ не восстанавливаемым природным ресурсам. Ведь на создание их уникального натечно-кристаллического убранства необходимы многие тысячелетия, а для его разрушения достаточен лишь один миг. Даже обычное неконтролируемое и нерегламентируемое посещение пещер спелеотуристами и экскурсантами – один, казалось бы, из наименее разрушительных видов антропогенного воздействия, – необратимо нарушает экологическое равновесие чрезвычайно уязвимых, приспособившихся к строго постоянным условиям существования пещерных биогеоценозов. Сначала исчезают летучие мыши, некоторые другие виды животных, затем изменение микроклимата, бытовое загрязнение и разграбление натечно-кристаллического убранства пещеры пагубно влияет и на остальные компоненты пещерной геоэкоисотемы.

В современную эпоху антропогенные воздействия достигли самых отдаленных от поверхности и труднодоступных участков подземных полостей и начали превышать критические предельно допустимые нагрузки /ПДН/, выше которых начинается необратимое разрушение пещерных геоэкоисотем. Многие из уникальных подземных природных объектов на сегодня уже полностью уничтожены или безвозвратно испорчены. Интерес к пещерам в последние годы чрезвычайно возрос. Прежде всего они используются в качестве экскурсионно-туристических или спортивных объектов – в зависимости от сложности доступа и прохождения. Развитие спелеологии как своеобразного сплава науки и спорта и возросшее внимание средств массовой информации к первопрохождению и исследованию пещер привели к тому, что необычайная красота подземного мира, особенно натечных карбонатных и кристаллических гипсовых пещер, начали привлекать миллионы посетителей. И это – объективный процесс, остановить который невозможно, да и нецелесообразно.

В конечном счете основная ценность пещер как естественных подземных музеев природы именно и состоит в том, чтобы приносить людям эстетическое и физическое наслаждение, удовлетворять их извечную любознательность и желание преодолеть препятствия, их стремление к физическому и нравственному совершенствованию. Поэтому никак нельзя согласиться с призывами некоторых спелеологов закрыть доступ к пещерам посетителям, сохранив его только для немногих избранных профессионалов. Это оправдано лишь для некоторого ограниченного числа подземных полостей, представляющих особую научную или экологическую ценность и нуждающихся в строгом заповедывании. Остальные пещеры должны оставаться доступными для всех желающих. Весь вопрос состоит в том, чтобы сделать посещение этих пещер нормированным и контролируемым, обеспечить их сохранность в неизменном виде для последующих поколений.

Однако на подземные полости воздействуют и другие виды человеческой деятельности. Пещеры нередко используются как лечебно-оздоровительные объекты. С ними иногда связаны небольшие залежи полезных ископаемых. Важное значение имеют подземные, преимущественно обводненные карстовые полости для питьевого и хозяйственного водоснабжения. Особую опасность для пещер представляет собой горнодобывающая промышленность, в частности, добыча стройматериалов. Известняковые и гипсовые карьеры непрерывно вгрызаются в массивы горных пород, разрушая встречающиеся на пути пещеры и существенно нарушая режим близлежащих карстовых полостей.

Для борьбы с этим, как и другими вредными воздействиями на пещеры, недостаточно эмоциональных призывов к введению запретительных природоохранных мер. Ведь последними можно оградить лишь некоторые заповедные объекты. Необходимо обосновать социальную, экологическую и экономическую ценность пещер, сделать их конкурентоспособными в общем хозяйственном процессе природопользования. Сегодня следует перейти от пассивной охраны пещер к активным действиям – разработке такого механизма рационального природопользования, который одновременно учитывал бы социальные, экологические и экономические потребности общества. Это позволило бы вместо малоэффективной борьбы с непрерывно нарастающими отрицательными последствиями научно необоснованной хозяйственной деятельности предотвратить саму возможность их возникновения и тем самым обеспечить сохранность ценных природных объектов, включая пещерные.

Указанные социоэкологический подход требует, чтобы социоэкологические исследования стали обязательным компонентом изучения пещер. С другой стороны, так как пещерные геоэкоисотемы входят в состав определенных локальных /сельскохозяйственных, городских/ и региональных /районных, областных, республиканских/ социоэкоисотем, спелеологические исследования должны стать составной частью математико-картографического моделирования социоэкоисотем, нацеленного на разработку оптимальной стратегии природопользования в каждой конкретной социоэкоисоте /2/.

Прежде всего в процессе спелеологических исследований необходимо определить ценность каждой изучаемой подземной полости, причем ценность не какую-то абстрактную, обобщенную, а конкретную для различных возможных видов использования. Каждая пещера может представлять ценность: 1/ научную, 2/ экологическую, 3/ эстетико-познавательную, 4/ лечебно-оздоровительную, 5/ спортивную и 6/ производственную: а/ как источник водоснабжения, б/ как месторождение полезного ископаемого, в/ как складское помещение, г/ как помещение для разведения грибов и др.

Научная ценность пещеры определяется степенью уникальности ее происхождения, морфологии, геологических образований, животного мира, археологических и палеонтологических находок и т.п. Экологическая ценность отвечает роли пещеры в поддержании нормального вещественно-энергетического обмена в поверхностных геоэкоисотемах, с которыми она связана, а также определяется ролью ее обитателей /например, летучих мышей/ в поддержании биологического круговорота в окружающих биогеоценозах. Рекреационное значение пещеры отражается в ее эстетико-познавательной, лечебно-оздоровительной и спортивной ценности. Эстетико-познавательная ценность определяется общей привлекательностью пещеры, красотой и разнообразием ее каменных украшений, подземных речек, озер и водопадов, а также доступностью ее для мало подготовленных посетителей. Лечебно-оздоровительная ценность пещеры может быть установлена лишь с учетом целебных особенностей ее микроклимата для стационарного лечения определенных видов заболеваний, доступности пещеры и ее размеров, позволяющих поместить достаточное количество па-

ценностей. Спортивная ценность пещеры определяется прежде всего степенью сложности прохождения для спелеологов-спортсменов и в какой-то мере ее эстетической привлекательностью. Хозяйственная ценность пещеры должна устанавливаться для каждого возможного вида использования в отдельности.

Так как научную, экологическую и социальную оценку пещер невозможно адекватно произвести в стоимостном выражении, по нашему мнению, ценность каждой конкретной пещеры по отношению к каждому возможному виду ее использования целесообразно определять путем установления по комплексу показателей ее категоричности: А - "максимально пригодна", В - "пригодна", С - "мало пригодна", Д - "непригодна". Для этого на основании анализа мирового опыта использования подземных полостей необходимо разработать определенные шкалы с наборами качественных и количественных показателей, позволяющие устанавливать для различных видов использования категоричность каждой изучаемой пещеры, т.е. определять /в отдельности/ ее относительную научную, экологическую, эстетико-познавательную, лечебно-оздоровительную, спортивную и производственную /по различным видам/ ценность.

При определении категорий подземных полостей в качестве важных характеристик следует использовать экономические стоимостные показатели - рассчитывать экономический эффект от того или иного предполагаемого функционального использования пещеры. Эти показатели являются главными при определении категоричности пещеры для различных видов производственного использования, имеют подчиненное значение при определении спортивной, лечебно-оздоровительной и эстетико-познавательной ценности и совершенно излишни при определении экологической или научной ценности пещер.

Социозэкологические аспекты изучения пещер предусматривают также определение степени их уязвимости к различным видам антропогенного воздействия. Для этого нужно разработать соответствующую классификацию подземных полостей и установить для различных видов пещер по уязвимости предельно допустимые нагрузки /ПДН/. При исследовании каждой конкретной пещеры следует определять, к какому виду по уязвимости она относится и каково ее современное состояние, т.е. под каким антропогенным давлением она находится и насколько последнее близко к критическому. Только с учетом ценности и уязвимости пещер можно правильно установить оптимальный режим их использования и охраны, т.е. режим природопользования, основанный на социозэкологическом принципе - получении максимального эффекта без превышения при этом ПДН /I/. Определение наиболее целесообразного вида использования подземных полостей производится путем сравнения категорий их ценности с предоставлением приоритета заповедному режиму /для пещер, ценных в научном и экологическом отношении и важных для питьевого водоснабжения/, а затем по убывающей шкале приоритетов - от экскурсионно-туристического, лечебно-оздоровительного и спортивного использования пещер до производственного.

В соответствии с этим первоочередной задачей спелеологии на современном этапе следует считать составление по всем известным

пещерам социозэкологических анкет, содержащих необходимую информацию для определения их ценности и уязвимости, а также кадастра существующих пещер с четкими рекомендациями, устанавливающими оптимальный режим их охраны и использования. Результаты социозэкологического анкетирования подземных полостей должны использоваться при математико-картографическом моделировании локальных и региональных социозэкологических систем, на территории которых они находятся, для выработки общей стратегии рационального природопользования в регионе.

Как выполнение этой огромной научно-исследовательской задачи, так и внедрение ее результатов в практику требуют максимальной концентрации усилий спелеологов - ученых и спортсменов. По нашему мнению, это лучше всего может быть достигнуто путем всемерного развития региональных спелеологических клубов как самостоятельных самофинансируемых и самокупаемых кооперативных организаций - своеобразных кооперативов.

К основным правам и обязанностям этих клубов следует отнести:

- 1/ поиски, изучение и социозэкологическое анкетирование пещер, определение оптимального режима их охраны и использования;
- 2/ оборудование пещер для массового посещения спелеотуристами и экскурсантами, в качестве лечебно-оздоровительных или спортивных объектов, проведение в них необходимого комплекса природоохраных мероприятий;
- 3/ осуществление спортивно-экскурсионной или иной эксплуатации пещер, сдача их в аренду другим организациям для производственного использования;
- 4/ контроль и ответственность за соблюдением установленного режима охраны и использования пещер на находящихся в ведении данного клуба территориях.

Л и т е р а т у р а

1. Бачинский Г.А. Некоторые теоретические и практические вопросы социальной экологии // Изв. Всесоюз. геогр. об-ва. - 1985. - II7, вып.6. - С.543-552.
2. Бачинский Г.А. Опыт применения метода математико-картографического моделирования социозэкологических систем с использованием наземной и аэрокосмической информации на примере Львовской области Украинской ССР // Исследования Земли из космоса. - 1986. - № 6. - С.59-64.
3. Вопросы социозэкологии /Материалы I Всесоюзной конференции "Проблемы социальной экологии"/.-Львов: Вільна Україна, 1987. - 354 с.
4. Гирусов Э.В. Система "общество-природа" /проблемы социальной экологии/. - М.: Изд-во Моск.ун-та, 1976. - 168 с.
5. Комаков В.Д. Научно-техническая революция и социальная экология. - Л.: Изд-во Ленингр.ун-та, 1977. - 103 с.
6. Марков Ю.Г. Социальная экология. - Новосибирск: Наука, 1986. - 174 с.

Георгий Бачинский Georgy Bachinsky
(СССР, Украинская ССР) (USSR, Ukrainian SSR)

О СПЕЛЕОРЕСУРСНОМ ПОДХОДЕ В ИЗУЧЕНИИ, ОСВОЕНИИ И ОХРАНЕ ПЕЩЕР

КОРЖИК, Виталий - НИНЬКЕВИЧ, Ирина

В процессе изучения, освоения и разработки спелеоохраняемых мероприятий неминуемо приходится сталкиваться с проблемами устойчивости пещерной среды, расчета максимально допустимых нагрузок различных видов деятельности, принятия управленческих решений при выборе основных направлений использования подземного пространства.

Спелеоресурсный подход акцентирует внимание на рассмотрении спелеогенеза с позиций взаимодействия компонентов спелеогеосистемы как запасов естественно-природных тел с определенными свойствами и характеристиками. Это позволяет определить физические запасы всех видов спелеоресурсов и степень полноты спелеосистемы; выявить тенденции и темпы развития полости; отметить приоритетные виды и предельно допустимые нормы использования спелеоресурсов; произвести экономическую оценку спелеоресурсов и полости в целом.

Рассмотрение спелеоресурсов как определенного вида природного сырья дает возможность разрабатывать и применять экономические рычаги рационального спелеоиспользования и охраны пещерной среды.

В процессе изучения пещер, их освоения и разработки спелеоохраняемых мероприятий всегда приходится иметь дело с проблемами эволюции, гомеостаза и устойчивости подземной среды, расчета максимально допустимых нагрузок различных видов деятельности, принятия грамотных, научно обоснованных управленческих решений при выборе основных направлений использования подземного пространства. Их решение видится на путях применения спелеоресурсного подхода, акцентирующего внимание на рассмотрении спелеогенеза с позиций взаимодействия компонентов спелеогеосистемы как масс естественно-природных тел с определенными свойствами, параметрами и характеристиками.

Спелеоресурсный подход, так же как и системный подход вообще в географии, не является чем-то принципиально новым и отличным, но позволяет разработать новое продуктивное методологическое направление в спелеологии - спелеоресурсоведение, по-новому взглянуть на основные закономерности и особенности генезиса подземных полостей и обосновать концепции их освоения. Прежде всего следует четко определить такие основополагающие понятия, как использование спелеоресурсов /спелеоиспользование/, спелеоресурсы и спелеоресурсный потенциал.

Спелеоиспользование, как составная и специфическая часть природопользования, не сводится к простому потреблению, но неминуемо наталкивается на ответную реакцию спелеосреды, проявляющуюся через единство и взаимосвязь естественных и общественных факторов поддержания, сохранения и воспроизводства спелеоресурсного потенциала. Вполне очевидно, что научные исследования являются составной и неотъемлемой частью единого механизма спелеоиспользования. Поэтому под спелеоиспользованием следует понимать систему общественных мероприятий, направленных на изучение, рациональное использование, охрану и воспроизводство спелеоресурсного потенциала полости или региона.

Понятие спелеоресурсов во многом еще окончательно не определено, однако кроме физического смысла несет в себе и историко-экономический, поскольку тела природы превращаются в ресурсы в случае возникновения в них потребностей человека и вовлечения в процессы использования.

К спелеоресурсам, по нашему мнению, следует относить компоненты подземных полостей, имеющих материальных носителей. В качестве таковых физических видов спелеоресурсов можно считать: 1/ объемы пустот /их площади/ как пространственный базис других видов спелеоресурсов /компонентов/; 2/ вмещающие полости горные породы, прилегающие к ним и как фактор обеспечивающие ряд характеристик; 3/ подземную атмосферу; 4/ карстовые и

ON SPELEORESOURCES APPROACH TO STUDY, MASTERING AND PROTECTION OF CAVES

The problems of cave medium, calculation of maximum permissible loads of various kinds of activity, the choice of basic directions of using underground space arise during the process of study, mastering, development and protection of caves.

Speleoresources approach emphasizes considering of speleogenesis from the point of view of interaction of components of speleogeosystem as reserves of natural bodies with definite properties and characteristics. It permits: to determine physical reserves of all kinds of spaleoresources and the degree of plenitude of speleosystem, tendencies and rates of cavity development; to plan maximum permissible standards of spaleoresources utilization; to evaluate spaleoresources and cavities as a whole. The consideration of spaleoresources as a certain kind of raw materials gives an opportunity to work out and to apply economical levers of the rational use and protection of cave medium.

другие подземные воды во всех агрегатных состояниях; 5/ отложения и новообразования; 6/ биоту. В практике спелеоиспользования оправдано различение донных отложений, играющих роль фундамента и сырья, и натечно-кристаллических образований, представляющих преимущественно эстетический интерес; к тому же между ними велики спелеогенетические различия.

Полным набором компонентов, как правило, обладают полости вадозных стадий развития /полиресурсные/; полости фреатических либо обально-цементационных стадий человеку практически малодоступны, поэтому могут быть полезны либо в качестве источников водоснабжения, либо минерального сырья /моноресурсные/. Набор видов спелеоресурсов по данной полости /региону/ характеризует спелеоресурсный комплекс.

Всю совокупность видов спелеоресурсов, возможных к эксплуатации, можно выразить через спелеоресурсные потенциалы, причем во внимание принимаются не только емкостные параметры, но и степень максимальной полифункциональности. Само понятие потенциалы предопределяет наличие скрытых, до конца не выявленных возможностей использования спелеоресурсов и их запасов.

Каждый из видов спелеоресурсов обладает не только емкостными параметрами, но и динамикой, определяющих способность и темпы регенерации, а также различной степенью инерционности. В конечном итоге, интерес представляют как статические, так и динамические запасы, то есть ресурсы возобновления. Более полным выражением наличных спелеопотенциалов может служить спелеоресурсный потенциал как совокупность спелеоресурсов в условиях пещерного гомеостаза.

Все многообразие видов использования ограниченного набора компонентов детерминировано существующими установками, техническим уровнем каждого временного отрезка, несовместимостью и взаимоисключением ряда видов спелеоиспользования. Поэтому под реальным спелеоресурсным потенциалом мы понимаем совокупность видов и запасов спелеоиспользования, "годных к употреблению" с учетом альтернативности и технико-экономических возможностей каждого этапа развития общества.

В практике и теории спелеоресурсоведения не делаются принципиальные различия между естественными и искусственными подземными полостями, имеющими сходные тенденции последующего спелеогенеза. Искусственные подземные полости являются такими же реальными современной геологической среды, как и естественные пещеры любого литогенетического типа.

Спелеоресурсный подход плодотворен на всех этапах единого процесса изучения, освоения, эксплуатации и охраны пещер.

ЭТАП ИЗУЧЕНИЯ ПЕЩЕР.

Определение сугубо физического объема и параметров каждого вида спелеоресурсов является исходным и наиболее перспективным при выявлении тенденций и темпов естественной эволюции подземной полости. В процессе развития происходит непрерывное изменение спелеоресурсного комплекса и его потенциала. И наоборот, изменение спелеоресурсного потенциала служит индикатором направленности развития пещеры. Важным следует считать пространственно-временную привязку к карте параметров компонентов полости, образующих ведущие парагенетические связи и подсистемы.

Так, в осушенных карбонатных пещерах, где ведущей является подсистема "фильтрационные воды - воздух", важно знание параметров объема водопоступления и конденсата, динамики содержания углекислоты в подземной атмосфере, темпов прироста натечных образований и скорости заполнения первичной полости. В гипсовых лабиринтовых пещерах вадозных стадий развития стержневой служит связь "гипс - вода". Балансовые методы позволяют подсчитать динамические запасы вод, их суммарный коррозионный потенциал, скорость прироста пустот и возрастания опасности провалообразования.

В крупнейшей пещере Буковины "Золушка" /длина свыше 80км/ после ее искусственного осушения в 50 - 60-е годы XX столетия важную спелеогенетическую роль приобрели связи "гипс-вода" и "заполнитель-воздух". За счет непрерывной водооткачки и постоянного транзитного водопритока и водоотвода за пределы геосистемы ежегодно выносятся в растворенном состоянии свыше 17тыс. кубометров одного лишь сульфата кальция /более 6 тыс.кубометров прироста пустот/. Это ведет к усилению закарстования, провалообразования, увеличению запасов воздуха подземной атмосферы. Одновременно за счет усиленного окисления органического вещества глинистых отложений происходит постоянная дегазация углекислого газа, концентрация которого в подземной атмосфере достигает 4-5%. Применение картографических методов исследования дало возможность определить содержание углекислоты и свободного кислорода в известной части полости в абсолютных размерах: соответственно 5 - 11 тонн и 120 - 700 тонн; определить приблизительные запасы органического вещества в отложениях - свыше 110тыс. тонн, темпы дегазации полости, скорость усыхания осадка за счет эвапорации влаги и окисления органики; время эволюции верхних этажей пещеры до зрелого дегазованного состояния, аналогичного пещерам соседней Подолии - несколько сотен лет. Естественно, эти процессы приведут к перераспределению показателей спелеоресурсного потенциала пещеры и их роли в процессе будущей эксплуатации полости.

Построение блок-схемы распределения заполнителя пещеры и свободных объемов наглядно демонстрирует закономерное возрастание к западу степени заполненности - от 40 до 90 %. Это позволяет с большей долей уверенности судить о нарушении там целостности надгипсовой бронирующей толщи известняков, размытости верхнего слоя гипсоангидритов под днищем долины соседней реки Пацак и массовом проникновении в полость аллювиально-оползневой материка, т.е. об основных особенностях спелеогенеза пещеры.

Наряду с ретроспективной реконструкцией спелеоусловий прошлого, указанный подход дает возможность прогнозирования перспектив поиска и прохождения неизвестных на сегодня участков полости. Анализ миграций масс воздуха с различным содержанием углекислоты по лабиринту пещеры "Золушка" позволяет предположить наличие крупных продолжений в местах визуального выклинивания ходов и одновременно судить о темпах преобразования этих воздушных масс в процессе постепенного пополнения их дегазирующими компонентами.

ЭТАП ОСВОЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЕЩЕР.

Процесс планирования, проектирования освоения и технического исполнения должен предваряться определением реального спелеоресурсного потенциала пещеры и приоритетных видов спелеоиспользования. Режим и объемы спелеоиспользования обязаны исходить из физических запасов и ограничиваться "емкостью" эксплуатируемых характеристик в размерах предельно допустимых отклонений параметров естественного гомеостаза.

В процессе спелеоиспользования происходит своеобразная амортизация спелеоресурсов, которые подразделяются на невозобновимые, слабозобновимые, возобновимые и вновь формирующиеся. Знание размеров этой амортизации, т.е. изменения параметров массы физических тел, важно как с точки зрения поддержания режима эксплуатации пещеры, так и естественных тенденций изменения условий полости, создающих затруднения в дальнейшей эксплуатации и требующих принятия специальных мер стабилизации этих ус-

ловий на заданном уровне. Поэтому на данном этапе спелеомониторинг должен стать составной частью эксплуатации пещер и учитываться при разработке технических вопросов оборудования всего подземного хозяйства.

Исходя из степени возобновимости выбранных или подверженных воздействию компонентов, разрабатываются нормативы и определяются максимальные объемы их использования. В пещере "Золушка" с учетом ее довольно высокой естественной загазованности основной проблемой эксплуатации при массовой посещаемости /и дополнительном поступлении углекислоты за счет дыхания/ станет необходимость регулярного проветривания ее части в корректных размерах, сохраняющих уровень влажности и целостности хрупких новообразований.

ОЦЕНКА СПЕЛЕОРЕСУРСОВ И ОХРАНА ПЕЩЕР.

Вовлечение в хозяйственный оборот спелеоресурсов и определение их места в природно-ресурсном потенциале региона требует приведения их к сопоставимой шкале единиц и показателей морально-экономических ценностей, то есть к единому знаменателю - стоимостной форме выражения. В этом смысле спелеоресурсы предстают категорией экономической, как запасы своеобразного сырья, что дает возможность совершенствовать нормативно-юридическую базу и эффективно использовать ее в спелеоохранной практике. В настоящее время такая база отсутствует и это не позволяет акцентировать внимание гарантов заповедного режима пещер-памятников природы на необходимость неукоснительного выполнения своих функций, а природоохранным органам привлекать к юридической ответственности нарушителей режима и вредителей за порчу и уничтожение декоративных элементов подземного убранства.

Естественно, что экономическая оценка спелеоресурсов не может и не должна заменять эстетическую, культурно-историческую, естественно-природную и интегральную в целом оценку полости, но в многогранном значении ценных пещер она должна играть ведущую роль и подчеркивать ее стоимостной формой выражения. Первые попытки такой оценки отдельных компонентов нами уже делаются по пещерам Буковины и Подолии.

Необходимо подчеркнуть исторически-преобладающий характер спелеоиспользования, затрагивающего многие научные и практические стороны изучения, оценки и охраны спелеоресурсов. Каждое из этих направлений является самостоятельной научной проблемой и нуждается в разработке общей методологической и методической базы.

ЛИТЕРАТУРА.

1. КОРЖИК, В.П.: Теоретические основы спелеоресурсоведения. В сб.: Практическое использование пещер гипсового карста и их охрана в свете задач основных направлений развития народного хозяйства. Пермь, 1987, с.31-34.
2. КОРЖИК, В.П., АНДРЕЙЧУК, В.Н.: Особенности микроклимата пещеры "Золушка" и возможности его практического использования. В сб.: Аккумуляция зимнего холода в горных породах и его использование в народном хозяйстве. Пермь, 1981, с.92-95.
3. МИНЬКЕВИЧ, И.И., КОРЖИК, В.П.: К проблеме изучения и освоения пещер в гипсах. В сб.: Эффективные методы инженерно-геологических методов исследования Урала. Пермь, 1986, с.76-77.
4. КОРЖИК, В.П., МИНЬКЕВИЧ, И.И.: О теоретических основах спелеоресурсоведения. В сб.: Проблемы изучения, экологии и охраны пещер. Киев, 1987, с.149-151.
5. КОРЖИК, В.П., МИНЬКЕВИЧ, И.И.: К вопросу разработки критериев пригодности пещер для освоения. В сб.: Карстолого-спелеологические исследования, использование и охрана закарстованных территорий и пещер Западного Кавказа. Сочи, 1988, с.66-67.
6. КОРЖИК, В.П., МИНЬКЕВИЧ, И.И.: К вопросу оценки спелеоресурсного потенциала карстовых полостей. В сб.: Комплексное исследование недр Урала - путь ускоренного развития народного хозяйства региона. Пермь, 1988, с.79-80.
7. КОРЖИК, В.П.: Ресурсогенерирующая роль техногенного карста. В сб.: Проблемы изучения техногенного карста. Кунгур, 1988, с.45-46.

Коржик, Виталий Павлович. Минькевич, Ирина Игоревна.
274013, г.Черновцы, ул.Комарова, 614077, г.Пермь, ул.Ушинского, 2/2
17/91

ЗНАЧЕНИЕ РАЗРЫВНОЙ ТЕКТониКИ В РАЗВИТИИ ПОДЗЕМНОГО КАРСТА (НА ПРИМЕРЕ СТРАТЕНСКОЙ ПЕЩЕРЫ)

ТУЛИС, ЯН

Одним из главных факторов для возникновения подземного карста является разрывная тектоника.

От тектонического разрушения горных пород, размещения региональных тектонических разломов зависит и размещение подземного карстового феномена в пространстве - в карстовом районе.

Пе. щерные ярусы, их количество и размеры - это результат тектонической стабилизации горного массива.

Направление пещерных коридоров обусловлено направлением главных тектонических разломов и трещин. Продольный профиль коридоров отражает тектонические движения горного массива. Также на форму поперечных сечений пещерных пустот влияют тектонические трещины и разломы. Они участвуют при возникновении гравитационных осадков и вторичном переобразовании поперечных сечений обрушением кровли и стен и также при возникновении натёчно-капельных образований. По разломам и трещинам проникает в пещеру подземные воды, что ведёт к осадению натёчно-капельных образований, которые часто сосредоточены в направлении этих тектонических структур.

Тектонические разрывные структуры способствовали не только возникновению подземных карстовых пустот, но они и в дальнейшем активно влияют на их развитие и их разрушение в процессе деградации их кровли и стен.

I. ВВЕДЕНИЕ

Одним из главных факторов для возникновения подземного карста является разрывная тектоника. От тектонического разрушения горных карстуемых пород, размещения региональных тектонических разломов зависит и размещение подземного карстового феномена в пространстве - в карстовом районе.

Значение и роль тектоники при возникновении и развитии подземных карстовых явлений общеизвестно и признательно. Этому вопросу коснулись в своих трудах многие спелеологи и карстоведы /Ford-Smart-Ewers, 1983, Kupač, 1950, Гвоздецкий, 1972, Якал, 1973, Максимович, 1963 и др./ . На примере пещерной системы Стратенской пещеры мы представим значение и роль отдельных систем дизъюнктивной тектоники при возникновении и развитии подземных карстовых пустот.

Тектоническое развитие территории было очень сложное и происходило в нескольких этапах. Неотектонические фазы альпийского орогена /атическая, роданская, валахская/ представляют в Словацком районе поднятия и частичную вертикальную пульсацию. Фаза стабилизации с наибольшей пульсацией между тектоническими фазами отразилась при возникновении эрозионно-денудационных поверхностей выравнивания а в подземелии при возникновении пещерных этажей, особенно четвертого этажа.

Тектонические разломы в изучаемом районе имеют широкое генети-

THE IMPORTANCE OF DISJUNCTIVE TEKTONICS IN DEVELOPMENT OF UNDERGROUND KARST

(On an Exemple of Stratenska Cave)

Fault tectonics is one of important factors of an origine of underground karst phenomena. Lokalisation of underground karst phenomena in space-in karst territory is depending on tectonic violation of rocks, on course regional faults.

Developing levels, their kvantity and their range are the reflection of tectonic activities of a mountain massif.

The orientation of caves corridors is depending of the course important tectonic faults and leaks. The along profile of their is a reflection of tectonic of the massif. A face of transverse profile is depending on tectonic movements leaks and faults.

An influence of tectonics is an important demonstration on a creation of gravitation sediments in underground karst caverns.

Tectonic faults and leaks is exercising on secondary preforming of transverse profile, e. g. dashing of ceilings and walls, a creation of secondary filling. Usually they are a sources of infiltration watters into a cave and it is causing reach, often occurence of a secondary filling (cave decoration), concentrated in course of this structures.

Tectonic disjunctive structures are not only deterring of the origine of underground karst spaces, but further actively are exercising on their preforming and their extinction.

ческое распространение, разную пространственную ориентировку и значение /рис. 1 /.

К наиболее древним принадлежит тектонические зоны шарияжных и надвиговых плоскостей /малых склонов/. Они представляют широкие зоны с интенсивной проработкой и вмещающих пород. К ним привязаны мощные карстовые источники, поверхностные и подземные карстовые формы.

Более молодые являются тектонические разломы ЕЗ-СВ простирания с крутым падением на ЕВ. Это преимущественно вбросы. Разломы одноклового простирания - сбросы со склоном на СЗ расширены на склонах карстового плато Дуча и в долине Тисняны.

Самые молодые разломы имеют простирание от СЗ по ССЗ, преимущественно со склоном от СВ по В 50° - 80° . Это сбросы и вбросы. Они имеют первостепенное значение и наиболее распространены в югозападной части Словацкого рая в полосе шириной 4-5 км. Представляет северное продолжение штитницкой тектонической зоны. Имеют наибольшее расширение и они сопровождаются субпараллельными тектоническими трещинами, диаклазами и локальными разломами. Эта тектоническая система наиболее всех отчетливо отражается в морфологии рельефа, расширении поверхностных карстовых явлений, но также и в генезисе и морфологии Стратенской пещеры, Добшинской ледяной пещеры и многих других пещер.

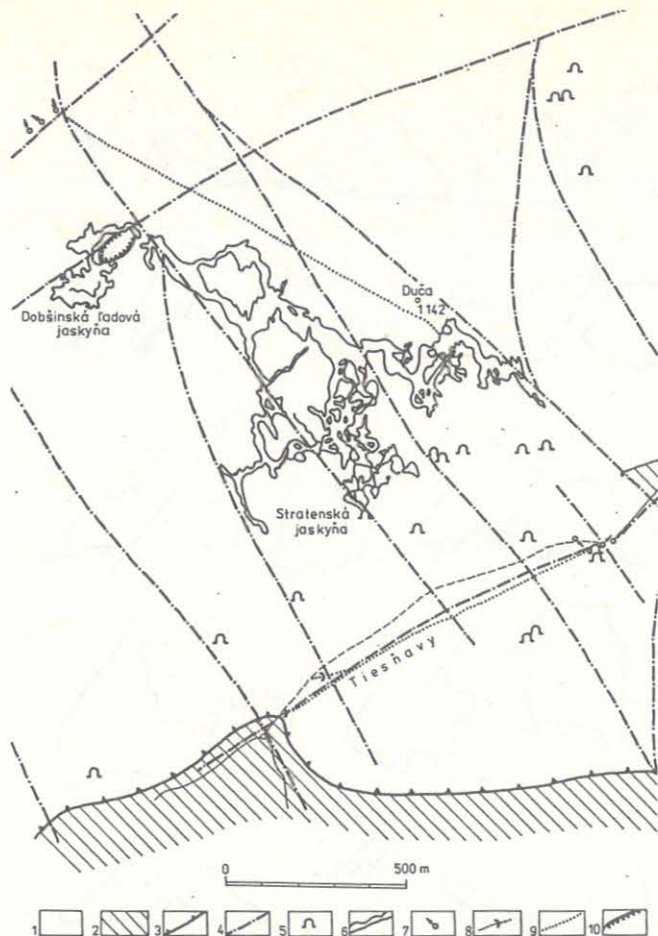


Рис. 1. Расположение пещерной системы Стратенской пещеры в штитницкой тектонической зоне.

Условные обозначения: 1 - известняки, 2 - некарстующие породы, 3 - шарияжи и надвиги, 4 - тектонические разломы, 5 - входы пещер, 6 - контуры подземных пустот, 7 - карстовый источник, 8 - понор, 9 - подземный поток.

2. ОТРАЖЕНИЕ ТЕКТОНИЧЕСКИХ СТРУКТУР В МОРФОЛОГИИ ПОДЗЕМНОГО КАРСТА

2.1. Продольные профили

Пещерная система развита в поясе расширения значимых северо-западных тектонических разломов /штитницкая система/.

Структурно-тектонические исследования показали, что в районе наиболее распространены тектонические трещины и разломы СЗ-СЗЗ простирания со склоном преимущественно на СВ и ВСВ. Небольшое расширение имеют тектонические трещины и разломы СВ-В простирания. Эти структуры наиболее проявлены в южной части Стратенской пещеры и в области Добшинской ледяной пещеры и карстового провала Дуца. Очень мало данных мы получили о слоистости известняков.

По расширению и ориентировке подземных ходов мы в пещерной системе выделили коридоры трех направлений /рис. 2. /.

1. Пустоты северо-западного направления представлены горизонтальными коридорами с характерной выравненной кровлей и довольно расчлененной подошвой. К этому типу принадлежит наиболее крупные пещерные пустоты, которые представляет главную пространственную структуру Стратенской пещеры - 4. этаж.

Направление этих коридоров обусловлено наибольшим расширением тектонических трещин и разломов СЗ-СЗЗ направления. Пустоты прямо связаны с расширением и направлением выше приведенных тектонических

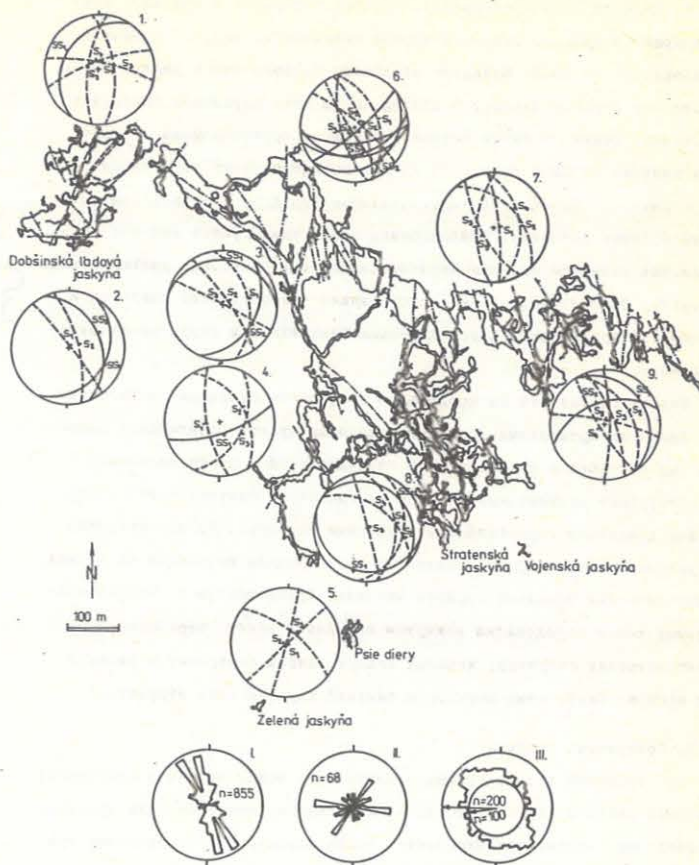


Рис. 2. План пещерной системы Стратенской пещеры с тектоническими разломами и с результатами структурно-тектонических исследований.

Условные обозначения: I - 9 суммарные диаграммы трещиноватости, тектонических разломов / S_{1-n} / и слоистости / SS_{1-n} / известняков. I.-III. суммарные диаграммы направлений: I.- разломов и трещиноватости, II.- слоистости, III.- подземных пещерных ходов.

структур. По этим структурам река палео-Гнилец создала значимые подземные пустоты. Отдельные коридоры идут по тектоническим трещинам и разломам только в определенных участках /отрезках/. Подземные пустоты обычно развиты по серии субпараллельных и параллельных тектонических структур, с которыми замыкают острый угол / 10° - 20° / и „проскакивают“ из одной трещины на другую.

2. Пустоты примерно СЗЗ-С направления. Это также преимущественно горизонтальные коридоры. Некоторые имеют ровный потолок. В большинстве случаев в потолка отчетливые эрозивные каналы. Некоторые коридоры выработаны ручьем палео-Тисняв. Их морфометрическая и морфологическая характеристика более пестрая. Направление этих подземных пустот обусловлено тектоническими структурами, которые замыкают острый угол с главными структурами СЗ направления. Подземные пустоты этого простирания в пещерной системе менее распространены, чем предыдущие.

Главные тектонические структуры /СЗ-СЗЗ направления/ использовались в первую очередь аэлохтонные водные потоки: река палео-Гнилец и ручей палео-Тисняв, благодаря их раскрытию, что создало возможность легкого проникновения вод в породу и дало возможность эрозией и коррозией выработать крупные подземные пустоты. В меньшей степени использовали эти структуры автохтонные водные потоки.

3. Пустоты СВ-В простирания. Преобладают узкие и высокие, мезодрирующие коридоры. Основной чертой является их крутое падение в направлении на СВ-В. Коридоры обратного наклона очень редки. Очень редко они горизонтальные. Основная часть этих коридоров соединяет отдельные этажи. В таком случае они всегда крутопадающие с азимутом падения на СВ-В /рис. 2./ Эти коридоры имеют наименьшее распространение. Преобладают крутопадающие коридоры созданные автохтонными водными потоками. Ориентировка и ход этих пустот наверно обусловлена азимутом падения первостепенных тектонических дизъюнктивных структур СЗ-СЗ направления, расширением тектонических разломов и трещин СВ простирания и усложненными пликативными структурами известняков.

Влияние слоистости на продольные профили мы отмечали очень редко.

Характер продольных профилей подземных пустот Стратенской пещеры был обусловлен тектонической стабилизирующей горного массива и структурными элементами. Во время спокойной тектонической обстановки возникали горизонтальные пещерные коридоры. Их ориентировка обусловлена структурами. Наклонные части пещеры возникали во время тектонических поднятий горного массива. Ориентировка и падение подземных ходов обусловлена азимутом падения и углом первостепенных тектонических структур, которых азимут близок северному и падение на восток. Склон этих коридоров близкий падению этих структур.

2.2. Поперечные профили

По отношению к структурным элементам мы можем выделить поперечные профили развиты на плоскостях напластования, тектонических трещинах и разломах, комбинации плоскостей напластования и тектонических трещин и разломов и на их пересечении.

Плоскости напластования проявляются на форме поперечного профиля очень мало.

По трещинам возникают обычно вытянутые поперечники и равные формы в зависимости от того, в котором месте подземной пустоты разлом или трещины находятся /рис. 3./.

Тектонические структуры четко проявились при возникновении поперечников в обрушенных пустотах. Обусловили и направили ход деструкции стен и потолков, что способствовало преобразование первичных, водой созданных, пустот.

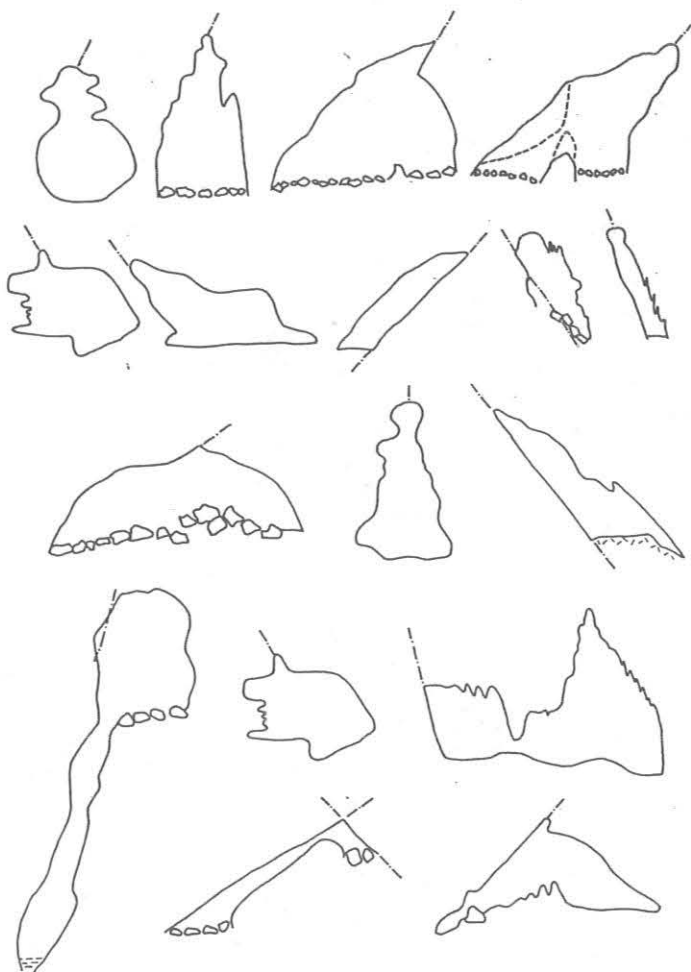
Крутопадающие трещины и разломы проявляются прежде всего при обрушении стен пустот. По пологим трещинам и разломам происходит обсыпка обломков пород на нижележащего бока.

Тектонические структуры, особенно трещины, способствуют вторичное преобразование поперечников также возникновением вторичных капельно-натечных пещерных отложений. По трещинам обычно происходит инфильтрация подземных вод в пещеру, вследствие чего возникают вторичные образования на потолке, стенах и полу. Они часто сосредоточены под этими структурами. Поперечники в таком случае приобретают очень сложную форму.

Возникновение гравитационных отложений обусловлено интенсивной трещиноватостью пород. Обрушение стен и потолков происходит прежде всего по крутопадающим трещинам или на пересечении разломов.

Дизъюнктивная тектоника влияет на поперечные профили подземной пустоты во все время ее развития от трещинной по обвальнo-цементационную стадию. Карстовый провал Дуча - провал потолка подземных пустот по тектоническим разломам равного простирания.

Тектонические дизъюнктивные структуры не только обуславливают возникновение подземных пустот, но они активно участвуют в их развитии, и наконец способствуют разрушению и деградации кровель и стен подземных пещерных пустот.



3. Примеры поперечных профилей подземных пустот на тектонических разломах и трещинах.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГВОЗДЕЦКИЙ, Н. А.: Проблемы изучения карста и практика. Мысль, Москва, 1972. 391 с.
2. МАКСИМОВИЧ, Г. А.: Основы карстоведения. Том I. Пермь, 1963. 444 с.
3. ТИНТИЛОЗОВ, З. К.: Карстовые пещеры Грузии. Мицнереба, Тбилиси. 1976. 275 с.
4. ЯКАЛ, Й.: Генетические типы пещер Словакии и их связь с рельефом, литологией и тектоникой. Slovenský kras, roč. XI. Osveta, Martin, 1973. s. 3-13.
5. FORD, D. C., SMART, P. L., EWERS, R. O.: The Physiography and Speleogenesis of Castleguard Cave. Arctic and Alpine Research, vol. 15, N 4. 1983. p. 437-450.
6. KUNSKÝ, J.: Kras a jeskyně. Přírodovědecké nakladatelství v Praze. 1950. 147 s.
7. TULIS, J., NOVOTNÝ, L.: Jaskynný systém Stratsenskej jaskyne. Osveta, Martin. 1989. V tlači.

TULIS, Ján
Brezová 9
052 01 SPIŠSKÁ NOVA VES
Czechoslovakia

ИЗОБРАЖЕНИЕ СЛОЖНОЙ ПЕЩЕРНОЙ СИСТЕМЫ (НА ПРИМЕРЕ СТРАТЕНСКОЙ ПЕЩЕРЫ)

ТУЛИС, ЯН

Ввиду сохранения разборчивости и требования детальности спелеологических планов невозможно изобразить крупную пещеру на одном чертеже. Он бы получился слишком большим, для практических целей неудобных размеров. Эту проблему мы решили расположением отдельных листов плана по определенному положению.

Вертикальная и горизонтальная разчлененность подземных лабиринтов не позволяет изобразить все подземные пустоты в проекции на горизонтальную или вертикальную плоскость на один чертеж. Изображение сложной пещерной системы Стратенской пещеры мы решили способом основных и дополнительных листов плана.

Применимый способ изображения пещерной системы Стратенской пещеры позволяет в любое время по потребности вставлять новые листы плана, пополнять их о новыми, позже обнаруженные подземные пустоты, и так соблюдать планы в актуальном состоянии.

Изображение больших пещерных систем в последние годы было решено некоторыми спелеологами / Hübner, Rajman, 1980, Stumm, 1980 и др./.

При выборе способа изображения мы исходили из условий, которые создаются расширением и взаимным отношением подземных пустот и также требованиями, которые мы для изображения пещеры создали.

Для плана пещеры был избран масштаб изображения 1:500. Этот масштаб полностью удовлетворяет требованиям для изображения морфологических особенностей и отложений пещеры. Способ составления спелеологического плана мы установили так, что возможно изобразить не только известные до сегодняшнего дня пещеры в карстовом плато Дуча, но также и пещеры, которые будут обнаружены позже. Такому требованию лучше всего отвечает способ присоединения отдельных листов плана по определенному положению — способ присоединенных листов. Способ укладки листов плана выбран так, чтобы мы могли в любом направлении закладывать новые листы плана по потребности. Обозначение /маркировка/ листов плана избрано по способу, по которому можно маркировку вывести. Укладка листов выбрана по способу укладки листов в масштабе 1:500 государственного кадастра. Размер листа 500x625 мм. Для удобства при работе был лист плана разделен на 4 части с размером 250x312,5 мм. Маркировка листов плана и ее упорядочение приведено на рисунке 1. Все пещеры, которые мы хотели изобразить привязаны к государственной тригонометрической сети.

В дальнейшем нужно было решить изображение вертикально расчлененные подземные пустоты, которые находятся на нескольких высотных этажах. Некоторые части пещеры настолько сложные, что их на один лист бумаги нельзя изобразить.

A REPRESENTATION OF COMPLICATED CAVES SYSTEMS

A vast cave system represents in one sheet of paper for holding of legibility and of claimed detail of a speleological map. It was to reach of big dimensions, not good for a practical use. This problem was solved by putting in order of individual sheets of map by a certain system.

The vertical and acclinal complication of underground labyrinths don't allow representation of all spaces in a projection on an acclinal or vertical plain in one sketch. The representation of a complicated cave system of the Stratenska Cave was solved by a method of basic and supplements sheets.

This using way of representation of the cave system of the Stratenska Cave is enabling in an arbitrary time by momental necessity, putting in new sheets discovered underground spaces and in this way take map in actual condition.

В таких случаях мы из каждого листа плана сделали дополнительные листы одинакового обозначения /маркировки/ с прибавкой букв "b", "c", "d". В таком случае мы можем по вертикали создать требуемое количество листов и в любое время прибавлять листы плана по потребности. Таким образом составлены основные и дополнительные листы плана /рис. 2/. Изображение подземных ходов представляет одновременную обстановку разведанности. Вследствие дальнейших работ состояние изменится. Поэтому говорить, что некоторые участки подземных ходов лежат "над" или "под" очень проблематично. На основных листах изображены в большинстве случаев наиболее распространенные подземные коридоры 4. этажа.

В тех случаях, когда над собой лежит несколько подземных ходов в основном листе плана изображены они со всей детальностью. У ходов лежащих ниже или выше, изображены только контуры тонкими линиями. Этот процесс повторяется до тех пор, пока мы изобразим самые нижние или верхние подземные пустоты. На каждом листе плана ходы соответствующего уровня изображены со всей детальностью. У остальных пустот ниже или выше лежащих, изображены только контуры тонкими линиями с необходимыми высотными отметками и номерами точек полигона.

Этот способ изображения требует составления нескольких дополнительных листов одинакового формата, но первый лист не обязательно должен представлять наиболее низко или высоко лежащие подземные ходы. На какой высоте они лежат можно узнать по высотным отметкам.

Одним из существенных приоритетов приведенного способа изображения является то, что план может приспособляться в состоянии разведки в горизонтальном и вертикальном направлении. В горизонтальном

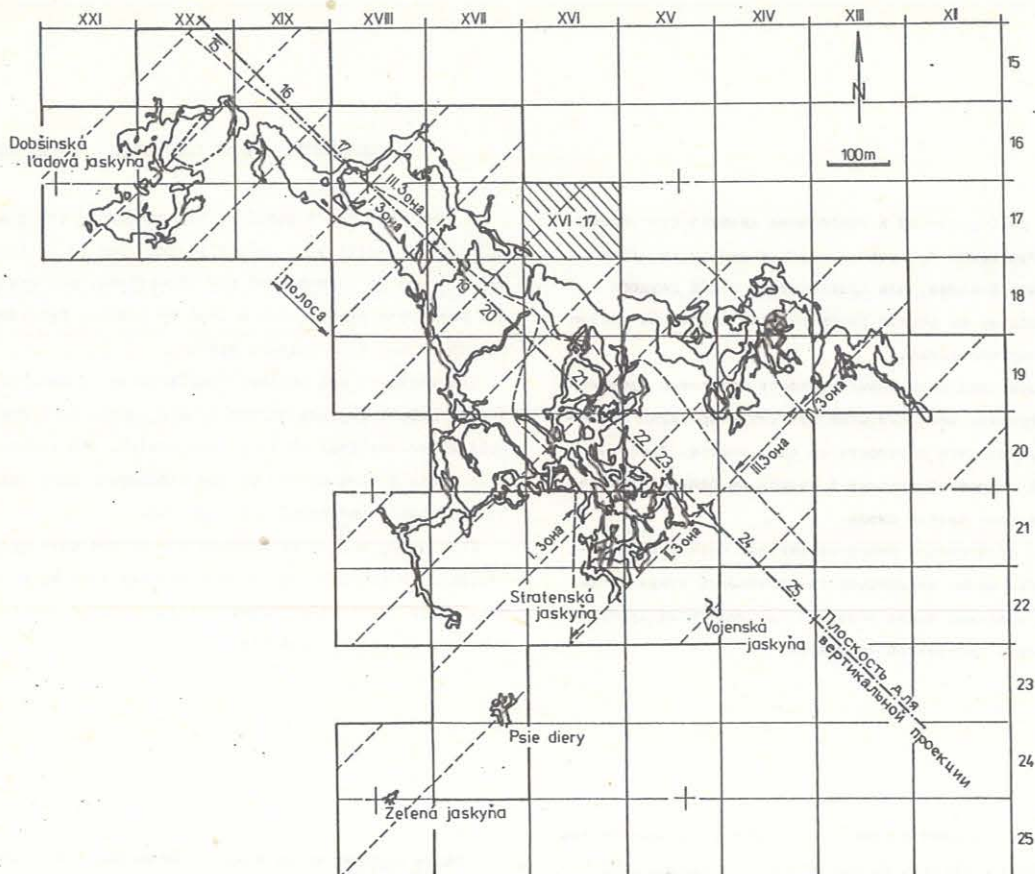


Рис. 1. Схема укладки листов пещерного плана и проекции на вертикальную плоскость.

направлении набором присоединительных листов и в вертикальном направлении упорядочением основных и дополнительных листов. Такой способ даст возможность удерживать долгое время спелеологический план в актуальном состоянии.

В плане кроме маршейдерских данных изображены характерные морфологические формы подземных пустот, автохтонные и алохтонные пещерные отложения, гидрологические явления и др.

В дальнейшем нужно было решить изображение пещеры на вертикальной плоскости. Разчлененность пещеры не разрешает ее изображение на один лист бумаги - проекция на вертикальную плоскость. Здесь тоже был принят открытый способ изображения, который удовлетворяет раньше высказанным требованиям. Способ основан на изображении пещеры в отдельных зонах на присоединительных листах /полосках/. Вертикальная плоскость проекции установлена в направлении $315^{\circ}-135^{\circ}$ /т. е. СЗ-ЮВ/.

Пещерная система была разделена в горизонтальной проекции на зоны. Их количество можно /после объявления новых ходов/ по надобности

увеличить. Все зоны разделены на полосы плоскостями веденными перпендикулярно на изобразительную плоскость. Полосы представляют способ укладки присоединительных листов. Начало поясов - укладка листов - расположено в СЗ части района так, чтобы можно было изобразить все пещеры карстового плато Дуча. В ЮВ направлении система открыта /может кончиться на границе карстующихся и некарстующихся пород/.

Проекция на вертикальную плоскость составлена в масштабе 1:500. Размеры листов 250x400 мм.

Вследствие горизонтальной расчлененности подземных пустот пещеры в отдельных зонах был принят способ основных и дополнительных листов. Маркировка дополнительных листов и изображение в них пещерных пустот аналогично способу принятому при составлении планов. В каждой зоне имеется собственное обозначение /маркировка/ листов. Поясы имеют во всех зонах одинаковое номерное обозначение. Изменяется только номер зоны.

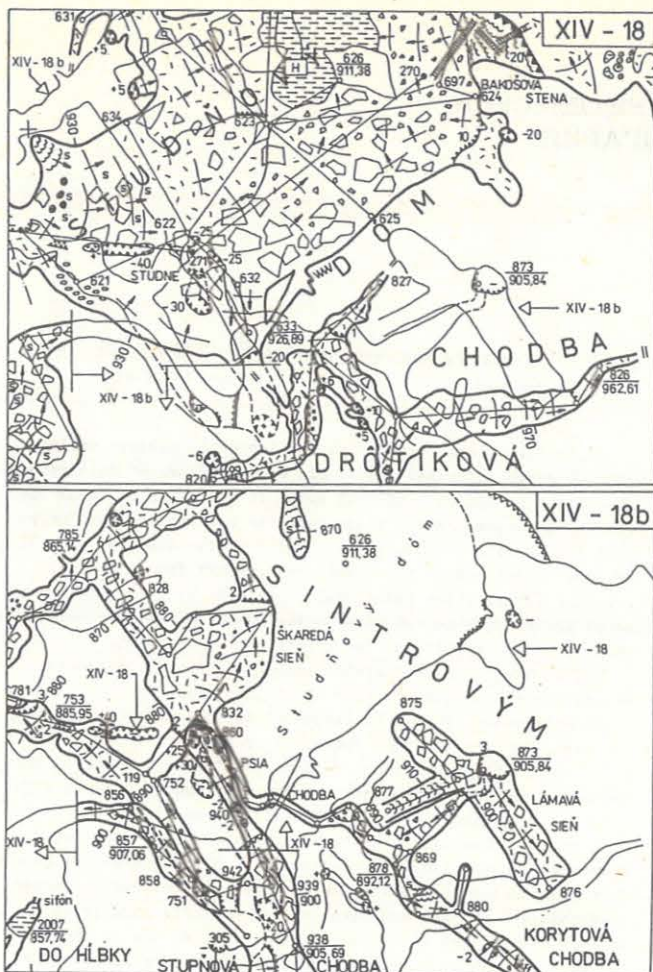


Рис. 2. Пример изображения участка пещеры в плане на основном /XIV-18 / и дополнительном листе /XIV-18b/.

Выше приведенным способом изображено 17 817 м подземных пустот Стратенской пещеры и с ней связанная Добшинская ледяная пещера, пещера Дуча, Пеще дьеры, Военска, Зелена. Они изображены на 57 листах плана и на 32 листах проекции на вертикальную плоскость.

ЛИТЕРАТУРА

1. HROMAS, J. - SKŘIVÁNEK, F.: Speleologické mapování. Československý krás, roč. 24. Academia, Praha, 1973. s. 9-17.

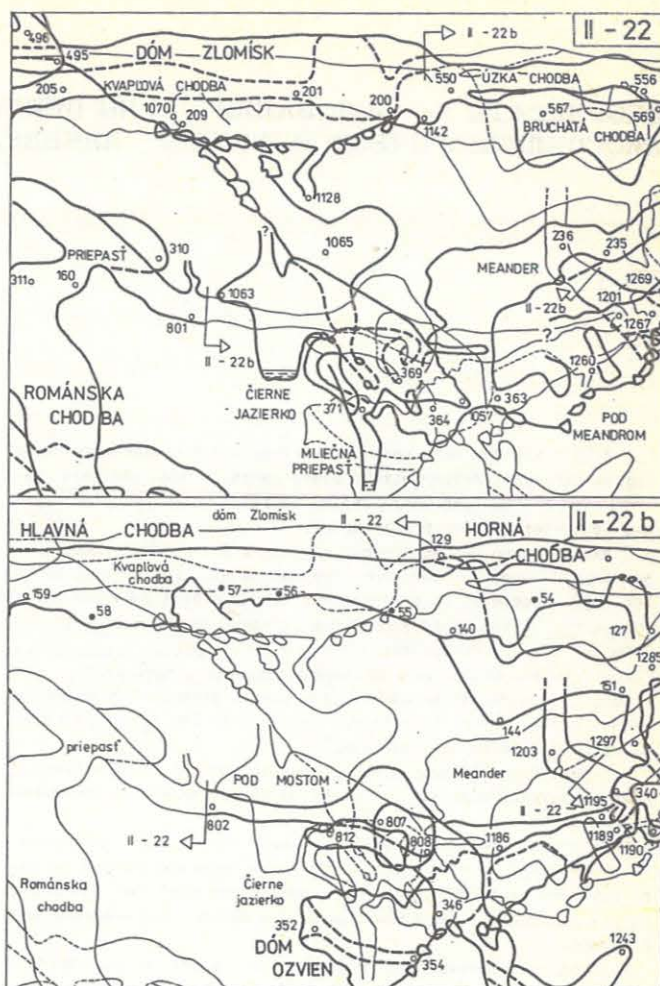


Рис. 3. Пример изображения участка пещеры в проекции на вертикальную плоскость на основном /II-22/ и дополнительном листе /II-22b/.

2. PŘIBYL, J. - RAJMAN, P.: Punkva a její jeskynní systém v Amatérské jeskyni. Studia geografica 68, ČSAV, Brno, 1980. 141 s.
3. STUMMER, G.: Atlas der Dachstein - Mammuthöhle 1:1000. Verband österreichischer Höhlenforscher. Wien 1980. 101 pp.
4. TULIS, J. - NOVOTNÝ, L.: Jaskynný systém Stratsenskej jaskyne. Os ta Martin. 1989. V tlači.

TULIS, Ján
Brezová 9

052 01 SPIŠSKÁ NOVÁ VES

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФАУНЫ ПЕШЕР ЛЮБИТЕЛЬСКОЙ БИОСПЕЛЕОЛОГИЧЕСКОЙ ГРУППЫ - ПЛЕВЕН, БЪЛГАРИЯ

ГАРЕВ, Б. Л.

В 1981 в Плевене была создана любительская биоспелеологическая группа под руководством автора этого доклада. Основная цель работы этой группы было исследование составов видов пещерной фауны, ее систематизация и сохранение.

В этом докладе мы так же познакомили результатами нашей работы и некоторыми направлениями нашей будущей работы. Кроме фауны мы исследуем карстовые поверхности комплексно и это дает возможность определить факторы загрязнения и их влияние на фауну пещер.

До сих пор мы исследовали следующие виды: Plathelminths, Mollusca, Crustacea, Arachnida, Miriapoda, Insecta и Chiroptera.

Одна из главных задач нашей деятельности является исследование жизни летучих мышей. Мы объявляем декретом о защите летучих мышей и их колоний в болгарских пещерах.

Мы предлагаем объявить заповедником все пещеры, которые имеют колонии летучих мышей так как в этих пещерах с известком троглобитических видов.

В заключение хочу сказать что мы координируем нашу деятельность с другими клубами и научными институтами нашей страны для точного изучения пещерной фауны. Эта деятельность дала нам возможность открыть два новых вида троглобитов для науки и два эндемика для Болгарии.

Теперь создан спелеологический клуб регионального центра научно-технического творчества молодежи и раскрывается этой деятельности среди молодежи.

В 1981 году в Плевене к пещерному клубу "Студенец" была создана группа "Биоспелеология". Основная цель работы этой группы было исследование составов видов пещерной фауны и фауны в карстовых районах. Позднее эта группа стала секцией к клубу спелеологическому "Рафаил Лопов" к Региональному центру технического и научного творчества молодежи /ТНТМ/ города Плевен.

Наше исследование охватывает северозападные и центральные части Северной Болгарии, которые находятся между Врачанской горой, побережью р. Дунай и р. Янтра и горной хребты Средней Стари горой. В нем обследовались 8 карстовых районов в которых обнаружены около 100 пещер, из которых только 30 исследованы в биоспелеологическом отношении.

Из троглобитической фауны мы нашли представителей семьи Staphilinidae и летучей мышей Chiroptera.

Из семьи ракообразных /Crustacea/ мы проучили представителей разряда Amphipoda и подразряда Oniscoidae. В 10 пещер мы нашли представителей из разряда Amphipoda а в 5 из них мы нашли Niphargus bureschi, а в пещеры у с. Бежаново обнаружили новый вид для фауны Болгарии, которой сейчас в процессе описания /leg. Veron P./

в связи с Oniscoidae мы установили представителей видов Balkanoniscus corniculatus Verh., Balkanoniscus minimus Vand., Trichoniscus bureschi Verh., Veroniscus caraeolus Vand., Trichoniscus bureschi, а также и один новый для науки вид Trichoniscus garevi. Из группы Miriapoda мы исследовали представителей видов Chilopoda и Diploroda. В связи с Chilopoda мы нашли трогло-

Results of the cave fauna studies effected by an amateur biospeleological group from Pleven

In 1981 in Pleven (Bulgaria) was formed an amateur speleological group under the leadership of the author of this report. The object of activity of this group is the study of fauna species in the caves, their classification and protection. The present report will introduce the results of our studies, as well as some guidelines of our future work. Apart from the fauna oriented studies, the group deals also with complex research of karst areas. This contributes to the evaluation of the pollution factors in the region and their impact on cave fauna.

Our studies include: Plathelminths, Mollusca, Crustacea, Arachnida, Miriapoda, Insecta and Chiroptera.

Investigation of Bats (Chiroptera) is also a major object of our work. We have set up a decade on protection of bats and bat colonies in Bulgarian caves. We have put forward as protected natural places all caves with bat colonies and also caves with a number of troglobite species. Finally, we coordinate our work with other speleological clubs and research institutes for thorough investigation and protection of the fauna in our country. This contributed to the discovery of two new for world science troglobitic species and five new for Bulgaria endemic species. We have established a biospeleological club to the regional centre for youth technical and scientific creativity which is oriented mainly towards popularization of this activity among the students.

бионтные вид от рода Lithobius из Бежаново. В Болгарских пещерах много представителей Diploroda. Мы обнаружили троглобитные виды Typhloilus bureschi Verh., Typhloilus /T./ georgievi Stras., Apfelbeckiella /A./ troneensis Verh., Brachydemus radevi, Prodicus albus

С семи Carabidae в Предбалкане и Средней Старой горе мы нашли троглобитов Coleoptera но еще не проучили ареал распространения в Центральной Северной Болгарии. Установили виды Pheggonisetes globiceps georgievi Z. Kar., Duvalius /Paraduvalius/ regisborisi Bur., Duvalius /P./ bulgaricus Kn.,

а теперь описывает новый для науки вид Duvalius /P./ garevi.

Доказали также наличие видов из Sous - fam. Bathysciinae - Trantseviella bulgarica Pretz., Netolitzkya jeanneli Bur., Netolitzkya jeanneli matroffi Jeann., Netolitzkya manaki J. K. Bil. У Бежанова мы установили 2 троглобитных вида из Diplura но думаем что эта группа еще не исследована хорошо. До сих пор мы обнаружили 27 троглобитных видов, из которых два новые для науки.

Хороших результатов мы достигли при исследовании представителей из семьи Staphilinidae - 4 новые виды и один подвид для энтомофауны Болгарии.

Основная цель нашей группы является и исследование жизни летучих мышей и их колоний. Мы проучили 12 пещер, где есть колонии летучих мышей. Самой интересной в этом отношении является пещер "Парниште" из Бежаново, где установили 6 видов Rhinolophus ferrum equinum, Rhinolophus mehelyi, Myotis capaccini, Myotis myotis, Myotis oxignatus и Miniopterus schreibersi, а недалеко из пещер находится и 7 вид Rhinolophus hiposideros.

В большинстве из случаев пещер с летучих мышей человек уничтожает. Мы установили информировать население о пещер, где находится летучих мышей, а также начали разъяснительную работу по местам. Мы объявили декаду в начале сентября в защиту летучих мышей и их колонии в болгарских пещерах.

Этой нашей любительской деятельностью мы пробуем расширить интерес молодых людей к биоспелеологии и ищем пути создания других групп по стране, и таким способом мы поможем для изучения и сохранения фауны пещер в Болгария.

Борислав Гарев
Рег. Център за ТНТМ • Илзеен
Спелео клуб "Рацаил Попов"

MASTRICHT MESOSAURUS REMAINS FROM THE CAVES ROUND THE TOWN OF PLEVEN

GAREV, B. L.

In 1984 the speleological group "Stalakton" from the town of Cherven Brjag found in the "Labyrinth" cave, east of the village of Brest, fossil bones of an unknown animal, which was identified later on as mososaurus by the speleologists: Stoicho Breshvsky-senior research associate and Vassil Popov-research associate.

The bones were in an upper-mastricht limestone deposited in the shelf side of Epicontinental Sea which covered North Bulgaria.

In a three year time two unique expeditions were swept and the specialists from different speleological clubs found a part of a skull with well-preserved teeth, 24 cervical and thoracic vertebrae, and two completely preserved shoulder blades.

In 1986 the Direction of the National Speleological Museum-Bulgaria invited as an official adviser Academician Tatarinov - head of the Moscow Paleontological Museum.

After an examination of the fossil remains he confirmed the primary hypothesis that the bones belong to the predatory sea mamals, and suggested that part of them belong to the plesiosaurus.

When the members of the club to the regional centre for youth technical and scientific creativity made a detailed mapping of the caves in the same region they found fossil remains in another five caves.

In 1984 a group of speleologists from the town of Cherven Briag - Bulgaria found in the "Labyrinth" cave fossil bones of an unknown animal. At first they considered it a deer. Later on the fossil bones were identified by specialists from the Bulgarian Academy of Science as sea-dinosaurs, belonging to the mososaurus's group.

The bones were settled in the upper-most part of the limestone that is to be found in certain regions of Karlukovo-Kame nopolski karst district.

The fossil bones of different groups of animals give quite precisely the age of the lime-stones.

The mastricht lime-stones had been deposited at the bottom of a shallow Epicontinental sea in a large quiet bay. This fact facilitated their comparatively good preservation. In addition the lime-stones had not been affected by the denudation processes, as they remained in a deeper stratum.

During the carstification of the region the galleries of the "Labyrinth" cave had succeeded to "cross" the fossil bones. It made it possible for the speleologists to find them. They are to be found 26 metres below the hexometrical level.

Two unique paleontological expeditions had been organised during a period of two years. They were guided by the senior research associate Stoicho Breshkovski and research associate Vassil Popov from the Bulgarian Academy of Science and a lot of paleontologists from the country took part in them.

During the expeditions close to the "Labyrinth" cave camps had been built and supplied with electricity, food, fridges, T.V sets, electric generators, etc.

As the cave cuts perpendicularly the layers and this way big

Мастрихтские остатки от мезозавров
в пещерах Плевенского региона-Болгария

Б.Л.Гарев

В 1984 группа спелеологов из пещерного клуба "Сталактон", г. Червен бряг нашла в пещере "Лабиринт" восточнее с.Брест фосильные кости неизвестного животного которое позже было идентифицировано ст.н.с. Стойчо Брешковски г.н.с. Вассил Попов как мезозавр.

Кости находятся в верхне-мастрихтских известняковых отложениях гелюфонной части в Эпиконтинентальной море воды которого находились в северной части Болгарии.

В течении трех лет были проведены успешные пещерные экспедиции и спелеологи представителей различных клубов Болгарии открыли часть черепа с хорошо сохранившимися зубами, 24 позвонка шей и грудной части, две полностью сохранившиеся передние лопатки.

В 1986 руководство Национального палеонтологического музея Болгарии пригласило академика Татарина директора Московского палеонтологического музея официальным консультантом.

До время осмотра фосильных остатков он подтвердил первоначальное мнение что кости принадлежат группе хищных млекопитающих мезозавров, высказав предположение что часть их принадлежат мезозаврам.

Во время детального картирования пещер этого района в г. Плевене были обнаружены в еще пяти пещерах фосильные остатки морских динозавров членам спелеологического клуба регионального центра в городе Плевене.

flaws had been formed special grates had been placed above them. for a quieter and easier going through. The project was electrified and the working spots had been installed with a telephone link. On the very field work the speleologists used specific drilling machines (hilti and some others).

The discovered fossil bones were immediately conserved and prepared for their transfer to the Bulgarian Academy of Science, especially the laboratories of the National Museum of Nature.

Usually the expeditions lasted from 10 to 12 days.

18 vertebrae, 2 cervical vertebrae, 4 teeth, a part of the lower jaw, 2 ribs, 2 shoulder blades of the foreswimmeret of the mesosaurus had been found.

Similar bones were found in four more caves during the following speleological researches by the members of the speleoclub "Rafail Popov" from the Regional Centre for the Science of Youth - Pleven. The area of their activities includes the villages of Dgashan and Gabare, District of Michailovgrad. In 4 metres heximetrical level in one of the caves near the village of Drashn similar bones had been found. The cave was dioclastic from 10 to 12 metres.

In 1986 the direction of the National Speleological Museum invited in Bulgaria the manager of the Speleological Museum in Moscow - Academician Tatarinov. He mentioned that the district as a whole is perspective for the scientific researches of fossil bones but as the conditions for their taking out are very specific not only skillful paleontologists but highly qualified speleologists are necessary.

The specific way of working underground and taking out the fossil bones is one of the few cases when speleologists and paleontologists by common efforts have achieved great scientific results.

KARSTIC AQUIFERS IN SEBES MOUNTAINS

PONTA, George - MARIN, Constantin

1. GENERAL DATA

The area is part of the Southern Carpathians and is situated on the western side of the Sureanu Mountains (Fig.1).



The mountainous relief is broken up by the Strel river and its right sidestrems, under the form of some peaks descending in steps towards the Hategului Depression.

The Sebeg massif presents different morphological aspects, the levelling surfaces being predominant to the greatest extent.

In the Sebeg limestone area, the older erosion patterns are overlapped by the karstic pattern, with its high density of typical phenomena for a plateau like: limestone pavement, dolinas, caves, potholes.

About 150 caves and potholes in the Sebeg Mountains are known. The main ones are Sura Mare, Cioclovina, Izvoreni and Sipot as caves and Dosul Lăcgorului and Răchițeasa as potholes. All these long caves are crossed by underground streams, being among the most important of this type in România, while potholes are either water inlet or intercept an underground flow.

2. GEOLOGICAL DATA

In the area there are Paleozoic, Mesozoic, Tertiary and Quaternary sedimentary formations, that have metamorphic rocks in the basis.

In the Mesozoic deposits more Jurassic and Cretaceous formations have been separated. We shall present only the carbonate formations.

2.1. Limny sandstones, bioclastic limestones, marl limestones and biomioritic rocks (aa-ox; Aalenian-Oxfordian inferior)

This is a predominantly carbonate sequence about 70 m wide, unconformably disposed over the older sedimentary formations and the metamorphic basement of the area. (Pop, 1985).

2.2. Mioritic, biomioritic, pelloid and nodular limestones, biolititic limestones (ox₂-th; Oxfordian -Tithonic).

These deposits are 100-150 m wide and appear on two distinct faoies: a. basin-like one represented mainly by miorites and biomiorites and b. a reefal one, represented by red mioritic limestones probably corresponding to the Tithonic, which cover the 50-70 m wide reefal massif. In the lower part these limestones are local dolomitised.

2.3. Urgonian limestones (J₃-ap₁; Upper Jurassic-Lower Aptian)

The metamorphic basement and sedimentary formations are unconformably covered by an important mass of about 300 m wide limestones. These limestones are largely spread in the area and presents a wide variety of carbonate structures bearing biomiorites, biopelmiorites, pelmiorites and their sparitic correspondents.

2.4. The bauxite complex (ap₂-al; Upper Aptian-Albian)

The Upper Jurassic -Lower Cretaceous limestones are discontinuously covered by the bauxite complex, that appear under the form of some bodies of different dimensions, varying from insignificant appearances to 800/500 m, ever 20 m wide lenses.

The bauxite complex is made up of a complex association of hematitic clays and hematitic clay siltites. (Pop, 1985).

3. GROUNDWATERS IN KARSTIFIED FISSURED ROCKS

About 500 m is the total width of the aquifers situated in Mesozoic limestones.

The crystalline formation (plagiogneisses, gneisses, mica schists) of precambrian age constitute the impermeable basement for the karstic aquifers in the area.

The Strel valley penetrated the limestone mass, deeping to 400-500 m, generating two distinct plateaus: Ponoric Cioclovina-Ohaba Ponor on the right side and Bojița-Tecuri, on the left side. The plateau margins are made up of vertical cliffs, where the karst phenomena is represented by fossil caves and rockslides.

3.1. The Ponoric Cioclovina-Ohaba Ponor karstic plateau

The ground waters in this area lie in Aalenian-Lower Oxfordian, Upper Oxfordian-Tithonic and Upper Jurassic-Lower Aptian deposits.

On the greatest extent, covering about 45 km², the Upper Jurassic-Lower Aptian limestones are spread.

In this area 21 swallets and 14 karstic springs have been pointed out. These swallets are formed at the boundary between limestones and impermeable close formations. The discharge of the swallets is directly proportional to the length of the subaerial course of the river on non-karstified areas. The most important discharges are those of the swallets whose waters gather from crystalline formations and vary between 5-50 l/s. The waters of the other swallets collected from Mesozoic non-karstified formations, always present discharges under 1 l/s, with two exceptions, the Scărișoara II swallet (1-2 l/s) and the Lunoa Oabei swallet (3-5 l/s).

The variation degree of these discharges is between 5 and 10. All the losses are in J₃-ap₁ formations and between altitudes of 800 and 1000 m, are disposed.

It is suppose that 21 swallets supply 4 of the 14 springs. The names of those springs gives the name to the karstic system, which represent the main collector in the area.

3.1.1. The Ponoric -Cioclovina ou Apă karstic system

Situated in the north ern part of the limestone plateau, the Ponoric-Cioclovina karstic system collects the waters from a surface about 16 km².

These hydrogeological basin was partially contoured by the surveying activities done in Ponoric-Cioclovina ou Apă, Cioclovina Uscață and Valea Stini cave, later the groundflow image being completed with dye-tracing experiences.

The cave is the second penetration in România, whose passages are disposed on 7 km length and 170 m vertical development.

The second important cavity in the system is the Valea Stini cave, which is 1400 m long. The underground connection between the two caves has been proved by dye-tracing experience. The Rhodamine B injected at the downstream end of the Valea Stini cave has been intercepted in the right main side river of the Cioclovina ou Apă cave (Table 3, exp. 1).

Situated above the main outlet, the third important cave which belongs to the system is Cioclovina Uscață cave, situated above the main outlet. Recently in the cave a small stream has been discovered, that has also been checked with tracers, but the results were not con-

clusive, although the surveying data of the underground cavities point out their belonging to the same system.

Other two swallets, Trei Piraie and Robului are situated near the Cioclovina resurgence and it is supposed that their waters supply the same collector. We suppose the same thing about the underground river intercepted in the Trigoiare pothole, placed near the above mentioned swallets as well as with the recently discovered swallet formed at the bottom of a suspended doline, disposed on the left side of the Ponorului valley.

The minimum average discharge of the swallets which supply the system is about 30 l/s and represents 40% of the multi-yearly average discharge rate of the Cioclovina spring (125 l/s).

3.12. The Valea Cheii Karstic System

Situated in the northern part of the Ohaba village, the Valea Cheii cave outlet drains the waters of the La Zăpaze sinkhole. The surface of this hydrogeological basin is about 8 km². The average discharge of the resurgence is 10 l/s. The area was not countoured by experiments with tracers.

3.13. The Sura Mare karstic system

The Sura Mare cave resurgence is situated at the basis of the Ponorioi Cioclovina-Ohaba Ponor karstic plateau. The main flowing direction, tectonically controlled by a NE-SW fracture contoured a subterranean cavity 6700 m long and +405 m vertical development. The upstream end of the cave is lying at a 20 m dislevelment under the Fundătura Ponorului sink hole. The subterranean connection between the main swallet of the system and the resurgence, determined in the past by studies regarding the rate discharge variations at water inlet-outlet, now is confirmed by the cave survey. (Table 3, exp. 3)

The fact that the Fundătura Hobenilor pothole, which is an water inlet belongs to the system was proved by M. Dumitrescu (1967), by a tracing experience with fluorescein. This test was repeated in 1987 by G. Ponta, with 3.5 kg Rhodamine B that did not appear in the Sura Mare outlet. (table 3, exp. 4).

The second experiment with tracers was carried out in the underground stream of Dosul Lăcșorului pothole. The tracer was intercepted in the a sidestream of the Sura Mare cave. (Table 3, exp. 5).

The average discharge of the swallets is 53 l/s, which represents a percentage of 35%.

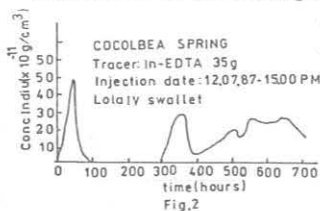
Very close to the Sura Mare resurgence we notify the presence of a spring on the left side (Gaura Prințoanei) and three springs on the right side. The Gaura Prințoanei cave is an outlet cavity 1200 m long, with an average discharge of 2 l/s.

300 m downstream of the entrance of the Sura Mare cave, on the right side there are 3 karstic springs, disposed on a 15 m distance, having a cumulated discharge of 13-15 l/s. The average temperature of these springs is +16°C, while the temperature of the water of the main river is between +5°C and +14°C. According to the temperature data it seems to be a separated aquifer bearing subthermal waters.

3.14. The Cocolbea karstic system

The Cocolbea (Sura Mică) resurgence is the major discharge of the southern half of the Ponorioi Cioclovina-Ohaba Ponor karstic plateau. Situated at the crossing of two major fractures, the resurgence comes out from 125 m long cavity.

The multi-yearly average discharge of the cave is 50 l/s and theoretically it is supplied by 11 swallets, disposed along the two fractures. The cumulated discharge of these swallets is 10 l/s, which represents 20% of the resurgence discharge. The swallets are concentrated in two points: Lunca Ohabei and Lola Valley.



represents 20% of the resurgence discharge. The swallets are concentrated in two points: Lunca Ohabei and Lola Valley.

The fact that all these swallets belong to the Cocolbea resurgence is hypothetical. Only three experiments with tracers have been carried out, one with fluorescein and two with In-EDTA. The fluorescein and one of the In-EDTA experiments were carried out in the Lola sink hole (Table 3, exp. 6; Fig. 2), while the second in the Lunca Ohabei swallet corresponding to the point named Soărișoara. (Table 3, exp. 7).

3.15. Valea lui Ion karstic system

Lying in the southernmost part of the limestone area, the resurgence has an average discharge of 0.5 l/s. The main part of the stream comes from the same named perennial river, situated above the cave.

3.2. The Bojița-Tecuri karstic plateau

The karstic aquifers in this area lie in Upper Jurassic-Lower Aptian deposits (J₃-ap₁). The plateau is surrounded by vertical walls. At the basis of these walls there are two major springs, Sipot and Izvorenii. Their water come from 9 swallets concentrated in the northern half of the limestone area and are disposed at 1092-1221 m altitudes. The resurgences are situated between 817,4 m and 350 m altitudes, which generates a possible development for the karstic aquifer on 400 m wide.

The Sipot and Izvorenii resurgences generate two karstic systems whose limits remain only partially known up to now. The geological and cave surveying allow us to suppose that the majority of waters in the plateau are drained towards Sipot (Table 3, exp. 8). The Izvorenii resurgence drains an important area of limestones which was less researched, where water inlet would be find out.

REFERENCES

- DUMITRESCU, M. et al.: Contribuții la studiul peșterilor din jud. Hunedoara. Lucr. Inst. Speol. E.R., tom VI, 1967.
- MITROPAN, H.; PONTA, G.: Preliminary note on the karstic system of Sura Mare (Sebeș M.); Theor. and Appl. Karst., vol. 2, 1985.
- POP, G. et al.: Geological map, 1:50,000, sheet Pui, 1985.

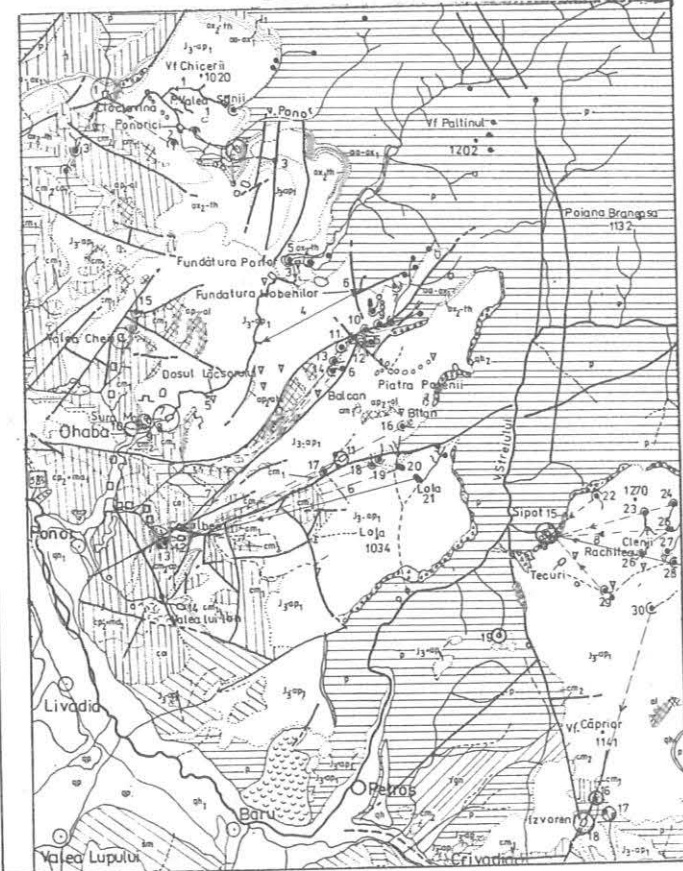
Table 1		Table 2	
Nr. of the springs on the map		Nr. of the swallets on the map	
1. Cioclovina		1. Valea Stini	20. Speranței
2. Resurgența Ponorioi		2. Ponorioi	21. Lola IV
3. Izvor		3. Trei Piraie	22. Teiul Lung
4. Valea Cheii		4. Ponor Robului	23. Tăul fără fund
5. Soărișoara		5. Fundătura Ponor	24. La Stina trănăniță
6. Balcan		6. Fundătura Hobeni	25. Valea Glenjii
7. Sura Mare		7. Ponor suspendat	26. Răchiteșua
8. Sura Mare amonte		8. Ponor în dolină	27. Glenjii II
9. Sura Mare aval		9. Lunca Ohabei	28. Ponorioi II
10. Sura Mare aval II		10. Soărișoara I	29. Pără nume
11. Pintina Socilor		11. Soărișoara II	30. Ponor temporar
12. Cocolbea		12. Soărișoara III	
13. Pără nume		13. Balcan I	
14. Valea lui Ion		14. Balcan II	
15. Sipot		15. La Zăpaze	
16. Deasupra Izvorenii		16. La Tău	
17. La Stină		17. Pintina Socilor	
18. Izvorenii		18. Lola I	
19. Pără nume.		19. Lola II	

Nr.	Injection point	Appearance point	Dist. km	Dislev. m	Q l/s	Q l/s	Q g/kg	Tr. time h	V m/h
1.	Valea Stini	Cioclovina	0,3	10	5	108	1 kg Rhod.B	8	37,5
2.	Cioclovina	Cioclovina	0,5	100	0,2	125	1 kg Rhod.B	-	-
3.	Fundătura Ponorului	Sura Mare	3,0	430	50	150	Fluores	-	-
4.	Fundătura Hobenilor	Sura Mare	3,5	518	2	150	Fluores	14	250
							3,5 Rhod.B		
5.	Dosul Lăcșorului	Sura Mare	0,2	100	1	150	1 kg Rhod.B	32	7/h
6.	Lola IV	Cocolbea	3,75	486	0,1	60	35 g In-EDTA	17	220
		Cocolbea	3,75	486	3,0	80	1 kg Fluores	264	14
7.	Lunca Ohabei	Cocolbea	4,5	385	8,0	50	35 g In-EDTA	The results not finish	
8.	Ponorioi II	Sipot	2,0	328			In-EDTA	Not publish	

HYDROGEOLOGICAL MAP OF THE SEBES MOUNTAINS

G. PONTA

2km GEOLOGY AFTER GR, POP AND OTHERS



GROUNDWATER

I. IN POROUS FORMATIONS

EXTENSIVE AND HIGHLY PRODUCTIVE AQUIFERS

qh₁ gravely or sandy alluvial deposits

LOCAL OR INCOHERENT AQUIFERS

qa, rockslide deposits; b. landslip deposits; c. calcareous tufa.

qd terrace deposits

II. IN KARSTIFIED FISSURED ROCKS

j₁-ap₁ urgonian limestones

ox-th micritic limestones

oa-ox₁ limestones and sandy limestones

III. IN FISSURED ROCKS

EXTENSIVE AND HIGHLY PRODUCTIVE AQUIFERS, OFTEN ONLY IN GREAT DEPTH

ca, ma sandstones and conglomerates

st-cp₁ graywacke and marly limestones

co sandstones and polymictic conglomerates

cm-cq graywacke and clays

cm₁ graywacke and quartzites conglomerates

j₁ polymictic conglomerates

LOCAL OR INCOHERENT AQUIFERS

sm clays and sands

p polymictic conglomerates

IV. REGIONS GENERALLY WITHOUT OR ONLY WITH LOCAL GROUNDWATER

AT SHALLOW DEPTH, BUT DEEPER AQUIFERS MAY BE PRESENTED

cm₂ marlstones

p metamorphic crystalline rocks

EVEN IN GREAT DEPTHS

rgn gneisses granites

V. REGIONS SUPERFICIALLY COVERED WITH LESS PERMEABLE LAYERS

ap-cal bauxite

geological limit

lithological limit

discordance limit

inverse fault

vertical fault

direction of groundwater flow established by tracer. 3-nr. of test in table 3

hypothetical direction of groundwater flow

springs: eq. 10 l/s discharge. 4-nr. of spring in table 1

perennial stream

583 mean annual runoff in m³/s

intermittent stream

quarry

mine gallery

fossille cave

water inlet cave

pothole

water inlet pothole

perennial sinkhole 5-nr. of sinkhole in table 2

temporary sinkhole

cave passages

PONTA, George
Institutul de Geologie și
Geofizică
str. Caransebeș, 1
București
ROMANIA

MARIN, Constantin
Institutul de Speologie
"Emil Racoviță"
str. Frumoasă, 11
București
ROMANIA

COMPUTER SIMULATION OF THE KARSTWATER LEVEL CHANGES IN THE TRANSDANUBIAN MOUNTAIN RANGES

CSEPREGI, A. - LORBERER, A.

The protection of the coal and bauxite mines situated in the Transdanubian Mountain Ranges demands the decrease of the karstwater level. In consequence of the growing depression cone in the environ of the mine water extraction, the water pressure decreased considerably throughout the reservoir area. This process caused the desiccation or the reduction of the water discharges of most the karstic springs.

In order to protect the existing karstic springs and predict the pressure changes a computer hydraulic model of the karstic aquifer was made. The data base contains hydraulic parameters, abstraction data, karst spring yields, meteorological data, and the measured water level data series of the observation wells. Considering the correlation between the measured and calculated water level, the model is suitable to the prediction of the expectable effects of the planned karstwater abstraction.

Die Computer Untersuchung der Veränderungen des Karstwasser-niveaus im Transdanubischen Mittelgebirges

Auf dem Gebiet des Transdanubischen Mittelgebirges ist es notwendig die Kohle- und Bauxitbergwerke gegen die Wasserbrüche zu schützen, und die Karstwasserniveau zu senken.

Mit dem Wachstum des Depression-Trichters im Umkreis des Bergwerkswasserzuwachs geschieht ein Niederdruck bezüglich der Speicherung, und das verursacht die Schüttungsabnahme der Quellen, stellenweise das Austrocknen.

Im Schutze der Karstquellen und zur Voraussicht der Druckveränderung haben wir das hydraulische Computer-Muster-exemplar der Mittelgebirge-Karstwasserlagung angefertigt. Die Datenbasis enthält die hydrologische Parameter des

INTRODUCTION

Most parts of the coal and bauxite deposits of the Transdanubian Mountain Ranges lie under the karstwater level extended in the upper triassic dolomite. The protection of mines demands the decrease of the karstwater level. Because of the increasing environmental impacts of the karstwater-drawdown of mines at the end of the 1960-es, the discharges from the main karstwater aquifer surpassed the dynamic recharge. The regional karstwater level observing network established at the same time reported this artificially influenced situation. The decrease of the water pressure extends to the whole reservoir area. Due to this decreasing pressure and water level considerable part of the springs and even drilling wells become dry. The decreasing water-level has reached the unconfined karstic regions and the effect was increased by the low values of infiltration in the last decade. The effects of the large scale dewatering of the mines necessitated hydrogeological modeling of the karstwater reservoir of the Transdanubian Mountain Range. In 1987 we began preparing the detailed model concerning the area at the Research Center for Water Resources Development (VITUKI).

THE PROGRAMME FOR GROUNDWATER MODELLING

The hydraulic computer model is based on the subroutine written by Dr.F.Székely for the calculation of the unconfined transient flow. The developed numerical method combines the advantages of the finite element and finite difference methods, so that the exactness of the solution approximately achieves that of the analytical solution. The programme is suitable also for the investigation of the water level changes of multi-layered reservoirs, but in the present model we only calculate the level of the upper-triassic "main-karstwater" reservoir. The aquifers of the covering formations the Danube River and Lake Balaton forming the boundary of the reservoir part represented by constant water-levels. The examined area is shown in Fig.1.

INPUT DATA OF THE MODEL

The hydraulic parameters and other measured data used by the computations are:

transmissivity T ($m^2 \text{ day}^{-1}$)
vertical leakage factor b (day^{-1})
storage factor $S(-)$
water-level at the beginning time H_0 (m.a.s.l.)
water-level in the covering layers H_{c1} (m.a.s.l.)
series in time of the output of water Q ($m^3 \text{ day}^{-1}$)
infiltration data series ($I/m^3 \text{ day}^{-1}$)

Speichers, die Zeitangaben der Wasser- und Quellenproduktion, meteorologische Angaben, sowie die gemessene Datensammlung des Wasserspiegels in den Beobachtungsbrunnen. An Hand der Korrelation, - gemessen und gerechnet zwischen den Wasserspiegeln, - ist das Modell brauchbar die voraussichtlichen Wirkungen der geplanten Karstwasserproduktion im voraus anzugeben.

A Dunántúli Középhegység karsztvízszintváltozásainak szimulációja

A Dunántúli Középhegység területén lévő szén- és bauxitbányák karsztvízbetörés elleni védelme a karsztvízszint süllyesztését teszi szükségessé.

A bányavízemelés körzetében kialakuló depresszió-tölcsér növekedésével a tároló egészére kiterjedő nyomás-csökkenés ment végbe, ami a források jelentős részének hozamcsökkenését, helyenként elapadását okozta.

A karsztforrások védelme és a nyomásváltozások előrejelzése érdekében készült a középhegységi karsztvíztároló számítógépes hidraulikai modellje. Az adatbázis tartalmazza a tároló hidraulikai paramétereit, víztermelési és forráshozam idősorait, meteorológiai adatait, valamint az észlelőkutak mért vízszint adatait. A mért és számított vízszintek közötti korreláció alapján a modell alkalmas a tervezett karsztvíztermelések várható hatásainak előrejelzésére.

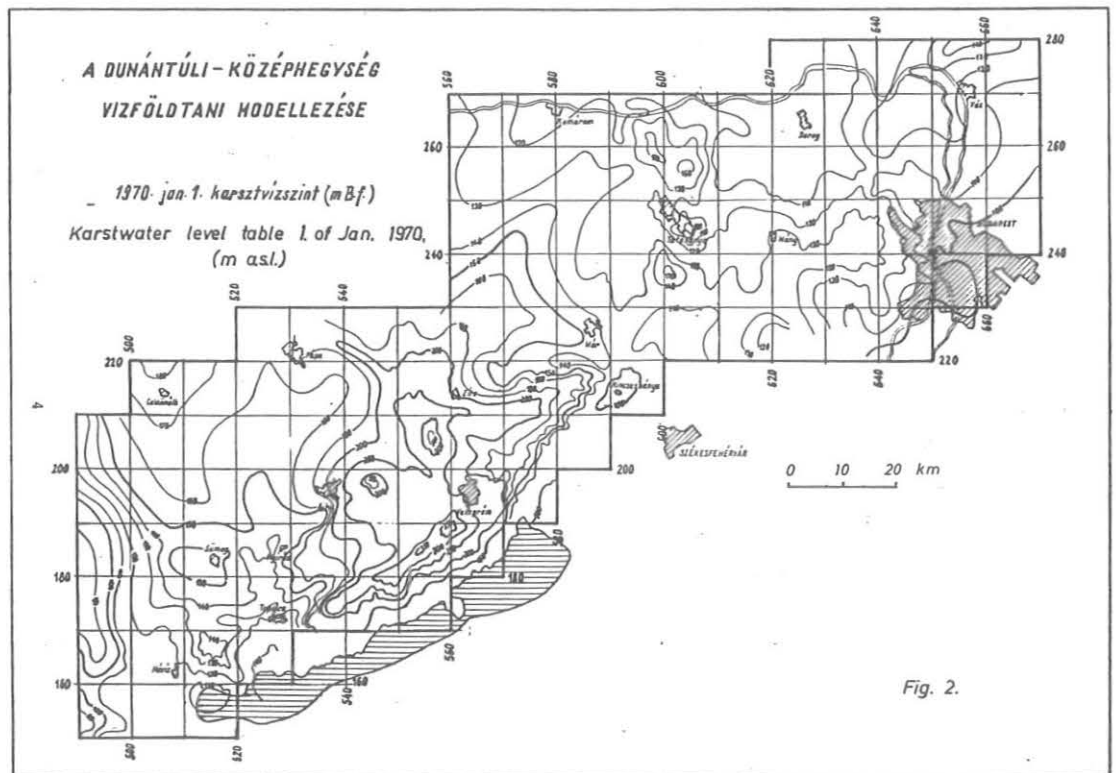
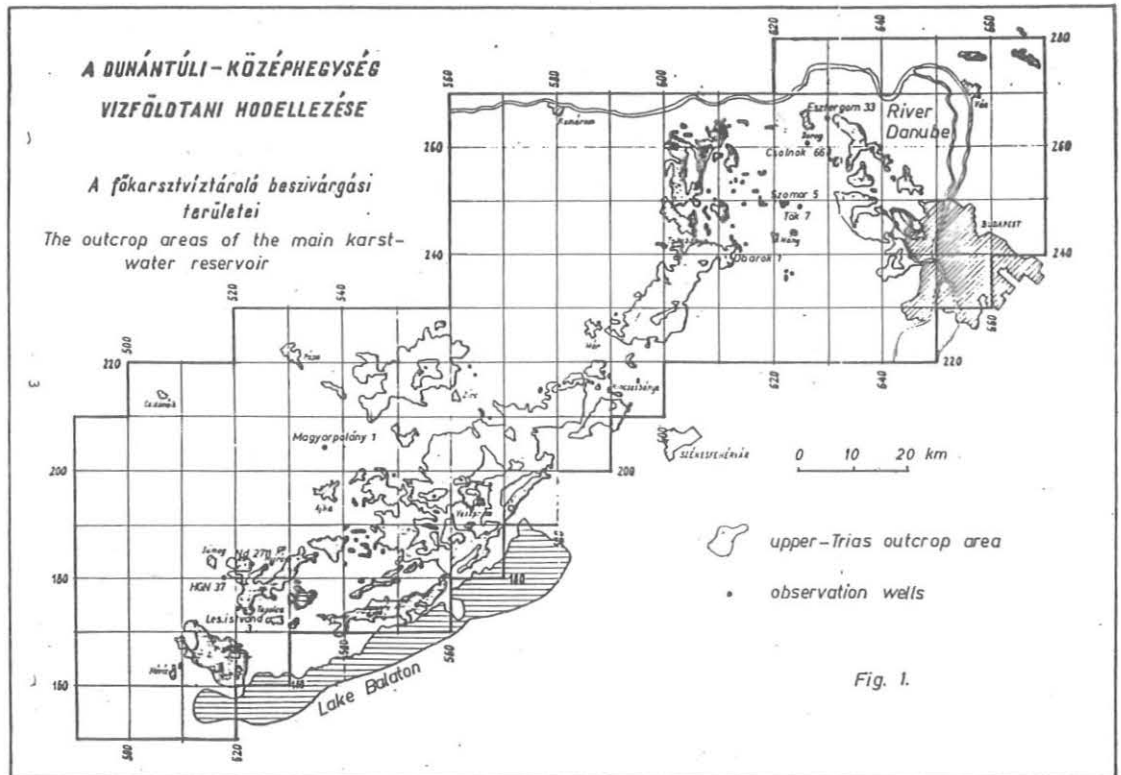
The computer program - written by FORTRAN 77 for IBM AT - calculates the piezometric water-level distributions for the end of each time increment starting from the situation measured at the beginning 1970 (Fig.2) and uses the mean output and infiltration data of the time intervals. The time increment can be varied between 1 and 12 months depending on the grid-dimension. Using, that the data series of the larger water-yield sites and springs are stored in packages of one month duration, the karstwater level changes within a year might be also simulated by the determination of monthly infiltration values.

All the necessary data are stored by a computer-data base which enables us to apply grid dimension of 10×10 , 5×5 , 2×2 , 1×1 km. By the more detailed division we are able not only to adapt to the geological and tectonic situation of the reservoir system, and to follow the inhomogeneity of the hydraulic parameters, but the model is also reflecting the point like character of the distribution of the concentrated water-yield sites, and thus the accuracy of the calculation could be further improved. On the other hand the few measured water level data - referring to the significant part of the area - limits the possibility of the further parameter optimization.

The input data are produced by "selecting-in" programmes in accordance with the grid-dimensions chosen. The selecting-in and thus the detailed hydraulic simulation can be made also for orthogonal sections of the main karstwater reservoir of the mountain ranges. In this case the limiting conditions could be taken into account from the results of previous simulation concerning the whole reservoir area.

For the computation of the infiltration-data series the data of 44 rain-gauge-, and 5 temperature-, heliograph- and air-moisture stations are used. From the meteorological data we are able to determine annual or monthly infiltration values in mm by four different methods. The infiltration yield is computed in area-proportional mode. By using the distribution of the rock-outcrops determined to an accuracy of a quarter of km^2 , the infiltration inputs are calculated for single grid-elements. The annual infiltration values concerning the period of 1970 to 1988 were plotted in Fig.3. The values were calculated applying the CRAE model (Morton, 1983) that provided suitable results for the areal evapotranspiration and so for the infiltration.

Besides water yields and spring-discharges the data base contains co-ordinates of drilled wells, water shafts, springs, thus the output yields-discharges can be summed-up also for grid-elements. The total discharges and yield of the mine-water, springs, wells used for local watersupply, thermal springs and wells is to be seen in Fig.4. In the 1980-es new coal-mines started to produce - within the frame so called "Eocenic Programme" - and thus the abstracted mine water reached the $630 m^3/min$, the total discharge exceeded steadily the value of $800 m^3/min$ (Lorberer, 1986).



Simultaneously the decrease of the karstwater-level, the leakage from the mainkarst toward the artesian reservoirs ceased, then the direction of communication became the opposite and by now the leakage from the covering formations is close to 90 m³/min.

MODEL RESULTS

The efficient parameter-optimization were promoted by using the water-level data series measured in the observation wells. By comparing the data measured and the values computed in the model for the site of the well by the surrounding grid-points, the simulation provided satisfying results in the overwhelming part of the area. The correlation coefficient between the measured and computed data exceeds 0.95 in the influenced area of the mines (Fig.5).

However is a significant deviation in some lifted-up open areas of the karstic rockmasses, where the thingly scattered measurement data indicate by 50 to 60 m higher karstwater-levels than in the

piezometric head in the surrounding confined reservoir parts. The relatively high karstwater-level indicates closed-, or transversely low permeability aquitard formations on the foot-areas of the mountains through which the lifted-up unconfined karstic reservoir part communicates very poorly with the reservoir parts in the surroundings.

Our model developed on the basis of the simulation results concerning the last two decades is able to forecast the expectable influence of the planned karstwater-abstraction. The Fig.6. shows the expectable water level changes in surrounding of bauxite mine in Nyírád, where the mine water removing terminates after 1993. We considered two possible version concerning the infiltration in the future: 1. version we calculated the mean infiltration of the last two decades, 2. we considered the mean one of the last four decades. At the latter case the infiltration exceeds the 1. one by 10 %. We examined in detail the expectable changes of karstwater table in Hévíz depending on the infiltration. The expected discharge of spring was take into account as the product of hydraulic head and so-called spring coefficient. The results are plotted in Fig.7 (Csepregi, 1988).

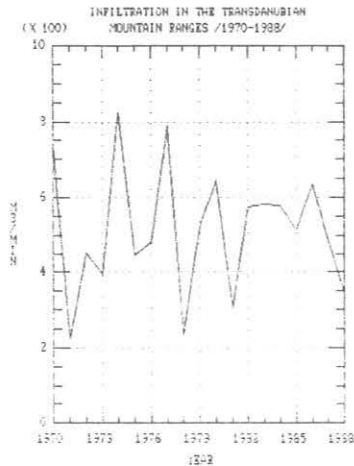


Fig.3. The annual average infiltration in the Transdanubian Mountain Ranges /1970-1988/

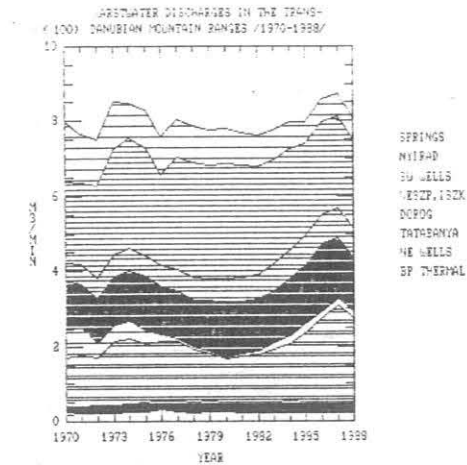


Fig. 4. The annual average discharges in the Transdanubian Mountain Ranges /1970-1988/

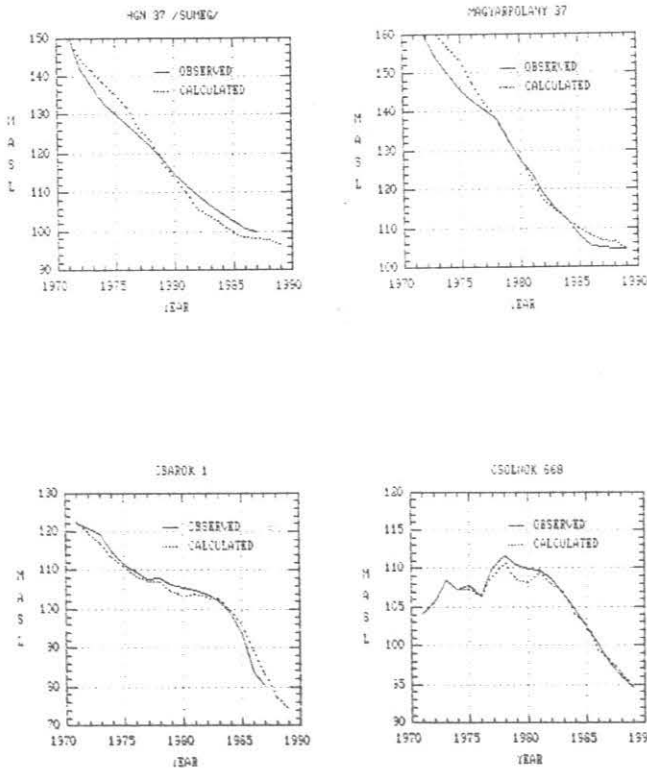


Fig.5. The observed and computed karstwater level change on the environ of the mines

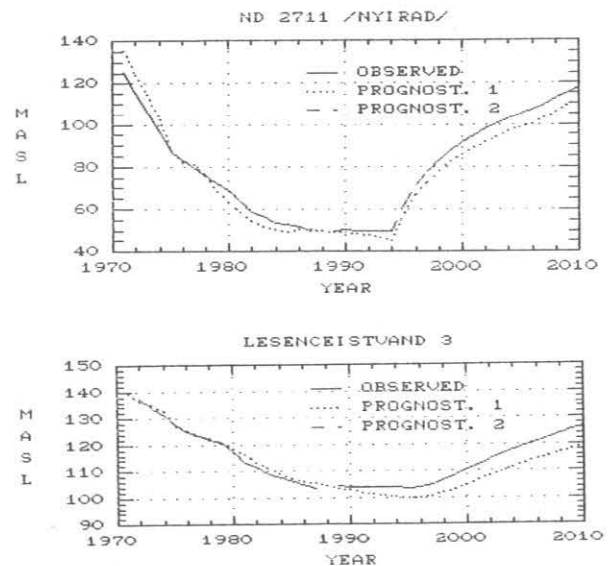


Fig. 6. The observed and expectable karstwater level changes on the environ of Nyírád bauxite mine

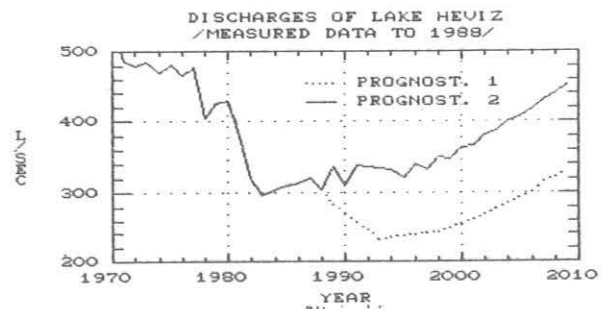


Fig. 7. The measured and expected discharges of Lake Hévíz

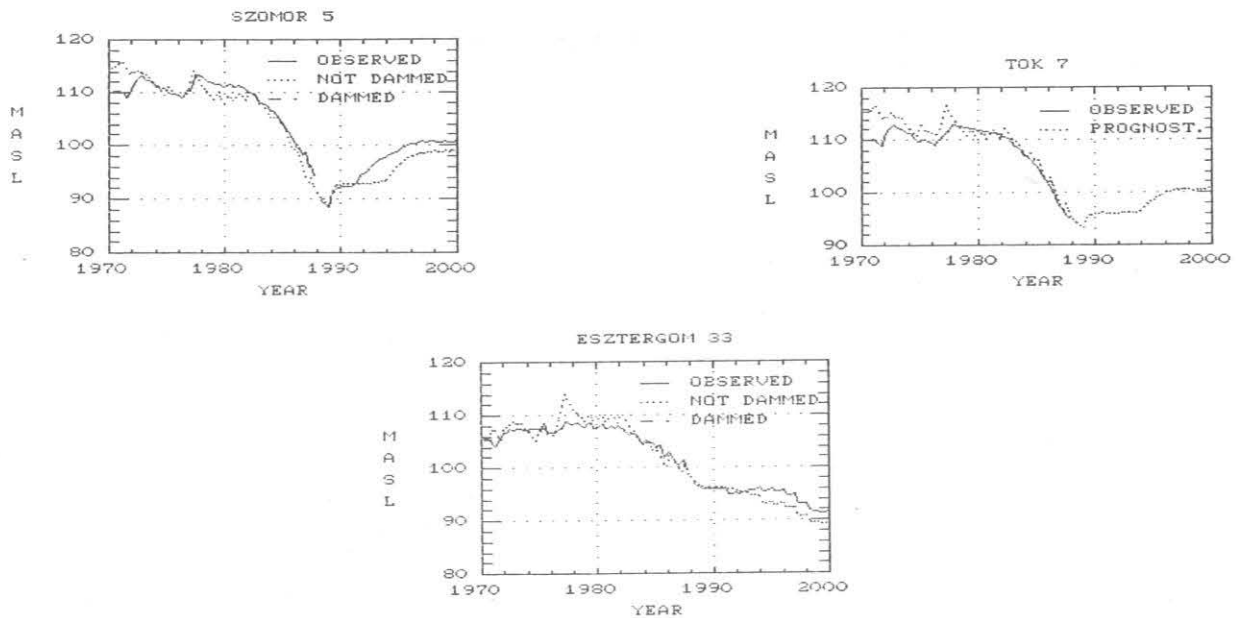


Fig. 8. Karstwater level changes at the NE-ern part of the Transdanubian Mountain Ranges /observed and computed/

The connection of the karst reservoir and the Danube River as base of erosive is characterized by the water level changes in Fig.8. The forecasted water level changes show the effect of dammed Danube after 1992 in Nagymaros. On the wide environment of this area, NE-ern part of the Transdanubian Mountain Ranges significant water pressure increase could be expected after closing of several coal mines. The considerable reducing of mine water abstracted divert the danger of the pressure decrease in thermal springs of Budapest.

The continuous improvement of the model on the basis of comparing the observed changes with calculated values in very important task. Obviously effective decisions can only made in the knowledge of the forecasted exact water level changes, in terms of the further exploitation of mines, or the protection of thermal water-resources.

REFERENCES

- /1/ Csepregi, A.: Results of model development of the Transdanubian Mountain Ranges (in Hungarian). Manuscript, VITUKI Budapest, 1988.
- /2/ Lorberer, Á.: The situation in regards of karstwater-hydrogeology and water-resources development - a survey and decision-making evaluation of the situation (in Hungarian). Manuscript, VITUKI Budapest, 1986.
- /3/ Morton, F.L.: Operational estimates of areal evapotranspiration and their significance to the science and practice of hydrology. Journal of Hydrology, Vol. 66, 1983, pp.1-76.

Csepregi András
 Lorberer Árpád
 VITUKI
 Budapest
 Kvassay J.út 1.
 1095 Hungary

CALCULATIONS ON THE FORMATION OF WHOLES BY CORROSION

CSER, Ferenc

The role of corrosion in the formation of cavities is always a matter of discussion. Equilibrium calculations have been carried out by different authors using different constants and calculation methods. The theoretical calculations were compared with the measured values and saturation indices have been obtained in such a way many times.

Many contradictions have been found in the course of the calculations of corrosive power by mixing corrosion and comparing the calculated results with measured data. In this paper we compare the equilibrium constants of some authors and analyse the results with respects to the mixing corrosion.

The equilibrium constants from different authors have been compared with each other using the compositions of waters collected from different places stored for longer time and measured from time to time. None of them describes the behavior of the waters with suitable precision.

As a result of the calculations we conclude, that different constants should be applied for the solution of the real rock and for the precipitation of the concretions in the cave. Waters saturated with respect to the pure Calcite can very corrosive with respect to a rock forming the walls of cavities. The rate of corrosion as well as the rate of the formation of cavities may be greater than those approach previously.

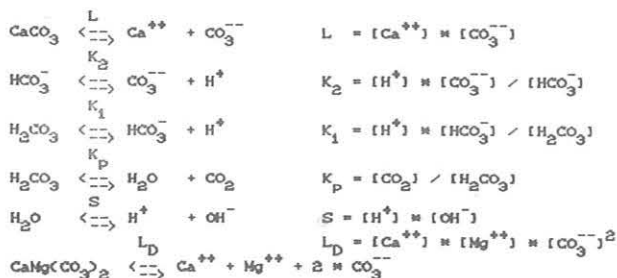
1. Introduction.

Bögli proposed [1] a mechanism for the formation of karstic caverns by mixing corrosion. Some papers discussed the chemism of this process [2-8]. In our previous paper [8] we have presented the results obtained by computer calculations using chemical equilibrium constants of Fagunda and Valdes [7]. According this calculations we stated, that each differences in the physical and chemical characteristics of mixing waters causes new corrosion power. The magnitude of this corrosion power depends on the difference of as well as on the nature of the properties. In this paper we applied a computer program using concentrations instead of activities where the initial water should be saturated.

In an other [8] paper we presented results on calculations of mixing corrosion using activities as well as nonsaturated waters as initial components. We also compared our results with those obtained by the equilibrium constants used by the computer program SOLEQUIL and SI of Palmer [9,10].

2. Theoretical bases.

The saturation of karstic waters is determined by the chemical equilibria each characterized by a constant as follows:



where [x] means the molar activity of component x, i.e.
 $[x] = \alpha^x \cdot c^x$.

where α^x is the activity coefficient of component x with its molar concentration of c^x . Activity coefficients have been calculated using Krauskopf's approximation:

$$-\log(\alpha^i) = A \cdot z_i^2 \cdot [\text{SR}(\mu) / (1 + \text{sq}(\mu)) - 0,2\mu]$$

where A is a constants depending on the temperature, z_i is the charge of ion i and $\mu = \sum(z_i^2 \cdot c^i) / 2$.

The following ionic balance can be applied in the calculations:



Kalkulationen über das Formen der Hölen durch Korrosion

Zusammenfassung

Die Rolle der Korrosion in der Verformung der Kavitten ist immer eine Frage der Diskussionen. Rechnungen über den Gleichgewichtskonstanten wurden durch mehreren Autoren mit verschiedenen Rechenmethoden und Konstanten durchgeführt. Die Ergebnisse der theoretischen Rechnungen sind mit den gemessenen Daten zusammengegleichen und die Sättigungsindizes kalkuliert worden.

Viele Gegensätze sind im Gang der Zusammengleichung der berechneten Korrosionskraft der Mischungskorrosion und der gemessenen Daten gefunden worden. Im Vortrag wurden die Gleichgewichtskonstante verschiedenen Autoren zusammengegleichen und die Ergebnisse vom Sehepunkt des Mischungskorrosion gewerten.

Die Gleichgewichtskonstante verschiedenen Autoren wurden miteinander durch das Gebrauch der Zusammensetzung von verschiedenen Tropf- und Lagewässern die für längeren Zeitdauer gelagert waren zusammengegleichen und Zeit-zu-Zeit analysiert worden. Kein von der Gleichgewichtskonstanten verschreibt die gemessenen Ergebnisse mit genügenden Genauigkeit.

Als ein Ergebnis der Rechnungen wir konkludierten, dass verschiedene Gleichgewichtskonstante soll man für die Lösung der realen Rock und für die Ausschaltung der verschiedenen Formationen in der Höhle brauchen. Das Wasser, das für die idealen Calcit gesättigt ist kann für ein reales Rock, das für die idealen Calcit korrosive sein. Die Geschwindigkeit der Korrosion als wie die Geschwindigkeit der Formung der Kavitäten können grösser sein als die früher geschätzt geworden sind.

where c^A means the concentration of non carbonatous anions forming the permanent hardness of the water. All the other ions are not taken into account, since they have only a very small additional effect, mainly in the calculation of the activity coefficients, therefore, practically they do not effect the calculation of mixing corrosional power.

Palmer [9,10] and Picknett [11] apply an other formula for calculating activity coefficients. They use also an equilibrium for the hydrocarbonates, too. As the difference in the activity coefficients of different ions with the same charge does not effect the mixing corrosional power, we use the more simple form given above. Palmer also applies the equilibriums for the bi and trivalent anions (sulfate, phosphate) and does not care to the single valent anions in explicit form. We use an equivalent of these anions as their amount is very small with respect to their saturation values at this range of Calcium-concentration, but they are necessary to calculate an ion ballance.

The saturated waters can be characterised by giving the concentration of Ca^{++} as well as one of the followings: pH, HCO_3^- or A^- besides the temperature using the following equation:

$$c^{\text{H}} \cdot (c^{\text{Ca}} - LK) + c^{\text{H}} \cdot (2m\text{Ca}^{++} - 2m\text{LA} - c^{\text{A}} \cdot c^{\text{Ca}}) - c^{\text{A}} \cdot c^{\text{Ca}} = 0$$

$$\text{where: } LK = L/K_1 \cdot (c^{\text{Ca}} \cdot \text{HCO}_3^- / c^{\text{H}}) \text{ and } LA = L / (c^{\text{Ca}} \cdot \text{CO}_3^{--})$$

If two of the concentration mentioned above are given, nonsaturated behavior can be calculated where the saturation index is obtained:

$$SI = (c^{\text{Ca}} \cdot c^{\text{HCO}_3^-} / c^{\text{H}}) \cdot (K_1 / L) \cdot (c^{\text{Ca}} \cdot c^{\text{HCO}_3^-} / \alpha^{\text{H}})$$

An iteration process calculates the composition of the water after getting its saturation state either by solving CaCO_3 or by precipitating it. The same iteration process is applied for calculating the CaCO_3 amount for reaching the saturation of the individual nonsaturated waters as well as the mixed ones. The algorithm is the following:

- Ionic concentration of one or two waters inputted.
- If the saturation of mixed waters are calculated, starting composition of both waters is computed and as the starting component of mixed water simply additivity role is applied ($c^m = m_1 \cdot c_1^i + m_2 \cdot c_2^i$).
- Starting from the concentration of H_2CO_3 new concentration of Ca and the difference ($D_{\text{Ca}} = c_{\text{Ca}} - c_{\text{Ca}}^m$) are computed.
- Using the Ca value new concentrations of carbonates, their summa ($\Sigma(\text{Carbo})$) as well as their differences are computed.
- New D_{Ca} is calculated by the equation of $D_{\text{Ca}}^n = D_{\text{Ca}}^{n-1} - \beta \cdot \Sigma(\text{Carbo}) - D_{\text{Ca}}^{n-1}$ ($\beta \approx 0,2$ was used).

Process d) and e) are repeated until $D_{\text{Ca}} - \Sigma(\text{Carbo})$ less then 10^{-6} . Iterations normally converged within 40 - 80 cycles.

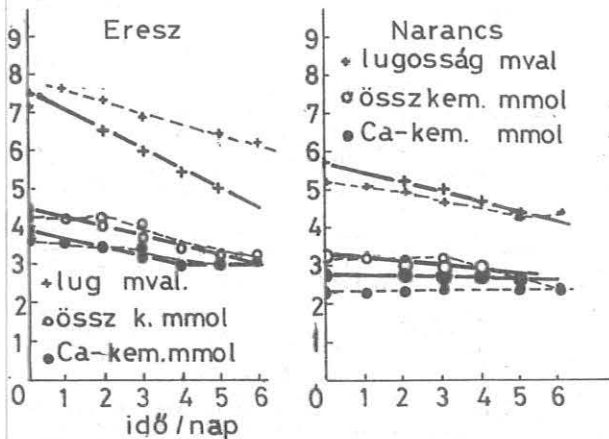


Figure 2. The change of the composition of dripping water Eresz position of dripping water Narancs

+HCO₃, *Ca+Mg, ●Ca, : summer, -----: winter, units: mmol, days

The dissolution of the limestone just below the soil is very rapid as measured by Balázs [13] and estimated by White [14]. This means, that the corrosion power vanishes in a short time and in a short distance below the surface. The mixing corrosion makes unable to get the corrosion power into the karst. Its magnitude is sufficient to solve great caverns below the piezometric level since there is great differences in the chemical composition of waters sinking down as pointed out e.g. Czajlik [15]. The great differences found in solubility of the real rock and grownup crystals of Calcite are diminished in this calculations, so the magnitude of corrosion power by mixing corrosion does not depend on it. The maximum found in the equilibrium constants of K_{sp} and of K_{ip} at greater temperatures made these constants unusable in calculations of mixing corrosion when there are great differences in the temperatures of mixed waters. This is the case of formation of cavities at Budapest region with thermal origine.

One additional remark to the literal theoretical calculations. The parameters of the constants are usually given with a very great precision (5-7 digits, etc). At the same time other constants, what have great weight in the calculation are given for only a single digit. The precisity of the calculation is determined by the precisity of the latter one. Therefore no sense to apply 5-7 digits for the other constants.

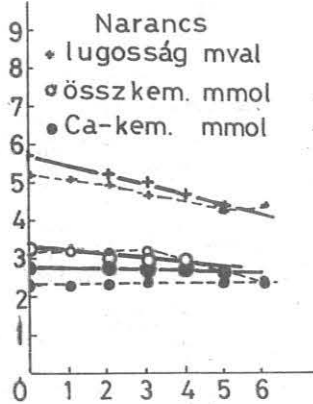


Figure 3. The change of the composition of dripping water Narancs

References.

[1] A. Bögli: Mischungskorrosion. Ein Beitrag zum Verkars-
tungsproblem. Erdkunde 18, p. 83-92, (1964)
[2] L. Ernst: Zur Frage der Mischungskorrosion (Hung). Karszt és
Barlang, p. 61-63, (1965)
[3] L. Markó: Luftströmung und Höhlenbildung (Hung). Karszt és
Barlang, p. 11-14, (1962)
[4] A. N. Palmer: Objectives and current status of alpine and
arctic karst research. in Nors Geografisk Tidsskrift 38 p.
145-150, (1984)
[5] M. Amelio, M. Carosi: A simplified approach to the evalua-
tion of the natural CaCO₃-H₂O-air system by suitable methods
of numerical calculus. 9th. International Congres of Speleol-
ogy, Barcelona, Communication, Vol.1. p.69-73 (1986)
[6] F. Cser and I. Szenthe: The way of cave formation by mixing
corrosion. 9th. International Congres of Speleology, Barce-
lona, Communications, Vol.1. p.277-280, (1986)
[7] R.J. Fagunda and J.J. Valdes: estudio Químico físico del
Comportamiento de las agua kársticas de la región de San
Antonio de la Baños (La Habana, Cuba). Mediante el uso de
modelos matemáticos. Ann. Speleol. 30 p. 643-663, (1975)
[8] F. Cser: Role and morphological traces of mixing corrosion in
caves. Paper presented at International Symposium on Physi-
cal, Chemical and Hydrological Research of Karst. Kosice,
May 10-15, 1988
[9] A. N. Palmer (USA): SOLEQUIL, a computer program for cal-
culating the chemical composition of waters using chemical
equilibriums. 1984
[10] A. N. Palmer: SI -- DETERMINES SATURATION INDICES FOR DIS-
SOLVED CARBONATES Computer program, 1987.
[11] R. G. Pickett: Saturated Calcite Solutions from 10 to 40
°C: Theoretical Study Evaluating the Solubility Product and
Other Constants. ?? pp.67-79 (1974)
[12] C.P. Hodgeman: Handbook of Chemistry and Physics. 42nd ed.
Chen.Rubb..Publ.Co. Cleveland, Oh. (1960-61)
[13] D. Balázs: A vegetáció és a karsztkorrózió kapcsolata (Über
die Beziehungen zwischen der Vegetation und der Karstkorro-
sion) (Hung) Karszt és Barlang p.13-16. (1964)
[14] W.B. White: Role of solution kinetics in the development of
karst aquifers. Intern.Assoc. of Hydrogeol. Karst Hydrogeol-
ogy, ed. J.S. Tolson and F.L. Doyle p. 803-817, (1977)
[15] I. Czajlik: New results of the detailed hydrological study
of the Vass Imre cave. (Hung). Karszt és Barlangkutatás, 3
p. 3-17, (1961)

Dr. Cser, Ferenc
Budapest, Murányi u. 16, H-1078

INTERNATIONAL MEASUREMENTS OF SOLUTION BY MEANS OF LIMESTONE TABLETS

GAMS, Ivan

The paper is a report on the 1-4 year period of measurements of loss of weight by tablets exposed at about 80 stations in different environments in the world, organized by the Commission on Karst Denudation of the International Speleological Union based on its decision taken at the 7th International Speleological Congress in Sheffield 1977. Loss of weight of tablets hung horizontally in the air or placed on the ground was much smaller than of the tablets exposed in soil. The correlation coefficient between precipitation and loss of weight in humid climates

The karst literature on solution measurements comprises mostly the results of laboratorial analyses and of the measurements in the field. To both of them the Commission on Karst Denudation of the ISU has contributed a valuable amount of knowledge with its sessions and proceedings (between them also Karst Processes and Relevant Landforms, 1976, and Proceedings of the International Symposium on Karstic Erosion, 1979). An abundant literature exists on the problems of karst erosion. In this paper we omit its survey. In spite of it many problems are still open, specially in relation to the role of lithology and of solutions rates occurred on the stony surface exposed to precipitation water, in the soil or in the karst underground.

So as to contribute to these problems and to eliminate one variable - lithological composition - the meeting of the Commission on Karst Denudation during the Scheffield Int. speleological congress in September 1978 decided to carry out joint research of the rate of solution in different environments of the world by means of standard limestone tablets.

The tablets were made of Senonian (upper Cretaceous) limestone from a quarry near the village Lipica in the classical (Trieste) Karst (Slovenia, NW Yugoslavia) where the name karst comes from. The grey limestone contains 97,7-98,7 % of CaCO₃, 0,21 MgO, less than 0,1 % SiO₂, 0,007 % FeO₃, less than 0,005 % S. It is micritic to biopelmicritic rock with shells of molluscs and plates of echinoderms. 10-40 % of them is comprised by slightly recrystallized micrite. Its specific weight is 2710 kg/m³, with a density of 0,981, a permeability of 0,62 %, while stability under pressure averages 2253 Kp/cm². The surface of tablets was treated with acid to diminish the unnatural smoothness.

The standard tablets were 41 mm in diameter, 2-3 mm in thickness and weighed usually 9-12 g. The complete station had the tablets exposed in three positions: hung horizontally nearly 150 cm above the surface (+150 in tables), placed on a rocky surface or grass (0 cm) and in the soil (in the table -15 cm, -30 cm etc). Tablets were weighed, placed at the station and then reweighed after 1 - 3 years. Each tablet's loss of weight was calculated in mg./1000/cm² of the tablet's surface/days of exposure. The author of this paper, as the coordinator of the research, distributed more than 1500 tablets to volunteers. The following collaborators sent their reports of measurements. In Australia, the initial promotor was late prof. Joe Jennings, who arranged two stations with A.P. Spate. The latter coordinator of the Australian stations was K.G. Grimes in collaboration with D. Otto, T. Robinson and G.J. Toop. The Soviet coordinator was V.N. Ivanov together with J.I. Sutov, E.M. Sevastjanov, M.M. Mamatkilov, I.I. Atadžanov and R.A. Ciklin. Other collaborators were: in France J. Delannoy and T. Muxart; in England, M.M. Sweeting and A. Paterson; in the U.S.A. M. Day and W.C. Sinclair (Florida); in Puerto Rico, A.T. Gonzales; in Italy, U. Sauro; in China, Yuan Daoxian and Son Limin; in Czechoslovakia, A. Droppa; in Yugoslavia, D. Gavrilović (Serbia), J. Kunaver (Mt. Kanin) and I. Gams.

To all the collaborators I extend my deep thanks.

Altogether there were about 60 stations. Their distribution in the world is shown on the sketch World distribution of stations. Here is a short report of their 1 - 3 years long measures of solution. After two preliminar reports (Gams, 1979, 1981) the more documented report was published in 1985 in Slovene language mostly (Gams, 1985), together with detailed data for

tes at different soil depths varied from 0,32 to 0,72. Solution was reduced in arid climates, in soil with accumulation horizon of CaCO₃, in higher mountains subject with long period of frozen ground, and in antropogenically altered soil. The highest solution rates were found in acid permanently moist soils. The geomorphological consequences of the results and the value of the method using tablets for study of karst denudation are also described.

each station. There and here the climate and vegetation are classified according to Schmithuesen's Atlas zu Biogeographie (1976). Soil terms are taken from the reports of the collaborators. The total loss of weight expressed in mg./1000/cm²/day has been recalculated from the reports. Some nearer stations in a similar environment were shown jointly as one station.

Results in relation to climate.

The results are in the table 2. In parenthesis are written data with reduced number of station or tablets.

Table 2-Loss of weight in mg./1000/cm²/day acc. to climatic belts

Climate	P r e c i p i t a t i o n m m / d a y			
	in air	on surface	in soil	
Tropical humid	(3,61)	(3,14)	(1,79)	(5,77)
Subtropical humid to semihumid	3,33	3,33	3,48	10,38
Subtropical arid to semiarid	(1,49)	(1,33)	(1,69)	(6,45)
Temperate humid	4,15	10,33	2,18	8,19
Temperate mountainous	3,82	3,24	2,9	10,86
Temperate semiarid to semihumid	1,59	2,01	1,77	1,85
Submediterranean	3,06	5,66	1,43	2,17

The table shows the highest rates of solution to be by the tablets hung in the air and laid on the surface or in soil in tropical and subtropical humid and in humid mountainous temperate climates. In the latter case, the rate of solution was higher in the mountains up to tree line (1700 m in Slovenia, Vercors in France); at higher elevations the loss in weight by tablets in the soil is reduced presumably by the long period when the ground is frozen (Mt. Kanin, 2050 m, Kredarica-Julian Alps, 2514 m).

High solution in mountains with high precipitation is not astonishing. Already Kosak (1952) has found there the most expressed karst forms. The high correlation between precipitation and solution is shown also in the table 2

Table 2-Correlation coefficients between precipitation in mm/day and loss in weight in mg./1000/cm²/day

Climate	P o s i t i o n o f t a b l e t s , i n c m				
	+150	0	-1 to -5	-6 to -14	-15 to -30
Arid to semiarid	0,83	0,61	0,0	-0,62	0,4
Humid	0,0	0,20	0,59	0,72	0,32
All stations	0,41	0,54	0,72	0,35	0,15

The highest correlation between loss in weight and precipitation is in soil in humid climate, specially in the depth of 6 to 14 cm below the soil surface. In arid and semiarid climate the positive correlation exists at the tablets hung in the air or laid on the surface, but not for shallow soil. There, near Bei-

jing (China) an increase of weight was stated as well as in Ajan-Catirdagski rayon in Crimea /S.U.).

Also K.G.Grimes(1982) found, for the Australian stations, positive correlations in more humid climates and the predominant role of the soil character in arid climate. Ivanov et al.(1983) found the following correlation coefficient: solution in mg./1000/cm²/day = a.precipitation mm/day + b. The value for a changes for different position of tablets from 0,008 to 0,1, and value for b from 1,89 to 2,43. For the position +150 cm it is a=0,35 and for b = 1,61. More precipitation in Crimea means a higher correlation.

In short, the arid climate is more in foreground at the loss of weight of tablets hung in air or laid on surface, and the humid climate is more in foreground for the solution in soil.

The role of precipitation for the solution of tablets in all positions is shown in the diagram. Indicated are stations with more tablets and longer measurements. Clusters are shown in the case when more stations of the same climate are close situated. Specially in subtropical semiarid climate different solution rates were measured at the same amount of precipitation.

Results in relation to soil water

According to our evidence the mentioned differences are caused by different duration of wet condition in the soil with tablet exposed horizontally or (and) in the air. In Florida, in the same climate, the highest solution was registered in a swamp area on the basis of organic pan (31,44 mg./1000/cm²/day) which was below quartz sand soil. Outside of this steady wet basis the registered loss in quartz sand soil was 4,98 mg. High values have been found in an aluvial moist soil in the bottom of a doline in the Crimea Mts (Ivanov et al.,1983).

Very high values have been registered by the tablets hung in the air in the intramountainous basins and in a polje (Postojna) in the Slovenian Alpine region and in Dinaric Karst (NW Yugoslavia). This is attributed to temperature inversion, with a high frequency of fog in the night and early morning (at Ljubljana, 150 days per year), great daily temperature oscillation and polluted air, specially in towns. Tablets exposed in soil in nonkarstic ground have shown greater solution if the soil basis is impermeable and more humid than in karst areas. In Ralja in Serbia, the loss of tablets in soil in Neogene sediments is 4,4 to 7 times greater than at the other places in karst in Serbia (Gavrilovc,1984). Under moss in gley at a nonkarstic station near the town Slovenj Gradec the registered loss of weight is exceptionally high-31,35 mg/1000/cm²/day.

Some tablets in the soil in Slovenia have shown an exceptionally low loss of weight. In all these cases the analysed soil shows signs of alterations by previous agricultural activity (abandoned meadows or cultivated fields, now pastures or bush).

Contrary to the mentioned importance of wet stage is the experiment on Mt.Kanin (Julian Alps, collaborator J.Kunaver). It failed to measure different solution rates in the depressions, and on crests along the Schichtreppenkarst with very different snow cover in winter, deep to 6 m.

Main results

This method of using tablets, applied here systematically in the world for the first time, developed earlier (Gams,1959, Rebek,1964, in foreign countries later by many authors, also Trudgill,1975, Jennings,1977, et al.), can now be recognized as an auxiliary method in combination with the other established methods for studying karst denudation.

In regard to other methods it has advantages and disadvantages in dependence from the selected aims. It is cheap and so makes possible the use of many tablets exposed for long periods of time in different environments. After our experiment we suggest the exposition of at least 3 tablets or more in each position of the station.

The rate of solution established on the surface of the tablets hung in air can be directly applied to the solution of artificial and semi-natural stone and rocks in buildings exposed to the air. Loss of weight can be converted in the lowering of the rocky surface expressed in mm/1000/annual and in total karst denudation in m³/km²/annually by form:

$$X = \frac{\text{mg}/1000/\text{cm}^2/\text{day} \times 365}{2,71 \times 100}$$

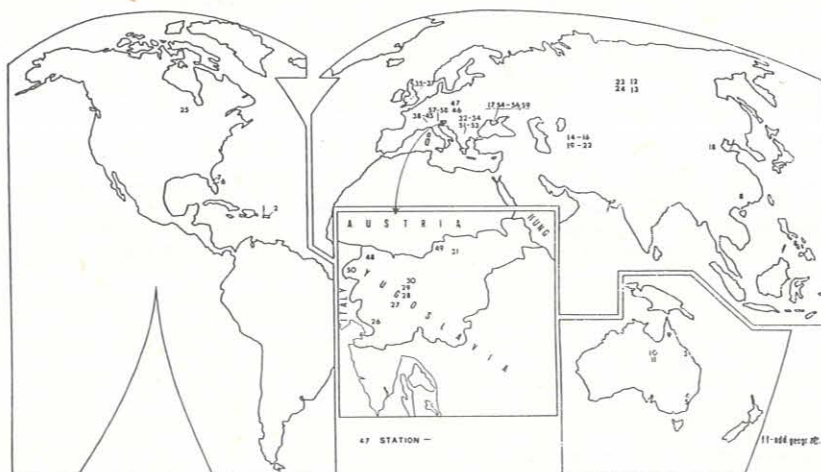
As the lower side of the tablets placed on the rocky surface is nearly protected against the solution of precipitation, the solution of rocky surface has to be greater than measured by our method. This rises the question of the form of our "tablet" and its vertical or horizontal position when exposed in air or laid on the surface.

Confirmed is the accelerated solution due to polluted air specially if the rock is not amorphous (sandy etc).

Confirmed is the role of the amount of precipitation water (more exactly:run-off) for solution in soil and subsoil as stated already by many researchers (f.ex.Priesnitz,1974,Pulina,1974,Gams,1966,1967).

Our measurements show the great geomorphological significance of the duration of full soil moisture for karst denudation. Confirmed is the idea on local accelerated solution (corrosion in sense of Gams,1965) as a basis for forms of the contact karst. Our collaborator A.Droppa has in this sense contributed a valuable knowledge by measurements of solution in the river with aggressive water in cold and warm half of the year. In the river Demaenovka he stated the following loss of weight in mg/1000/cm²/day in the cold and warm season of the year:

WORLD DISTRIBUTION OF STATIONS



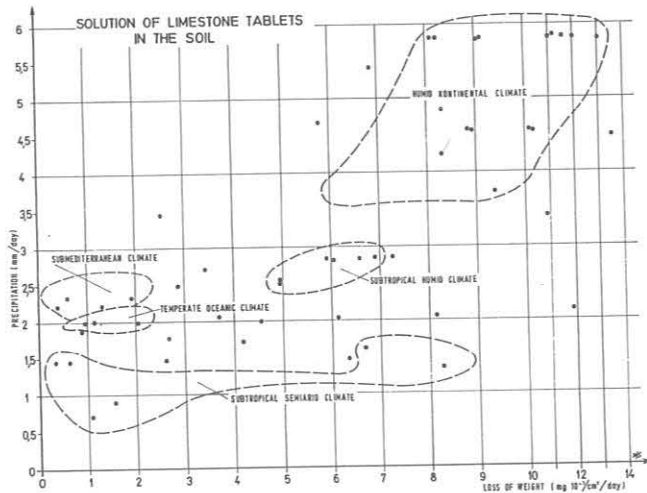
half of the year

	cold:	warm:
River when reaching the karst area	186,6	344,4
River in the middle of karst area	24,2	49,5
River when leaving karst area	27,7	33,2
Tablets at the station +100 cm	1,08	5,94
	2,39	4,98
0 cm	3,28	5,80
	3,23	5,80
-20 cm	4,15	4,48
	4,26	4,49

But our collaborator J.Dellanoy found by means of tablets exposed in the air on the mountain Sornin (France), on the soil surface, under moss and in the Grotte du Cirques de Choranche (1500 m) in winter and spring higher values than in the warm period of the year.

Our measurements by means of tablets exposed in soil rise the question on the role of human impact on soil in hystory and at present for solution rate.

To the old equation :more run-off means more solution,our measurements added a new one:longer wett stage of soil and higher air humidity means more surface solution.



Confirmed are the thesis on low solution rates on the surface in temperate and cold climate where a greater rate of solution occurs in the karst underground. Solution of tablets placed on the rock of the Mt.Kanin (2050 m) amounts 15 % of the total denudation calculated on the bases of total hardness and flow (94 m3/km2/annually, acc.to J. Kunaver (Kunaver,1978,1979), that placed in the soil of lower Slovenian karst about 22-26 % (Gams,1966).J.Dellanoy (1982) found in

the humid northern Vercors the following rates of solution (in parenthesis is percentage of the total karst denudation): tablets in air 4,7/1000/cm2/day (2,7-3,9%), tablets placed on surface 3,2 (1,9-2,7%), tablets on rock under moss 11,2 (6,5-9,2%), that in forest soil 30,8 (18,1-25,6% ;total karst denudation 120-170 m3/km2/annually).

Our measurements prove the use of tablets as a suitable method for study the local differences in relief.For this aim is suitable the use of tablets built of local rocks.

Some of our collaborators continue the measurements by means of standard stables and that one built of local rock.So the mentioned results will be completed and fulfilled.

Reference

- Delannoy J.,1982,Vercors septentrional.Doctoral dissertation. Typescript.Institute de Geographie Alpine.Grenoble
- Gams,I.,1959,Poskus s ploščicami v Podpeški jami.Naše jame,12, Ljubljana
- 1965,Types of Accelerated Corrosion.Problems of the Speleological Research,1,Prague
 - 1966,Faktorji in dinamika korozije na karbonatnih kamninah slovenskega dinarskega in alpskega krasa. Geografski vestnik 38,Ljubljana (1967)
 - 1967,Intensité de la corrosion des roches carbonatées dans les Karst Dinarique et alpine slovène (Yougoslavie). Spelaion Carso (Arqueil),6
 - 1979,International comparative study of limestone solution by means of standard tablets.Actes du Symposium international sur l' erosion karstique.Nimes
 - 1981,Comparative Research of Limestone Solution by Means of Standard Tablets.Proc. of 8th Int.Congress of Speleology,t.1,Bowling Green
 - 1985,Mednarodne primerjalne meritve površinske korozije s pomočjo standardnih apneniških tablet.Razprave IV. razreda SAZU,XXVI,Ljubljana
- Gavrilović,D.,1984,Merenja intenziteta površinske korozije na krasu Srbije.Zbornik radova instituta za geografiju 31,Beograd
- Grimes,K.G,1982, Karst denudation experiment.Report for the first three years 1979-1982 (Typescript).
- Ivanov,V.N.,Sevastjanov,E.M.,Sutov,J.I.,Mamatkilov,M.M. Cikin,R.A,1983,Pervie rezultati eksperimentalnogo isledovanja karstovoi denudacii v SSSR.Geologičeskij žurnal,3,t.43
- Jennings,J,1977,Limestone Tablets Experiments at Coleman Plain.New South Wales,Australia, and their implications. Abh.zu Karst and Hoehlenkunde,A,15,Muenchen
- Karst Processes and Relevant Landforms (ed.I.Gams),1976.Symposium on standardization of field research methods of kaarst denudation(corrosion).Ljubljana
- Kosack,H.,1952,Die Verbreitung der Karst-und Pseudokarsterscheinigungen ueber die Erde.Pett.Geogr.Mitt.96,Gotha
- Priesnitz,K.,1974,Loesungsraten und ihre geomorphologische Relevanz.Abh.Akad.Wiss. in Goettingen,PH,K1,III,F.N.R
- Proceedings of the International symposium on karstic erosion. Nimes(UIS and Ass.Fr.de Karstologie)
- Pulina,M,1974,Denudacija chemiczna na obszarach krasu weglanoga. Prace geograficzne,105,PAN-Institut geografii,Wroclaw
- Rebek,R,1964,Poizkus merjenja korozije.Naše jame,6,Ljubljana
- Trudgill,S.,1975,Measurements of erosional weight-loss of rock tablets.British Geomorphological Research Group. Tchn.Bull.,17, Norwich

THE ITACOLOMI QUARTZITE KARST, MINAS GERAIS, BRAZIL: APPLICATION OF THE UNDERGROUND DRAINAGE DIRECTION PREDICTION METHOD

ERASO ROMERO, Adolfo - de LIMA, Marcelo Taylor

ABSTRACT

The investigation of quartzite karst developed in the Group Itacolomi rocks, carried out in 1988, identified several exokarstic and endokarstic features such as sinkholes, swallowholes, springs, karrens, caves, speleothems and underground streams. Opal-A, allophane and an iron-rich mineral or mineraloid speleothems were found in the caves.

The application of the Prediction Method to Itacolomi Quartzite Karst gave a high degree of accuracy (95.2%), similar to that found in other soluble rocks such as limestones, dolomites, gypsum and glacier ice. It enhances the idea of karstification processes in quartzites.

The contrast of the drainage prediction and conduit directions polymodal for two blocks of a thrust fault shows that although there are some differences probably caused by this structural discontinuity, the main mode keeps unchanged.

1. INTRODUCTION

This paper presents the results of a research done in Itacolomi Group rocks, near the town of Ouro Preto, Minas Gerais, Brazil, in July and August, 1988.

In these quartzites, many exokarstic and endokarstic features were identified, such as groups of sinkholes, some of them connected by caves, karrens, sinks, springs, underground streams and speleothems. These features evidence the development of an active rainwater karst caused by silica dissolution.

Since the rarity of quartzite karst occurrences in the world, Itacolomi represents an excellent example for studying similarities to classic limestone karst. Then, the application of the "Underground Drainage Directions Prediction Method in this unusual type of karst has been for us a great opportunity.

2. GENERAL GEOLOGY

The Itacolomi Group is a coarse epiclastic sequence composed by quartzites and polymitic conglomeratic quartzites. It is placed in a region known as "Quadrilátero Ferrífero" (Iron Quadrangle). Its classical stratigraphic column was done by Dorr (1969). This author defined a sequence of three great units: Minas Gerais migmatitic-granulitic Complex in the base, the greenstone-belt Rio das Velhas Supergroup, and the clastic-chemical Minas Supergroup.

The Minas Supergroup was divided in four Groups, i.e., from base to top, Caraca, Itabira, Cercadinho and Itacolomi. The Itabira Group have a chemical origin, while the others are clastic. The age of Minas Supergroup ranges from Lower to Middle Proterozoic. So, the age of Itacolomi Group is probably Middle Proterozoic, about 1.7-1.8 Gy.

The studied zone is the type-area for Itacolomi Group. It is an old fan-delta where at least three deformational phases have acted in it.

Decimetrical cross-bedding and ripple marks features are very well exposed and preserved in the walls of the caves, since there is little biological activity. The pebbles of the conglomerate levels are composed by quartzite, quartz, hematite and itabirites.

The rocks are fractured and have a conspicuous foliation (S_1) parallel or subparallel to the bedding surface. Recent works showed that it is an alloctonous block, displaced by an overthrust. In the studied area, there is a large thrust fault that pushed part of the quartzite block directly over the Rio das Velhas Supergroup, enhancing the idea of an alloctonous origin.

3. ITACOLOMI QUARTZITE KARST

The Itacolomi Quartzite Karst is an interesting case of karst in quartzites, with 12 known caves and with possibility to one hundred more. These caves are being systematically explored, surveyed and studied by the Sociedade Excursionista e Espeleológica da Escola de Minas de Ouro Preto.

3.1 General Characteristics

The Itacolomi Group rocks with sites near Ouro Preto can be roughly divided in three levels corresponding to the geomorphological surfaces that acted in the region. So, the lower surface will be considered as the areas near the São River Valley, where karstification is evident by the occurrence of many sinkholes and a completely underground drainage which flows concordantly to the valley. The studied caves Itacolomi I and II are located at this area. The altitudes of the region are approximately the 1300 to 1350 meters.

RESUMEN

La investigación del karst en cuarcitas desarrollado en las rocas del Grupo Itacolomi, llevada a cabo en 1988, identificó diversos rasgos endokarsticos y exokarsticos, tales como dolinas, ponores, surgencias, lapiaças, cuevas, espeleotemas y flujos subterráneos. Se han estudiado espeleotemas de ópalo-A, alofana y un mineral rico en hierro en las cuevas exploradas.

La aplicación del Método de Predicción en el karst en cuarcitas de Itacolomi ha dado un grado de precisión del 95.2%, similar al encontrado en otras rocas solubles tales como calizas, dolomias, yesos y hielo glaciar. Ello refuerza la idea de la existencia de procesos de karstificación en las cuarcitas.

El contraste entre las polimodales de predicción de drenaje y de direcciones encontradas en las exploraciones de los conductos en dos bloques separados por una escama tectónica, muestra que a pesar de que existen algunas diferencias, probablemente causadas por dicha discontinuidad, la moda principal permanece constante.

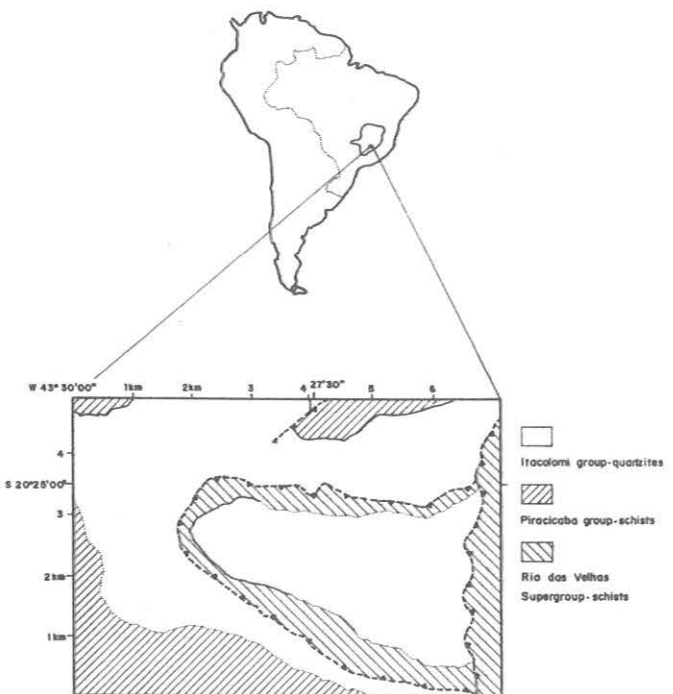


FIG. 1 - SITUATION AND GEOLOGICAL MAP OF THE STUDIED AREA.

In structural continuity to the lower surface there is the intermediate geomorphological surface, locally known as "First Table". It can be described as a near flat surface with altitudes between 1400 to 1500 meters. Here the caves are a common feature, with many sinkholes and incomplete underground drainage.

Separated from the other surfaces by a thrust fault, there is the upper surface, where "Pico do Itacolomi" (Itacolomi Peak) is located. This surface can be correlated to the South-American Surface dated as Cretacic. The altitudes reach an average of 1600 meters, with a maximum of 1762 meters in the Itacolomi Peak. The two longest known caves are located in this area.

Since structural discontinuities could affect the Prediction Method results, we decided to analyse the fault blocks separately, what would enable us to contrast the results. So we named the upper geomorphological surface, which is above the fault, as Upper Quartzite Block. The lower and intermediate geomorphological surfaces, were named then as Lower Quartzite Block. When we refer to both blocks we use the term Global Quartzite.

It seems to the authors that this karst have been developing for several million years, although detailed work are to be done.

3.2 Other Occurrences and the Problem of the Silica Solubility

Karst phenomena in quartzites have been reported in several parts of the world. Two of the most important occurrences are the Black Reef Group and Wolkberg Group in South Africa (Martini, 1982), and the Roraima Group Quartzite Karst in Venezuela (Galan, 1986), near the frontier with Brazil and Guyana.

In Brazil there are many known occurrences of quartzite karst. In Minas Gerais State are known the Ibitipoca Karst (Perez and Grossi, 1986), the Karst near São Tomé das Letras town, the Karst near Diamantina town, and naturally the Itacolomi Group Karst. A most impressive case of quartzite karst occurs in Bahia State, Lencóis, where a large cave of 1100 meters develops in quartzites and metaconglomerates of Tombador-Lavras Formation (Eraso et alii, 1989).

The silica dissolution which enhances the development of caves in quartzite karsts is a problem not completely understood yet.

In low alkalinity waters the solubility is not dependent on the pH. The quartz solubility value for pH lower than 8 and 25°C is 6 mg/l. The Itacolomi waters have a pH around 5.5. Undoubtedly the temperature plays an important role in silica solubility. For a 100°C temperature, the quartz solubility is around 60 mg/l (Muxart and Birot, 1977).

It is remarkable that laboratory experiments using different methodology had found quite different results in this subject. It seems that a quartz greater contact surface with water improves higher solubility values. In nature, where the water seeps into narrow long fractures or between crystal grains we can suppose higher solubility values than classical laboratory ones.

Agitation is another important factor in this subject. Morey et alii (1962) in their experiments had found at 25°C values of 1mg/l in 1/2 rpm (revolutions per minute) and 390mg/l in 75 rpm, after 360 days.

The silica concentration in water is an exponential function of contact time (Rimstidt and Barnes, 1980). Martini (1987) developed a computer program to modelize the enlargement of quartzite fractures and found that an initial fracture of 110 meters long inclined to 30° and 2μ wide broadens to almost 100μ after 300 years of continuous dissolution.

Martini (1982) showed that in Black Reef and Wolkberg Group Quartzite Karst the dissolution also occurs between crystal grains. He estimated roughly that less than two million years could account for the development of this quartzite karst.

3.3. Description of the Surveyed Caves

We surveyed five of the twelve known caves in Itacolomi to contrast them to the Prediction Method. The caves have been named by both its toponomical names and by the name Itacolomi followed by a number (Lima, 1987). All the caves are essentially horizontal.

The caves Itacolomi 1 and 2 are located in the lower geomorphological surface, quite near one to other, sharing the same underground drainage. They are very similar and were probably part of the same cave, now interrupted by breakdown. Itacolomi 1 is placed upstream in relation to Itacolomi 2. The cross sections of its passages are almost elliptical with major axes parallel to the dip of the foliation S_1 . Itacolomi 1 and Itacolomi 2 lengths are 38 meters and 28 meters respectively.

The Itacolomi caves 3 and 5 are located in the intermediate geomorphological surface, near other caves. The Itacolomi 3 cave is developed along fractures enlarged by dissolution, and have a length of 49 meters. The cave Itacolomi 5 shows almost perfect elliptical cross sections with many dissolution features. It also presented an subterranean active drainage even during the survey works, in the long dry season of August, 1988. Its length is 54 meters. All Itacolomi caves 1, 2, 3 and 5 are placed in the Lower Quartzite Block.

The cave Itacolomi 4 is the longest surveyed cave with a length of 149 meters. It is placed in the upper geomorphological surface and it is the only studied cave in the Upper Quartzite Block. It is constituted by a large displaced block in its sinkhole entrance and by a dissolutional conduit that ends in a siphon. It also showed an active stream during the survey works.

3.4. Speleothems

In all studied caves, there were found secondary mineral deposits, i. e., speleothems, of silicates (Lima, 1987). These are composed mostly by opal and allophane, although some small mineralizations of an iron-silicate mineral or mineraloid were also found.

The most common type are coralloids, stalactites and helictites of opal, that had been identified by X-Ray Diffractometry (XRD), chemical analysis and thin sections. The XRD patterns for the opals are similar to the opal-A of Jones and Segnit (1971), with low angle scattering (FIG. 2). It is characterized by a prominent very diffuse band centered between 37 to 43Å. The thin sections are not completely dark in crossed polarized planes, showing an incipient recrystallization of the opal. In fact, crystals of calcedony were identified in some thin sections. It is probably an evidence of the old age of these speleothems. All speleothems samples presents contamination of aerial quartzite powder of less than 0.1 mm diameter. The genesis of such speleothems is generally accepted as silica supersaturation by evaporation of seeping water (Hill and Forti, 1986; Webb and Finlayson, 1984). The chemical analysis for some oxides are given in Table 1.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	L.F.	TOTAL
Sample IT3	88.82	01.03	01.64	00.00	07.28	98.77
Sample IT5	79.33	02.58	01.64	00.00	14.84	98.35

TABLE 1 - CHEMICAL ANALYSIS OF OPAL SPELEOTHEMS

The other common type of speleothems found in the Itacolomi quartzite caves is flowstones with associated microgours of

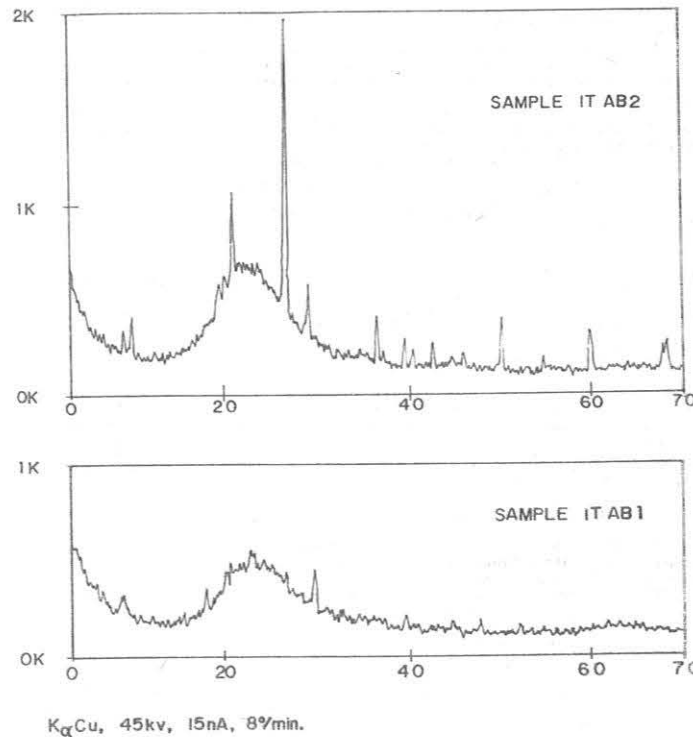


FIG.2.-X-RAY Diffractometry traces for the opals. Peaks are due to quartz, sericite and other aerial contaminations.

allophane. In these caves the allophanes are often associated to water flow. Allophanes are randomly structured "hollow spherules" of 35-55Å hydrous aluminosilicate of widely varying composition (Finlayson and Webb, 1985). The identification of allophane was made using the test of Fieldes and Perrot (1966).

Some crusts of an iron rich speleothem showed amorphous XRD patterns and negative answer to the Fieldes and Perrot's test. Analysis by Infra Red Spectroscopy have not been completed yet, but the similarity to other occurrences suggests that these speleothems could be classified in the Hisingerite-Ferrihydrite series (Chen et alii, 1980; Finlayson and Webb, 1985).

The process of formation of allophane and iron-rich speleothems is not well understood although there is a possible contribution of organic matter from the soils over the caves, specially in the allophane case.

3.5. Conduits Directions

The Lower Quartzite Block have 169 meters of karstic conduits expressed in the Fig. 3-A pollmodal which shows:

- one principal mode of direction 165-180° with 25.4% probability;
- one secondary mode of direction 105-120° with 13.9% probability;
- one complementary mode of direction 45-60° with 10.7% probability;
- other complementary mode of direction 75-90° with 8.9% probability.

The Upper Quartzite Block have 149 meters of karstic conduits expressed in the Fig. 3-B pollmodal which shows:

- One principal mode of direction 105-120° with 25.5% probability;
- Other principal mode of direction 165-180° with 25.5% probability.

Summing the conduits directions of both blocks, in a total of 318 surveyed meters, as showed in the Fig. 3-C pollmodal, the direction distribution for Global Itacolomi is:

- One principal mode of direction 165-180° with 21.4% probability;
- One secondary mode of direction 105-120° with 19.3% probability;
- One residual mode of direction 45-60° with 5.7% probability.

4. DRAINAGE PREDICTION

The dissolution created by the underground water circulation in the karst broadens the interconnected fractures and holes, gradually decreasing its lost of head. Consequently, the hydraulic gradient steepens, increasing the circulation and, then the dissolution. This cycle creates a selective process where only the major circulation fractures keep enlarging.

The result is a tridimensional conduit net, responsible for both the high transmissivity values and the space directional discrete character of karstic aquifers. The direction anisotropy quantification and the prediction of the principal drainage direction can be done using the "Karst Drainage Principal Directions Prediction Method" (Eraso, 1985/86). This method assumes that the karstification processes in quartzites are analogue to other soluble rocks.

4.1 Starting Hypothesis

This research is based in three principal hypothesis:

1. As a consequence of the "Forms Convergence Principle (Eraso, 1973) the karst develops in similar ways in all soluble rocks in the nature.
2. The occurrence of exokarstic and endokarstic forms in the Itacolomi quartzites are evidence of its dissolution and of the development of underground drainage.
3. The "Prediction Method" is applicable to quartzites.

These hypothesis contain some implicit observations.

From the first hypothesis:

- the possibility of silica reprecipitation as speleothems in the conduits by seeping water.

From the second hypothesis:

- the existence of micro and macro, endo and exokarstic forms in the quartzites;
- the organization of an underground drainage, with sinks, springs and a subterranean conduits net which connect them.

From the third hypothesis:

- the spacial disposition of the subterranean conduits net is conditioned by the stress evolution of the quartzite block (qualitative hypothesis, Erasos, 1985/86);
- the principal directions of the underground drainage is placed in planes perpendicular to the minor component σ_3 of all stress ellipsoids that have acted in the quartzite block (quantitative hypothesis, Erasos et alii, 1983).

4.2 Field Data (tectoglyphs)

The field work consists in searching tectoglyphs conjunctions capable of determining the different stress ellipsoids which have acted on the quartzites.

The most important tectoglyphs conjunctions are:

- . stylolite - quartz vein
- . stylolite - fault
- . vein - fault
- . conjugate faults

Using structural geology technics, i.e., reading the strike, dip and the sense of dip of each tectoglyph plane, it is possible to determine the components of the stress ellipsoids ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$), using the WULFF net. The planes which contains the major and intermediate components of such ellipsoids (σ_1, σ_2) determine the drainage planes. As the quartz veins and dykes are orthogonal to the minor component of the stress ellipsoid (σ_3), they also determine the drainage planes.

The tectoglyphs inventory in the Lower Quartzite Block, was taken near to the Baú River Valley and across the informally named "Galas" Road. There were found 60 lecture stations, all of them quartz veins. Its distribution in 12 intervals of 15 degrees is showed in Table 2.

In the Upper Quartzite Block, the tectoglyphs inventory was taken near to the Pico do Itacolomi, taking care of choosing sites where the rocks were not displaced. A total of 25 stations of quartz veins were measured and its distribution is showed in Tab.3.

4.3 Direction Anisotrophy Prediction

The application of the Prediction Method to the field data showed in the tables 2 and 3 yields the drainage principal directions.

4.3.1 Itacolomi Lower Quartzite Block

Two principal modes (Fig. 4-A) indicate two drainage preferential directions with the following characteristics:
 - One principal mode of direction 105-120° with 21.7% probability;
 - One secondary mode of direction 165-180° with 15.0% probability.

CLASS	STRIKE	NUMBER OF STATIONS
1	0-15	5
2	15-30	5
3	30-45	3
4	45-60	3
5	60-75	0
6	75-90	5
7	90-105	5
8	105-120	13
9	120-135	7
10	135-150	3
11	150-165	2
12	165-180	9

TABLE 2 - LOWER BLOCK TECTOGLYPHS DISTRIBUTION

CLASS	STRIKE	NUMBER OF STATIONS
1	0-15	1
2	15-30	1
3	30-45	0
4	45-60	1
5	60-75	1
6	75-90	2
7	90-105	2
8	105-120	9
9	120-135	3
10	135-150	0
11	150-165	5
12	165-180	0

TABLE 3 - UPPER BLOCK TECTOGLYPHS DISTRIBUTION

4.3.2. Itacolomi Upper Quartzite Block

Two principal modes (Fig. 4-B) indicate two drainage preferential directions with the following characteristics:
 - one principal mode of direction 105-120° with 36.0% probability;
 - one secondary mode of direction 150-165° with 20.0% probability.

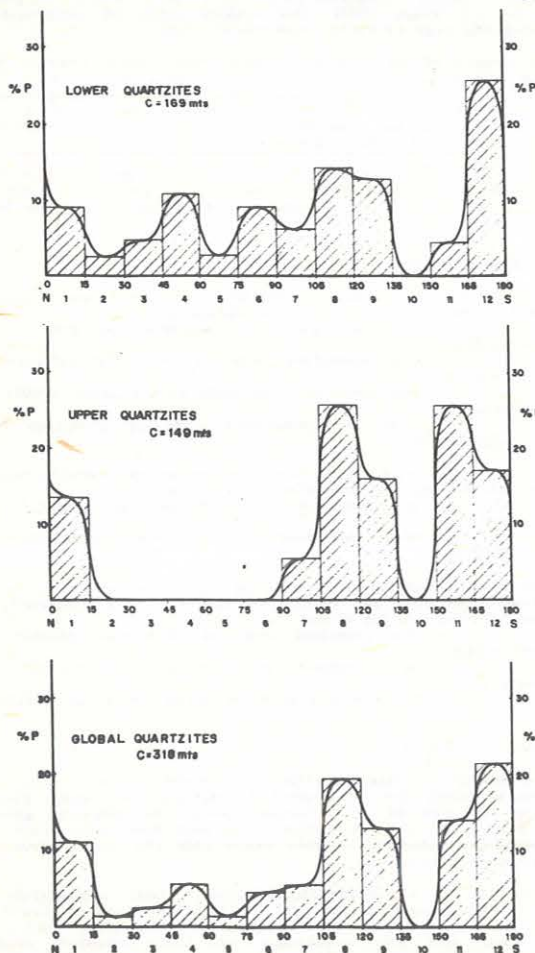


FIG 3.- Palmodes results in cave survey for each and global Blocks of Itacolomi Quartzite Karst. C= number of surveyed meters.

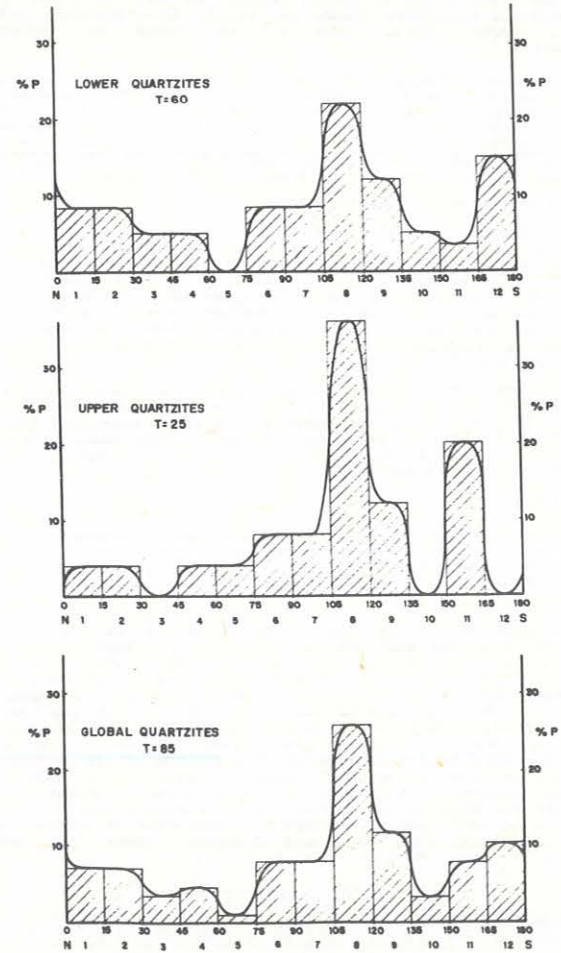


FIG 4.- Palmodes of karst flow directions given by the Prediction Method for each and global series of Itacolomi Quartzite Karst. T= number of stations of tectoglyphs.

LOWER QUARTZITES

INTERVALS β	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PREDICTED VALUES %	8.3	8.3	5	5	-	8.3	8.3	21.7	11.7	5	3.5	15
ACUMULATION Σ _T	8.3	16.6	21.6	26.6	26.6	34.9	43.2	64.9	76.6	81.6	84.9	99.9
EXPLORED VALUES %	8.9	2.4	4.7	10.7	2.7	8.9	5.9	13.9	12.4	-	4.1	25.4
ACUMULATION Σ _C	8.9	11.3	16	26.7	29.4	38.3	44.2	58.1	70.5	70.5	74.6	100
Σ _C - Σ _T	0.6	5.5	5.6	0.1	2.8	3.4	10	6.8	6.1	11.1	10.3	0.1
ERROR Ε%	0.2	1.6	1.6	0	0.8	1.0	0.3	2.0	1.8	3.2	3.0	0

$$\text{MAXIMUM ERROR} = \epsilon \% = \frac{|\Sigma_C - \Sigma_T|}{\sqrt{6}} = \frac{11.1}{\sqrt{2}} = 3.2\%$$

$$\text{PRECISION GRADE} \geq 100 - \epsilon \% = 100 - 3.2 = 96.8\%$$

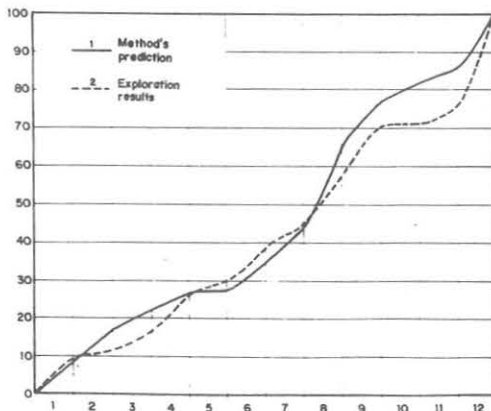


FIG 5.- Kolmogorov's test to estimate the accuracy between prediction and survey in the Lower Block of the Itacolomi Quartzite Karst

GLOBAL QUARTZITES

INTERVALS β	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PREDICTED VALUES %	7.1	7.1	3.5	4.7	12	8.2	8.2	25.9	11.8	3.5	8.2	10.6
ACUMULATION Σ _T	7.1	14.2	17.7	22.4	23.6	31.8	40	65.9	77.7	81.2	89.4	100
EXPLORED VALUES %	11.0	1.3	2.5	5.7	1.4	4.7	5.7	19.3	12.9	-	14.1	21.4
ACUMULATION Σ _C	11.0	12.3	14.8	20.5	21.9	26.6	32.3	51.6	64.5	64.5	78.6	100
Σ _C - Σ _T	3.9	1.9	2.9	1.9	1.7	5.2	7.7	14.3	13.2	16.7	10.8	0
ERROR Ε%	1.1	0.5	0.8	0.5	0.5	1.5	2.2	4.1	3.8	4.8	3.1	0

$$\text{MAXIMUM ERROR} = \epsilon \% = \frac{|\Sigma_C - \Sigma_T|}{\sqrt{6}} = \frac{16.7}{\sqrt{2}} = 4.8\%$$

$$\text{PRECISION GRADE} \geq 100 - \epsilon \% = 100 - 4.8 = 95.2\%$$

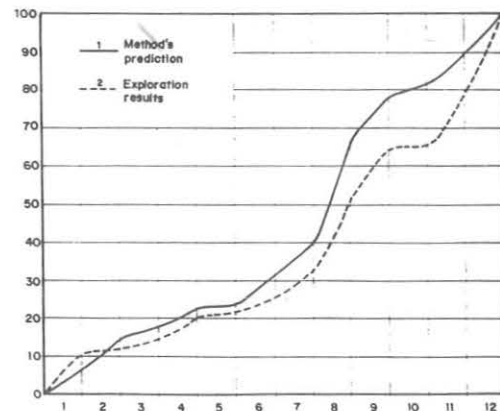


FIG 7.- Kolmogorov's test to estimate the accuracy between prediction and survey in both Lower and Upper Blocks of Itacolomi Quartzite Karst

UPPER QUARTZITES

INTERVALS β	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PREDICTED VALUES %	4	4	-	4	4	8	8	36	12	-	20	-
ACUMULATION Σ _T	4	8	8	12	16	24	32	68	80	90	100	100
EXPLORED VALUES %	13.4	-	-	-	-	-	5.4	25.5	13.4	-	25.5	16.8
ACUMULATION Σ _C	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	18.8	44.3	57.7	57.7	83.2	100
Σ _C - Σ _T	9.4	5.4	5.4	1.4	2.6	10.6	13.2	23.7	22.3	22.3	16.8	0
ERROR Ε%	2.7	1.6	1.6	0.4	0.7	3.1	3.8	6.8	6.4	6.4	4.8	0

$$\text{MAXIMUM ERROR} = \epsilon \% = \frac{|\Sigma_C - \Sigma_T|}{\sqrt{6}} = \frac{23.7}{\sqrt{2}} = 6.8\%$$

$$\text{PRECISION GRADE} \geq 100 - \epsilon \% = 100 - 6.8 = 93.2\%$$

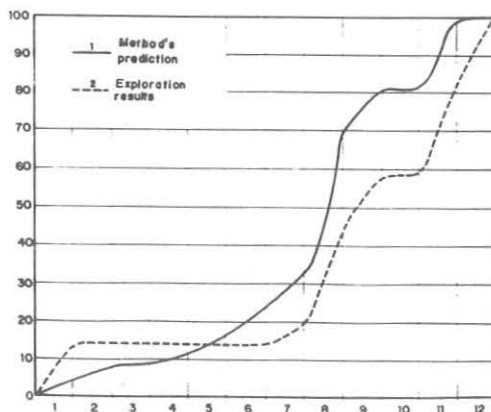


FIG 6.- Kolmogorov's test to estimate the accuracy between prediction and survey in the Upper Block of the Itacolomi Quartzite Karst

4.3.3. Itacolomi Global Quartzite Karst.

Summing the values expressed in tables 2 and 3, the values of anisotropy quantification and endoreic drainage prediction for all Itacolomi karst presents the following characteristics (Fig. 4-C):

- One principal mode of direction 105-120° with 25.9% probability;
- One secondary mode of direction 165-180° with 10.6% probability.
- One residual mode (lower than the background) of direction 45-60° with 4.7% probability.

This sum represents the subterranean drainage prediction, given by the polymodal of Fig. 3, which accuracy we have to contrast to the directions of the surveyed caves of the area.

5. PREDICTION VERSUS EXPLORATION CONTRAST

The contrast between method prediction and cave surveying may be quantified by the KOLMOGOROV test. This test allows quantifying the maximum error and the degree of accuracy of the prediction, by comparing the accumulated prediction-survey twin polymodal.

The results are the following:

- Lower Block (Fig. 5):
Maximum error = 3.2%
Prediction accuracy degree = 96.8%
- Upper Block (Fig. 6):
Maximum error = 6.8%
Prediction accuracy degree = 93.2%
- Global Quartzite (Fig. 7):
Maximum error = 4.8%
Prediction accuracy degree = 95.2%

6. CONCLUSIONS

The quartzite karst developed in the Group Itacolomi Rocks shows several exokarstic and endokarstic features such as sinkholes, swallowholes, springs, karrens, caves, speleothems and underground streams. It make us to reconsider the question of the silica solubility which needs to be better studied.

Opal-A speleothems were found in the caves and shows incipient recrystallization to calcedony. Allophane speleothems were identified by Fieldes and Perrot's Test. An iron-rich mineral or mineraloid was also found and possibly can be classified in the Ferrydrite-Hisingerite series.

The application of the Prediction Method to Itacolomi Quartzite Karst gives a high degree of accuracy, similar to that found in other soluble rocks such as limestones, dolomites, gypsum and glacier ice. It enhances the idea of karstification processes in quartzites.

The contrast of the drainage prediction and conduit directions polymodal to both Upper and Lower Quartzite Blocks shows that although there are some differences probably caused by structural discontinuities, the main mode keeps unchanged.

Acknowledgements

The authors wish to express their gratitude to the Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, Fundação Gorceix and Cátedra de Hidrogeologia de la Escuela de Minas de la Universidad Politécnica de Madrid for infrastructure facilities and laboratory support. Special thanks to Ronaro "Caximbinho" Ferreira for showing us interesting places in the field works. We are indebted to Prof. Cesar M. Ferreira for helping in speleothems interpretation, to Prof. Aleksander Rozicky and Geol. Augusto S. Auler for revising the manuscript and to M. Ricardo Castro for drawing.

7. REFERENCES

- DORR II, J.V.N.: Physiographic, Stratigraphic, and Structural Development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. Prof. Pap. U.S. Geol. Survey, Washington, n 611-a, 1969. 110 pp.
- ERASO, A.: New method in Karst Investigation - Natural Models and Forms Convergence. Proc. of 6th. Int. Cong. Spel., Vol. II, 1973. p. 89-108.
- ERASO, A.: Metodo de Predicción de las Direcciones Principales de Drenaje en el Karst. 1987. Diputación FORAL DE VIZCAYA, BILBAO. Rev KOBIE no. XV 1985/86 p. 15-165
- ERASO, A.; HERRERO, N.; SAINT-AUBIN, J.: Microtectonic Analysis as a Tool to Predict Karstic Drainage Directions. (Results of the First Campaign in the Larra Region, Pierre Saint Martin.). ATTI CONVEGNO ITERN SUR CARSO DI ALTA MONTAGNA, 1983. IMPERIA, 1 Vol. p. 324-344.
- ERASO, A.; LIMA, M.T.; BARROS NETO, L.S.; AMORE, L.; KARMANN, I.: Aplicação do Método de Predição das Direções de Drenagem Endorreicas ao Karst em Quartzitos de Lençóis, Bahia, Brasil. 1989. In preparation.
- FINLAYNSON, B.L. and WEBB, J.A.: Amorphous Speleothems. Cave Sci., Vol. 12, no. 1, 1985. p. 3-8.
- FIELDS, M. and PERROT, K.W.: The Nature of Allophane in Soils. Part 3. Rapid Field and Laboratory Test for Allophane. N. Z. J. Sci., Vol. 9, 1966. p. 623-629.
- GALAN, C.: Génesis, Morfología y Evolución de Cavernas y Formas de Superficie en Rocas Silíceas Precámbricas del Grupo Roraima, Guayana, Venezuela. Bol Soc Ven Espel, octubre 1986.
- HENMI, T.; WELLS, N.; CHILDS, G.W. and PARFIT, R.L.: Poorly-ordered Iron-rich Precipitates From Springs and Streams on Andesitic Volcanoes. Geochim. Cosmochim. Acta, Vol. 45, 1980, p. 365-372.
- District of the Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brazil IX cong. Int. Spel., 1986, Barcelona-V.2 p.12-14
- RIMSTIDT, J.D. and BARNES H.L.: The Kinetics of Silica- Water Reactions. Geochim. Cosmochim. Acta, Vol. 44, 1980. p. 1683-1689.
- WEBB, J.A. and FINLAYNSON, B.L.: Allophane and Opal Speleothems from Granite Caves in Southeast Queensland, Aust., J. Earth Sci., Vol. 31, 1984. p. 31-49.
- HILL, C. and FORTI, P.: Cave Minerals of the World. Nat. Spel. Soc., Huntsville, 1986. 238 pp.
- JONES, J.B. and SEGNI, E.R.: The Nature of Opal. 1. Nomenclature and Constituent Phases. Jour Geol Soc Aust., Vol. 18, 1971 p. 57-68.
- LIMA, M.T.: Considerações Preliminares Sobre o Carste em Quartzitos da Serra do Itacolomi e Espeleotemas Associados. Rev Escola de Minas, Ouro Preto, MG. Vol. XI no. 4, 1987.
- MARTINI, J.E.J.: Karst in Black Reef and Wolkberg Group Quartzite of the Eastern Transvaal Escarpment, South Africa. Bol. Soc. Ven. Esp., 10(19), 1982. p. 99-114.
- MARTINI, J.E.J.: Rate of Quartz Dissolution and Weathering of Quartzite. SASA Bull., Vol. 25, 1987. p. 7-10.
- MOREY, G.W.; FOURNIER, R.O. and ROWE J.: The Solubility of Quartz in Water in the Temperature Interval from 25° to 300°C. Geochim. Cosmochim. Acta, Vol. 26, 1962. p. 1029-1043.
- MUXART, T. and BIROT, P.: L'Alteration Meteorique des Roches. Univ. Paris-Sorbonne, No. 4, 1977. 279 pp.
- PEREZ, R.C. and GROSSI, W.R.: The quartzitic Speleological

ADOLFO ERASO
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas
Rios Rosas, 21
28003 - MADRID
ESPAÑA

Past President of UIS. Prof Titular de la Cátedra de Hidrogeología de la Escuela de Minas de Madrid. Sociedade Brasileira de Espeleologia.

MARCELO TAYLOR DE LIMA
Rua Dona Mariana, 72/202
22280 - RIO DE JANEIRO
BRAZIL

Sociedade Excursionista e Espeleológica da Escola de Minas de Ouro Preto. Cátedra de Hidrogeologia de la Escuela de Minas de Madrid. Sociedade Brasileira de Espeleologia.

ROSPO MARE (ADRIATIQUE) - UN PALEOKARST PETROLIER DU DOMAINE MEDITERRANEEN

DUBOIS, Paul - SORRIAUX, Patrick - SOUDET, Henry Jean

Le gisement d'hydrocarbures de Rospo Mare est situé en Mer Adriatique à 20 km de la côte, au SE de Bari. Le pétrole exploité est contenu sur 140 m d'épaisseur dans un paléokarst d'âge Oligo-Miocène, développé dans les calcaires du Crétacé et recouvert par une série Miocène Supérieur - Pliocène de 1.200 m d'épaisseur (anhydrite et argiles marines).

La nature karstique du réservoir a été caractérisée à partir de carottes de forages verticaux et horizontaux qui ont permis d'analyser les différentes formes de dissolution (réseau de fissures et de conduits) et leur remplissage (concrétions, terra rossa, argile marine etc.).

La morphologie du toit du karst a été précisée à partir des études de sismique marine. Elle est très irrégulière et comporte notamment des paléovallées et de nombreuses dépressions de toutes tailles (dolines, puits etc.). La connaissance détaillée de cette morphologie, appuyée sur des cartes sismiques au toit du karst, a conditionné l'implantation de forages à tracé horizontal, proche du toit du karst, permettant une meilleure production des hydrocarbures.

Un paléokarst identique, de même âge, a pu être étudié à l'affleurement sur la côte Adriatique dans les carrières d'Apricina. Son observation a permis de compléter et de mieux comprendre l'organisation du paléokarst de Rospo Mare.

Il apparaît ainsi que Rospo Mare est un paléokarst polyphasé de climat subtropical de type karst de plateau. On peut y établir une zonation verticale, corrélable entre les 7 forages ayant atteint le karst profond. Elle comporte un épi karst, une zone d'infiltration, une zone de conduits en liaison avec un polyphasage de toit de zone noyée et enfin une zone noyée s.s.

Ces types de paléokarst, fossilisés depuis le Miocène supérieur par la transgression marine Mio-Pliocène, sont très développés dans la plupart des zones calcaires méditerranéennes. Leur généralisation à l'échelle de l'environnement méditerranéen est esquissée à partir de paléokarsts identiques connus en France, Espagne, Grèce, Turquie, Liban etc.

1. PRESENTATION

Le gisement d'hydrocarbures de Rospo Mare est localisé en Mer Adriatique, à 20 kilomètres de la côte au Sud Est de Pescara (Fig. 1) et à 1 350 mètres de profondeur.

Il est situé géologiquement sur la bordure Nord Est de la plateforme carbonatée apulienne dont les dépôts s'étagent du Permo-trias jusqu'au Crétacé (Fig. 2). Il est délimité à la fois par la bordure de la plateforme et par un système de failles Est-Ouest et Nord Ouest - Sud Est.

Le pétrole exploité est contenu sur 140 mètres d'épaisseur dans un paléokarst d'âge oligo-miocène, développé dans les calcaires plateforme interne du Crétacé inférieur. Ces calcaires sont recouverts en discordance par une puissante série couverture constituée de trois termes : des calcaires argileux et glauconieux miocènes (75 m), des évaporites messiniennes (50 m), des argiles silteuses et des sables plio-quaternaires (1200 m) (Fig. 2).

2. RECONNAISSANCE DES PHENOMENES KARSTIQUES

Le paléokarst a pu être caractérisé grâce à un carottage continu très important (6 puits et plus de 900 mètres de carottes). Ce carottage a mis en évidence des phénomènes de dissolution et de colmatage caractéristiques d'une intense karstification.

La dissolution s'exprime par des fractures élargies, des vacuoles, des conduits horizontaux et des brèches d'effondrement. Les conduits horizontaux ont une hauteur d'ordre pluridécimétrique à métrique. Ils peuvent atteindre localement de plus grandes dimensions (jusqu'à 7 mètres de haut) ; leur remplissage indique qu'ils ont pu être parcourus par des écoulements de type rivière souterraine. Dans les secteurs où ces conduits sont abondants, leur effondrement peut provoquer de véritables brèches.

Le taux de colmatage des vides de dissolution est d'environ 70 %. Il n'est pas homogène car les conduits sont beaucoup plus colmatés que les vacuoles.

L'analyse du colmatage a permis de différencier un colmatage d'origine purement continentale et donc associé à la karstification, et un colmatage d'origine marine dû à la pénétration des premiers sédiments de la transgression miocène dans le paléokarst resté ouvert.

Le colmatage associé à la karstification est constitué à la fois d'un concrétionnement calcitique et de remplissages par des altérites.

Le concrétionnement calcitique s'observe essentiellement dans la partie supérieure du paléokarst où il est associé aux fractures élargies, aux vacuoles et aux conduits. Il peut même colmater des conduits de plusieurs mètres d'épaisseur. Le concrétionnement est constitué par une calcite pure jaune ou blanche bien cristallisée, très semblable aux concrétionnements calcitiques actuels. Sur certains puits, de véritables stalactites ont été carottées. L'origine continentale de ce type de dépôts ne fait pas de doute et est confirmée par leur composition isotopique (d 13 C très négatif : de - 7 à - 10 o/oo PDB).

ROSPO MARE (ADRIATIC SEA)

AN OIL BEARING PALEOKARST IN THE MEDITERRANEAN REGION

The oil bearing paleokarst at ROSPO MARE is located in the Adriatic Sea, 20 km off the Italian coast.

The reservoir lies at a depth of 1300 m and consists on a paleokarst of Oligocene to Miocene age which developed within cretaceous limestones, now covered by 1200 m of mio-pliocene sequences. The oil column is about 140 m high.

The Karstic nature of the reservoir was identified through vertical, cored drill holes which allowed to analyse the various solution features and the sedimentary infilling (speleothems, terra rossa, marine clays), as well as their vertical distribution.

Observations concerning the upper part of the reservoir were compared to a paleokarst of the same age, outcropping widely, onshore, in quarries located nearby.

Erosion morphology at the top of the Karst is highly irregular, including more especially paleovalleys as well as many pit-shaped sink holes. Detailed knowledge of that morphology through geophysics helped optimizing the development of the field through horizontal drilling.

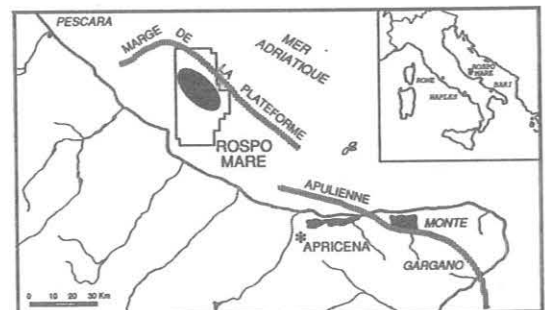


Fig.1- Localisation du paléokarst pétrolier de Rospo Mare

Les dépôts d'altération pédogénétique s'observent principalement au toit du paléokarst dans le système fissural élargi de l'épikarst, mais ils existent aussi en profondeur dans les conduits. Il s'agit toujours d'argile rouge (terra rossa) principalement constituée de kaolinite, parfois associée à des pisolithes ferrugineux, et contenant des minéraux d'altération : hématite, boehmite, anatase. Sur certains puits, le développement de microcodium souligne, s'il en était encore besoin, l'origine pédogénétique.

AGE	LITHOLOGIE	PROFONDEUR
QUATERNAIRE et PLIOCENE	Argiles et silts	0m (niveau mer)
MIOCENE	Anhydrite Calcaires argileux et glauconieux	1350m
CRETACE INFERIEUR	PALEOKARST	
JURASSIQUE	Ensemble calcaire et dolomitique	
TRIAS		3000m

Fig. 2 - La série géologique de Rospo Mare

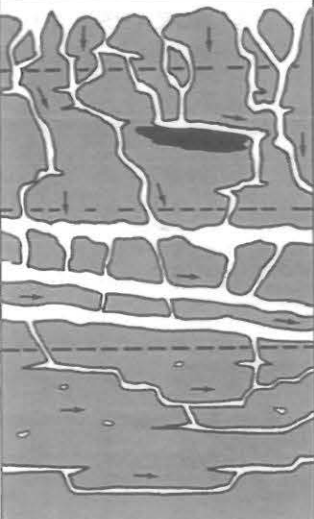
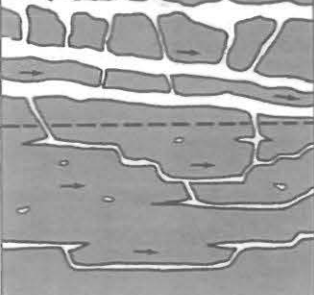
ZONATION		POROSITE MOYENNE (après colmatage)	ORGANISATION DES VIDES	CIRCULATION DES EAUX
ZONE D'INFILTRATION	EPIKARST (de 0 à 35 m)	1,2 %		DRAINAGE VERTICAL LOCALEMENT HORIZONTAL SUR ECRAN ARGILEUX
	ZONE D'INFILTRATION ss (de 15 à 45 m)	0,6 %		
ZONE NOYEE	ZONE DES CONDUITS (de 35 à 70 m)	1,9 %		DRAINAGE HORIZONTAL fortes vitesses d'écoulement
	ZONE NOYEE PERMANENTE	0,4 %		DRAINAGE HORIZONTAL faibles vitesses d'écoulement

Fig.3 - Zonation verticale du paléokarst de Rospo Mare

Des remplissages d'origine marine recouvrent fréquemment, ou remanient les concrétions calcitiques ainsi que les dépôts d'altération pédogénétiques. Ces remplissages d'origine marine sont de quatre types : des calcarénites bioclastiques pouvant être dolomitisées, des argiles glauconieuses, de la célestite ou des calcites marines (luminescentes sous rayonnement cathodique, alors que les calcites karstiques inhibées par le fer ne sont pas luminescentes).

L'origine marine des remplissages peut être prouvée, soit directement par la microfaune contenue, soit par la minéralogie des argiles (smectites), soit enfin par l'isotopie des carbonates. Microfaune et argiles sont identiques à celles des premiers niveaux miocènes transgressifs (Aquitainien, Burdigalien). Tous ces dépôts marins ont pénétré profondément dans le système karstique, indiquant un milieu marin de salinité normale (d 13 C variant de - 0,35 - 0,3 o/oo PDB). Leur nature est évidemment fonction de l'accessibilité de la zone concernée et leur mise en place a pu être corrélée avec les différents stades de la transgression miocène qui a fossilisé le karst pré-miocène.

3. ZONATION VERTICALE DU PALEOKARST

La distribution verticale des différents phénomènes de dissolution et de colmatage a permis de reconnaître une zonation verticale valable pour l'ensemble des forages du gisement de ROSPO MARE.

Cette zonation montre globalement la présence de (Fig. 3) :
- une unité supérieure correspondant à l'ancienne zone d'infiltration où l'essentiel des vides est représenté par des fractures agrandies ;
- une unité inférieure correspondant à l'ancienne zone noyée où les vacuoles et les grandes galeries horizontales dominent.

3.1 La zone d'infiltration

Cette zone pouvant atteindre jusqu'à 80 mètres d'épaisseur correspond à l'ancienne zone d'absorption et d'infiltration des eaux météoriques.

Elle comprend :

- une partie supérieure : l'épikarst,
- une partie inférieure : la zone d'infiltration s.s.

L'épikarst est en connexion directe avec l'ancienne surface topographique karstique très irrégulière. D'une épaisseur d'une vingtaine de mètres au maximum, il est très karstifié : nombreuses fissures ouvertes agrandies par dissolution et vacuoles de corrosion. Il est en grande partie colmaté par de la terra rossa et des sédiments marins.

La porosité de type fracture est de l'ordre de 1,15 % en moyenne, tandis que la perméabilité est celle d'un réseau dense de fractures interconnectées, mais avec de nombreux seuils dus au colmatage.

La zone d'infiltration s.s. ou zone de transfert vertical s'étend sur la paléozone d'absorption différée, épaisse de 50 à 70 m et relativement homogène. La karstification s'y exprime par des fractures agrandies par dissolution et par des vacuoles. Le taux de dissolution y est plus réduit qu'au-dessus, mais cette zone mieux protégée des infiltrations de surface est moins colmatée ; les colmatages y sont d'origine plus variée : calcite, terra rossa et différents dépôts marins.

La porosité karstique y est de l'ordre de 0,75 %. La perméabilité est du type réseau de fractures agrandies interconnectées. La distance moyenne entre les points d'absorption recoupés par le sondage horizontal est de 11 m.

3.2 La zone noyée

Elle comprend deux ensembles superposés classiques : la zone des conduits et la zone noyée permanente.

La zone des conduits : elle correspond à l'intervalle de fluctuation de la nappe karstique. C'est le secteur de dissolution maximale, à circulation aquifère rapide, au niveau duquel s'est établi un réseau

plus ou moins complexe de galeries, parfois de grande taille dont l'effondrement peut générer de véritables brèches de collapse. Les remplissages et colmatages sont très diversifiés : planchers stalagmitiques, terra rossa, argiles marines. Le développement à son sommet des dissolutions vadose et des colmatages calcitiques traduit l'enfoncement de la nappe karstique et l'abandon des galeries supérieures au cours de l'évolution émergée du karst.

Cette zone est aisément corrélable sur l'ensemble des forages, constituant une bande épaisse d'une vingtaine de mètres proche de l'horizontale, en pente douce vers le Nord, ce qui indique la direction probable du paléodrainage. Le développement à son sommet des dissolutions vadose et des colmatages calcitiques traduit l'enfoncement de la nappe karstique et l'abandon des galeries supérieures au cours de l'évolution émergée du karst.

La zone noyée permanente

Elle se marque par la disparition progressive des réseaux de galeries ; les indices de dissolution décroissent progressivement sur une hauteur de 75 mètres. Les vides sont principalement des vacuoles et leur interconnexion diminue vers le bas, parallèlement à leur fréquence. Le colmatage y est pratiquement inexistant. Le paléodrainage devait être à faible vitesse d'écoulement dans un réseau de drains plus ou moins reliés entre eux.

La porosité y est de 0,70 %. La perméabilité est nettement moins bonne qu'au-dessus et uniquement du type fracture.

Au-dessous l'ensemble des calcaires ne présente plus de dissolution karstique évidente. Il s'agit de l'ancienne partie inférieure de la zone noyée, dans laquelle l'existence d'un karst profond n'a pas été décelée.

4. MORPHOLOGIE DU TOIT DU KARST

La morphologie du toit du karst a été étudiée avec beaucoup de détail pour des raisons pétrolières puisque c'est à son niveau que se situent les meilleures possibilités de production anhydre des hydrocarbures. Aussi, le projet de développement du gisement a prévu la réalisation de forages se terminant par une partie "horizontale" proche du toit du paléokarst. Chaque puits avait pour objectif de recouper le maximum de grandes fractures élargies de la zone d'infiltration, suivant des profils horizontaux sur plusieurs centaines de mètres de longueur, le plus grand ayant dépassé 600 mètres, ce qui constitue une première mondiale pour des forages marins.

De plus, pour obtenir une récupération maximale de l'huile en place, ces forages devaient être implantés sur les parties les plus élevées du paléokarst, tout en conservant une "garde" suffisante pour éviter à la fois les trop grandes irrégularités de surface et les zones fortement colmatées de l'épikarst.

La nécessité de connaître précisément les irrégularités de surface du paléokarst a entraîné l'enregistrement d'une sismique marine spécialisée "haute résolution". La qualité des résultats a été exceptionnelle : la définition est telle que l'on a obtenu une véritable carte topographique d'une partie du paléokarst de ROSPO MARE avec des détails d'une précision de 20 mètres.

Les cartes (Fig. 4) montrent un toit de paléokarst irrégulier, présentant une forte densité de dépressions de toutes tailles depuis 20 mètres de diamètre jusqu'à plusieurs kilomètres. Leur essai de caractérisation morphologique s'appuie à la fois sur leurs dimensions et leurs répartitions. On peut distinguer les formes karstiques hypothétiques suivantes :

- dolines simples, souvent circulaires ou elliptiques, à parois abruptes d'une profondeur pouvant atteindre une cinquantaine de mètres ;
- dolines puits de taille plus considérable et de près de 150 m de profondeur assurant un véritable regard jusqu'à la zone noyée à travers la zone d'infiltration (Fig 5) ;



Fig.4 Morphologie du toit du paléokarst de Rospo Mare déduite de l'interprétation de la sismique marine

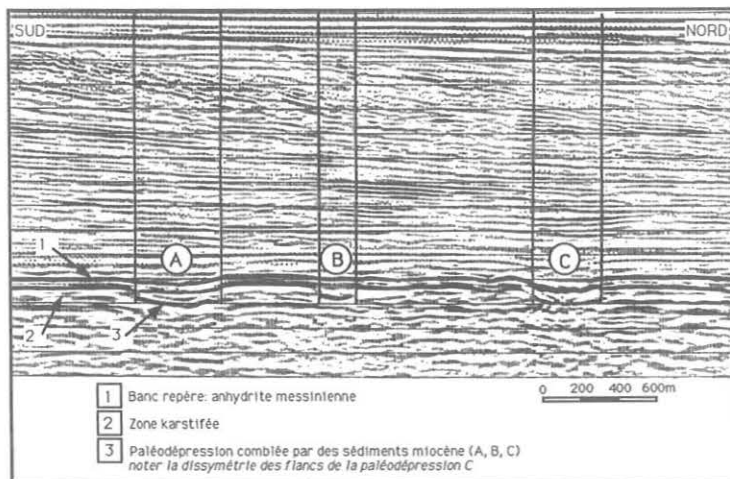


Fig. 5 - Profil sismique passant par trois paléodépressions au toit du paléokarst de Rospo Mare

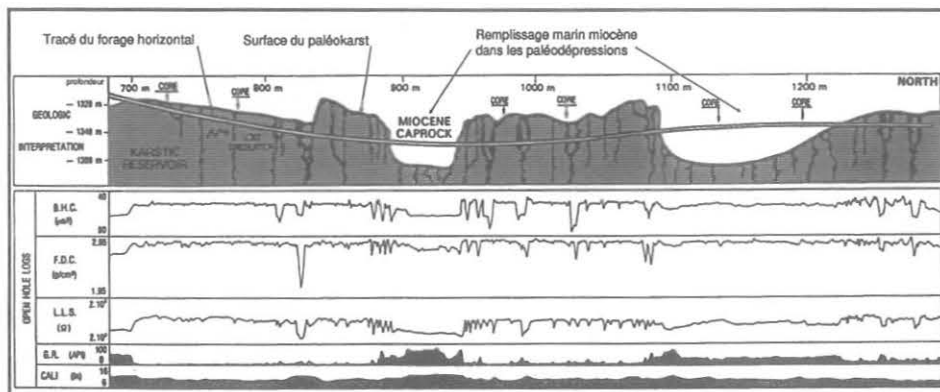


Fig. 6 - Interprétation géologique du premier puits "horizontal" de Rospo Mare

- ensembles complexes de dolines coalescentes ou emboîtées (ouvalas ?) avec parfois des morphologies en gradins ;
- dépressions fermées de profondeur limitée, mais parfois de très grandes dimensions (2,7 x 1 km). Il pourrait s'agir, soit de fragments de paléovallées soutirées, soit de poijes.

De manière générale, la répartition de ces dépressions n'est pas régulière, mais les plus importantes se localisent bien sur les zones les plus hautes du paléokarst et préférentiellement en bordure de la flexuration qui limite l'extension du gisement de ROSPO MARE vers le Nord Est en créant une zone basse vers laquelle s'effectuait l'écoulement karstique (Fig. 7).

L'ensemble de ces "images sismiques", appuyé sur des observations de paléokarst à l'affleurement (Apricena) et sur des comparaisons avec les karst tropicaux actuels ont permis d'implanter les forages de développement pétrolier du paléokarst de ROSPO MARE.

Le premier puits "horizontal" réalisé a confirmé l'image topographique fournie par la sismique en recoupant les systèmes d'infiltration ainsi que deux grandes dépressions colmatées de 53 et 137 m de diamètre apparent (Fig. 6). Les forages suivants ont apporté des résultats similaires. L'étude du remplissage des dépressions en montre le caractère continental karstique, mais également marin pour un certain nombre d'entre elles. L'hypothèse retenue est celle d'une submersion progressive du karst dès le début du Miocène à partir de paléopoints bas et de paléovallées ; dans ces zones, la sédimentation présente des faciès à caractère plus confiné que ceux qui, plus tardivement, ont fossilisé les parties hautes du paléokarst.

5. UN MODELE ROSPO MARE A L'AFFLEUREMENT : LE PALEOKARST D'APRICENA

A 40 km au Sud-Est du champ pétrolier de ROSPO MARE la région d'Apricena, en bordure occidentale du Monte Gargano, montre à l'affleurement les calcaires de la plateforme apulienne karstifiés et recouverts en discordance par des dépôts du Miocène Supérieur.

Les conditions d'affleurement y sont exceptionnelles car les calcaires karstifiés sont exploités activement comme pierre de décoration (marbre adriatica) par une vingtaine de carrières qui profitent du réseau de fractures agrandies par karstification pour diminuer leurs frais d'exploitation.

La dimension de ces carrières, dont certaines atteignent 100 mètres de profondeur, jointe au fait qu'elles sont jointives sur une longueur de 3 kilomètres permet une remarquable vision en trois dimensions de la zone d'infiltration d'un paléokarst.

Ce paléokarst à l'affleurement présente des analogies essentielles avec ROSPO MARE (Fig. 7) :

1. le calcaire karstifié est un calcaire mésozoïque de type plateforme interne et comportant le même système de fracturation ;
2. la karstification est de même âge oligo-miocène et polyphasée. Elle s'est développée sur une zone haute (un appendice du Monte Gargano) ;
3. la surface du karst est irrégulière et parsemée de dolines de dimension pluridécamétrique ;
4. la karstification présente la même zonation verticale ;
5. la zone d'infiltration comporte vacuoles et fractures élargies avec un taux de colmatage important d'origine mixte, tantôt terra rossa, tantôt dépôts marins miocènes.

La possibilité de disposer d'un modèle à l'affleurement a permis d'une part de visualiser en trois dimensions un schéma géologique qui jusque là n'était qu'une image conceptuelle déduite des observations de forages, et d'autre part de quantifier la distribution de la dissolution dans la zone d'infiltration.

Dans les carrières d'Apricena, comme à ROSPO MARE, l'épikarst n'existe pas partout et son épaisseur y fluctue entre 0 et 5 mètres, mais sa structure est homogène : presque toutes les fractures sont agrandies par dissolution, et la porosité karstique y dépasse 15 %. La zone d'infiltration sensu stricto, d'épaisseur régulière (70 mètres), présente une porosité karstique beaucoup plus faible (de 1,5 à 3 %) et une distribution irrégulière de la dissolution influencée à la fois par la profondeur et par l'organisation de la fracturation (couloirs de fracturation).

Le contact avec la zone noyée est bien marqué par l'apparition des premières galeries horizontales et par le développement de la dissolution des joints de strate.

Si le schéma d'organisation du karst est le même à ROSPO MARE qu'à Apricena, le taux de dissolution est beaucoup plus fort à ROSPO MARE : caractère exceptionnel probablement dû à un polyphasage important.

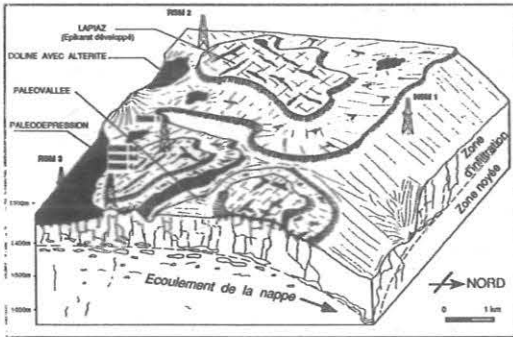


Fig. 7 - Schéma géologique du paléokarst tabulaire de Rospo mare

6. ROSPO MARE : UN PALEOKARST TABULAIRE DE CLIMAT CHAUD

Le paléokarst de ROSPO MARE tel qu'il est possible de le caractériser à partir des principaux phénomènes observés en sondage et déduit de l'interprétation morphologique de la sismique marine est un karst bien typé, que l'on peut rapprocher des karsts tropicaux actuels de Cuba, de la Jamaïque, du Guatemala, d'Indonésie, de Papouasie ou de Chine. L'abondance des dépressions, les dolines puits et les formes escarpées évoquent en effet le relief de type karst à pitons ou karst à tourelles très développé dans ces pays et parfois en partie fossilisés par la dernière transgression marine : Baie d'Along au Tonkin, et région de Quailong en Chine.

Les caractéristiques à retenir pour le paléokarst de ROSPO MARE paraissent être les suivantes :

Un karst de climat chaud :

La corrosion chimique y paraît prédominante : abondance de dissolution vacuolaire, fort développement des dolines et des dolines-puits, important concrétionnement calcitique. Tout cela suggère une karstification de climat chaud et humide, ce qui est en accord avec les données paléoclimatiques de l'Oligocène en région péri-méditerranéenne, et explique le grand développement de la karstification à cette époque ;

Un karst tabulaire :

La hauteur karstifiée (environ 150 m), l'existence d'une paléotopographie médiocrement contrastée et de faibles paléogradient d'écoulement (inférieur à 10 o/oo), le développement maximal des dissolutions au toit de la paléozone noyée correspondent à un karst tabulaire à nappe karstique. Dans ce type de karst, la dissolution maximale se situe dans la zone de fluctuation de la nappe. La morphologie du toit du karst est souvent du type karst à pitons.

Un karst gravifique :

Le moteur essentiel des écoulements souterrains est la gravité. On y reconnaît aisément les principaux niveaux de ce type de karst : zone superficielle, zone d'infiltration et zone noyée ;

Un karst polyphasé :

La présence au toit de la "zone des conduits" de galeries horizontales colmatées par des planchers stalagmitiques et recoupées par des fissures élargies de la zone d'infiltration, ainsi que l'évidence de la poursuite de la karstification pendant la lente transgression miocène, soulignent les modifications du niveau de base du paléokarst et son caractère polyphasé.

Un karst évolué :

L'importance de la dissolution (2 % du volume de roche totale), la bonne caractérisation de la zone d'infiltration et de la zone noyée, la hiérarchisation du réseau depuis l'amont vers l'aval, le grand développement des galeries, et l'importance du colmatage indiquent que le paléokarst avait atteint son stade de maturité.

9. LA SITUATION DU PALEOKARST DE ROSPO MARE DANS LA KARSTIFICATION TERTIAIRE MEDITERRANEENNE.

ROSPO MARE, Apricena, et les autres paléokarsts de même type confirmés par forage en région Adriatique montrent l'existence, au tertiaire inférieur, d'un vaste domaine de karstification qui a été ensuite fossilisé par la transgression marine miocène.

Ce domaine se rattache au contexte plus large des karsts oligo-miocènes fossilisés par la transgression Miocène Inférieure à Pliocène et largement développés sur tout le pourtour méditerranéen. Des paléokarsts de cet âge ont été mis en existence en Espagne, notamment dans le Golfe de l'Ebre (gisement pétrolier d'Amposta, de Casablanca, etc...), dans le Golfe du Lion et en Camargue, dans le Sud de la France, en Corse, en Italie, Yougoslavie, Grèce, Turquie, Liban, etc...

On doit donc considérer le paléokarst de ROSPO MARE dans le cadre plus général de l'évolution du domaine méditerranéen où, d'une part les mouvements alpins du Tertiaire inférieur, d'autre part l'ouverture de la Méditerranée à partir de l'Oligocène, ont amené à l'affleurement sur de très vastes zones les importantes formations calcaires sédimentées dans la Mésogée du Trias au Crétacé. L'émergence de ces couches calcaires de plusieurs milliers de mètres de puissance est amorcée dès la fin du Crétacé (-65 à 70 MA) et est totalement terminée au début de l'Oligocène (-35 à 40 MA). Il s'est alors développé pendant au moins 10 à 20 MA - une karstification majeure généralisée. L'examen de très nombreux exemples régionaux fait apparaître des convergences morphologiques tout à fait significatives entre ces divers karsts du pourtour méditerranéen.

Il s'agit presque toujours de karsts tabulaires, dont l'épaisseur de la

zone karstifiée n'excède pas quelques centaines de mètres. Ils montrent des niveaux karstiques étagés et reliés à leur base à une nappe karstique fluctuante responsable du polyphasage - creusement, remplissage, fossilisation. De plus, ils sont marqués par une action prédominante des processus chimiques : corrosion, dissolution, dépôt d'énormes masses concrétionnées de carbonate de calcium.

Toutes ces caractéristiques correspondant à celles d'un milieu climatique chaud, humide, avec abondantes circulations souterraines évacuées profondément par la nappe karstique. Ceci est en accord avec une évolution de type karst tropical à sub-tropical, confirmée par ailleurs par les données paléoclimatiques de cette époque notamment à l'Oligocène.

Cette évolution aboutit sur la presque totalité de la zone méditerranéenne émergée à la mise en place de karsts zonaux à très vastes surfaces aplaties, peu élevées au-dessus du niveau de base. Ces surfaces planes d'érosion-corrosion sont particulièrement bien conservées dans les zones calcaires péri-méditerranéennes. On les observe sur toute la façade sud européenne ainsi que dans le Proche Orient et le Maghreb ou elles sont cependant beaucoup plus morcelées.

Ce karst généralisé est peu profond. La karstification ne concerne en fait que la petite partie supérieure de la masse calcaire, mais sa très large extension - presque continue - en fait un véritable niveau géologique, un "fossile marqueur" à l'échelle méditerranéenne.

La fossilisation totale ou partielle de ce grand karst méditerranéen s'effectue par transgression marine progressive depuis la fin de l'Oligocène (- 23 MA) pour les parties les plus anciennement submergées et jusqu'au début du Pliocène (- 5 MA) pour les parties les plus récentes, conséquence du basculement des blocs vers l'enfoncement méditerranéen et thyrien. Ces divers karsts sont ainsi fragmentés, certains sont restés en grande partie émergés, d'autres ont été portés à plusieurs milliers de mètres de profondeur (- 1350 mètres pour ROSPO MARE). Seuls restent alors observables aujourd'hui les fragments réexhumés par l'érosion, remontés par les mouvements plio-quaternaires ou explorés par forage.

L'âge de la transgression marine et donc de la fossilisation du karst permet de distinguer plusieurs types de surfaces anciennes karstiques pouvant présenter des morphologies assez contrastées, avec :

- des surfaces karstiques fin Oligocène à topographie souvent très aplatie pouvant représenter des aplatissements zonaux sous sol de végétation ;
- des surfaces intra-miocènes ou pré-pliocènes, parfois beaucoup plus découpées, pouvant correspondre à des topographies accusées : réseau de paléovalées et canyons du Messinien Supérieur ;
- des surfaces anciennes non recouvertes par la transgression marine, souvent découpées en relief par l'érosion plio-quaternaire et dont on ne peut dire si le caractère d'aplanissement actuel provient d'un état Oligocène ou d'un réaménagement récent.

CONCLUSION

Le paléokarst de ROSPO MARE, dont l'intérêt économique pétrolier est important, constitue un excellent exemple de l'apport des techniques industrielles de recherche à la connaissance d'un système karstique. Sa caractérisation et son interprétation par référence aux modèles des karsts tropicaux a amélioré son exploration et apporté des informations nouvelles sur les types de karstification et sur les paramètres utiles (porosité, perméabilité) des karsts fossiles.

Enfin, ce paléokarst ne constitue par un phénomène unique et isolé. Toutes ses caractéristiques et son évolution l'intègrent dans le grand système du karst oligo-miocène méditerranéen développé dans les calcaires mésozoïques et dont la mise en place comme la fossilisation sont en liaison avec les étapes de l'ouverture méditerranéenne. Ce thème général de recherche mérite d'être plus largement développé.

BIBLIOGRAPHIE sur les paléokarsts pétroliers

- DEDINSZKY, J., 1971, "Magylengyel - an interesting reservoir" Nafta - Vol. 22, n°415, pp. 314-321.
- DUSSERT, P., SANTORO G. and SOUDET, H., 1988 "A decade of drilling developments pays off in offshore Italian Oil Field" Oil and Gas Journal, Vol. 86, n°9, pp. 33-39.
- FEIQI and WANG XIE-PEI, 1984, "Significant role of structural fractures in Renquiu buried-Hill Oil field in Eastern China" American Association of Petroleum Geologists, Bulletin, Vol. 68, n°8, pp. 971-982.
- GARCIA-SINERIZ, B., et al., 1980 "A new hydrocarbon province in the Western Mediterranean" 10th World Petroleum Cong. Proc. - Vol.2, 1980 - pp. 191-197.
- GRAIG, D.H., 1987, "Caves and other features of Permian karst in San Andres Dolomites, Yates Field Reservoir, West Texas" in Paleokarst N.P. James and P.W. Choquette Editors - Springer Verlag 1987 pp. 342-363.
- KERANS, Ch., 1987, "Karst controlled reservoir heterogeneity in Ellenburger Group Carbonates of West Texas" American Association of Petroleum Geologists, Bulletin, Vol. 72, n°10, pp. 1160-1183.
- MONTIGNY, O. de, SORRIAX, P., LOUIS, A., 1988, "Horizontal well drilling data enhance" Oil and Gas Journal, Vol. 86, n°27, pp. 40-48.
- WATSON, H.J., 1982, Casablanca field offshore Spain, a paleogeomorphic trap in the deliberate search for subtle trap - Albuty Editor - AAPG Mem, n°32, pp. 237-250.

* P. DUBOIS : Société Elf Aquitaine, Direction Exploration, Tour Elf 92078 Paris 14 Défense Cédex 45, France.

** P. SORRIAX/H.J. SOUDET : Société Elf Aquitaine, Direction Exploration, CSTCS, 64018 Pau Cédex, France.

CHARACTERISTICS AND DEVELOPMENT OF WANHUAYAN CAVE, CHENZHOU CITY, HUNAN

ZHU, Xuewen - WANG, Xunyi - ZHANG, Ren - TAN, Pengjia

1. Introduction

Wanhuayan Cave which located at Tongshan Hill 17Km southwest of Chenzhou City is actually the resurgence of a modern subterranean river, and now is open to tourists.

Wanhuayan Underground River System with a catchment of 21.73 Km² is the upstream section of Tongxin River which is a tributary of Chen River belongs to Xiang River Basin. Carboniferous & Permian of Upper Palaeozoic erathem and intrusive granites of Indo-Chinese epoch exposed in the underground river basin and formed two different types of aquifer respectively (Figure 1).

1). Karst water-bearing complex of carbonate rocks:

It's composed of thick-bedded high purity limestones & dolomitic limestones of Detang Formation (C1d) and Yanggou Formation (C1y), and it covers an area of 13.86 Km², about 63.8% of the total area of river basin. Geomorphologically the area is constituted by two types of corrosion-erosional landforms: the karst hill-depression and the karst hill-valley, constructing runoff area & discharge area of the subterranean river basin.

2). Fissure water-bearing complex of granites:

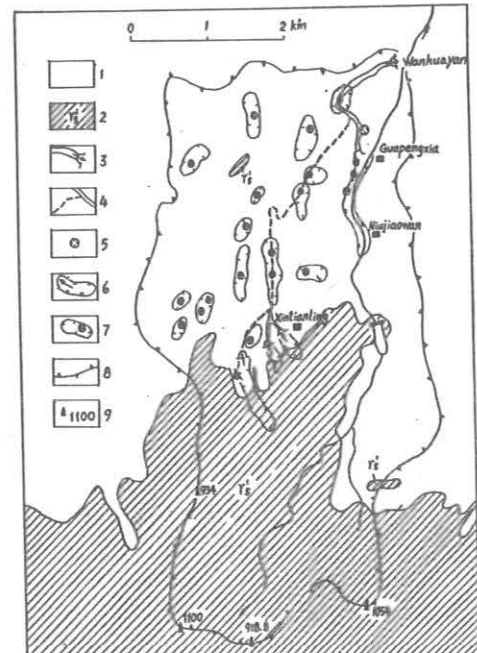
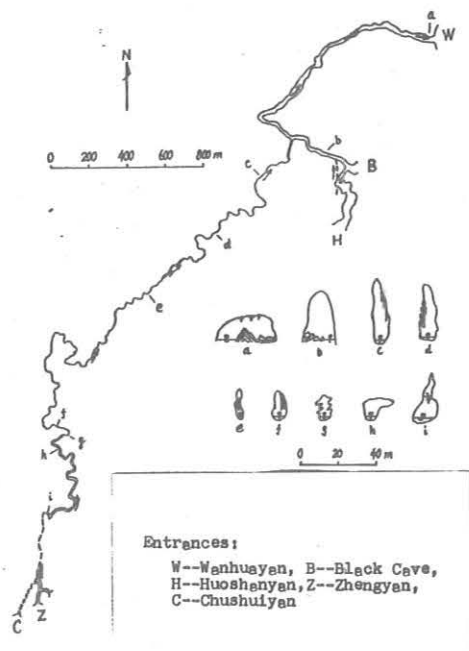
It only exposed in the south part of river basin, having a distribution area of 7.87 Km², and makes 36.2% of the total area of river basin. It is the recharge area of this river basin showing the landscape of erosional medium-low mountains.

2. The composition and characteristics of Wanhuayan Cave System

Wanhuayan Cave is really a modern subterranean river system of large scale, it consists of a 2,245m long principal passage, a branch passage which is more than 5,000m long and negative relieves which connect them with one another such as sinking holes, shafts, ponors, karst window and depressions (Figure 2).

1). Principal passage of Wanhuayan Cave System;

It has 3 cave entrances on the surface: Heshangyan Cave, Haiyan Cave and Wanhuayan Cave, of which Heshangyan Cave is a previous sinking hole whilst Haiyan Cave is a 94m deep collapse karst window which has a diameter of 90m. The dimension of the passage is generally about 5-20m in width and 10-20m in height, but the widest and highest part of the passage are 70m and over 30m respectively. Because of such huge space, the collapse of cave ceiling is very prominent. The space configuration of principal passage is multistory and of irregular cross-section. The modern river bed on the passage floor is about 3-5m wide, and the fluctuation of water level of now time is about 2-4m. Inside principal passage, huge granitic gravels exist everywhere on the floor. It is obvious that modern hydrologic regime is unable to produce such great space of principal passage.



2). Branch passage of Wanhuayan Cave System:

The region covering by carbonate rocks in the north part of Wanhuayan River Basin is mainly recharged by surface water from Qitianling mountainous area flowing through those sinking holes or ponors within margin depressions which developed along the geological contact zone of granites and carbonatites, and such corrosive allogenic recharge water is undoubtedly the chief source providing motive force for the development of Wanhuayan Underground River Basin. Jinshuiyan Cave and Zhengyan Cave situated on hillfoot of Xintianling Mt. are two leading sinking holes of branch passage on the left bank of principal passage of Wanhuayan Cave System, and this branch passage now supplies 70% of the total discharge of Wanhuayan Subterranean River. Thus, the principal passage is only a relict cave of early stage while branch passage plays an important role in modern water cycle of Wanhuayan Cave System.

The space scale of branch passage is much smaller than principal passage: commonly the width is about 3-6m and the height is about 5-10m. The passage cross-section is gorge-shaped & keyhole-shaped, but the keyhole-shaped cross-section can be commonly observed in the upstream segment of branch passage. Generally, the passage mainly developed along 3 sets of fissure-plane which are nearly N-3 trending, NE trending & NW trending respectively, and most of all, the plan of branch passage shows that most connections of different striking conduits of the passage are of right-angle-intersection, and branch passage has rare meander channel (see Figure 2). It's very clear that the extending of branch passage has been controlled by structural-plane, and the history of passage development is not a long time.

Speleogens like rock pendants, hornstones & stoneteeth developed well on the ceiling, wall & bottom of the passage. Besides, small grit bed is the chief mechanical deposits on the river bed. In nearly 200m long passage segment which is close to the waterfall at the upstream end of branch passage, as the cave roof is relatively thin, the clay deposits at the bottom of surface depressions are able to penetrate through fractures of cave roof into the passage to form those accumulative slopes & hills.

3. Development of Wanhuayan Cave System

According to the analyses of age determination of cave deposits, morphologic features of cave passage and the relationship among each components of cave system, we deduce that Wanhuayan Cave System has undergone two development stages as follows:

1). Development Stage of disappearing stream & principal passage: As mentioned above, obviously principal passage should have the longest development history among all components of cave system, it's in fact a segment of sinking river on an ancient watercourse from Niujiaowan to Guapengxia. The ancient river sank into underground at Heshangyan Cave and resurrected on surface at Wanhuyan Cave. At the place where tributary flow of branch passage merges with principal passage, almost the cross-section of principal passage has not changed by the agent of affluent water, and this also reflects that such huge space of principal passage should have been mainly produced in the stage of sinking stream development. Based on the age study on river bed deposits by C-14 dating, this development stage should be ended before Late Pleistocene.

2). Development Stage of surficial funnelization & branch passage: Although surface water dominated over local water cycle during early stage of sinking river development, landsurface of watershed began the process of surficial funnelization with the down of base level resulting from earth movement during medium-late stage of principal passage development. Surface depressions, dolines, ponors and sinking holes developed greatly, surface water therefore penetrated into underground gradually and started producing branch passage we see today. Meanwhile, because of the decrease of precipitation, the surface watercourse from Niujiaowan to Guapengxia had been abandoned. In this way, the proceeding of tributary passage development has accelerated since Late Pleistocene.

A new era of development of Wanhuyan Cave System began which is predominated by the formation & evolution of branch passage.

4. Discuss

What we especially need to point out at here is that: the segment of principal passage from Heshangyan Cave entrance to an inward depth of about 500m has much greater space than other part of the passage, this is because Heshangyan Cave was the sinking hole of an ancient surface river then, having the highest degree of concentration of water-flow, the steepest hydraulic gradient and thus the strongest erosive power, and this is also the same reason why almost all entrances of sinking rivers are greater than their resurgences.

Although we haven't arrived at a conclusion for the formation & development of caves yet, from the study on the speleomorphologic characteristics & development of Wanhuyan Cave System, we realize that the input of allogenic water with strong erosive power is very important to the formation & development of a big cave. It's not very difficult for us to find lots examples to prove this viewpoint in the karst region of China: nearly most caves or cave systems of large scale have unexceptionally related to the concentrative recharge of corrosive allogenic water.

Institute of Karst Geology, Guilin, Guangxi, China.

THE LONGEST KARST CAVES IN CHINA

WANG, Xunyi

There have thousands upon thousands of caves, developed in wide karst areas in China. According to the need of economic constructive and to chinese-foreign cave co-expeditions, in last years some large karst caves (cave systems) have discovered and mapped. This is a list of longest karst caves in China length over 2 km (up to October 1988). Because of the insufficient references deepest caves temporarily haven't giving.

No	Names of caves	Locality	Length (m)	Reference
1	Tenglong Cave System	Licuan, Hubei	37000	Geol.Inst., Acad. Sinica "Chinese-Bergie co-expedition Team, 1988"
2	Baishui Dong System	Jiangkou, Guizhou	22450	Regional Hydrogeological Report (G-49-I)
3	Chuyan Dong-Bangdong An-Long, Guichang-Xiliudong Syst.zhou	Guizhou Geogr. Ass.	17262	"Anglo-chinese cave co-expedition, Feb.1988"
4	Duobin Dong System	Xiwen-Xifeng, Guizhou	17210	Yan Hankui: "Carsologica Sinica", 1986, 5-2
5	Haimo Dong (Pan Yang Cave System)	Hama, Guangxi	13735	Inst. of Karst Geology "Anglo-chinese cave co-expedition, Jan.1988"
6	Guangyan (Crown Cave) System	Guilin, Guangxi	10200	Inst. of Karst Geology "Anglo-chinese cave co-expedition, Dec.1985"
7	Jin Lun Cave	Mashan, Guangxi	7213	Inst. of Karst Geology "Anglo-chinese cave co-expedition, Jan.1988"
8	Gangzei River Cave	Mashan, Guangxi	7000	same
9	Wanhuyan Cave	Chengzhou, Hunan	6745	Inst. of Karst Geology "Americo-chinese cave co-expedition, Mar.1988"
10	Hiyun Dong	Fanxian, Guizhou	6500	
11	Daji Dong	Zhi jin, Guizhou	5400	He Caihua: "Int. Geomorph" 1986, part II. pp.1095-1108
12	Shenxian Dong	Dushan, Guizhou	4965	Li Jinyan: "Proceeding of 2 th Karst Congress, 1982"
13	Long Dong (Dragon Cave)	An-Shun, Guizhou	4500	Mei Zhengxing: "Carsologica Sinica", 1983, 2-2
14	Solue-Underground River Cave	Hama, Guangxi	4000	Yuan Daoxian: "A Brief Introduction of China's Research in Karst", 1981
15	Yellow Dragon Cave	Cili, Hunan	4000	Cheng Jian et al. "Carsologica Sinica", 1987, 6-1
16	Saguo Dong	Fala, Guizhou	3410	Guizhou Geogr. Ass.: "Anglo-chinese cave co-expedition, 1987"
17	Tienquan Cave	Xingwen, Shichuan	3400	Yan Shixing: Selected papers
18	Xiao Dong	Jingsha, Guizhou	3180	Regional Hydrogeol. Report (G-48-V)
19	Nan Dong Under-ground River System	Kaiyuan, Yunnan	3140	Regional Hydrogeol. Report (F-48-II)
20	Shenfeng Dong	Xingwen, Shichuan	2800	Yan Shixing: Selected Papers
21	Longgong Dong Cavern	Penze, Jiangxi	2700	Inst. of Karst Geology
22	Feiyao Dong	Longshan, Hunan	2661	Research Group of Luota Karst Geology, 1984
23	Tianguotan Large Cave	Same		Same
24	Shui Dong	Menglian, Yunnan	2360	Regional Hydrogeol. Report (F-47-XVI)
25	Seven Star Cave	Guilin, Guangxi	2200	Zhu Xuewen et al.: "Study on Karst Geomorph. and Caves in Guilin", 1988
26	Xiejiawei Water Cave	Benxi, Liaolin	2132	Ma Liexin et al. "Karst and Karst Water in North China", 1981
27	Shihua Dong	Fanshan, Beijing	2120	Beijing Hydrogeol. Team

The Institute of Karst Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Guilin, Guangxi, China

THE STUDY OF KARST REGIONS IN TUSCANY

FORTI, P. - MICHELI, L. - PICCINI, L. - PRANZINI, G. - SASSOLI, U. - TREVISANI, M.

1. INTRODUCTION

The region of Tuscany is one of the few Italian regions which, while awaiting national legislation, has passed a law specifically aimed at the preservation and valorization of its caves. The law is designed to devise proper guidelines with which to manage karst caves and regions.

To gather basic information, registers of karst caves and regions will be created. The Tuscan Speleological Association has already begun making a census of caves for the former.

With regards to the examination of karst regions, and the creation of their register, research carried out jointly by the Tuscan Region, the Department of Earth Sciences of the University of Florence, the Italian Institute of Speleology and the Tuscan Speleological Federation is nearing completion. For each karst region a card divided into 20 sections including, among other things, inventory number, townships involved, name of the region, U.T.M. coordinates of the limits of the region, morphology, geology, hydrology, anthropological and naturalistic interest, condition, and possible development is compiled.

Since no regional studies of karstism had been undertaken in Tuscany, a methodology employing a computerized data base, with which to describe karst areas and their salient characteristics as rapidly as possible, was devised. Since this methodology may prove useful in other regions, it is illustrated here. It encompasses three distinct phases:

- 1) insertion into the computer and plotting of karstifiable formations, whose limits are taken from the 1:100000 scale Geologic Map of Italy.
- 2) insertion and plotting of the data collected by the Tuscan Speleological Federation on natural caves.
- 3) insertion and plotting of superficial karst features found in literature searches and cursory examinations of aerial photographs, or reported by speleological groups.

By superimposing the maps derived from the three phases, the areas requiring the further study (evaluation of the geology, detailed photointerpretation, hydrogeology, etc.) necessary to thoroughly describe karstification were found. Further studies of the effects of human intervention in karst regions are planned, in order to suggest techniques for protecting the regions the authorities.

2. MAP OF THE KARSTIFIABLE FORMATIONS (fig. 1)

The nomenclature was kept unchanged when the limits of the formations given in the Geologic Map of Italy were inserted, in order to keep the data applicable to other projects. The individual formations are for the most part calcareous (sedimentary or metamorphic), though a few are evaporitic or chemical in origin (gypsums and travertines). They are divided into 12 classes of karstifiability according to criteria based on their lithology, genesis, and thickness (See Tab. 1).

3. MAP OF THE CAVES (fig. 2)

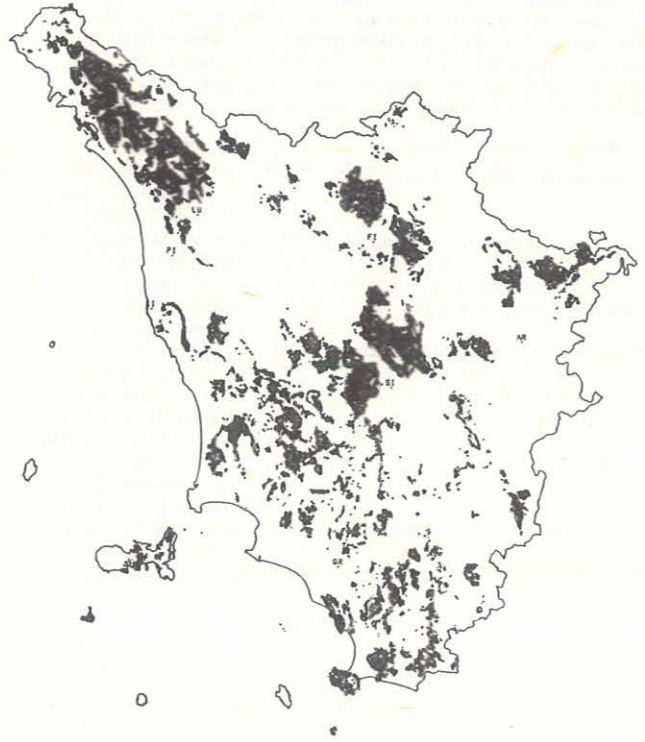
The U.T.M. coordinates of the cave mouths inserted into the data base with which this map was generated are the same ones the Tuscan Region is using to build a data base covering its territory. The data describe more than 800 caves registered by groups associated with the Tuscan Speleological Federation.

4. KARST REGIONS

Observing the map obtained by superimposing the map of karstifiable formations over the map of natural cavities, one notes that the area in which caves are formed is smaller than the total area in which karstifiable rocks crop out. The percentage of caves developed in the metamorphic nucleus of the Apuan Alps is remarkable (see Tab. 2). Other areas where hypogene karstification is clearly concentrated are: the Monti della Calvana (in the Monte Morello Formation), the Monti Pisani (for the most part marbles), the Montagnola Senese (Calcarea Cavernosa Formation) and the Monte Calvi region, near S. Vincenzo.

At the same time the above mentioned maps were being prepared, a detailed literature search was carried out, especially with regards to superficial karstification. Publications dating to the end of the nineteenth and the be-

Fig. 1 OUTCROPS OF SOLUBLE ROCKS IN TUSCANY



ginning of the twentieth centuries have provided much useful information, describing sink holes and other features in detail and including very accurate planimetric maps.

The locations of the principal karst regions of Tuscany were determined by superimposing the lithologic and cave maps, and consulting the data produced by the literature search and the reports made by speleological groups (Tab. 3). In addition to these, there are many restricted areas (Tab. 4).

5. DESCRIPTION OF THE PRINCIPAL KARST REGIONS

The Apuan Alps are the most important Tuscan karst region, both in terms of size and development. This internationally renowned mountain range contains the Antro del Corchia, the deepest and most extensive Italian cave. The karst aquifers of the region, which feed many springs and are the source of almost all the perennial streams, are remarkable. The salient characteristic of this mountain group is that hypogene karst features appear to be much better developed than surface features, which clearly appear in only two localities: Vetricia and Carcaria. Vertical caves predominate over horizontal ones and some of them exceed depths of 500 meters, because of the considerable structural deformations the massif has undergone, make up very thick successions of karstifiable rocks. Marble, which, as one can see from Tab. 2, belongs to the lithologic group with the greatest number of caves, is the most widely outcropping carbonate formation. Marble quarrying, an activity which often conflicts with the preservation of natural caves, is extensive in the Apuan Alps. Even the Antro del Corchia is threatened by the advance of the quarries on the mountain.

The Monti della Calvana karst region, near Florence, is established in a formation theoretically only slightly karstifiable because of the presence of frequent non-carbonate layers. There are, however, many caves, though they rarely reach appreciable sizes. At present about 4 km of galleries have been explored. The superficial karstification, concentrated along the ridge, is quite distinctive.

Fig. 2 MAP OF THE CAVES



Though the Mesozoic nucleus of the Val di Lima does not display extensive superficial karstification, its subterranean karst circulation is very well developed, and there are karst springs with discharges reaching 50 l/s.

In the Triassic Calcare Cavernoso Formation at the Montagnola Senese there are many poorly developed caves and also beautiful superficial karst landforms such as sinkholes, and, nearby, Pian del Lago, the only polje in Tuscany (P. Marcaccini, 1961).

There are many caves in the karst regions in the foothills of Monte Pisano, some of which have produced important archaeological material.

In the area in which the Calcare Cavernoso outcrops, near Massa Marittima, there are many superficial karst features, including especially well developed depressions which in the past hosted lakes; Lake Accessa still occupies one today.

The karst caves of the Monte Calvi region occur in the Calcare Massiccio formation, which was, in this area, mineralized by the intrusion of a granitic pluton responsible for the formation of marbles. Some of the mineralized caves were in the past mined.

Superficial karst features are very well developed in the Monti di Capalbio karst region, where the Calcare Cavernoso crops out. There are sinkholes in non-karstifiable rocks in the immediate vicinity of karstifiable ones. Few caves have been found here, though the region's potential appears to be considerable. The hills of the Capalbio region are the absorption area of the carbonate aquifer present under the Orbetello Lagoon.

The Monsummano karst region near Pistoia, one of the smallest shown in Tab. 4, is distinctive because it includes a cave, used for speleotherapy, whose internal temperature is 30° because of a hot spring. There are also other high temperature caves in the region.

6. CONCLUSIONS

The first phase of research has shown that though Tuscan karstification has not yet been fully documented, it is widespread and varied. Many caves in fact remain to be discovered, though the study of the hydrogeology of these regions is a more important task. It may well lead to the discovery of new ground water resources, whose exploitation will have to be tailored to the environmental characteristics of karst regions. The main goal of the research in progress is, in fact, to supply the Region of Tuscany, enforcer of the speleology law, with the basic information necessary to develop proper management guidelines.

REFERENCES

1. DEL ZANNA, P. : I fenomeni carsici nel bacino dell'Elsa. Boll. Soc. Geol. It. XVIII 1899.
 2. MANCINI, F. : I fenomeni carsici sui monti della Calvana (Firenze).

Cartografica s.p.a. Firenze 1955.
 3. MARCACCINI, P. : I fenomeni carsici in Toscana. Riv. Geogr. It. 68 1961.
 4. MORI, A. : I fenomeni carsici dell'Orbetellano e del Capalbiese. Mem. Reg. Soc. Geog. It. XVII 1932.
 5. PRANZINI, G. : Sull'origine del carsismo dei monti della Calvana (Firenze). La Grotte d'Italia S.14.11 1983
 6. REGIONE TOSCANA - FEDERAZIONE SPELEOLOGICA TOSCANA : Catasto unificato delle grotte della Toscana. 1988.
 7. STEFANINI, G. : I fenomeni carsici nei gessi della Val d'Era. Riv. Geogr. It. XIV 1907.

TABLE 1
CLASSES OF SOLUBLE ROCKS

CLASS	HIGHEST THICKNESS (m)	AREA (km ²)	% OF TUSCANY AREA	% OF TOTAL OUTCROPS OF SOLUBLE ROCKS
1) MARBLES	1000	90.52	0.39	3.21
2) "GREZZONI" (METAMORPHIC DOLOMITIC LIMESTONES)	800	47.22	0.20	1.67
3) METAMORPHIC STRATIFIED LIMESTONES WITHOUT INSOLUBLE INTERCALATIONS	700	36.40	0.15	1.29
4) "CALCARE MASSICCIO" (CARBONATE PLATFORM FORMATION)	700	74.94	0.32	2.66
5) "CALCARE CAVERNOSO" (DOLOMITIC LIMESTONE)	1800	447.58	1.94	15.91
6) STRATIFIED LIMESTONES WITHOUT INSOLUBLE INTERCALATIONS	700	269.21	1.17	9.57
7) "CALCARI E MARNE A RHAETAVICULA CONTORTA" (MARLY AND DOLOMITIC LIMESTONES)	400	40.24	0.18	1.43
8) DETRITIC LIMESTONES	200	102.51	0.45	3.64
9) MARLY LIMESTONES WITH INSOLUBLE INTERCALATIONS	800	1464.72	6.38	52.08
10) GYPSUM	30	0.76	0.01	0.02
11) TRAVERTINES	100	127.02	0.56	4.55
12) FORMATIONS WITH EVAPORITIC SEDIMENTS	-	111.06	0.49	3.97

NOTES :
 TOTAL TUSCANY AREA : km² 22964.
 TOTAL OUTCROPS AREA OF SOLUBLE ROCKS : km² 2812 (12.24% of Tuscany area).
 TOTAL KARST AREA : km² 1157.5 (5% of Tuscany area, 41% of total outcrops area of soluble rocks).

TABLE 2

CLASSES OF SOLUBLE ROCKS	AREA (km ²)	N. OF CAVES	N. OF CAVES/km ²
1)	90.52	203	2.24
2)	47.22	71	1.50
3)	36.40	61	1.68
4)	74.94	42	0.56
5)	447.58	99	0.22
6)	269.21	55	0.20
7)	40.24	15	0.37
8)	102.51	16	0.16
9)	1464.72	53	0.04
10)	0.76	2	2.63
11)	127.02	31	0.24
12)	111.06	-	-

TABLE 3
PRINCIPAL KARST REGIONS

NAME	AREA (km ²)	CLASSES OF SOLUBLE ROCKS	NUMBER OF CAVES	OTHER MAIN KARST LANDFORMS
ALPI APUANE	378	1,2,3,4, 5,6,7	>300	springs, karren, bridge
VAL DI LIMA	43	4,5,6,7	10	springs, canyon
M. PISANI	15	1,2,3,4	54	springs, dolines
CALVANA - M. MORELLO	155	9	36	dolines, springs
MONTAGNOLA SENESE	139	1,3,5	42	polje, dolines
M. CALVI	28	1,4	17	-
MASSA M.MA	62	4,5,11	5	karst lake
M. CETONA	27	4,9,10	30	dolines
CAPALBIO	77	4,11	3	dolines, karst lak

TABLE 4
OTHER KARST REGIONS

NAME	AREA (km ²)	CLASSES OF SOLUBLE ROCKS	NUMBER OF CAVES	OTHER MAIN KARST LANDFORMS
GORDANA	1	6	4	canyon
SASSALBO	1	10	2	-
PASSO DEL CERRETO	1	10	-	field of dolines
ALPE DI SORAGGIO	3	4,10	10	-
PANIA DI CORFINO	6	4,7	8	canyon
COREGLIA	2	6	4	-
LA VERNA	2	8	3	-
MONTECATINI	2	3,6	3	thermal caves
POGGIO DEL COMUNE	23	5	-	canyon, dolines
COLLE VAL D'ELSA	64	5,11	3	karst lake, springs
ORCIATICO	1	10	2	dolines
RAPOLANO	22	6,7,11	9	thermal springs
CORNATE	4	4	3	-
ROCCASTRADA	1	10	4	underground water course
UCCELLINA	35	4,5,6	6	-
CASTELLAZZARA	4	9	5	-
SORANO	3	10	1	thermal springs
ARGENTARIO	47	2,5	5	-
PIANOSA	10	8	3	-
GIANNUTRI	2	5	8	subaqueous caves, dolines

- (X) Istituto Italiano di Speleologia - via Zamboni 67,
40127 BOLOGNA (ITALY).
- (XX) Dipartimento Ambiente e Dipartimento Urbanistica
Regione Toscana - via di Novoli 26, 50100 FIRENZE
(ITALY).
- (XXX) Federazione Speleologica Toscana - via Torre del
Gallo 30, 50125 FIRENZE (ITALY).
- (XXXX) Dipartimento Scienze della Terra - Università di
Firenze - via La Pira 4, 50100 FIRENZE (ITALY).

FENOMENI CARSICI NEL TERRITORIO DI PACHINO (SICILIA SUD-ORIENTALE)

RUGGIERI, Rosario

ABSTRACT - This work deals with some manifestations of the karst in the far south-eastern part of Sicily that is the territory of Pachino and exactly Cugni area. In this site, the presence of Eocene Nummulitic limestones has caused the birth of the karst system of "Calafarina - Fico". It is influenced more by the joint of stratum than by the present structural discontinuities, as put in evidence is the carried out statistical - structural research. These structural discontinuities, put in evidence in the system in the form of narrow and lengthened galleries, have instead carried on the secondary function of joint of the various interstrata conduits of the karst. Moreover, the presence of some typical morphologies in the inside of the system has put in evidence a polycyclic of the karst linked with the palaeogeographical evolution of the area.

Premessa

I sistemi carsici che ho avuto modo di studiare nella Sicilia sud-orientale hanno evidenziato una notevole variabilità sia sotto il profilo geomorfologico che sotto quello litologico-strutturale.

Questa differenziazione, che si esplica in generale attraverso una linea evolutiva obbligata, è legata a condizioni locali peculiari e risulta tanto più evidente quanto più l'area di osservazione (provincia di Ragusa e Siracusa) si può considerare geograficamente limitata.

Si sono così osservate, nelle alternanze calcareo-calcarenitico-marnose affioranti negli iblei Ragusani, fenomenologie carsiche alquanto differenti rispetto a quelle esistenti nella provincia di Siracusa, sia per estensione che per caratteristiche evolutive.

Un'ulteriore differenziazione morfologico-evolutiva, legata a variazioni tessiturali e strutturali dei litotipi presenti, è stata riscontrata nelle cavità impostate a diversi livelli nella stessa formazione.

Le condizioni morfologico-strutturali presenti in certe aree possono ancora, correagendo con situazioni di variabilità paleogeografica, creare fenomenologie ipogee con caratteristiche uniche e, a volte, irripetibili.

Tutti questi fattori, presenti in modo diverso nell'area sud-orientale della Sicilia, hanno pertanto reso più vario lo scenario dei fenomeni carsici, rafforzando l'idea che ogni cavità naturale è un caso a se' e va, quindi, analizzata nell'insieme delle particolari condizioni in cui si è sviluppata.

Per i motivi su riportati il sistema carsico "Calafarina-Fico", in queste pagine descritto, è stato analizzato tenendo presente il contesto generale della geologia dell'area che a tale fine è stata, nel presente lavoro, sinteticamente riportata.

MORFOLOGIA DELL'AREA

L'andamento morfologico dell'area circostante il sistema

RIASSUNTO - Il presente lavoro tratta lo studio di alcune manifestazioni carsiche presenti nella estrema porzione sud-orientale della Sicilia corrispondente al territorio di Pachino ed esattamente nella contrada Cugni. In questa area la presenza di calcari eocenici a Nummulites ha determinato la nascita di un sistema carsico, "Calafarina - Fico", che è risultato influenzato, come evidenziato dalla indagine statistico-strutturale condotta, dai giunti di strato più che dalle discontinuità strutturali presenti. Queste ultime, evidenziate nel sistema sotto forma di gallerie strette e allungate, hanno invece esplicitato la funzione secondaria di raccordo fra i vari condotti carsici interstratali. La presenza di alcune morfologie tipiche all'interno del sistema ha inoltre evidenziato l'esistenza di un carsismo policiclico legato all'evoluzione paleogeografica dell'area.

carsico "Grotta di Calafarina - Grotta del Fico" è caratterizzato da due motivi principali riconducibili alla litologia affiorante e alle strutture tettoniche presenti.

Un primo motivo, legato agli affioramenti eruttivi (si veda carta geologica), evidenzia una depressione, incisa da due piccoli corsi d'acqua, terminante con il Pantano Marghella.

Le ampie valli di questi piccoli corsi d'acqua sono indicativi, in questi casi, di una morfologia di tipo senile.

Lungo la costa orientale la morfologia è invece caratterizzata da falesie verticali con segni di erosione differenziale fra le tefriti e i lavadicchi.

Una morfologia di tipo strutturale interessa, inoltre, gli affioramenti calcarei di contrada Pipitona e di contrada Cugni in relazione alle immersioni dei piani di strato.

Evidente, su queste superfici carbonatiche, è l'azione erosiva di tipo carsico (solchi e terre rosse) e la mancanza di un reticolo idrografico.

A contrada Cugni la presenza di una valle di circa 100 metri nella placca calcarea, denota l'azione erosiva di un vecchio corso d'acqua che sfociava a Grotta Calafarina. Successivi fenomeni di erosione regressiva causati da diversa erodibilità (tra le marne e i calcari) dovettero provocare la deviazione del corso d'acqua e la conseguente interruzione della fase evolutiva della valle.

GEOLOGIA

I litotipi affioranti nell'area circostante il sistema carsico in seguito descritto, possono essere così distinti, dal basso verso l'alto:

- | | |
|------------------------------------|--------------------|
| 1) Vulcaniti | Cretaceo |
| 2) Calcari a rudiste | Cretaceo superiore |
| 3) Breccia e conglomerato calcareo | |
| 4) Calcari a Nummuliti | Eocene |
| 5) Calcari a Lepidocycline | Acquitaniense |

Vulcaniti

Si tratta di una colata sottomarina di natura basica a struttura porfirica con fenocristalli di plagioclasio e pirosseni. Tale lava, che costituisce il nucleo di una

anticlinale con asse diretto ONO-ESE presenta una buona esposizione lungo la falesia e il taglio stradale della Tonnera di Acqua Falonta.

Lungo questa sezione le lave sono attraversate da filoni ad andamento subverticale con fessurazione prismatica, definiti "autodocchi e dicchi intraformazionali" (CUCUZZA SILVESTRI, 1962-1963).

La formazione vulcanica è superiormente coperta dai calcari cretacei a rudiste. L'assenza di tracce di metamorfismo e di fratture in direzione dei filoni in questi ultimi porta ad escludere l'ipotesi di una fase intrusiva posteriore all'inizio della sedimentazione calcarea.

Calcarei a rudiste

Giacciono sulle vulcaniti e sono coperti in trasgressione dai calcari eocenici. Dal punto di vista litologico sono costituiti da grossi banci con stratificazione poco evidente, di un colore talvolta giallognolo.

La roccia, ora porosa e friabile, ora detritica e compatta, è ricca di resti di organogeni tra cui abbondano le Rudiste, i Gasteropodi e gli Orbitoides.

I caratteri di giacitura (superficie di contatto irregolare) escludono una regressione marina dopo l'effusione sottomarina, ma lasciano presumere un ambiente di sedimentazione con correnti irregolari e predominanti in alcuni punti.

Lo studio petrografico eseguito su alcuni campioni ha fatto ricadere questi calcari nel campo delle Biosparuditi e delle Dismicriti (SCAPELLATO, 1978-1979).

L'età è Cretaceo superiore per il rinvenimento di Hippurites cornucopiae, 1982) e sono correlabili al "Membro Amerillo" (RIGO e BARBIERI, 1958) da cui se ne distaccano per la facies.

Breccia e conglomerato calcareo

È costituito da grossi elementi vulcanici: giace su una superficie inclinata di circa 25 gradi e segna la trasgressione dei calcari luteziani sulle vulcaniti.

Calcarei a Nummuliti

Questa formazione, affiorante in contrada Pipitona e sulle vulcaniti a est di Pachino da, contrada Malotempo e Grotta Calafarina, insieme a quella cretacea sottostante e a quella acquitaniana sovrastante, dà luogo alla successione calcarea in facies di scogliera, in relazione all'alto strutturale instauratosi fin dal Cretaceo.

La giacitura è trasgressiva e la superficie di contatto, inclinata di 25 gradi, con le formazioni sottostanti è nettamente discordante.

Uno studio sulle caratteristiche litologiche è stato condotto sull'affioramento di contrada Cugni (SCAPELLATO, 1978-1979) dove si sono distinti i seguenti tipi litologici:

- Calcarei compatti, bianchi, a frattura concoide e ricchi di Foraminiferi: Nummulites, Amphystegine, Alveoline, con colonie di Coralli, Lamellibranchi, Gasteropodi.

- Calcarei bianchi, teneri e talvolta friabili, caratterizzati da una forte presenza di Nummulites e Orthophragnite con Coralli frequenti.

- Calcarei biancastri e giallini talvolta grossolani, talvolta marnosi e a frattura scheggiata con scarso contenuto faunistico (affiorano a nord della linea Capo Cugni - Grotta

Calafarina).

L'esame petrografico di un campione prelevato a 200 metri circa a SSE di Grotta Calafarina ha, inoltre, dato i seguenti risultati:

- calcare a grana fine e a dimensioni omogenee con frammenti organici: assenza di macroforaminiferi, intralasti frequenti e di piccole dimensioni; cemento costituito da calcite microcristallina.

Secondo Folk questo campione rientra nel campo della Intra-bio-micrite cui corrisponde una facies con ambiente protetto da correnti e anche tale da permettere la sedimentazione di fango microcristallino.

Lo spessore della Formazione, deducibile dai sondaggi AGIP, dovrebbe essere sugli 80 metri, mentre l'età, secondo CHECCHI e RISPOLI (1917), è Eocene medio.

Questa unità litostratigrafica è correlabile a quella di Priolo (ALLISON, 1953) e stratigraficamente potrebbe essere equivalente al "Membro Amerillo" (RIGO e BARBIERI, 1959) nei punti in cui essa passa all'Eocene e presenta Nummuliti.

Calcarei a Lepidocycline

Affiorano all'estremità nord-orientale di contrada Cugni per una estensione di 1,5 Km. Il contatto con la formazione sottostante è trasgressivo e quasi concordante: sono coperti dalla Fanfina Tirreniana, trasgressiva su di essi.

La superficie di contatto con i calcari eocenici (COLACICCHI, 1963) è grossolanamente parallela con andamento un po' irregolare e ondulato. Il passaggio dall'una all'altra formazione è avvenuto secondo una trasgressione concordante con eliminazione di ogni traccia di paleosuoli e brecce da parte del mare ingressivo.

Litologicamente si tratta di calcari organogeni compatti, bianchi e rosei, duri a frattura concoide, molto ricchi di Lepidocycline con Lamellibranchi, Coralli, Gasteropodi. La superficie naturale si presenta alterata e carsificata e lo spessore massimo, dai pochi dati disponibili, si aggira probabilmente sui 15 metri.

Uno studio petrografico effettuato su un campione (SCAPELLATO, 1977-1979) ha dato i seguenti risultati:

- l'elemento biogeno rappresenta la parte fondamentale;
- il cemento è dato da calcite microcristallina che per la frequenza della fauna si limita a riempire i vuoti.

Secondo Folk la roccia può essere classificata come biomicrite.

Questa formazione può essere attribuita all'Acquitano (COLACICCHI, 1963) per l'assoluta prevalenza di Lepidocycline.

Dal punto di vista stratigrafico i calcari a Lepidocycline potrebbero essere equivalenti alla parte inferiore del Membro Irminio (RIGO e BARBIERI, 1959).

TETTONICA E CONDIZIONI PALEOGEOGRAFICHE

Le vicende paleogeografiche che hanno interessato l'area in esame possono così sintetizzarsi:

1. Condizioni di habitat con sedimentazione dei calcari a Rudiste, con facies tipo atolli imposte su vulcaniti, durante la sedimentazione della Formazione Alcamo.

2. Formazione di margini, durante l'Eocene, per il verificarsi di una fase di sollevamento con conseguenti lacune stratigrafiche dovute ai movimenti epigenetici.

3. Ingressione marina durante il Tortonian, ad eccezione

della parte centrale della struttura di Fachino con deposizione delle marne grigio-verdi.

Da condizioni di mare ristretto evolvente a bacini evaporitici si passa, con la deposizione dei trubi, a condizione di mare aperto e quindi a una sedimentazione di habitat costiero.

A questo punto sembra che l'area sia rimasta emersa fino al Tirreniano mentre verso ovest e verso nord il mare continuava a invadere i terreni miocenici.

I calcari del ciclo supracretaceo sono interessati da una prima fase tettonica legata alla riattivazione di antiche dislocazioni. Conseguentemente si ha un sollevamento ed uno spianamento della massa calcarea al margine settentrionale della struttura.

I calcari a Nummulites sono interessati da leggeri movimenti epirogenetici che probabilmente hanno contribuito alla formazione di una lunga lacuna sedimentaria fino al Miocene inferiore.

La fase tettonica più importante interessante i terreni calcarei sopra citati si evidenzia dal Miocene inferiore al Tortoniano.

Questi terreni, per effetto delle tensioni dovute al sollevamento si dislocano secondo una serie di faglie subparallele con direzione NE-SO.

Una secondo sistema di faglie, collegabile con la formazione dell'Isola di Capo Passero, e' ipotizzabile ortogonalmente al primo.

In ultimo una fase plicativa ha interessato i terreni pliocenici determinando un sollevamento nella zona nord-occidentale con formazione di pieghe che degradano verso SE.

Discontinuita' strutturali e carsismo

Dall'Acquitano al Tortoniano la fase tettonica prima descritta porto' nell'area alla formazione delle seguenti due strutture:

1. Anticlinale, con asse NE-SO con al centro l'affioramento delle vulcaniti, interessata successivamente da una tettonica distensiva messa in evidenza da una serie di faglie con direzione NE-SO.

2. Sinclinale individuata dalle faglie su descritte ospitante i terreni mio-pliocenici.

Successivamente al sollevamento, che dal miocene inferiore al Tortoniano interessa i calcari eocenici, il sistema carsico "Grotta di Calfarina-Grotta del Fico" inizia a svilupparsi.

Durante questa fase tettonica, oltre al sistema di faglie si generano altri sistemi minori di discontinuita' strutturali diversamente orientati e legati agli stress tettonici di trazione e di taglio.

Studi effettuati in altre aree della Sicilia sud-orientale, (RUGGIERI R. 1976) hanno evidenziato l'importanza di queste discontinuita' minori in relazione allo sviluppo carsico sotterraneo.

Questa importanza, che si e' tradotta in una maggiore capacita' di cattura e drenaggio delle acque di infiltrazione nei confronti delle faglie principali, in particolare e' risultata legata a determinate condizioni morfologico-strutturali, quali l'apertura delle discontinuita', la minore impermeabilizzazione dei prodotti di precipitazione, di quelli

insciubili e di quelli aluviali.

In definitiva la circolazione sotterranea e quindi carsica ha avuto nell'area sud-orientale iblea un orientamento statisticamente legato alla maggiore frequenza di alcuni sistemi di discontinuita' che, a loro volta, sono risultati più o meno prevalenti nelle diverse zone in cui e' stata suddivisa l'intera area di osservazione.

L'esperienza, quindi, acquisita nell'area sud-orientale iblea ha indirizzato lo studio del sistema "Calfarina-Fico" alla ricerca delle relazioni intercorrenti fra le strutture tettoniche e l'evoluzione carsica dell'area.

INDAGINE STATISTICO-STRUTTURALE

Stazione di rilevamento strutturale

Per il raggiungimento dei fini sopra riportati e' stato scelto quale stazione di rilevamento delle discontinuita' strutturali il fronte di una cava, ormai abbandonata, sita poco distante a nord del sistema carsico considerato.

Il luogo selezionato assume un particolare significato per il fatto che, oltre a offrire una buona esposizione dei fronti calcarei, ospita sul lato ovest i resti dell'ormai interamente distrutta "Grotta di Calfarina 2".

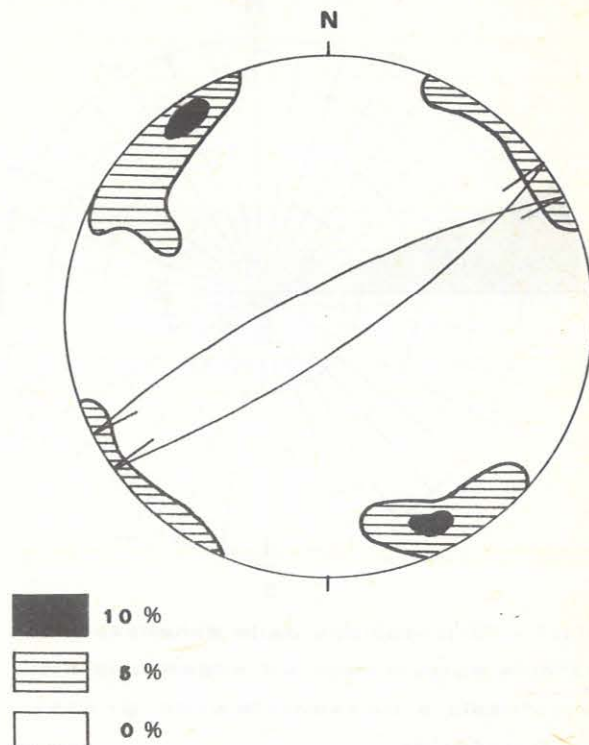


Fig.1 - Diagramma polare riferito all'analisi statistico-strutturale di contrada Cugni.

Il fronte di rilevamento delle discontinuita' strutturali in questo caso e' stato fatto coincidere, per ovvi motivi, con il versante dove si trova la cavitata'.

Le deprecabili distruzioni perpetrate in quest'ultima, mettendo a nudo i vari ambienti della cavitata', hanno consentito il rilevamento dei piani di frattura lungo i quali si sono sviluppati i condotti carsici.

In certi casi e' stato pertanto possibile vedere, a causa dei tagli effettuati, le sezioni dei condotti con le fratture che le hanno generati.

In tali condizioni ottimali sono state così rilevate, lungo un intero fronte, sia le fratture dei condotti carsificati che le discontinuità non interessate dal fenomeno.

Le misure rilevate sono state quindi utilizzate per la rappresentazione della distribuzione statistica delle densità dei poli di discontinuità con il diagramma di Schmitt.

Con tale tipo di proiezione è stato pertanto possibile evidenziare i seguenti risultati:

1. Sistemi di discontinuità minori più frequenti: N 55 / SE 80, N 60 / NE 80;

2. Sistemi di discontinuità minori secondari: NO-SE / 80.

Confrontando questi risultati con le direzioni dei sistemi di faglie presenti nell'area, si può ipotizzare che le dislocazioni N 55-60 possono appartenere alla stessa famiglia (direzionale e tensionale) del sistema principale orientato NE-SO; le discontinuità minori secondarie NO-SE / 80 possono essere scaturite dalla fase di stress tettonici che ha generato il sistema di dislocazione ortogonale al NE-SO.

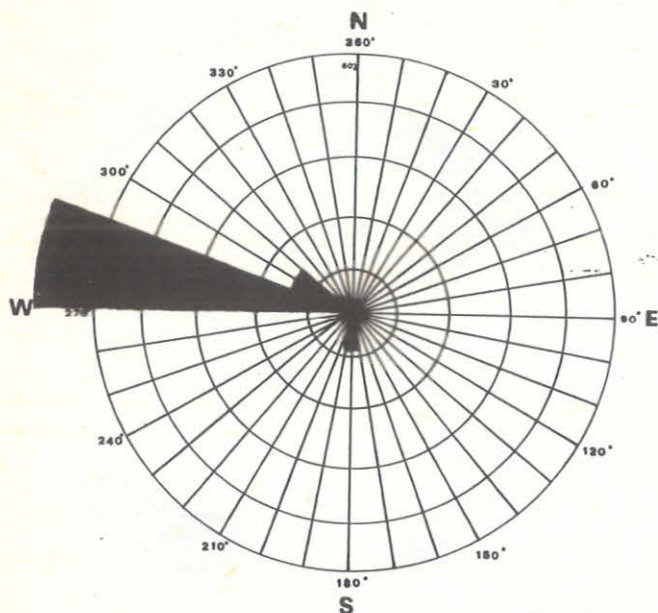


Fig. 2 - Orientazione della canalizzazione carsica sotterranea ad andamento sub-orizzontale e orizzontale della grotta di Calafarina.

INDAGINE SULLA ORIENTAZIONE CARSAICA DEL SISTEMA "CALAFARINA-FICO"

Dopo avere analizzato la distribuzione dei sistemi di fratturazione secondaria nell'area di contrada Cugni, allo scopo di verificare quali di queste discontinuità strutturali e' risultata maggiormente predominante nei riguardi dell'evoluzione carsica dell'area; o quanto meno al fine di evidenziare secondo quali sistemi o combinazioni di giunti la rete carsica si e' sviluppata, le cavità del sistema sono state scomposte in tronconi elementari di condotto di date orientazioni e sono stati, quindi, sommate tutte le gallerie con la stessa direzione rispetto al nord.

Per la Grotta di Calafarina il cui sviluppo e' di circa 69 metri, la metodologia sopra esposta ha pertanto permesso di

determinare i risultati riportati nella tabella N. 1.

Tabella n. 1 - Grotta di Calafarina -

SISTEMA GIUNTI	SVILUPPO %
N 80 O	73.8
N 60 O	14.6
N 160 E	8.7
N 40 O	2.9

Allo stesso modo per la Grotta del Fico, il cui sviluppo e' di circa 296 metri, si sono avuti i risultati riportati nella seguente tabella N. 2.

Tabella n. 2 - Grotta del Fico -

SISTEMA GIUNTI	SVILUPPO %
N 100 E	17
N 60 O	15.8
N 20 O	13.2
N 80 E	9.9
N 80 O	9.9
N 140 E	9.7
N 60 E	4.1
N 100 O	4.0
N 120 O	3.7

Sommando quindi i dati delle due grotte si e' ottenuto il quadro relativo alla frequenza percentuale dell'intero sistema "Calafarina-Fico" riportato nella Tabella N. 3.

Tabella n. 3 Sistema carsico "Calafarina - Fico"

SISTEMA GIUNTI	SVILUPPO %
N 80 O	24.8
N 60 O	15.5
N 100 E	13.1
N 20 O	10.1
N 80 E	7.6
N 140 E	7.4
N 60 E	3.1
N 180 E	3.1
N 100 O	3.1

Analisi dei risultati

L'analisi dei dati esposti nella tabella n. 1 e rappresentati nel diagramma di Fig. 2, per la Grotta di Calafarina, indicano in modo evidente uno sviluppo prevalente della cavità lungo la direttrice strutturale N 80 O (73.8 %) all'incirca coincidente con la direzione ESE-ONO.

Questa stessa orientazione, per la Grotta del Fico, risulta percentualmente prevalente, sebbene in modo inferiore rispetto alla Grotta di Calafarina, e accompagnata dalla

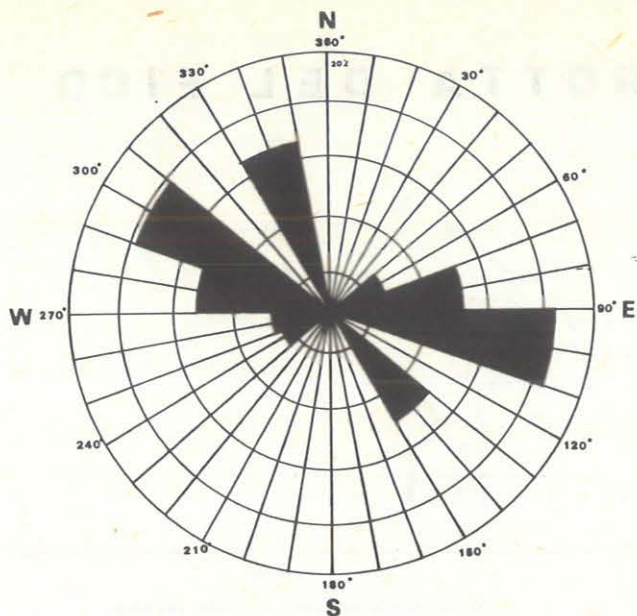


Fig. 3 - Orientazione della canalizzazione carsica sotterranea ad andamento sub-orizzontale e orizzontale della grotta del Fico.

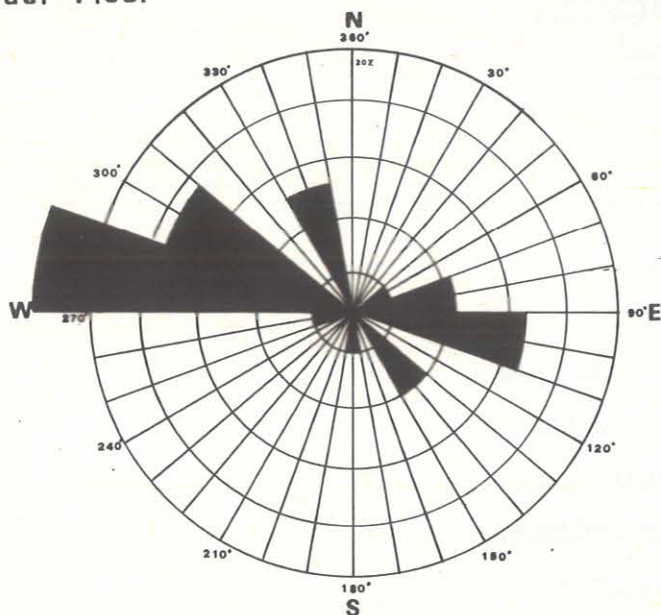


Fig. 4 - Orientazione della canalizzazione carsica sotterranea ad andamento sub-orizzontale e orizzontale del sistema Calafarina - Fico.

presenza di altri sistemi di giunti.

Nella Grotta del Fico l'evoluzione del reticolo carsico ha, infatti, subito l'influenza di piu' sistemi di discontinuita' (vedi pianta della cavit') che alla fine hanno determinato un andamento complessivamente meno canalizzato e piu' omogeneo del fenomeno.

Analizzando il sistema carsico nel suo complesso (vedi Tab. 3 e fig. 4) e accostando i dati scaturiti dall'analisi statistico-strutturale e' stato quindi possibile formulare le seguenti osservazioni:

1. il sistema mantiene nel suo complesso un'orientazione preferenziale lungo le direttrici N 60 - 80 O / N 100 E;...

2. un sistema di giunti secondario e' inoltre presente con orientazione N 20 O - N 140 E (17.5 %);

3. l'orientamento principale della canalizzazione carsica non appare rappresentato nel diagramma polare di fig. 1 diversamente dal sistema secondario che sembra coincidere con il sistema di fratture anche esso secondario, e orientato all'incirca NO - SE.

CONCLUSIONI

Geomorfologia carsica e discontinuita' strutturali

Nello sviluppo del sistema carsico "Calafarina - Fico" i dati rilevati sembrano pertanto indicare una importanza prevalente ai fini della canalizzazione dei giunti di strato rispetto alla fratturazione tettonica.

Tale evidenza risulta, tra l'altro, confortata dall'andamento geomorfologico del complesso carsico, prettamente orizzontale e con frequenti condotti interstratali di forma ellittica.

La presenza delle discontinuita' tettonica non e' stata pertanto determinante ed ha solamente contribuito, in questo caso, al raccordo tramite gallerie strette ed alte, dei vari condotti interstratali.

Da cio' scaturirebbe, infine, l'andamento complessivamente omogeneo del sistema costituito, in particolar modo nella Grotta del Fico, da un dedalo di condotti orizzontali, mediamente bassi, di forma ellittica, a volte anastomizzati su piu' livelli e collegati fra di loro da gallerie meandriaformi strette e allungate.

Carsismo e fasi paleogeografiche

Da un punto di vista geomorfologico e' possibile inoltre rilevare lungo le pareti dei condotti meandriaformi piu' fasi di erosioni sicuramente legate all'evoluzione paleogeografica dell'area.

I movimenti epigenetici prima e la fase tettonica fra il Miocene inferiore e il Tortoniano poi, hanno influenzato il sistema carsico, che si andava sviluppando nei calcari a Nummulites, fin dalla fine dell'Eocene, determinando delle oscillazioni nel livello di base dell'erosione carsica e conferendo al fenomeno un andamento policiclico.

I segni di tale variazione possono essere riscontrati nel sistema sia nelle erosioni di tipo differenziale, che hanno evidenziato nei condotti i litotipi calcarei piu' duri rispetto ai livelli piu' aggredibili, che nelle fasi concrezionali allo inizio di un nuovo ciclo evolutivo.

Infine con l'ultima fase traggessiva attuale, il sistema carsico "Calafarina - Fico" ha iniziato un nuovo ciclo di inasprimento manifestatosi con i periodici fenomeni di riempimento clastico ed eluviale e con l'inizio della fossilizzazione fisico-chimica delle concrezioni parietali presenti.

BIBLIOGRAFIA

- Colacicchi R. (1963) - Geologia del territorio di Pachino (Sicilia Meridionale). Geol. Rom., Roma.
- Cecchi e Rispoli G. (1917) - Gli echinidi viventi e fossili della Sicilia. Parte V (echinidi miocenici), parte VI (echinidi eocenici). Palaeont. It., XXIII, Pisa.
- Cucuzza Silvestri S. (1962- 1963) - Lava dikes in hyaloclastites at Capo Passero (Sicily). Bulletin Volcanologique.

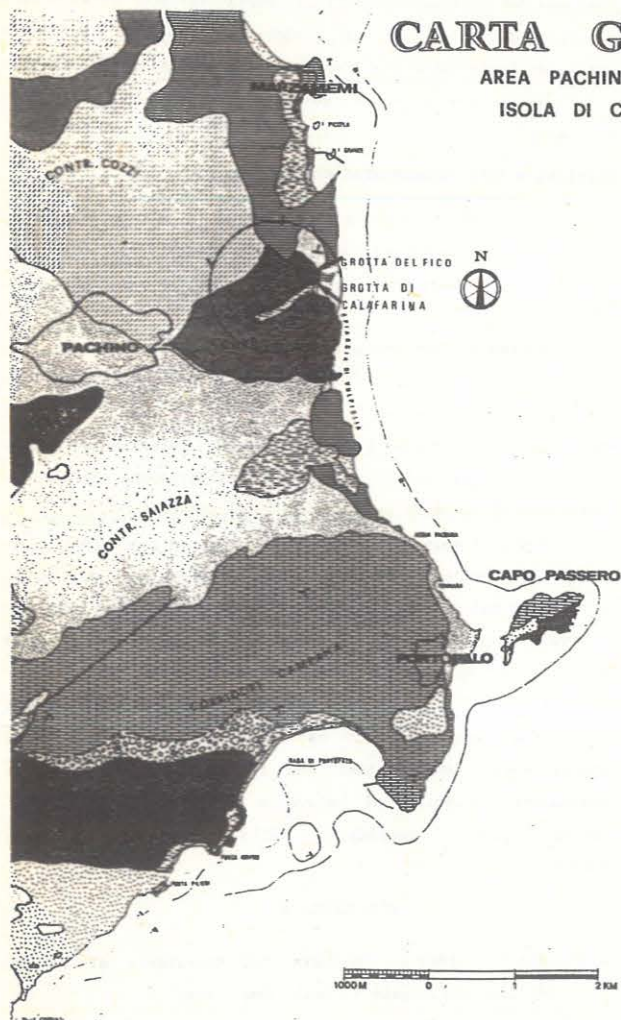
GROTTA DEL FICO



RILIEVO TOPOG. ESEGUITO NEL 1988 DAL G.G.R.
 LOCALITA' PACHINO (SR)
 RIF. TOP. I.G.M. F 277 III S.E.
 COORD. GEOG. LAT. N 36° 43' 12 LONG. E 2° 35' 57
 QUOTA D'INGRESSO 18 m. SL. M.

CARTA GEOLOGICA

AREA PACHINO PORTOPALO
 ISOLA DI CAPO PASSERO



LEGENDA

- DUNE E SABBIE.
- DEPOSITI PALUSTRI E ALLUVIONI RECENTI.
- ARENARIE CALCAREE E ORGANOGENE (TIRRENIANO).
- CALCARI MARNOSI E CALCARENITI GIALLO- BRUNE (PLIOCENE MEDIO).
- MARNE CALCAREE E CALCARI MARNOSI -TRUBI- (PLIOCENE INF.).
- MARNE CALCAREE E CALCARI MARNOSI GIALLI (MESSINIANO).
- BRECCIA CALCAREA PASSANTE A MARNE GRIGIE (TORTONIANO ME. SUP.).
- CALCARE A LEPIDOCYCLINE (ADURTANIANO).
- CALCARE A NUMMULITI (LUTEZIANO).
- BRECCIA E CONGLOMERATO CALCAREO.
- CALCARE A RUDISTE (CRETACICO SUP.).
- TEFRITI NEFELIN-LEUCITICHE (CRETACICO SUP.).
- DIREZIONE, DIMENSIONE E PENDENZA DEGLI STRATI.
- LIMITE GEOLOGICO.
- LIMITE GEOLOGICO INCERTO.
- FAGLIA.

SINTESI GEOLOGICA
 ROSARIO RUGGIERI

Rigo M., Barbieri F. (1959) - Stratigrafia pratica applicata in Sicilia. Boll. Serv. Geol. It., vol. LXXX, 2-3, Roma.

Ruggieri R. (1976) - Il fenomeno carsico nell' area sud-occidentale dell'altopiano ibleo. lit. Anfuso, Catania.

Scapellato M. (1979) - Geologia delle tavolette Pachino e Pantano Longarini (F. 277, III SW - SE). Rsi sperimentale di laurea, Catania.

Gruppo Grotte Ragusa - Via Trento 68 - 97100 Ragusa - Italy

KARST OF THE APUAN ALPS - INITIAL HYPOTHESES ON THEIR ORIGIN AND DEVELOPMENT

PICCINI, Leonardo - PRANZINI, Giovanni

Summary

Approximately 900 caves are now known in the Apuan Alps, including the Monte Corchia Complex, one of the most developed karst systems in the world.

An initial general study of all the caves in the Apuan Alps has shown that those with horizontal galleries, even at high elevations (up to 1400 m), are limited to the seaward flank of the chain. All the caves known on the slopes facing Garfagnana are prevalently vertical and for the most part vadose in origin.

This distribution seems to indicate that karstification began on the S.W. flank of the Apuan Alps, the first in which the calcareous metamorphic units were exposed by the Apuan uplift and the formation of the Versilia Graben.

Later, the formation of the Serchio Graben caused a partial inversion of the surface drainage, while the underground drainage continued to be governed by the base level reached on the Versilian flank of the chain. For this reason, the caves that have formed with the exposure of the carbonate rocks on the N.E. flank of the chain are generally vertical.

1. INTRODUCTION

The Apuan Alps is one of the most important and best known karst regions of Italy. Even though new caves, some of which are quite large, continue to be discovered and explored, the deep karst of the Apuan Alps is by now sufficiently well known for a general study of Apuan karstification to be undertaken and some initial hypotheses on its origin and evolution to be formulated.

An initial analysis of the distribution of the caves in the Apuan Alps shows that 40% of the deep karst known, including the Monte Corchia Complex (with its 50 km of extent and 1200 m of depth), is concentrated in less than 5% of the Apuan karst region. The explanation of this concentration lies in the complex geographic and geologic evolution that the Apuan Alps underwent over a long period, extending, probably, from the Pliocene to today.

The present paper presents a preliminary working hypothesis which we intend to develop through a detailed analysis of the distribution and morphology of the deep Apuan karst.

2. GEOLOGICAL OVERVIEW

The Apuan Alps are a branch of the Northern Apennines that separates from the main chain and continues for about 20 km in northern Tuscany, paralleling the Ligurian Sea.

The carbonate lithology of the majority of the formations making up the Apuan Alps and the recent uplift of the chain have resulted in morphologies resembling those of the true Alps.

Geologically, the Apuan Alps form a tectonic window, opened through the Tuscan Nappe, in which the metamorphic terms of a series whose age runs between the Ordovician and the Oligocene are exposed (Apuan Unit). In the south-western part of the Apuan Alps there is another metamorphic tectonic unit (the Massa Unit) sandwiched between these two.

The metamorphic unit has been isoclinally folded and thrust over each other. Their structures are further complicated by extensive transpressive deformation which occurred prior to their emplacement, and by later, milder deformation during the uplift of the Apuan Massif (Boccaletti et alii, 1979; Carmignani & Giglia, 1984).

Karst is well developed in the Grezzoni (dolomites and calcareous dolomites; Norian - Rhaetian), Liassic Marbles, and, to a lesser degree, the Calcari Selciferi (Upper Liassic - Dogger) of the Apuan Unit. The Ordovician Filladi and Porfiroidi form the stratigraphic base of this succession, while it is capped by the Malm Diaspri.

3. KARST

At present, according to the Tuscan Census of Natural Caves, there are 442 strictly karst caves in the Apuan Alps; an equal if not greater number of known caves have not yet been added to the official lists. Therefore, approximately 900 caves are known. The majority are small, vertical, and reach depths of a few tens of metres at the most. Only 200 caves exceed 100 m in length (Sivelli & Vianelli, 1982).

For ease of study the major caves known in the Apuan Alps have been divided into three morphologic groups:

- 1 - Caves that are essentially vertical and vadose in origin.
- 2 - Caves that are generally horizontal and phreatic in origin.
- 3 - Mixed caves with parts that are phreatic in origin crosscut by shafts that are vadose in origin.

Many of the type 1 caves exceed 500 m in depth, making the concentration of abysses in the Apuan Alps one of the highest in the world. Extreme vertical development, with several closely spaced deep shafts is a characteristic common to these Apuan chasms, suggesting that the caves are relatively recent and formed entirely

Résumé

Dans les Alpes Apuanes, environ neuf cent grottes sont connues, parmi lesquelles le complexe karstique du Monte Corchia, qui avec 1200 m de profondeur et plus de 50 km de galeries est l'un des plus grands du monde.

Une première étude des grottes Apuanes montre que les grottes à développement horizontal, présentes jusqu'à 1400 m d'altitude, se situent seulement sur le versant tyrrhénien, tandis que sur le versant intérieur on a surtout des puits d'origine vadose.

Une telle distribution semble indiquer que la karstification commença sur le côté sud-ouest des Apuanes, où les unités calcaires métamorphiques ont été dégagées en premier de la Nappe Tuscaïne, à la suite du soulèvement de la chaîne apuane et de la formation du Graben de la Versilia.

Successivement, la formation du Graben du Serchio entraîna une inversion partielle du drainage superficiel, tandis que le drainage des eaux souterraines continuait à être conditionné et dirigé par le niveau de base atteint sur le versant tyrrhénien de la chaîne. C'est pour cela que dans les roches calcaires progressivement dégagées sur le versant du Serchio se sont formés des puits et d'autres cavités avec développement surtout vertical.

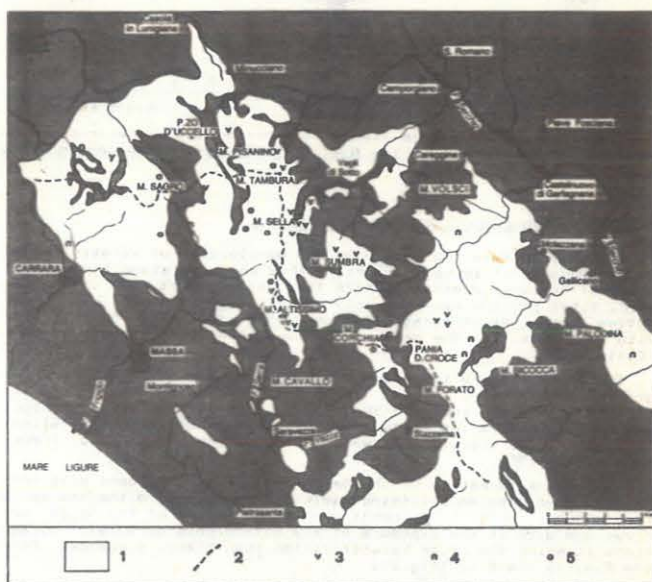


Fig. 1 - Distribution of the karst areas and the major caves in the Apuan Alps. 1: Outcrops of the rocks subject to karstification. 2: Main divide. 3: Vertically developed caves (type 1). 4: Horizontally developed caves (type 2). 5: Mixed developed caves (type 3).

under vadose conditions, therefore when the base level (which is reached by almost all) was at its present elevation of about 500 m.

The horizontal type 2 caves are concentrated at low elevations, specifically between 5-600 m on the N.E. flank of the chain and at about 300 m on the S.W. flank. The formation of these caves is also probably recent, given their position near the present base level, and some are active or occasionally active karst springs.

The type 3 caves, finally, are the fewest in number, but by volume represent 50% of the karst cavities known in the Apuanes, mainly because of the presence of the Monte Corchia Complex.

The origin of these caves is undoubtedly more complex and more ancient than that of the others, because they have levels of galleries developed under phreatic conditions at elevations much higher than the present water table.

These three types of caves are not distributed uniformly over the Apuanes, but are rather concentrated in specific areas (fig. 1). Type 1 caves are concentrated along the axis of the chain, while the type 2 caves are located along its periphery. Type 3 caves are almost exclusively found on the seaward flank of the chain, even though it covers a smaller area than the landward flank.

None of the many deep vertical caves known on the flank of the Apuanes facing Garfagnana crosscut earlier horizons of phreatic galleries (fig. 2); the explanation of this observation must lie in

the recent tectonic and paleogeographic evolution of the Apuan Massif.

4. THE CORCHIA KARST COMPLEX

This Complex, the largest and most complex in Italy is an enormous subterranean network made up of several levels of phreatic galleries crosscut by a grid of vertical shafts, most of which can be linked to processes of rejuvenation. The best developed galleries are at elevations of 1400 m, between 1100 and 1200 m, and at 850 m. Much higher, therefore, than the elevation of the karst base level either now or in the recent past (Badino and Bonelli, 1984).

This fact and the presence in the higher galleries of several cycles of filling and erosion show that the Monte Corchia Karst Complex is older than the other Apuan caves. It is unique in that it almost completely riddles the mountain that contains it; its present catchment basin is insufficient to explain the formation of its complex and often widespread horizons of caverns. In addition, cobble deposits with well rounded clasts whose diameters can reach twenty or more centimetres have been found in gently sloping passageways in the upper caverns. These deposits indicate high discharge rates which cannot be explained by the present external morphology. Monte Corchia is probably a fairly typical case of inversion of relief due to karstification (Forti, 1981).

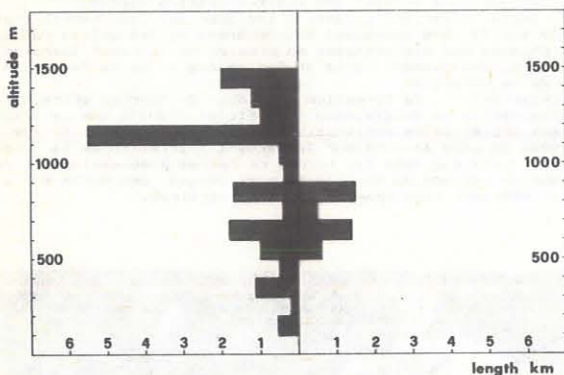


Fig. 2 - Altimetric distribution of the horizontal phreatic caves on the S.W. flank (left) and the N.E. flank (right) of the Apuan Alps.

5. GENESIS AND EVOLUTION OF KARSTIFICATION

In order to date the beginning and development of karstification in the Apuans, it is very important that one understand the succession of tectonic events to which they were subject. On the other hand, karst studies may well help us to interpret them. The distribution and kinds of karstic features do in fact mesh fairly well with the model for the neotectonic evolution of the Apuan Massif (Coli, 1989).

The Apuan nucleus is bordered to the S.W. and the N.E. by two grabens oriented S.E. - N.W. These grabens are not however coeval: stratigraphic data indicate that Versilia Graben, to the west, became active before the eastern Serchio Graben, as the extensional tectonic regime migrated eastward in the Northern Apennines (Federici & Rau, 1980).

Before the formation of the Serchio Graben, the Apuans must therefore have been an uplifting tableland bound toward the sea by a fault scarp. Under these conditions, the erosion of the Apuan series, and with it the exposure of the metamorphic carbonate formations in which the major karstification took place, proceeded from the S.W. to the N.E. (fig. 3).

The paleogeography must have differed greatly from the present, with drainage of the already uplifted Apenninic ridge from the N.E. to the S.W. This situation probably remained almost unchanged until the collapse of the Serchio Graben, which caused a partial inversion of the surface drainage on the Apuan Massif, a progressive uncovering of the Apuan series in the north eastern part of the massif, and therefore karstification in this area as well.

The formation of caves along this flank was strongly conditioned by the already advanced karstification and the low base level of the groundwaters on the Versilian flank. Caves developed for the most part vertically, in many cases allowing the water infiltrating the Serchio flank to feed the springs on the Versilian side (Piccini & Pranzini, 1988).

In conclusion, a paleogeography different from the present one would furnish a catchment basin for the Corchia and explain its origin and uniqueness. Furthermore, it would explain the absence of ancient phreatic caverns in the caves of the Garfagnanian flank of the chain, and their presence, even at high elevations, in the caves on the seaward flank.

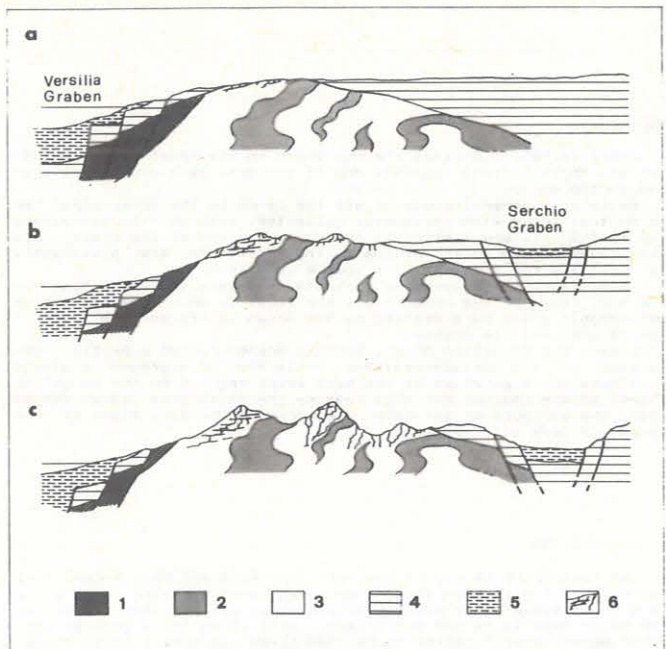


Fig. 3 - Evolutionary phases of Apuan karstism with relation to Apuan tectogenesis. 1: Massa Unit. 2: Non karstifiable formations of the Apuan Unit. 3: Karstifiable formations of the Apuan Unit. 4: Tuscan Nappe. 5: Neogenic sediments. 6: Caves.

REFERENCES

- BADINO, G. & BONELLI, R.: Gli abissi italiani. Ed. Zanichelli, Bologna, 1984. 126 pp.
- BOCCALETTI, M., CAPITANI, S., COLI, M., FORNACE, G., GOSSO, G., GRANDINI, G., MILANO, P.F., MORATTI, G., NAFISSI, P. & SANI, F.: Caratteristiche deformative delle Alpi Apuane Setentrionali. Mem. Soc. Geol. Ital. 1983, 26. p. 527-534.
- CARMIGNANI, L. & GIGLIA, G.: "Autoctono Apuano" e Falda Toscana: sintesi dei dati e interpretazioni più recenti. Vol. Giub. I Centenario Soc. Geol. Ital., 1983, Bologna. p. 199-214.
- COLI, M.: Times and mode of uplift of the Apuan Alps Metamorphic Complex. Northern Apennines, 1989. (in press).
- FEDERICI, P.R. & RAU, A.: Note illustrative della neotettonica del Foglio 96 - Massa. C.N.R., Prog. Fin. Geodinamica, pubbl. n. 356, 1980. p. 1365-1382.
- FORTI, P.: Le esplorazioni speleologiche quale strumento di definizione geologica del M. Corchia. Atti IV Congr. Fed. Spel. Toscana, Fiesole, 1981. p. 159-168.
- PICCINI, L. & PRANZINI, G.: The hydrogeological limits of the Frigido River Basin (Apuane Alps). IAH 21st Congr., Guilin, China, 1988. p. 345-350.
- SIVELLI, M. & VIANELLI, M.: Abissi delle Alpi Apuane. Soc. Spel. Ital., Bologna, 1982. 255 pp.

PICCINI, Leonardo - PRANZINI, Giovanni
Dipartimento di Scienze della Terra,
Università di Firenze
Via La Pira 4, 50121, Firenze, Italy

"NORTH PLATEAU" OF MT. ANNE AREA (SW TASMANIA)

HAVLICEK, David - TASLER, Radko

Expedition to Tasmania was organised by the Albeřice caving club of the Czech Speleological Society in the year 1987. The camp was located in the entrance chamber of the Anne-a-Kananda cave. Czech cavers reached the bottom of the cave and discovered easier route in the lower section.

The exploration was focused to the northern corner of the mountain karst of Mt. Anne. Eleven caves were surveyed. The greatest discovery - Goggled Eyes cave - is 76 m deep and 575 m long.

The presence of sediments in some caves and the modelation of passages indicate the polycyclic development. The cave origin was connected with period when the area had not mountain morphology. Horizontal passages developed in shallow phreatic zone and the active development continued later in vadose zone. Vertical and subvertical caverns are comparatively young. Old passages are partly filled by sediments/silty clay, sand/ which are partly transported into lower parts yet unknown.

1. Introduction

The seven members' expedition to Tasmania was organised by Albeřice Caving Club of the Czech Speleological Society from March the 4th to March the 31st 1987. The main task of the expedition was exploration in the northern part of the Mt. Anne range. In the past times the southern and north-eastern parts of dolomite area were explored by several expeditions /for example Carter 1984, 1985; Eberhard 1985; Hume 1983, 1987/.

The camp of the expedition was situated in the entrance chamber of Anne-A-Kananda cave /-373m/. A number of small and medium caves were discovered, but only the biggest and the most interesting were surveyed and explored. The explored part of the area was provisionally called "North Plateau"

2. Geomorphological characteristic

Looking from distance a large sinkhole can be seen, to the north and to the east there are other two smaller sinkholes. The elongated small plain /NW-SE/ forming an axis of the explored area lies to the north of these sinkholes /see map 1/. The axis consists of 50-100 m thick belt of quartzites. Another large, shallow sinkhole is located farther to the NE and the depression feeds to a valley to the NE. The explorations were terminated at the edge where the "North Plateau" starts to descend step-like to the NE.

The main part of the "North Plateau" is formed by bedded dolomite, sometimes composed of oolitic grainstone /Geological Atlas 1985/. Pale grey calcitic dolomite is finely grained and the grains of large size probably represent the skeletal parts of

"Plateau du Nord" de la crête Mt. Anne /Tasmanie/

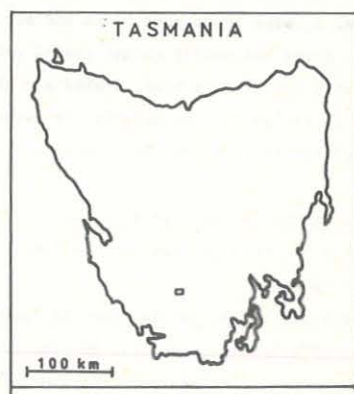
L'expédition a été organisée en 1987 par le Club de Spéologie de Albeřice de l'Association Tchèque de Spéologie. Notre camp a été situé au vestibule d'entrée de la grotte Anna-Kananda, où l'expédition a découvert l'entrée plus praticable pour les parties plus profondes. La recherche a été concentrée dans la partie septentrionale de la crête, appelée "Plateau du Nord". Les onze grottes ont été cartographiées, décrites et photographiées. "Les Yeux Bombés" - la grotte la plus grande - a 76 m de profondeur et 575 m de longueur. La présence de dépôts dans les parties principales de quelques grottes et la morphologie des galeries attestent en faveur de développement polycyclique de ces grottes. Elles ont pris naissance à l'époque quand la région n'avait pas eu encore sa forme montagneuse d'aujourd'hui. Les galeries horizontales, d'origine du nappe phréatique, ont continué son développement actif dans la zone vadose. Les cavernes verticales et subverticales sont plus jeunes. Une partie des dépôts des galeries vieilles a été transportée aux parties inférieures.

echinoderms and fragments of algae /chlorophyta/. The age is "eocambrium", but the lower cambrium is acceptable. Carbonates were probably exposed to a low grade regional metamorphosis. They are monoclinaly layered /on the average 200/45° - overturned, and they contain several intercalations of grainstones which are more than 10 cm thick.

3. Caves

The entrance of MA-CS-1 is situated on the fault line. The shallow shaft with an irregular cross-section is at the end of a steeply inclined passage. There are numerous ceiling pockets, embryonic channels, tubes and various forms of mix-corrosion in the by passages. The cave is 21 m deep and 90 m long.

Cave MA-CS-2- the entrance shaft 12 m deep has circular diameter and lies on the fault 200/80°. Further in, the cave



descends by a small step after which a scree covered slope follows. The cave ends at a little shaft with small spring. The depth of the cave is 25,5 m, total length is 60 m.

Cave MA-CS-3 is a small cave with narrow fissure entrance just below the grainstone layer. The cave is 8m deep and 12 m long.

Cave MA-CS-4 consists of a shallow shaft and a horizontal passage. A draught communication with MA-CS-2 was ascertained. The depth is 8 m, the length 25 m.

Cave MA-CS-5 has three entrances. Two of them are circular shafts, the third one is a fissure shaft which leads to a simple fossil canyon. The depth is 19 m, the length 40m.

Cave MA-CS-6 has a narrow entrance. The first shaft, 5 m deep is connected with a dome through a narrow window. One branch represents a fossil eroded channel. There are weathered flowstone crusts and some decoration. The depth is 10 m, the length 35 m.

Cave MA-CS-7 /see maps 2 and 3/ has three entrances, each arranged above the other. The upper part of the cave has three floor-like levels developed along parallel faults /230/60°. The cave is branching. The eastern branch consists of a rocky step, shaft P 11, and a fissure passage terminated by unpenetrable fissure with draught. The western branch starts by the shaft P 8. The main passage, with its numerous branches, is developed on the fault 50/50°. The bottom is blocked with scree and mud. A spacious dome with a large cone of silty clay is located in the northern part.

In the western branch there are unique calcite decorations of two types. The first type are exposed calcite veins, very thin, translucent and projecting 10-20 cm out of the wall. The second type is a tablet-like aggregate of calcite. The cave is 59 m deep and 230 m long.

Cave MA-CS-8 /see maps 4 and 5/ A shallow shaft leads to the middle level into the lobate room. Numerous blocks are scattered over the floor of this room. A canyon with a top wall shape forms the lower level. There is a carved narrow erosion little canyon, a pothole with a diameter of over 2m and some earth pinnacles too.

A small amount of flowing water was issuing from a siphon located in a side passage. All the water was disappearing in aggregations of the fossil-discharging branch passage to the northeast. The cave is 43 m deep and the total length is 180 m.

Cave MA-CS-9 is rather a relic cave with a well preserved narrow channel. A shaft, 16 m deep, lies in front of the cave entrance.

Goggled Eyes Cave /MA-CS-10 and MA-CS-12 - see map 5/. The upper part of the system /MA-CS-10/ is on a distinct tectonic line. It is a tectonic fissure and original karst corrosion forms are preserved only locally. A cave "level" with several chimneys is developed at the depth of about 40 m. A descend leads into the central dome. A large scree cone block and accumulations of silty clays, sand, scree and poorly sorted gravel /the thickness more than 3m/ partly fill in the dome. Groves and channels more than 1 m deep eroded in sediments, the material is washed down to unknown lower part of the cave. There are drop-made pinnacles 5-10 cm high in the dome.

A high sloping passage leads to the NW from the dome to the entrance MA-CS-12. This passage and the dome are considerably tectonically deformed.

A low passage slopes gently from the dome to the SE. This has not been affected tectonically, so many ceiling forms are preserved /probably a shallow phreatic zone, see map 5, cross

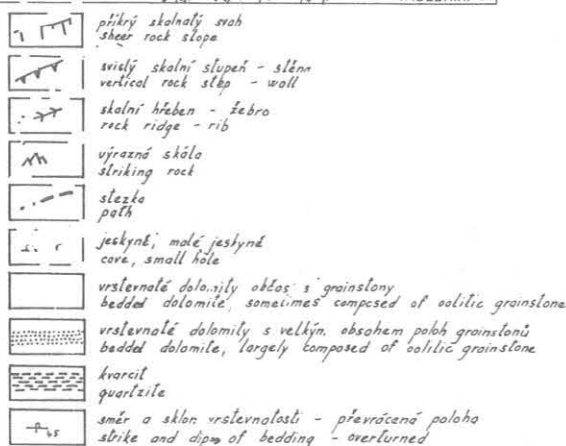
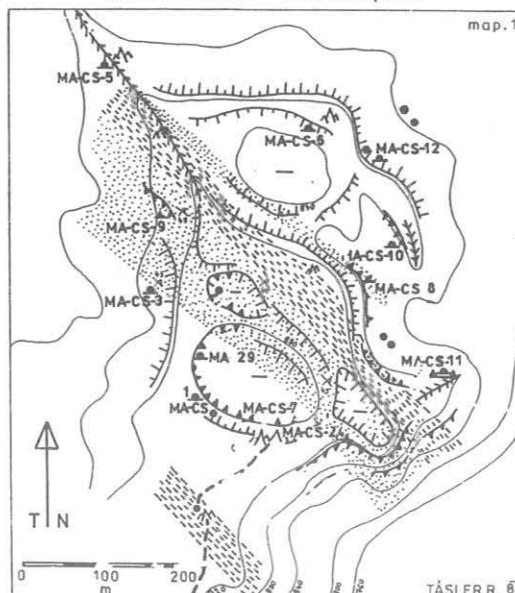
section P-P', 2-3'/. A small amount of water flows in several grooves in sediments.

The depth of the cave amounts to 76 m, the total length to 575m.

Cave MA-CS-11 /see map 7/ is the only alpine-type cave in "North Plateau". The main canyon with heavy rain slopes in the dome with scree. In the upper part of the cave there is a horizontal fossil passage with a silty sandy clay floor. In these sediments one large and one smaller funnel hole was detected.

The cave is 39 m deep and the total length amounts to 90 m.

"NORTH PLATO" - sketch plan



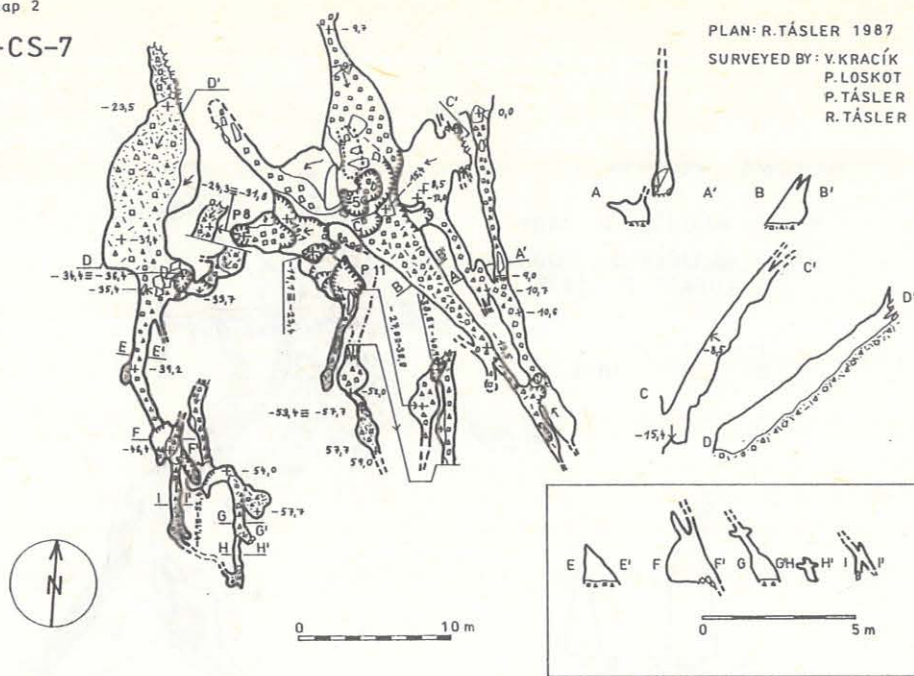
3. Cave development

The majority of caves are developed along faults with direction of 130° to 215° with steep dips of 60° to 90° NE and SW. There is a good agreement of measured lines with the fault 140/85 NE on the geological map 1:50 000. There is an agreement of directions of kerstified faults and the dolomite-proterozoic contact, which is distinct in the morphology of the region.

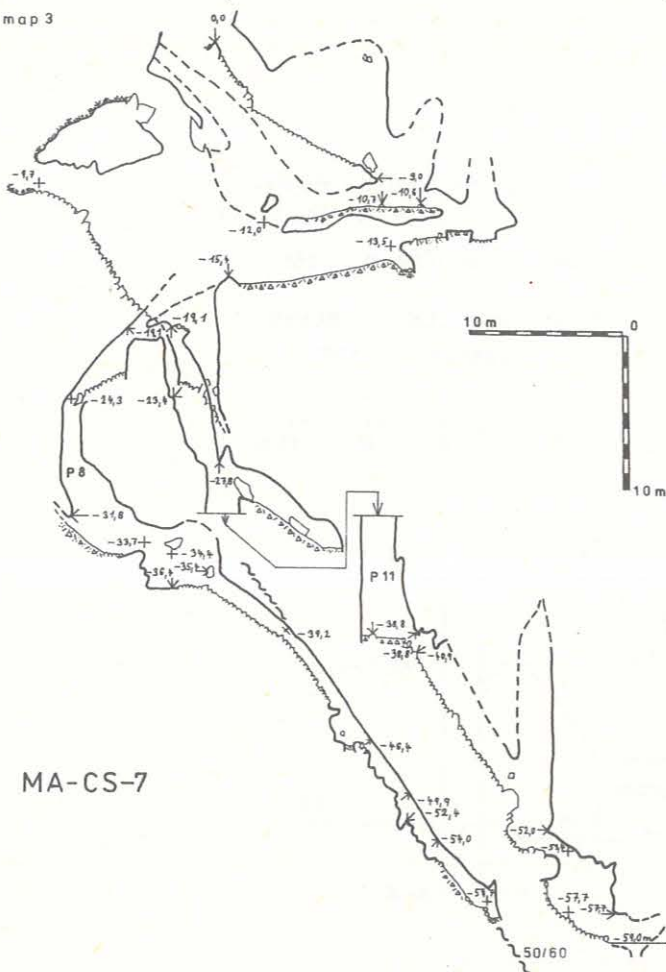
In some caves there are several distinguishable evolution phases which cannot be ordered in time context. Moreover, the evolution of individual caves has been influenced by thick quartzite belts.

The oldest preserved evolution phase is represented by horizontal to subhorizontal passages with preserved inverse ceiling forms and pendants. The passage originated in shallow phreatic zone or in

map 2
MA-CS-7



map 3



transitional zone with water circulation of different velocities and amounts. It is difficult to correlate passages in individual caves. They probably originated in different time periods, but they can be vertically displaced by tectonics.

By uplift the passages passed later as active into the vadose zone. The development of vertical karst circulation started. The sediments were accumulated in passages. The development of vertical caves ended after the origin of relatively extensive shafts and after gradual filling by sediments.

The main uplift and the Pleistocene glacial erosion caused the exhumation of the karst. Karst process was renewed. This relatively young phase has been active up to the present time which is proved by hanging sediments remains and by fresh collapses and erosional channels in sediments. The canyon in cave MA-CS-11 belongs to young forms of vertical circulation.

The tectonic breakage and the collapse of ceiling beds cannot be precisely dated. This process was probably in action before the karst exhumation and during Pleistocene. Recent block collapse has not been detected.

References:

- Carter R. /1984/: A Benton-weight expedition scrapes a victory over Anne-A-Kenanda. Nargun 17/5/:28-32.
- Carter R. /1985/: Anne-A-Kenanda II. Nargun 18/4/: 24-27.
- Eberhard R. /1985/: The end of another great year of exploration. Speleo Spiel 212:2.
- Hume N. /1983/: Mt. Anne-TCC easter expedition to find Australia's deepest Cave. Speleo Spiel 188:3-6.
- Hume N. /1987/: Northeast ridge of Mt. Anne - January 1987. Speleo Spiel 228:5-6.
- Geological atlas 1:50 000 /1985/, Pedder sheet 8112 S/80/. Department of Mines, Hobart.

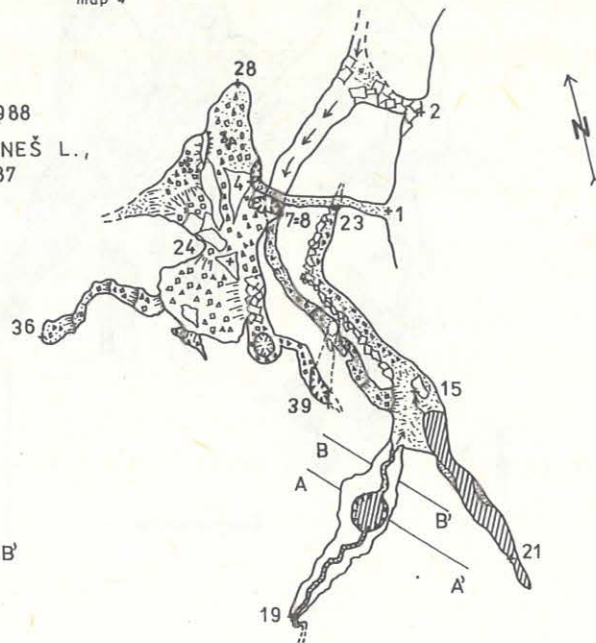
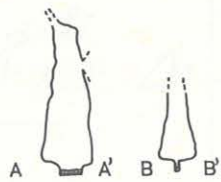
map 4

MA-CS/8, PŮDORYS

Kreslil: HAVLÍČEK D. 1988

Měřil: HAVLÍČEK D., BENEŠ L.,
LOSKOT P. 1987

0 5 10 m



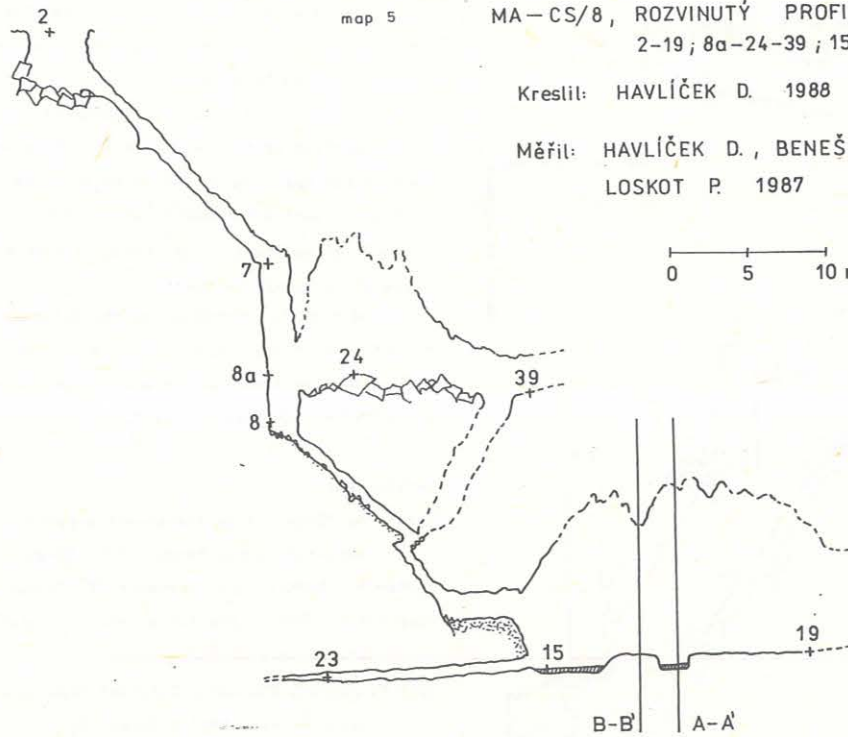
map 5

MA-CS/8, ROZVINUTÝ PROFIL
2-19; 8a-24-39; 15-23

Kreslil: HAVLÍČEK D. 1988

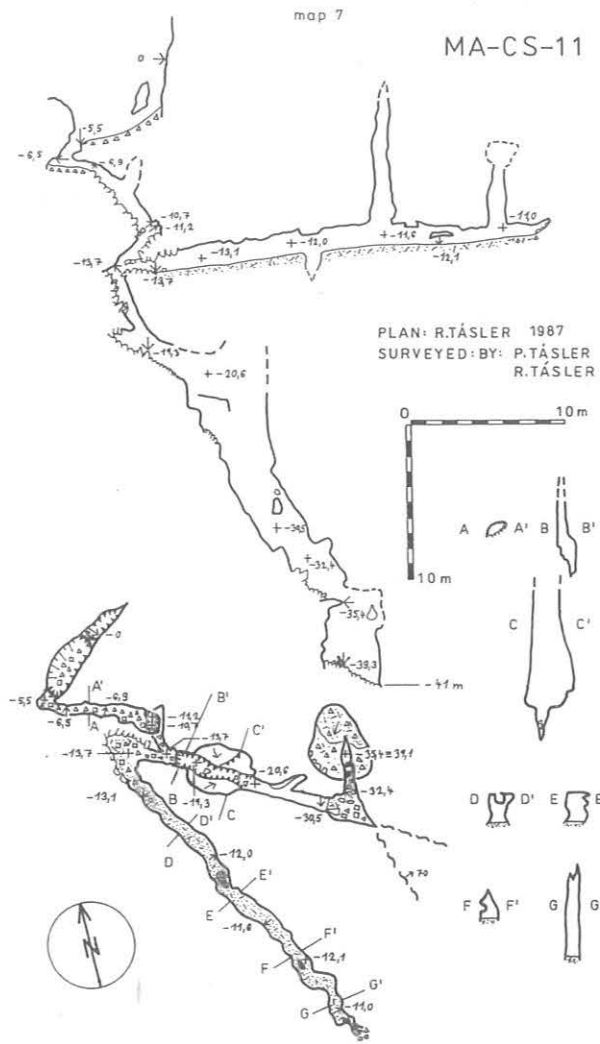
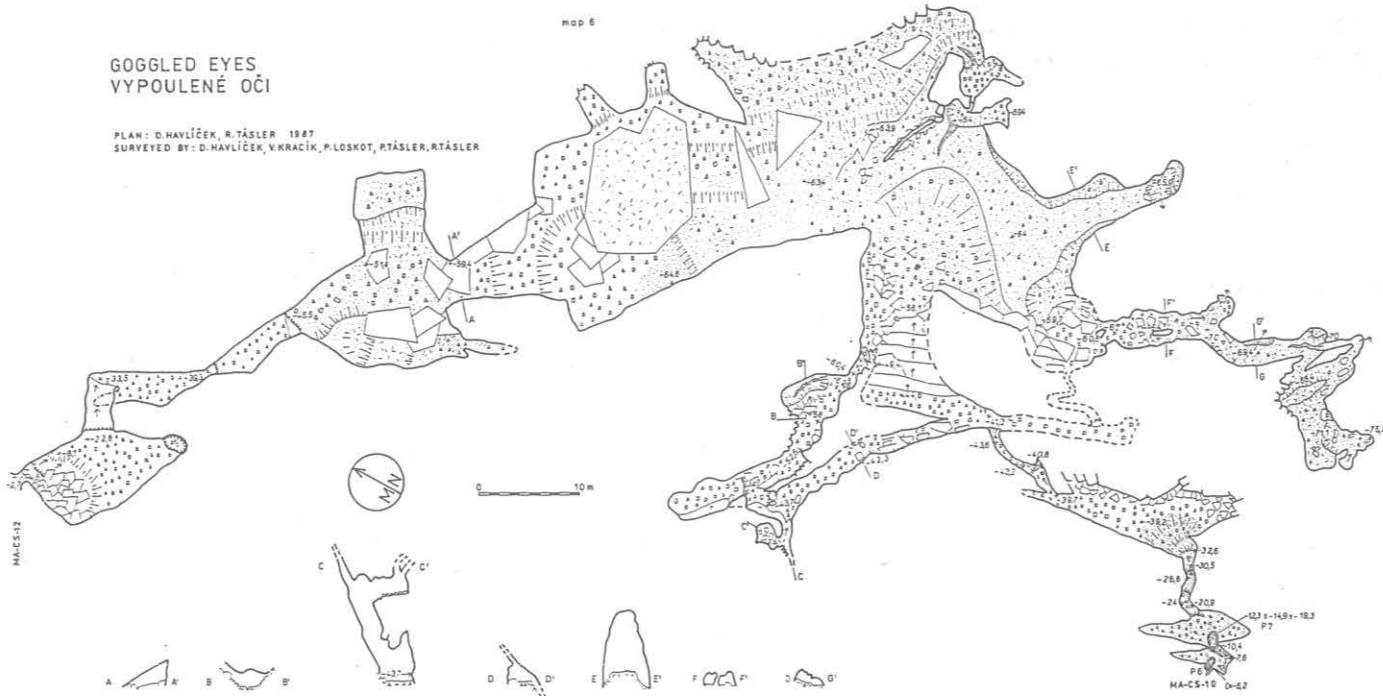
Měřil: HAVLÍČEK D., BENEŠ L.,
LOSKOT P. 1987

0 5 10 m



GOGGLED EYES
VYPOULENÉ OČI

PLAN: D. HAVLÍČEK, R. TÁSLEK 1987
SURVEYED BY: D. HAVLÍČEK, V. KRACÍK, P. LOSKOT, R. TÁSLEK, R. TÁSLEK



TRAITEMENT DE L'ASTHME BRONCHIQUE DANS LA MINE DE SEL DE SLANIC, DEPARTEMENT PRAHOVA, ROUMANIE

GRIGOROPOL, Fedon

La petite ville de Slănic, département Prahova, est une station balnéo-climatique possédant des eaux chlorosodiques concentrées, à une altitude de 420 m. Elle est en même temps un important centre pour l'exploitation du sel.

Dans la mine de sel "Unirea", située à une profondeur de 220 m, fonctionne un sanatorium antiasthmatique où l'on traite chaque année environ 2000 patients.

L'efficacité de la cure a été observée sur la base de tests fonctionnels respiratoires et de l'évolution clinique de 164 malades, adultes et enfants, qui ont obtenu des améliorations d'environ 57-80 % (C. Voiculescu, G. Rădulescu, P. Grigoropol).

Le mécanisme de ces améliorations n'a pas encore été complètement éclairci; elles sont attribuées par les auteurs aux facteurs microclimatiques connus de la mine de sel dans leur ensemble ainsi qu'à des facteurs inconnus, pour l'identification desquels il est nécessaire de continuer les recherches.

En Roumanie, l'asthme bronchique est traité aussi dans les mines de sel de Fraid, département Harghita, et de Tg. Ocna, département Bacău.

Le travail est un compte-rendu de synthèse où l'on passe en revue certaines données plus importantes.

La petite ville de Slănic, département Prahova, est une station balnéaire et climatique possédant des eaux chlorosodiques concentrées, un climat tonique-sédatif avec des collines pleines de forêts, à une altitude de 413 m. Elle est en même temps un centre important pour l'exploitation du sel.

Dans la mine de sel "Unirea" située à une profondeur de 220 m, après l'année 1960, pendant que la mine était encore en exploitation, des malades souffrant d'asthme bronchique ont commencé à venir, d'une manière sporadique, afin de poursuivre un traitement empirique, non-organisé officiellement.

Après l'année 1971, lorsque l'exploitation de la mine a été arrêtée, celle-ci devenant un objectif touristique plus accessible, le nombre des malades a considérablement augmenté. C'est toujours à cette époque que des recherches ont commencé pour l'application de la cure pour l'asthme bronchique selon des critères scientifiques. Tout d'abord, des déterminations microclimatiques ont été effectuées, qui ont donné les résultats suivants:

- température moyenne 11°C
- humidité relative 68 %
- pression atmosphérique 20 mm Hg plus élevée qu'à la surface
- l'aéro-ionisation présente des valeurs plus basses

TREATMENT OF BRONCHIC ASTHMA IN THE SALT MINE OF SLANIC, PRAHOVA DISTRICT, ROMANIA

The small town of Slănic, Prahova district, is a health resort with concentrated sodium-chloride water, at an altitude of 420 m. At the same time, it is an important centre for salt exploitation.

In the "Unirea" salt mine, at a depth of 220 m, there is an anti-asthma sanatorium where about 2,000 patients are treated each year.

The efficiency of the treatment has been noticed based on respiratory functional tests and on the clinical evolution of 163 patients, both adults and children, who have obtained improvements of about 57-80 % (C. Voiculescu, G. Rădulescu, P. Grigoropol).

The mechanism of these improvements has not been entirely made clear yet; they are explained by the authors by the known microclimatic factors in the salt mine on their whole as well as by unknown factors, for the identification of which the research needs to be continued.

In Romania, bronchic asthma is also treated in the salt mines of Fraid, Harghita district, and Tg. Ocna, Bacău district.

à l'intérieur de la saline: ions positifs 400 par cm^3 , ions négatifs 300 par cm^3 qu'à la surface: ions positifs 750 par cm^3 , ions négatifs 550 par cm^3 .

Aérosols de sodium 6642 microgrammes par m^3 . Aérosols de potassium 0,104 microgrammes par m^3 , aux dimensions prédominantes au dessous de 3 microns.

- pH basique 7,49
- Concentration de CO_2 plus élevée qu'à la surface (0,2 % par rapport à 0,03 %)
- Absence d'impuretés ou d'allergènes.

Le traitement dans la saline a consisté en aérothérapie en repos et en mouvement et en culture physique médicale respiratoire, pendant 4-5 heures par jour, sous forme d'une cure de 18-20 jours.

L'efficacité de la cure a été observée sur la base de tests fonctionnels respiratoires et de l'évolution clinique par trois séries successives: première série 120 malades adultes, deuxième série 24 enfants et troisième série un lot de 20 cas en observation personnelle.

1. Chez 120 malades adultes dont l'âge moyen a été de 42½ ans et ayant une durée moyenne de la maladie de 7½ ans, divisés en trois groupes selon la gravité de la forme, les paramètres suivants ont été observés:

- a) évolution clinique,
- b) épreuves spirométriques: capacité vitale (C.V.),

volume expiratoire maximal par seconde (V.E.M.S.) en repos et après inhalation d'acétylcholine,

- c) aspect radiographique pulmonaire,
- d) examen cytologique du crachat
- e) éosinogramme et réaction latex-histamine.

Nous présentons quelques pourcentages et des chiffres moyens des modifications enregistrées:

Chez 94 malades présentant des crises de dyspnée expiratoire, les crises ont cessé dans le cas de 39 malades, ce qui représente 35%.

Au début de la cure, seulement 68 malades des 120 pris en considération employaient des antiasthmatiques (bronchodilatateurs) et corticoïdes, le reste de 52 ne les utilisaient pas. Pendant la cure, le nombre de ceux employant ces médicaments s'est réduit à 42, ce qui représente une amélioration de 61%.

La capacité vitale a augmenté à 55% des malades, elle est restée la même chez 4%, et a baissé chez 40%. En moyenne, la capacité vitale a augmenté de 2962 à 3525 cm³ (+ 563 cm³) chez les 69 malades.

Le volume expiratoire maximal par seconde a augmenté chez 57,9%, est resté le même chez 2,88% et a baissé chez 39%. En moyenne, le VEMS a augmenté de 1752 à 2534 (+ 782).

La réactivité bronchomotrice à l'acétylcholine, initialement exagérée par la baisse du VEMS de 30%, se modifie très peu à la fin de la cure: 28% en moyenne.

À l'examen cytologique du crachat effectué chez 52 de malades ceci présentait avant la cure un nombre augmenté d'épithéliums et de leucocytes. À la fin de la cure, la fréquence des épithéliums et des leucocytes dans le crachat baisse jusqu'au niveau presque normal chez 25% des malades.

L'aspect radiographique pulmonaire initial pathologique dans la plupart des cas présente des modifications certaines et d'une manière modérée pathologiques, tant pour ce qui est du chargement péribronchique que de la transparence pulmonaire. À la fin de la cure, il existe une amélioration nette dans l'aspect péribronchique, chez 27%, que dans la transparence pulmonaire, chez 31% des 22 malades examinés.

Les éosinogrammes effectués initialement, avant le début de la cure, présentent en moyenne chez les 16 malades pour lesquels ils ont été effectués, un nombre augmenté d'éosinophiles au-dessus des valeurs normales (357 éléments/mm³).

À la fin de la cure, il existe prédominance des aspects normaux de l'éosinogramme (131 éléments/mm³).

La réaction latex-histamine est pathologique initialement. À la fin de la cure la capacité antihistaminique du sérum se normalise. (Camelia Voiculescu et les Collaborateurs).

2. Deuxième série; chez 24 enfants entre 7-15 ans, dont l'ancienneté de la maladie est entre 1-9 ans, 20 présentent un diagnostic d'asthme bronchique et 4 de bronchite asthmatiforme, les paramètres suivants ayant été observés avant et après la cure:

1. Examen clinique
2. Examens d'allergie non-spécifique-éosinogramme et réaction latex-histamine
3. Examens d'allergie spécifique intradermoréactions aux allergènes spécifiques microbiens ou aux pneumoallergènes
4. Tests fonctionnels respiratoires pour déterminer les valeurs des paramètres respiratoires statiques et dynamiques
5. Tests pharmaco-dynamiques à l'acétylcholine pour observer la réactivité bronchique.

Le traitement dans la saline a consisté en aérothérapie en repos et en mouvement, culture physique médicale de révigoration, repos sur des lits, en sacs isothermiques, jeux distractifs, culture physique médicale en mouvement 4 heures par jour pendant 25 jours.

R E S U L T A T S

Cliniquement. 13 cas améliorés 54 %
10 cas sans changement 41 %
1 cas empiré 4 %

Pendant la cure, il n'a pas été nécessaire d'administrer de médicaments bronchodilatateurs et antiallergiques couramment indiqués avant la cure.

Les tests d'allergie non-spécifique ont mis en évidence des améliorations: ainsi, l'éosinogramme, présentant initialement 280 éléments/mm³ en moyenne, se réduit en moyenne à 205 éléments/mm³ à la fin du traitement.

Le teste Latex-histamine pathologique avant le traitement s'améliore à la fin de la cure.

Les tests d'allergie cutanée spécifique n'ont pas mis en évidence de modifications entre le début et la fin de la cure.

Epreuves fonctionnelles: la capacité vitale augmente chez 12 cas avec 50%, reste le même chez 7 (29%) et baisse chez 5 cas (20%).
VEMS augmente chez 10 cas (41%)
reste le même chez 9 cas (37%)
baisse chez 5 cas (20%)

Le test pharmacodynamique à l'acétylcholine pour le niveau de 4000 n'a pas obtenu des modifications importantes.

3. Troisième série chez 20 cas présentant le syndrome obstructif broncho-pulmonaire chronique, 12 hommes, 8 femmes, dont l'âge moyen est de 62 ans et ayant une ancienneté moyenne de la maladie de 11 ans, on a observé: a) évolution clinique; b) les médicaments consommés; c) les épreuves fonctionnelles respiratoires, ayant constaté les aspects suivants:

16 améliorations 80% (3 avec disparition complète des crises, 7 avec diminution de la fréquence, durée et intensité des crises, 6 avec diminution de la dyspnée), 6 cas sans évolution et un cas empiré 5%.

La capacité vitale augmente chez 11 des 20 malades	55%
baisse chez 5 de 20 malades	25%
reste la même chez 4 d'entre eux	20%
augmente chez 9 des 20 malades	45%
baisse chez 7 des 20 malades	35%
sans modification chez 4 des 20 malades	20%

L'augmentation de la CV et du VEMS coïncide avec l'amélioration clinique. Chez 4 cas où la CV et le VEMS ont néanmoins diminué on a constaté une amélioration. 14 des 20 malades suivaient un traitement, avec des bronchodilatateurs et corticoïdes; 6 ne suivaient pas de traitement avec des médicaments.

Pendant la cure, le nécessaire de médicaments a baissé chez 8 des 14 malades (57%), est resté le même chez 5 (35%) et a augmenté chez 1 (7%) (Peton Grigoropol)

C O N C L U S I O N S

On constate des améliorations objectives et cliniques-fonctionnelles d'environ 57-80% attribuées par les auteurs aux facteurs connus microclimatiques spécifiques de la saline dans leur ensemble, ainsi qu'à des facteurs inconnus pour l'identification desquels il est nécessaire de continuer les études des recherches.

Parmi les facteurs connus, l'aéro-ionisation positive réduite à la moitié dans l'atmosphère de la saline et les aérosols dans la saline, aux dimensions au-dessous de 3 μ, semblent jouer un rôle important, ainsi que l'augmentation de la concentration de CO₂ et de la pression atmosphérique.

À présent, ici fonctionne un sanatorium anti-asthmatique où l'on traite chaque année environ 2000 patients. En Roumanie, l'asthme bronchique est traité aussi dans les salines de Praid, département Harghita (160 m profondeur) et de Tg. Ocna, département Bacău, avec des bons résultats.

RESEARCHES POUR LA DECOUVERTE DE NOUVEAUX FACTEURS MICROCLIMATIQUES DANS LA MINE DE SEL DE SLANIC, DEPARTEMENT PRAHOVA, ROUMANIE

GRIGOROPOL, Fedon

Résumé

Le mécanisme des succès thérapeutiques obtenus dans le traitement de l'asthme bronchique dans la mine de sel "Unirea" de Slănic ayant une profondeur de 220 mètres n'a pas été encore tout à fait éclairci. Les améliorations nettes obtenues sont attribuées tant aux facteurs microclimatiques déjà connus, comme par exemple les aérosols de chlorure de sodium et de potassium, le changement de l'état d'ionisation de l'air, l'augmentation de la concentration de CO₂ etc. qu'à un ou plusieurs facteurs inconnus jusqu'à présent, pour l'identification desquels les recherches doivent être continuées.

Dans ce but j'ai commencé à faire des analyses de l'air souterrain par rapport à l'air à la surface par des méthodes perfectionnées à l'aide d'experts des instituts nationaux avec l'intention de les continuer jusqu'à l'obtention de données concluantes.

Le mécanisme des succès thérapeutiques obtenus dans le traitement de l'asthme bronchique dans la mine de sel "Unirea" de Slănic ayant une profondeur de 220 mètres n'a pas été encore tout à fait éclairci. Les améliorations nettes obtenues sont attribuées tant aux facteurs microclimatiques déjà connus, par exemple:

- pression atmosphérique 20 mm Hg plus élevée qu'à la surface.
- l'aériorisation présente des valeurs plus basses à l'intérieur de la saline: ions positifs 400 par cm³, ions négatifs 300 par cm³, qu'à la surface: ions positifs 750 par cm³, ions négatifs 550 par cm³.
- aérosols de sodium 6642 microgrammes par m³
- aérosols de potassium 0,104 microgrammes par m³ au dimensions prédominantes au dessous de trois microns.
- concentration de CO₂ plus élevée qu'à la surface.
- absence d'impuretés ou d'allergènes, etc.

et aussi à un ou plusieurs facteurs inconnus jusqu'à présent pour l'identification desquels les recherches doivent être continuées

Dans ce but nous avons commencé à faire des analyses de l'air souterrain par rapport à l'air de la surface par des méthodes perfectionnées à l'aide des experts des instituts nationaux avec l'intention de les continuer jusqu'à l'obtention des données concluantes.

Voici les résultats des premières analyses

RESEARCH ON THE DISCOVERY OF NEW MICROCLIMATIC FACTORS IN THE SALT MINE IN SLANIC, PRAHOVA DISTRICT, ROMANIA

The mechanism of the therapeutical success obtained in treating bronchic asthma in the "Unirea" salt mine in Slănic, having a depth of 220 metres, has not been perfectly cleared up yet. The obvious improvements obtained are assigned both to known microclimatic factors, such as aerosols of sodium and potassium chloride, the change in the state of air ionization, the increase in the CO₂ concentration, etc., and to a factor or factors which are yet unknown, for the identification of which the research needs to be continued.

To this end, I have begun carrying out some underground air analyses as compared to outdoor air by using improved methods with the help of experts from several national institutes, aiming at pursuing them until conclusive data is obtained.

	Souterrain	Surface
1. Concentration d'argon	0,95 %	0,93 %
2. Concentration des isotopes d'oxygène O ¹⁸	0,19 ‰	0,19 ‰
3. Concentration des isotopes d'azote N ¹⁵	0,3675 ‰	-
<u>Descendants de radon</u>		
4. Concentration (p.C i/m ³) Ra A	31 ± 96	1 ± 123
5. " Ra B	54 ± 19	21 ± 16
6. " Ra C	92 ± 18	54 ± 12
<u>Descendants de thoron</u>		
7. Concentration (p.C i/m ³) Th	1,7 ± 68	3,0 ± 6,3

Ces valeurs de radioactivité obtenues ne permettent pas une différenciation nettement significative entre les concentrations du souterrain et celles de la surface étant nécessaire la répétition de l'expérience pendant une période plus longue (une semaine). Les recherches doivent continuer.

EVALUATION OF THE ROLE SPELEOCLIMATE IN THE HUMAN THERAPY. DIFFICULTES, OPEN QUESTIONS

HORVATH, Tibor

1. The chronic respiratory diseases are complex ones, they are typical examples of the psychosomatic disorders. The clinical picture is developed by a lot of different factors.
2. The microclimate of caves is a complex system, where there is an interrelation among the individual parameters.
3. The effectiveness of the speleoclimate on the human organism is a very complicated question. There are a lot of difficulties in the evaluation:
 - 3.1. The official medicine has a negative preconception about the natural treating methods.
 - 3.2. The majority of our knowledge in connection with the bioclimatology is debated.
 - 3.3. Due to special circumstances the classical statistical and other evaluating methods used in the medical scientific researches, cannot be applied here.
4. Relying upon these findings we can state with absolute certainty only the following:
 - 4.1. The speleoclimate has specificities.
 - 4.2. These special fundamentals have biological consequences. These are both objective and subjective.
 - 4.3. The cave microclimate assures a very useful frame for a complex respiratory rehabilitation procedure.

In the course of the history of medicine trials were made time and again to utilize of the caves in the therapeutical practice. As a result of the development of natural sciences the medical employment of certain cave elements has lost in its importance. Up to now the utilization of the cave microclimate has kept its role in the human medicine.

In the course of the last some years - owing to the fiasco of the conventional medicine - the renaissance of natural treating methods, so thus the speleotherapy, can be observed. The official medical opinion reacted, and reacts in our time, too, with an explicable scruple, sometimes with flat refusal, however this method is officially accepted in some countries in Europe.

A correct evaluation of biological effectiveness of the caveclimate is needed by all means, nevertheless it must be taken into account that there a lot of difficulties from climatological, medical and methodological respect alike. The intention of this communication is to survey of these difficulties and after all to try to summarize of real possibilities for the correct evaluation.

1./ Difficulties of the evaluation from climatological respect.

- 1.1. The climate is a complex system, where a complicated interrelation is there between the ingredients. So the separated evaluation of the individual factors is very difficult, sometimes impossible.
- 1.2. Our knowledge in connection with the climatology is fairly insufficient, there is vigorous controversy in several questions, permanent and dynamic changes can be observed in our opinion and approach.
- 1.3. The connection between the cave and outdoor climate is partial and special. The outdoor processes suffer peculiar changes while getting down to the cave spaces. There are a lot of questions about the nature and characteristics of these changes.
- 1.4. The cave climate is much closer and more organic system than outdoor one. The separation of the elements with whatever purpose is all the more hopeless.
- 1.5. The special fundamentals of the cave milieu impede the performance of several measuring methods in the

DIE BEWERTUNG DER ROLLE DES HÖHLENKLIMAS IN DER MENSCHLICHEN HEILKUNDE, DIE SCHWIERIGKEITEN, OFFENE FRAGEN.

1. Die chronischen Krankheiten der Atemwege sind sehr komplex. Die sind die typischen Beispiele der psychosomatischen Krankheiten. Das klinische Bild wird gemeinsam von den zahlreichen Faktoren ausgestaltet.
2. Das Höhlen - Mikroklima ist ein komplexes System, wo die einzelnen Parameters miteinander mit einer Wechselbeziehung sind.
3. Die an den menschlichen Organismus ausgeübte Wirkung des Höhlenklimas ist eine sehr komplizierte Frage. Die Bewertung ist mit zahlreichen Schwierigkeiten verbunden:
 - 3.1. Seitens der offiziellen Heilung werden die Naturheilverfahren im vorhinein negative beurteilt.
 - 3.2. Die bedeutenden Teile unserer bioklimatische Kenntnisse bilden Streitsachen.
 - 3.3. Zu verdanken den speziellen Verhältnissen kann man hier die klassischen statistischen und sonstigen Bewertungssysteme angewendet in der medizinischen Forschung nicht verwenden.
4. Auf Grund alledem können wir nur die Folgenden mit einer Sicherheit zu behaupten:
 - 4.1. Das Höhlenklima hat Spezifika.
 - 4.2. Diese speziellen Gegebenheiten haben biologische Konsequenzen.
 - 4.3. Das Höhlenklima gewährt einen sehr gebrauchsfähigen Rahmen für die komplexe Atemrehabilitation.

practice. That is why our knowledge about the cave microclimate is ever more insufficient and conflicting than about outdoor climate.

2./ Difficulties of the evaluation from medical respect.

2.1. The human organism is a very complicated and integrated system. Our knowledge even about its normal functioning is very limited.

2.2. The chronic respiratory and locomotor diseases as the most important targets of the speleotherapy are very complex and complicated pathological processes, inducing a lot of disturbances are not a well-defined group of disorders, one can meet with a enormous variety and with a lot of contradictions, in spite of the numerous common symptoms.

2.2.1. There are lot of open questions in the aethiology. The allergic, autoimmune, infectious, degenerative, etc. mechanisms which are supposed to be responsible for these pathological conditions are not cleared up in a great degree. So the setting up of the diagnosis is very difficult, there are a lot of overlaps and uncertainty. This is indicated by the terminological chaos as well.

2.2.2. The similar obscurity can be found in the question of the localisation of the disorders. There can be a defect in various points of this complex and coherent system, with the same final result. The differential diagnosis is therefore a very difficult procedure here. What is more, a lot of consecutive and accessory complications can develop in the course of these long-lasting diseases.

2.2.3. The course of these diseases is extremely hard to follow. The chronic, long-lasting process can produce spontan remissions and progressions, they can disturb the evaluation.

2.2.4. These chronic disorders, inducing a lot of suffering, result in disability with somatic, psychic and social distortions sooner or later. They are typical examples of the psychosomatic diseases, where the sphere of problems is much wider than it would be justified by the concrete and demonstrated anatomical alterations.

3./ Methodological difficulties of the evaluation.

3.1. The classical methods of the medical evaluation can be adopted here with a very limited force, owing to the special natural and technical fundamentals.

3.1.1. The condition of patients changes in consequence of the simultaneous effect of several factors. The climate, medicines, physiotherapy, health-resort environment, human relations play an important role alike. That is why it is very difficult to draw a conclusion concerning the effectiveness solely of the climate.

3.1.2. The change of the clinical condition can be judged first of all by subjective informations. There are no reliable and standardized objective methods of investigation for this purpose.

3.1.3. There are difficulties in the adoption of the statistical methods, too. It is almost impossible to assure an adequate control group. The value of the long-term follow-up is pretty uncertain as well. In this case the patient would solve as his own control, but over changes deriving from the aging, there are a lot of factors able to influence the clinical status of the patients. It is hardly insoluble to realize the blind or double-blind trial method. A cave with the special characteristics of the cave climate would be needed for this reason.

3.2. The official medicine deals with the question of speleotherapy with an evident scepticism. The verification is quite a hard task from this disadvantageous position.

Accordingly, it is not too easy to draw an unambiguous inference. Nevertheless we have experiences of many years and we are able to put some establishments on the basis of these.

1./ Some factors are not found in the cave microclimate, harmfulness of which does not call for improvement. These are among others the air pollution (chemical and physical), infectious agents, psychic stress.

2./ The cave microclimate includes several climatic factors, the biological effect of which is documented in another kind of media, or in the case of their independent effect.

2.1. The aerosol inhalation has a therapeutical value in itself, too. The cave air has a natural aerosol.

2.2. It is proved that certain soluble ions express biological effect in vitro and in vivo alike. In the cave aerosol there are some of the such ions solved in high concentration.

2.3. Although there are biting disputes in these topics, considerable and radical biological changes due to the negative ionization and the small dose radioactivity are

to be supposed. In the cave can be found expressed negative ionization bound to the aerosol and the radioactivity is higher than at the outdoor level, although it is not harmful.

2.4. Unquestionable that the higher CO₂ level in the air induces deeper and more effective breathing. In the cave air the CO₂ concentration is about tenfolds at the outdoor level.

2.5. It is doubtless that the relaxing, stressless milieu is very important in these psychosomatic disorders. The cave environment meets all of requirements that can be raised against a saving climate with psychotherapeutical activity.

3. It is an indirect proof that the residence for certain time in a cave climate can advantageously influence the condition of the patients with these diseases. The basis for the evaluation in this case is rather subjective, but a longlasting subjective improvement cannot be of negligible importance in chronic diseases with a lot of complaints.

4. It is fact, too, that in the cave surroundings a row of medicinal and physiotherapeutical procedures can be carried on with much higher effectiveness, that is it can assure an optimal sphere for a complex respiratory rehabilitation.

SUMMARY:

1./ The cave microclimate has an advantageous overall effect on the condition of patients with certain chronic diseases. It may not be only a placebo-effect, but a remarkable psychotherapeutical influence is doubtless. The basis of evaluation is mostly subjective, but it, in this case, can be considered to be correct and sufficient.

2./ There are elements in this climatic system, the causal role of which can be made probable, since they express biological activity in another situations.

3./ The role of other, for the time being unknown factors, is imaginable.

4./ We need newer methods for the investigation, evaluation and documentation.

MUNICIPAL HOSPITAL, DEPARTMENT FOR SPELEOTHERAPY
H-8301 TAPOLCA
B.O.Box 136
HUNGARY

DER ESPERANTO IN DER SPELEOLOGIE

VUKOV, Peter

1. KURZ ÜBER "ESPERANTO"

Idee der internationalen Sprache hat mehrere hundertjährige Vergangenheit, aber der gesellschaftliche Anspruch nur am Ende voriges Jahrhunderts entstand wurde. Im Jahre 1877 wurde vom Dr. Ludwig Zamenhof seinen Sprachentwurf im Warschau publiziert, die Grammatik und der Wortsatz wurde mit Hilfe des Systems den indoeuropäischen Sprachen sehr logisch und einfach erschaffen.

2. DIE BENÜTZUNG DES ESPERANTO IN WISSENSCHAFTEN

Der Abschnitt gibt eine historische Überblick über die Entwicklung von Jahre 1904 bis heute und führt den Beweis über die Anwendung der Sprache.

3. DIE BENÜTZUNG DES ESPERANTO IN SPELEOLOGIE

Der Abschnitt zeigt die jezeitige Möglichkeiten der Höhlenforschung zuallerst in Dokumentation und Information vor. Spricht über die Internationale Esperanto Höhlenforscher Fachgruppe und über die Arbeit der Fachgruppe: "Esperanto-Mehrsprachliche Speleologische Fachwörterbuch".

Die Höhlenforscher-Esperantisten bringen in Vorschlag für die Leitung des Internationales Speleologisches Unions, dass die Esperanto Sprache in die Reihe der offiziellen Sprachen des Unions angenommen werden.

LA ESPERANTO EN LA SPELEOLOGIO

1. MALLONGE PRI LA ESPERANTO

La ideo de la internacia lingvo jam kelkcent jaraĵ, sed la socia pretendo anonciĝis nur je la fino de la pasinta jarcento. Dr-o L. L. Zamenhof publikis sian lingvan projekton en jaro 1877, kaj li kompilis la tutan sistemon de la internacia lingvo per per helpo de la vivantaj indoeŭropaj lingvoj, tiel ĝi havas simplan, logikan gramatikon kaj riĉan, variantan vortrezoron.

2. LA UZADO DE LA ESPERANTO EN LA SCIENCŬJ

La ĉarpito donas la historian trarigardon pri la uzado de

1./ KURZ ÜBER ESPERANTO

Die Kommunikation hat keine Sorgen in die Wissenschaften im ganzen Europa bis ende des Mittelalters gehabt, die einheitliche Sprache der Kultur war die lateinische Sprache. Nach dem Entwicklungs der europäischen Nationalidentität wurde von die Nationalsprachen aus dem einheitlichen europäischen Kultur die lateinische Sprache abgedrenkt.

Die grösste Denker haben schon früh ergekant, dass in diesem sprachlichen Dschungel eine, von Nationalsprachen

la internacia lingvo en la sciencoj kaj pruvas lian laŭcelecon.

3. LA UZADO DE LA ESPERANTO EN LA SPELEOLOGIO

Ni montras la uzadeblecojn de la internacia lingvo en la speleologio, ĉefe en la informo kaj dokumentado. Ni informas ĉiujn pri la Internacia Speleologia Fakgrupo kaj pri la granda laboro: Esperanto-multlingva Speleologia Fakvortaro.

Samtempe ni proponas akcepti la Esperanto al la gvidantaro de la Internacia Speleologia Unio, kaj kreu ĝin al la kolono de la oficialaj lingvoj de ISU.

AZ ESZPERANTÓ A SZPELEOLÓGIÁBAN

1. RÖVIDEN AZ ESZPERANTÓRÓL

A nemzetközi nyelv eszméje már több száz évre nyulik vissza, de társadalmi igény csak a múlt század végén jelentkezett. 1877-ben publikálta nyelvtervését Dr. L. Zamenhof varsói szemorvos, aki a nyelv eszkincését az élő nyelvekből, a nyelvtanát az indoeurópai nyelvek felhasználásával egyszerű és logikus módon alkotta meg. Ma már több tízmilliónyan értik-beszélik a nemzetközi nyelvet.

2. AZ ESZPERANTÓ HASZNÁLATA A TUDOMÁNYOK TERÜLETÉN

A fejezet rövid történeti áttekintést ad a nyelv alkalmazásának fejlődéséről a tudományok és a technika terén, bebizonyítva az alkalmazhatóságot és a célszerűséget.

3. AZ ESZPERANTÓ HASZNÁLATA A SZPELEOLÓGIÁBAN

Az előadás e fejezetében a barlangkutatásban ott is első-sorban az informatikában és dokumentációban való alkalmasságra hívjuk fel a figyelmet. Tájékoztatót adunk a Nemzetközi Barlangász Eszperantista Szakcsoportról és a készülőben lévő Eszperantó-többsnyelvű szpeleológiai szakszótár szerkesztéséről. Együttal javaslatot terjesztünk elő az eszperantista barlangkutatók, hogy a Nemzetközi Szpeleológiai Unió fogadja el az Eszperantót hivatalos nyelveként.

perfekter, wissenschaftlich redigiert Kommunikationsmöglichkeit braucht. Wir kennen heute mehr als 900 Sprachplanen aber von ihr nur eine -die ESPERANTO- lebende wurde.

Esperanto ist die von Dr. Ludwig ZAMENHOF geschaffene und von ihm 1887 veröffentlichte internationale Sprache "LINGVO INTERNACIA". Der von ihm gewählte Wortschatz stammt aus den wichtigsten europäischen Kultursprachen, da diese vor der Jahrhundertwende die Hauptrolle in der Welt spielten.

Der Erfolg der Esperantosprache gründet sich auf ihre regelmäßige Grammatik mit nur 16 Regeln, die ohne Ausnahmen gelten, sowie auf ein ausgeklügeltes System von Wortbildungsilben, mit deren Hilfe aus Wurzelwörtern neue Begriffe gebildet werden können und wodurch auch fernöstliche Völker Zugang zu dieser Sprache finden.

Esperanto ist trotz seines logischen Aufbaus und seiner Regelmäßigkeit den nationalen Sprachen an Ausdruckskraft und Biegsamkeit mindestens ebenbürtig, oft sogar überlegen. Wer sich mit dieser Sprache befaßt, hat auch Nutzen für den Gebrauch seiner Muttersprache.

Führende Pädagogen haben wissenschaftlich begleiteten Versuchen nachgewiesen, daß Esperanto als erste Fremdsprache einen ausgezeichneten Übergang zu anderen Fremdsprachen bietet. Ein Fremdsprachen kennenlernen braucht 2000 Stunden, aber für Esperanto genug nur 200 Stunden /10 % !/.

Esperanto will das Sprachenchaos beseitigen und an seine Stelle als zweite Sprache für alle ein neutrales, relativ leicht zu erlernendes gut klingendes und allen Fällen brauchbares Verständigungsmittel setzen.

2./ ESPERANTO IN DIE WISSENSCHAFTEN

In diesem Titel möchte ich einen kurzen Überblick ohne der Vollständigkeit halber zu geben.

Am Ende voriges Jahrhunderts /1899/ der berühmte Professor der Physiologie E. Neville proponierte für Französische Akademie der Wissenschaften die Esperanto als neutrale Arbeitssprache ein zu führen. Im Jahre 1903 L. Zamenhof auch selbst hat in Vorschlag der wissenschaftlichen Gebrauch der Esperanto gebracht. Die erste und heute auch lebende wissenschaftliche Zeitschrift an Esperantosprache, "SCIENCA REVUO" wurde im Paris im Jahre 1904 gegründet.

Von 1905 von Jahr zu Jahr erscheinen die verschiedene Fachwörterbücher. Heute die Mathematik hat die größte Literatur an Esperantosprache und zwischen der Ersten wurde von ungarischen Mathematiker, Gyryll Vörös über die "Geometrie von Bolyai" im Jahre 1910-12. publiziert. Der modernste Fach der Mathematik ist die Computertechnik. In Budapest im Jahre 1982 wurde die "Interkomputado" Konferenz nur an Esperantosprache veranstaltet. Die Rechenstechniker haben eigene Zeitschrift, bis Jahre 1987. "Komputado" und heute "Fokuso". Mit Hilfe der Computertechnik von Mitte der 80-er Jahren hat die Arbeit des Systems verschiedenes Übersetzungsprogrammes /1984. Esperanto-Japanisch, 1985.-86. Esperanto-Chinesisch/ begonnen.

Die kulturelle Fachorganisation der Vereinten Nationen "UNESCO" hat mit Esperanto Weltverband in Verbindung getreten, und im Jahre 1985. dieser Kontakt erneuert wurde. Das ist das größte moralische Bekenntnis.

Die Esperanto-Sommeruniversitäten sind heute auch gewohnt: von Jahre 1960 im Lüttich /Liège, Belgien/ und von Jahre 1963 in Gyula /Ungarn/ usw.

Die wissenschaftliche Entwicklung an Esperantosprache hat Notwendigkeit der Gründung der Internationaler Wissenschaftlicher Akademie im Jahre 1986 in Uppsala /Finnland/ und wurde nach berühmter Wissenschaftler, Jan Comenius genannt. Arbeitssprache der Akademie ist nur die Esperanto. An die letzten Esperanto-Weltkongressen von Jahr zu Jahr organisieren mehrere wissenschaftliche Konferenzen, und die Anzahl der Teilnehmer immer steigt an. In Fernosten verstärken die Esperanto-Bewegung sogar in Europa heute auch die Nationalsprachen die erdrückt.

Die Frage der Kommunikation zwischen die Wissenschaften und die einzige ländliche Nationalsprachen heute auch nicht gelöst ist, die Menschheit verschwendet viele Energie für Fremdsprachen. Bisher niemand von Esperantosprache bessere Kommunikationsbrücke zu finden könnte.

3./ DIE VERBINDUNG DER ESPERANTO UND HÖHLENFORSCHUNG

Die Wissenschaft der Höhlenforschung hat breite Kontakten mit anderen Wissenschaften z.B. mit Geologie, Biologie, Historie, Anthropologie usw. . .

Nur von Mitte unseres Jahrhunderts hat die Esperantobewegung für die Speleologie interessieren begonnen. Über

einige Grenzteil der Höhlenforschung konnten wir in verschiedenen Zeitschriften /z.B. Geologio Internacia/ und Bücher /z.B. Endre Dudich: Ĉu vi konas la teron?/ lesen. Über die märchenhafte Höhlenwelt kennen wir sehr wenige Literatur, von meiner Meinung die Höhlenforscher über die Esperanto zu wenig wissen und die klassische Sprachen der Höhlenforschung auch heute deutsch, französisch und serbisch. Aus den ersten Werken wissen wir über Einige andernen:

-Agostino da Silva /Portugiese/: La Prahistoria Arto /Die Prähistorische Art/
-Leander Tell /Schwede/: La Bela Subtera Mondo

/Die Schöne Unterirdische Welt, der auch hat ungarische Beziehungen haben./

Ersten mal im ganzen Welt die ungarische Höhlenforscherszeitschrift "Karszt és Barlang" /Karst und Höhle/ hat zwischen 1966-1974 Jahren an Esperantosprache Zusammenfassungen gehabt. Im Mitte der achtzig Jahren der slowakische Höhlenforscherverband über die slowakische Schauhöhlen hat eine Höhlenführerserie auch an Esperantosprache neben anderen Fremdsprachen herausgegeben.

Bei Gelegenheit der 68-er Weltkongresse der Esperantisten im Budapest wurde von Somogyer Komitat der Ungarischen Esperantoverband auch ein Führer über ungarische Schauhöhlen herausgekommen. In verschiedenen Zeitschriften auch einige Artikeln über die Speleologie lesen könnten.

Die esperantistische Höhlenforscher von Mitte achtzig Jahren haben die Kontakten auch in Inn- und Ausland mit Kameraden suchen eröffnet. Im Jahre 1987 bei Gelegenheit des II-es Speleotendaro /Höhlenforscher Lager/ im Slowakei an Karstgebiet von Liptov /Niedere Tatra/ wurde eine neue Fachorganisation der esperantistische Höhlenforscher gegründet. -Esperantista Internacia Speleologia Fakgrupo /Esperantistische Internationale Höhlenforscher Fachgruppe/ gegründet. Nach einjährige Organisationsarbeit konnten die Teilnehmer die Gründe der Bestätigung erschaffen. Im Herbst des 1988 Jahres auch im Slowakei /Im Hohe Tatra/ die internationale Teilnehmer haben die Ziele der Fachgruppe in Esperanto und in verschiedenen Höhlenforscher-Zeitschriften veröffentlicht.

Die Popularisierung und Verbreitung der Esperantosprache zwischen der Höhlenforscher der einsige Länder und organisieren und führen Sprachkursen;

Redakten die esperanto-mehrsprachige speleologische Fachwörterbuch. Diese Redaktion gibt viele Arbeit an lange Zeit für die esperantistische Höhlenforscher. Wir empfangen die Interesse und Hilfe aus aller Welt;

Die Fachgruppe möchte breite Kontakten mit nationaler Höhlenforscher-Verbanden und verschiedenen Esperanto Organisationen ausbauen;

Unsere Ziele sind noch mehrere wissenschaftliche und populäre Publikationen, unter ihnen Prospekten über Schauhöhlen für die Touristen erscheinen lassen. Eine Schöne Beispiel ist die Prospekten über die slowakische Schauhöhlen;

Der periodische Organ der Fachgruppe ist "VESPERTO" /Fledermaus/, der an Esperanto gibt Informationen über die Speleologie für die Mitglieder;

Die Teilnehmer sind zum Entschluß jährlich organisieren "Speleotendaro" in verschiedenen Karstgebiete und Ländern gekommen, natürlich die Arbeitssprache die Esperanto wird.

Die Fachgruppe heute haben Teilnehmer aus europäische Länder: Bulgarien, DDR, Jugoslawien, Litowien /UdSSR/, Rumänien, Spanien, Tschechoslowakei und Ungarn.

Am Ende im Name der Esperantistischen Internationalen Höhlenforscher-Fachgruppe ich rufe die Leitung der Internationalen Speleologischen Union auf, daß die Esperantosprache als andere offizielle Fremdsprachen der Höhlenforscher Kongresse anerkenne, wie schon UNESCO getan hat.

IRODALOM - LITERATUR - REFERENCES - LITERATURA

1. BAGHY, Gy. : Esperantó Tankönyvtudós, Budapest 1968.
2. CSATKAI, D. : Hatnyelvű geodéziai szakszótár, Budapest 1976.

3. DUDICH, E.: *Ju vi monas la teron*
 Scienca Eldona Centro de UEA, Budapeŝt 1968.
4. LAJCHAS, E.: *Soveta speleologia novado manuskripto*, Kaunas 1966.
5. n.n. *Geologio Internacia volumo 1.*
 Geindustria n.p. Praha 1966.
6. n.n. *Geologio Internacia volumo 2.*
 Geindustria n.p. Praha 1972.
7. n.n. *Geologio Internacia volumo 3.*
 Institut Geologiczny, Warszawa 1976.
8. n.n. *Karst- és Barlang 1961-1967*
 Magyar Karst- és Barlangkutató Társulat
9. n.n. *Szlovénia idegenforgalmi Barlangjai prospektusok*
 Správ. slovenských jaskýň, Bpt. Mikuláš 1960-1962
10. n.n. *La grottoj de centra Slovakio prospektus*
11. n.n. *Vesperto*
 Bulteno de Internacia Speleologia Fakgrupo
 Kaposvár 1987-1988
12. SILTA, A.: *La Prahistoria Arto*
 Portugala Eluona Rondo, Porto 1947.
13. VUKOVYI.: *Túrakalauz-Ferreltrafikoj grottoj en Hungario*
 Magyar Hirdető, Kaposvár 1983.
14. VUKOV, P.: *Mirakla Mondo de Grottoj*
 Hungara Vivo, Budapeŝt 1983/3. p.114-115
15. Vukov, P.: *Grottoj de Budapeŝto*
 Budapeŝta Informilo febr. 1985.
17. VUKOV, P.: *Budapeŝto la ĉefurboj de la grottoj*
 Heroldo de Esperanto dec.1982.
18. Vukov, P.: *Alvoko de la II-a Speleotendaro*
 Budapeŝta Informilo jan.1988.
19. Vukov, P.: *Vers la creation d un glossair spéléologique d esperanto*
 /Grottes et Gouffre - Paris/
20. VUKOV, P.: *A II. Seleotendaro felhívása*
 MKBT Műsorfüzet 1987.nov.
21. VUKOV, P.: *Speleologia Rondo*
 Heroldo de Esperanto 29.marto 1988. p.2.

dipl.ing. VUKOV Péter

H-7400 KAPOSVÁR

48-as Ifjúság u.36.I./14.

SPELEOPHILATELY

PAS, van der, J. P.

This article wants to show that "stamp collecting" is something more than just trying to find some stamps and to put them in an album.

- A. Speleophilately ?
 - a. Collector - only stamps
 - b. Philatelist - all postal items
 - c. Speleophilatelist - all postal items concerning caves.

- B. Limits ?
 - a. Caves, but not mines or man-made constructions
 - b. Cave-art, but not rock-art in the open air
 - c. Bats, but not flying foxes lacking echo-location
 - d. People, only researchers, not visitors
 - e. Natural arches, but only as cave-reminders.

- C. Some results of speleophilately on the "real cave world"
 - a. Preferred to be a caver
 - b. Forces to contact others for material and forces to contact cavers for information
 - c. Visits from/to cavers who, without philately, one would never have met.
 - d. Stimulance to visit cave-related places where one normally would not have gone.

A. What is speleophilately?

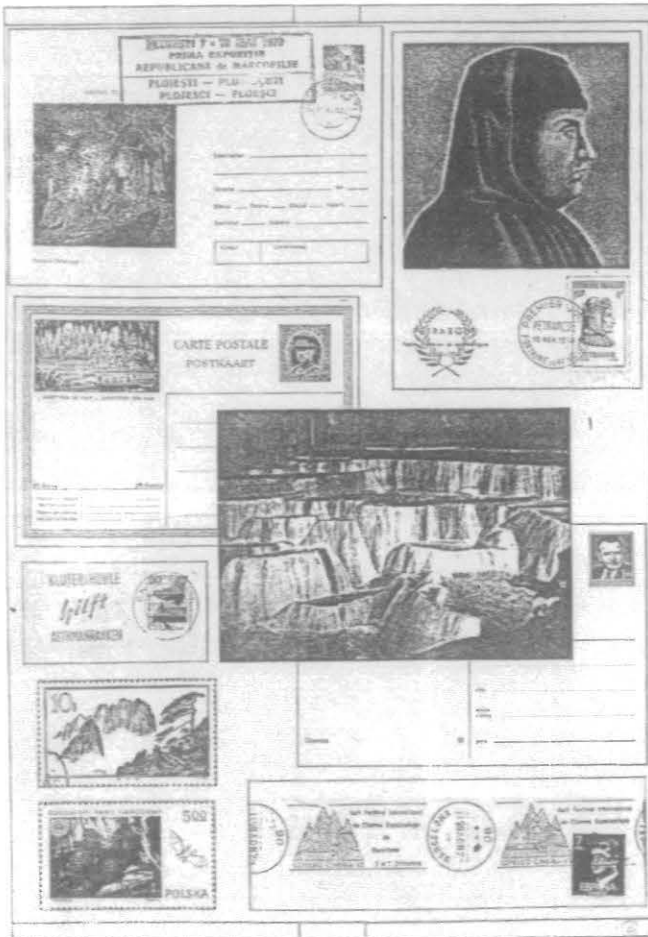
Stamp collecting is trying to find stamps - mostly from lists compiled already - and put them in an album.

Philately, however, goes further. It is often said: philately starts where collecting stops.

And speleophilately is trying to find anything postal which is cave-related.

Certainly in speleophilately the stamps play a minor role since not that many exist. Maybe a few hundred, depending on what you still call cave-related. (See chapter B. for "limits"),
So if a collector becomes more interested in his hobby, he will

look for "more". This is not that difficult since much more material is available - but not in the form of just stamps. We talk now about postal items. These appear in many forms, as envelopes with imprinted stamps showing caves (Romania, 1978), as postcards with imprinted stamp showing caves (Australia, 1982), postcards having cave-pictures on front but no cave-related imprinted stamps (Belgium, 1930) or picture on the other side as the stamp (Czechoslovakia, 1949). But remember: these items differ from regular postcards by having always an imprinted stamp.



Another collecting field is mail which was sent during caving-expeditions (Papua New Guinea, 1982) or special covers issued at caving-congresses (Yugoslavia, 1965). And do not forget cave-related cancellations or postmarkers. These were sometimes used before stamps existed! (Grottamare, 1860/Cave City, 1871). There is an almost unlimited variety in these: advertisement for tourist-caves (France, 1969), speleo-cinema-festival (Spain, 1985), medical therapy in caves (Germany, 1986).

B. What are the limits of speleophilately ?

This is in topical and thematical collecting always a problem and can virtually only be solved by the collector/philatelist himself.

Of course any postal item showing a cave belongs in our collection.

But if it shows karst ? There are marvellous karst-stamps (China, 1963) where limestone is clearly visible, but there are stamps where one has to be told that it could be karst (= limestone).

Most cavers have seen bats in caves (Poland, 1976), but never flying foxes. Still bats are not troglobites as the Proteus (Yugoslavia, 1954) which only can be found in caves.

The general rule defines caves as: natural in origin, accessible for man and having a dark zone. So what about natural bridges and arches in full daylight? But some are the remains of a cave system, like the Pont d'Arc (France, 1971).

Even more difficult are persons. Some have done serious research in caves like Racovitza (Romania, 1974), while others only visited a cave, but became famous (and were depicted on a stamp) for facts having nothing to do with speleology (France, Petrarque, 1956).

So there is actually only one answer: you, the collector himself, decides where the limit is. You must be able to convince, with facts, why certain stamps belong in a cave collection.

C. What means speleophilately in the world of actual caving ?

Speleophilately is actually a form of arm-chair caving (= interested in caving without going into caves).

However, it certainly is not passive. There are two reasons for some activity:

1. Without any inside experience it is very hard to judge the cave-relationship of many items, so one has to be, or should have been, an active caver.
2. To keep the collection going contact will have to be sought with cavers in other countries. Not only to locate items unavailable in the own country, but also often to get information about what is depicted on some items, since often only cavers can give the correct answer.

These contacts resulted in several cases in visits from/to cavers who normally never would have met.

Another point is that some collectors become so interested in some cave-related places on stamps that they visit these places.

Well-known for this is Dr. W.R. Halliday who during his world-travels often visits postally depicted places to obtain locally postal items or to deliver eye-witness write-ups for magazines.

Postal items as mentioned in text:

Romania	1978	55b	Cod 0200/78	Pestera Polovragi
Australia	1982	27c	4-N6	Jenolan Caves
Belgium	1930	40c	2nd set	Grottes de Han
Czechoslovakia	1949	1.5Kcs	nr. 30	Dominica Cave
Papua New Guinea	1982			Int. Expedition to Mount Kaijende (Speleological)
Jugoslavia	12-9-65			IV Int. Congress of Speleology, Postojna
Italia	25 Jan 1860			postmark "Grottamare"
U.S.A.	6 May 1871			postmark "Cave City"
France	5-3-69			postmark "Sassenage - Ses Grottes" (Gouffre Berger!)
Spain	4-11-85			Barcelona 4th Int. Film Festival
Germany (W)	5-2-86			postmark "Klutert Cave Helps Asthmatics"

Stamps as mentioned in text:

China	1963	10f	Stalagmite Mountain (Hwangsan)
Poland	1976	5.00 Zl	Bat and cave-entrance
Jugoslavia	1954	70 D	Proteus (blind cave salamander)
France	1971	1.40 fr	Pont d'Arc - remains of old cave system - natural bridge in limestone
Romania	1974	1.20 Lei	Racovitza - professional cave research
France	1956	8 fr	Petrarque - lived close to Fontaine de Vaucluse and wrote poem about this karst-spring.

THE DEVELOPMENT OF THE VEGETATION IN LAMPLIT AREAS OF THE CAVE SZEMLO-HEGYI-BARLANG, BUDAPEST, HUNGARY

RAJCY, M. - BUCZKO, K.

There are three conditions necessary for the life of the plants; water, inorganic nutrients and light. As in the caves it is only the third one lacking, the illumination of a cave unavoidably results in the development of vegetation of green plants in lamp-lit areas. The green coatings make a lot of problems all over the world being dangerous either in esthetical or in ecological point of view (Rajczy 1989). The biological research in the illuminated caves is in its initial stage. Some floristic data are available for the initial phase (Padisák et al. 1985) and for the final phases (e.g. P.Ükomáromy et al. 1986, Hajdú et Orbán 1981), but the pattern of the process in time and space is almost unknown. To trace this phenomenon it was the cave Szemlő-hegyi-barlang which seemed to be an ideal subject, because we had the opportunity to observe the development of the vegetation in the lamp-lit areas since its beginning. Anyhow, in this cave it is of crucial importance to prevent the development of the extended green coatings, because it is almost impossible (and very expensive, as well) to remove the thick formed carpets from the richly ornamented surface.

We are going to give our brief summary of our experiences and results concerning the above.

The description of the cave

The cave, situated in the territory of Budapest, is one of the tectonically preformed caves having been developed in the vicinity of the hot springs of Mts. Budai-hegység. The galleries of the cave were enlarged by the corrosion of thermal and cold waters most probably at the end of the pliocene. The length of the system exceeds 2 km. The walls are richly decorated by botryoidal stalactites originally precipitated from thermal waters as aragonite, as well as by small plates of calcite.

The history of the cave

The entrance of the cave was accidentally discovered in 1930 while mining stones for a house. Since that time it has been one of the most popular destinations of cavers' touring, teaching and exploring activities as it is very near to the city and its beauties are unique. Though there were several plans to open it to the public, unfortunately both entrances were vertical and so unsuitable for this purpose. There was a gallery, coming nearer to the slope of the hill, only discovered in 1973 and this removed all the difficulties. The opening plans were accepted soon after and the mining works began in 1974. By the first months of 1984 everything was finished inside the cave including the whole lighting system (Hazslinszky 1985). Then until the spring of 1986 there were only a few activities in the cave because the works continued outside (the reception building and the park). Actually the lighting system was rebuilt during the summer of 1986, because of the problems with the old one. Many of the old lamps were removed, more suitable lamps were used instead. Finally the cave could be opened at last in the autumn of 1986.

Materials and methods

It was in March 1984 when we took samples from the lamp-lit areas first. This time we collected them from every green area. The second occasion was in January 1986, in the above mentioned "dark period" and the third time was one week before the opening of the cave (October 1986). That time, since the illumination system was completely rebuilt, we could find only a few lamps of the old system, which remained on their place after the reconstruction. As a consequence several lamps were marked out to trace the process. From this time on the lamp areas have been tested at least every six months (Table 1). Unfortunately the expansion of the green plants was much more rapid than we had thought. About half a year later the cave seemed to be very close to the "green explosion". We had no other choice we had to sterilize the green surfaces. To extirpate the plants we used formaldehyde solution (2-4 vol.%) and only the really green surfaces were treated. The next samples were taken only during the autumn of 1988 to check the floristical consequences of the extirpations.

The algological collecting procedure was carried out by means of presterilized instruments. Both the visible green spots and the apparently intact surfaces were scraped off by knife into the collecting jars filled with fluid Bold medium (Stein 1973). The samples were then cultivated in the laboratory both in solid (11 g/l agar) and in liquid medium for the correct identification. The cultures were checked 2-4 times within 6 months (the first one was done 1-2 weeks after the beginning of the cultivation). Permanent microscopic slides were made for identification of diatoms using Horváth's method (1975). The location of the sampling points are mapped in Fig. 1.

The floristical composition was analysed by Jaccard's resemblance measure (Jaccard 1901) and the WPGMA fusion algorithm (Sneath, Sokal 1973), using the SYN-TAX program package (Podani 1988).

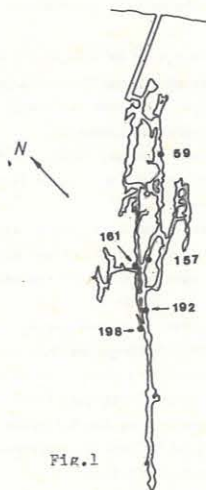


Fig. 1

Fig. 1. The schematic map of the cave. (redrawn from Hazslinszky (1985) - full circles: sampling points of the cluster analysis)

Tables

Table 1. The dates of the observations, sampling and extirpations in the cave "Szemlő-hegyi-barlang".

Code	Date	No. of algological samples	Extirpations
A	March, 1984	16	
B	Jan 28, 1986	11	
C	Oct 23, 1986	15	
D	Jan 8, 1987	13	
E	Feb 17, 1987		+
F	May 26, 1987		+
G	Oct 26, 1987		
H	Nov 5, 1987		+
I	Feb 12, 1988		
J	Sep 12, 1988	5	+
K	Feb 6, 1989		

Table 2. The number of the lamp-lit areas with visible green plots and the total number of the lamps in the beginning of 1988 (A-K: codes of collecting trips as in Table 1).

Lamp types	Total	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Incandescent lamps												
ordinary lamps (40-60 W)	17	8										
safety illumination	22			2	4	4	4	11	13	2	7	13
level illumination	89			3	17	19	14	21	24	9	17	25
spot lights (100-150 W)	49				2	2	7	8	12	8	7	16
headlamps (100-300 W)	36				3	3	8	11	12	9	6	9
headlamps (1000-1500 W)	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
iodine lamps (500 W)	6						2	1	1	3	4	4
sodium lamps (500 W)	4								1	1		1
Total	208	18	9	6	27	29	36	54	64	32	42	64

Results and discussion

Floristical data

During our 5 year study altogether 35 algal taxons were identified from among 60 samples collected from the illuminated part of the cave. Moreover, at least 3 moss and 1 fern species live there. The number of juvenile moss shoots was very low though their protonemata were collected frequently so we could not identify them. As regards for the fern, we have found only 2 fern prothallia this winter. The distribution of different algal phyla is quite uniform (Fig. 2), every taxonomical group of the algae that is common in Hungarian soils and waters is detectable here.

The most frequent species was *Fragilaria pinnata*, which was observed in 65% of the samples. Other common species were *Phormidium foveolarum*, *Fragilaria brevistriata*, *Chlorohormidium flaccidum*, *Navicula cryptocephala*, *Plectonema schmidlei* and moss protonemata. They occurred in 13-37% of the samples. Further 8 species were found 3-6 times (5-10%). Nine more species turned out to be rare (there were only in 2 samples) and the rest 11 species were only once found.

We could distinguish no characteristic distribution pattern of the common species. Their occurrence seem to be sporadic, namely the frequent species can be collected in very different parts of the cave.

To answer the interesting question whether it is the place, the environment, or the succession (the changes in time) is more decisive in the composition of the lamp flora, we performed cluster analysis. For this purpose the data of those lamps were used which remained on their original place after the reconstruction. The result clearly shows us, that the quality of the substrate is a crucial factor for the flora (Fig. 3). The samples from the same substrate are closer to one another than those taken at the same time. The samples from clay are the closest from the area of the lamp No. 198 (see Table 3).

Table 3. List of species in the samples used for cluster analysis. A-J: codes of collecting trips as in Table 1 (A samples were not taken into consideration as mentioned above). Lamps (see Fig. 1): 157 and 161 - ordinary lamps of the safety system, concrete; 192 - ordinary lamp of the level illumination, moist concrete; 59 - ordinary lamp of the level illumination, moist limestone surface; 198 - big headlamp, clayey surface.)

Species	157			192			161			59					198		
	A	B	C	A	B	C	A	B	J	A	B	C	D	E	A	B	C
<i>Chroococcus minor</i> (Kg.) Nag.	+																
<i>Phormidium foveolarum</i> (Mont.) Gom.				+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Plectonema schmidlei</i> Limanowska				+						+	+	+	+	+			
<i>Hormogonales</i> sp.				+	+												
<i>Nostoc</i> sp.				+	+												
<i>Amphora delicatissima</i> Krasske									+								
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grun.	+	+		+						+	+	+	+	+			
<i>Fragilaria pinnata</i> Ehr.	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Navicula cryptocephala</i> Kttz.	+	+					+	+									
<i>Monodus subterranea</i> Boye-Petersen				+											+		
<i>Vischeria stellata</i> (Chod.) Pasch.							+										
<i>Chlorella</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chlorohormidium</i>																	
<i>Flaccidum</i> (Kttz.) Fott				+	+				+	+	+	+	+	+			
<i>Choriocystis guttula</i> Hind.									+								
<i>Stichococcus bacillaris</i> Nag.														+			
<i>Stichococcus minor</i> Nag.							+	+									+
<i>Gongrosira</i> sp.													+				
moss protonemata									+	+	+	+	+	+	+	+	+
Total number of species	2	4	2	5	1	7	6	5	3	6	4	5	5	8	5	4	7

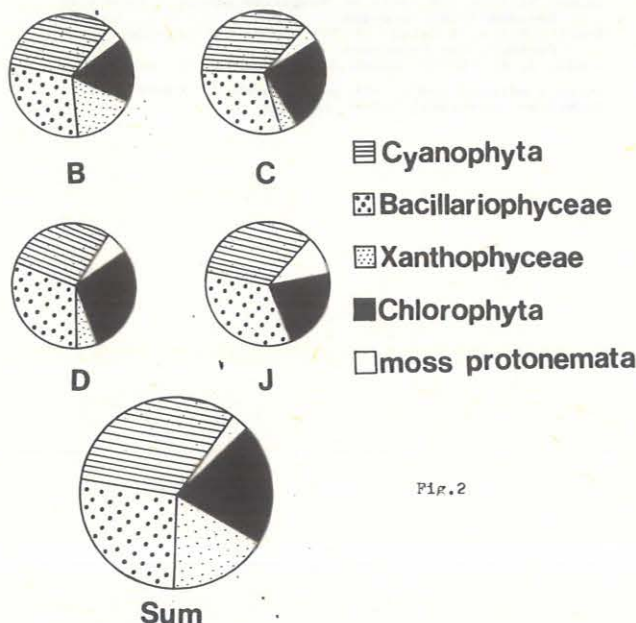


Fig. 2. Species numbers of the taxonomical groups in the samples. Analysis of the process

We began our study after a 3 year period, while the miners were working in the cave. Macroscopic green patches were found around 18 lamps (details in Table 2) and 12 species could be detected and cultivated from the samples (including moss protonemata). This means that 2 years before the opening of the cave several algal species (especially diatoms) and at least one moss species lived in the lampülit areas. The algae were identified by Zs. P.-Komáromy and J. Padišák using slightly different methods, so their data were not taken into account in the further analyses.

The first sampling was followed by a long dark period (almost one and a half year) when the lighting system was not used. The second sampling was carried out at the end of this period. Naturally, the number and the size of the green patches reduced and the number of the lamps with a visible lamp flora reduced as well by the half (9 lamps). The total number of species was 24. The average number of species per sample was 6, which is high comparing with that of the other caves. Using the data of P.-Komáromy et al. (1985) in the cave Anna-barlang there were only 6.5 species per lamp,

though this cave had well developed, extended green carpets around almost all of its lamps. An average of 6.2 species per sampling site could be counted in the case of Baradla cave using the data of Hajdú and Orbán (1981).

Our next visit was one week before the opening of the cave. At that time there were green patches around 7 lamps and at least 20 plant species lived there. The average number of species per lamp was 3.6, which was fairly low, perhaps in consequence of the reinstallation (between our second and third collecting trip the total electric system was rebuilt, and we could find altogether 5 original sampling points).

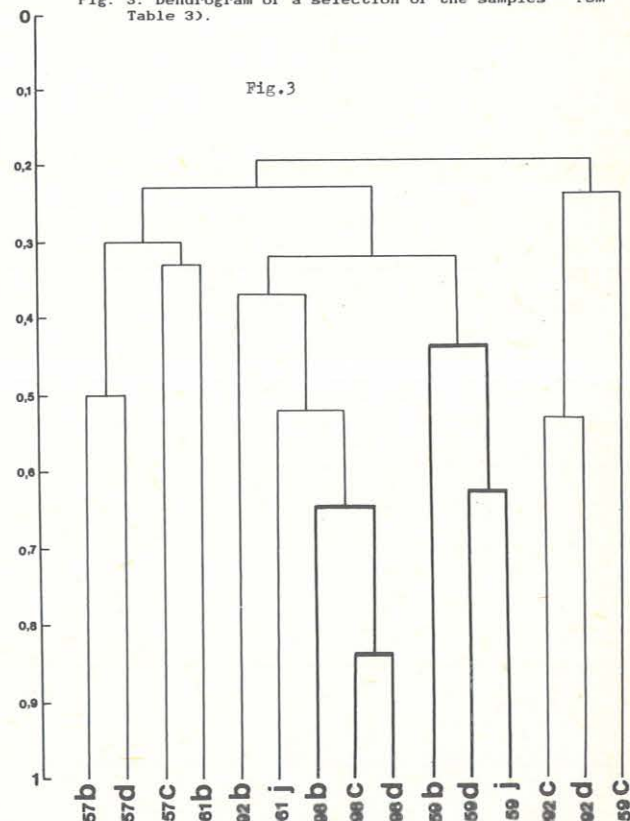
After the opening of the cave the number of the green lampülit areas were quickly increasing (Table 2). Three months later 25 lamps had already definite vegetation. No significant change could be found either in the species composition, in the distribution, or in the number of species (Fig. 2).

The process of the vegetation development was so dangerous, that we had to do something to prevent it. We tried to sterilize the green covers as a first trial. Unfortunately our succession study could not be continued because of this rude disturbance, but the controlling of the process was going on from time to time (Table 2 and Fig. 3). In Fig. 4 the cumulative number of the lamp floras is plotted against the time as a percentage of the total number of the lamps (cumulative here means that even those areas were taken into account which were not green having been extirpated). In Table 2 there are the actual numbers of the lamps having green plots nearby concerning the lamp types as well as the total numbers of them (as they were so at the beginning of 1988). The safety lighting system consists of ordinary lamps and this system is on during the time when there are visitors in the cave (they are independent from the partitions of the normal lighting system). The level illumination is working together with the headlamps in several partitions: they are only on during the time when visitors are walking through certain parts of the cave. Thus the ordinary lamps of the safety system are working 4-7 times longer than those of the level illumination. This fact can easily be seen in Fig. 5 where the cumulative number of the ordinary lamps (those of the safety and the normal system respectively) having a visible lamp flora is plotted against the time. The breaking points in the plot show the extirpations: 3 general treatises were performed (see Table 2). The extirpations in November of 1987 were of crucial importance. It is easy to recognize that in the autumn of 1987 the velocity of the expansion of the vegetation accelerated dangerously: within 10 days the actual number of lamp floras increased by 20%! A similar process was recognized at the beginning of 1989, thus this spring another treatise is going to be performed.

Conclusions

1. In spite of the fact that quite a lot of species live in the cave (at least 39 species including mosses and fern), there are only a few taxons causing visible green plots in the cave Szemlő-hegyi-barlang, namely filamentous green and blue-green algae as well as moss protonemata.
2. It is generally accepted that the appearance of the

Fig. 3. Dendrogram of a selection of the samples (from Table 3).



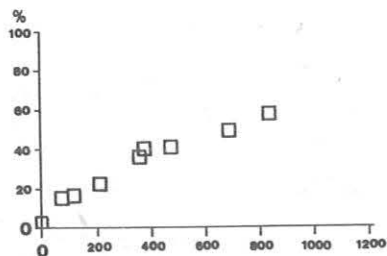


Fig. 4. Cumulative number of lamp floras as a percentage of the total number of the lamps (even the extirpated areas are taken into consideration). Horizontal axis: time in days since the opening of the cave.

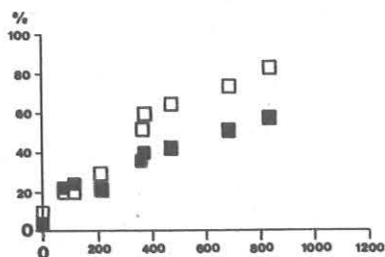


Fig. 5. Cumulative number of the ordinary lamps having green plots nearby as a percentage of the total number of them. (Open rectangles: safety lighting system; full rectangles: normal lighting system). Horizontal axis: time in days since the opening of the cave.

mosses indicates the next phase in developing the vegetation in lamp-lit areas. We would like to emphasize that moss protonemata settle down among the first colonists. Their behaviour is very similar to that of the algae. The mass of moss protonemata causes macroscopic green patches rather early and fairly often.

3. The quality of the substrate is very important for the settling of the plants. The clean, smooth limestone surface resists intact for a longer time than a dirty, clayey one. Beside the physical features of the clay the inhomogeneity and diversity of its surface is to be fundamental. Consequently to keep the walls as clean as possible in the showpart of the caves is of importance.

4. From among other show-caves we have no comparative data what is the necessary time for the appearance of the troublesome vegetation. We are convinced by our experiences that at least twice a year one must check the area and the green plots must be extirpated to avoid the explosion-like expansion of the vegetation.

Acknowledgements

The authors are greatly indebted to J. Padišák and the late Zs. P.-Komáromy, who identified the algae of the first sampling. The study was supported by the Hungarian Ministry of Nature Protection and Water Management.

References

- Hajdú, L. & Orbán, S. (1981): Über die grüne Pflanzenwelt der Baradla-Höhle bei Aggtelek (Ungarn). - *Studia bot. hung.* 15, p. 5-17.
- Hazslinszky, T. (1985): BUDAPEST. Die Höhle von Szemlő-hegy. - Museen, Denkmälern, Naturschutzgebiete in Ungarn, Budapest, pp. 16.
- Horváth, K. (1975): A novel rapid method for preparation diatoms. - *Acta Biol. Debrecina* 12: 117-118.
- Jaccard, P. (1908): Nouvelles recherches sur la distribution florale. - *Bull. Soc. Vand. Sci. Nat.* 44: 223-270.
- Padišák, J., Rajczy, M., P.-Komáromy, Zs. & Hazslinszky, T. (1985): Experiments on algae and mosses developing around different lamps in the cave "Pál-völgyi-barlang". - In: Hazslinszky, T. (ed.): *International Colloquium on Lamp Flora. Hungarian Speleological Society, Budapest*, p. 83-102.
- P.-Komáromy, Zs., Padišák, J. & Rajczy, M. (1985): Flora in the lamp-lit areas of the cave "Anna-barlang" near Lillaftred (Hungary). - *Annis hist.-nat. Mus. natn. hung.* 77, p. 103-112.
- Podani, J. (1988): SYN-TAX III User's manual. - *Abstracta bot. (Budapest)* 12. Suppl. 1. pp. 183.
- Rajczy (1989): The flora of Hungarian caves. - *Karszt és Barlang* 1988: in press
- Sneath, P.H.A. & Sokal, (1973): *Numerical taxonomy.* - Freeman, San Francisco.
- Stein, J. E. (1973): *Handbook of phycological methods. Culture methods and growth measurements.* - Cambridge, Cambridge University Press. pp. 448.

BIOLOGICAL CONSIDERATIONS CONCERNING THE FLUORESCIN DYEING OF KARSTIC WATERS

FERNOLENDT, Marius - VIRAG, János - RADU, Ioan - PINTEA, Tamás

The demographic explosion reflects the increasingly efficacious use of land resources for securing food stuffs for the population, as well as with a view of peopling mountain areas, inclusive the karstic ones. The conservation of natural resources from within these areas also entails the protection of water quality from the subsurface drainage and from the surface. The development of electronic monitoring offers a new possibility for fluorescein labelling of karstic waters. For obtaining the influence of this label on the human organism, this work presents biological tests for characterizing a fluorescein of indigenous production. The action of fluorescein was studied on the following: the green alga *Scenedesmus quadricauda*; the crustacean *Daphnia magna*; the aquarium fish *Lebistes sp.*; the culture of monkey kidney cells; the bacterial culture of *Staphylococcus aureus*; and on laboratory white mice. The tested fluorescein preparation does not present toxic effects on biological material, with the concentrations used in the field. A bacteriostatic effect was observed on *Staphylococcus aureus*, at concentrations below those used in the field. Fluorescein did not show any toxic effect on cell cultures. The indigenous fluorescein preparation used by us may be applied to hydrokarstic research, without any likely damage to the aquatic flora and fauna. The penetration of the fluorescein-labelled karstic waters in to the waters used for consumers purposes does not entail toxic effects on the population.

1. GENERAL PART

The peopling of karstic regions is mainly due to demographic explosion also affecting areas from within the neighbourhood of the former. This trend generated thereby the peopling of several plots of land which hitherto secured - in one form or the other - means of existence for the living.

The karstic phenomenon, via its remarkable subsurface drainage, possesses most diverse problems in the way of using the waters outflowing therefrom. To provide means for conserving the natural resources from within the areas concerned with, there arises the necessity of good knowledge of the issues dealt with, among which a major attention should be paid to the quality of waters canted in subsurface drainage.

The use for of drinking water of the karstic waters by the population in a karstic area and/or its neighbourhood is the most ancient and the most widespread form of making use of the hydrological resources from reliefs under dissolution, owing to its being an essential condition from the peopling of karstic areas.

It is being favoured by the physical-chemical characteristics of the waters dealt with, which - despite their high carbonate content - do not necessitate treatment technologies for dehardening.

Developments in the field of monitoring techniques via making use of contemporary electronic devices, does offer new possibilities in the way of labelling karstic waters with fluorescein.

Fluorescein label stands for one of the frequently used methods in detecting pollution sources of the karstic potable waters. Naturally, there arises the question whether there is a matter of quality hazard or not once fluorescein entered waters used for drinking purposes.

For obtaining a knowledge of the influence of this karstic water label on the human organism, our contribution presents a biological characterization of an indigenous fluorescein preparation.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Fluorescein Synthesis

By a condensation reaction of resorcinol /meta dihydroxybenzene/ with phthalic anhydride - in the presence of zinc chloride - the results fluorescein with an almost quantitative yield; one mole of product /332 grams/ is

CONSIDERATIONS BIOLOGIQUES SUR LA COLORATION DES EAUX KARSTIQUES AVEC LA FLUORESCINE

L'explosion démographique reflète l'utilisation du fond foncier pour assurer les produits alimentaires nécessaires pour la population, ainsi que de peupler des zones de montagne, inclusiv les zones karstiques. La conservation des ressources naturelles des zones, impose la protection de la qualité des eaux des drains souterraines comme aussi pour ceux de surface. Le développement de la techniques de mesure utilisant l'électronique, offre des possibilités dans le domaine du marquage des eaux karstiques avec la fluorescein. Pour connaître l'influence des ces marquées des eaux karstiques sur l'organisme humaine, le travail présente des tests biologiques pour caractériser la fluoresceine de production indigène. On a étudié l'action de la fluorescein sur: l'algue verte *Scenedesmus quadricauda*; le crustace *Daphnia magna*; les poissons d'aquarium *Lebistes sp.*; des cultures cellulaires de rein de singe; des cultures bactériennes de *Staphylococcus aureus*; de souris de laboratoire. La fluorescein étudiée n'a pas des effets toxiques sur la matériel biologique dans les concentrations utilisées. On a remarqué un effet bacteriostatique sur les cultures du *Staphylococcus aureus* même dans des concentrations plus élanes que celles utilisés sur le terrain. La fluorescein n'a produit aucun effet toxique sur les cultures cellulaires. La fluorescein indigène peut être utilisé dans les recherches hydrokarstique sans endommager la flore ou la faune aquatique. La présence des eaux karstiques marqués avec de la fluoresceine n'a pas des effets toxiques sur le consommateurs.

obtained by starting from two moles of resorcinol /220 grams/, one mole of phthalic anhydride /148 grams/ and 70 grams of anhydrous zinc chloride.

Fluorescein is a reddish powder, having a melting point /by decomposition/ of 314-316°C; it is only very mildly soluble in water, possessing, nonetheless, a high degree of dyeing power, which is perceptible by the naked eyes even at a dilution of 1:40,000,000.

Following the first synthesis of fluorescein, it was being pursued to find a disodium salt instead of its diammonium salt. The disodium salt of fluorescein - known as Uranine - is more readily obtainable as a crystalline substance; it is of reddish colour with greenish glow. On dissolving in water, it has a yellow-green fluorescence, which maintains so even at high dilutions.

Given the known fact fluorescein did not present toxic effects on living beings, we proceeded to investigate the biological effects of uranine on some organisms.

2.2. The Action of Uranine on a Bacterial Culture

As biological test material a *Staphylococcus aureus* strain was used from our laboratory collection.

The strain was cultured for 24 hours, then an aliquot of 0,01 ml of culture was diluted to 5 ml sterile physiological saline. Simultaneously simple agar plates were prepared, having final volumes of 15 ml each, wherein 0,15, 0,30, 0,75 and 1,00 ml, respectively, of uranine stock solution were included, performing thereby the working dilutions. The *Staphylococcus aureus* strain dilutions were seeded by flooding on the plates. The excess of bacterial culture was removed by means of Pasteur pipettes. The plates were incubated for 24 hours at 37°C, and then magnifying glass readings were made of the colonies grown/cm².

2.3. The Action of Uranine on Cell Cultures

As biological material for testing in this case a cell culture of HE F₂ from human epithelium cancer /a continuous malignant line/ was used; the culture medium consisted of IC 65 with 10% calf serum, antibiotics, as well as a maintenance medium of IC 65 with 2% calf serum.

To the culture tubes - in which cells were grown in a continuous sheet -

0.02, 0.04, 0.08 and 0.10 ml of stock solution of uranine were added, at a final volume of 2 ml, obtaining thereby the working dilutions.

The tubes were incubated for 96 hours at 37°C, followed by microscopic readings of the effect brought about by the added substance. Both for controls and for the four dilutions there were 5 tubes of culture each.

2.4. The Action of Uranine on Laboratory Animals

Laboratory white mice were used biological test material. Four groups, each consisting of 10 animals, were undertaken; male mice of 20 grams medium weight were used. They were administered the four uranine dilutions. The animals were supervised as long as a chronic intoxication was reached.

2.5. The Action of Uranine on the *Scenedesmus quadricauda* green alga

A pure culture-obtained in our laboratory - of *Scenedesmus quadricauda* was used as biological material; from this strain cultures were made on the appropriate medium and the above mentioned uranine concentrations were applied.

The effect of uranine on the development of this alga was measured by the biomass method, based on the number of cells obtained per unit of suspension volume.

2.6. The Action of Uranine on the Crustacean *Daphnia magna*

The biological test material consisted of young *Daphnia magna* individuals /offsprings of 8 hours after hatching/. The test group originated from the same clone; the experimental period was over 48 hours. The "survival time" was evaluated by recording the death of 50% of the undertaken group.

2.7. The Action of Uranine on the Aquarium Fish *Lebistes* species

The aquarium fish of the *Lebistes* species were of 3 weeks, originating from the same female.

The fish were introduced into containers having the above mentioned concentrations /prepared in aquarium water/ and the "survival time" was being recorded.

3. RESULTS

3.1. A stock solution of uranine was prepared, whose colour characteristics were reported by the authors /3/.

3.2. Uranine displayed a bacteriostatic effect on bacterial cultures of *Staphylococcus aureus*; as it may be seen in Tab. no.1, this effect increases with the increase of active substance in the culture medium. /Table no.1/.

3.3. The presence of varying concentrations of uranine in cell cultures has by no means affected the latter, those being grown quite similarly with the control ones. Thus, the uranine concentrations used in the field do not affect the development of cell cultures.

3.4. Following uranine administration, no white mice was reported as dead; moreover, they did not display any symptom of suffering. Therefore, uranine does not cause acute intoxication.

An anatomo-pathological examination performed on the vital organs of sacrificed animals did not reveal significant changes thereby.

3.5. As it may be seen in the Tab. no.2, the biomass of green alga, grown on a medium with varying concentrations of uranine, did not differ too much from the control volumes. It is only the test dilution whereby a more significant - up to 20% - decrease was being recorded./Table no.2/

3.6. The Crustacean *Daphnia magna* has a high survival time, starting from the higher concentrations and proceeding to the lower ones.

3.7. The specimens of the aquarium fish *Lebistes species* continued to survive to all the four working dilutions of the tested chemical. There were displayed no behavioural changes following a long period of administering the chemical.

4. DISCUSSION

It is long since known that fluorescein does not affect living beings. Based on our data, it is also apparent that uranine does not display a toxic effect on the undertaken living beings.

It is noted, however, the bacteriostatic effect on the *Staphylococcus aureus* culture at dilutions higher than the ones used in the field.

With algae, only the concentration not used in the field did somewhat influence development, reducing by 20% the number of cells in the medium.

The likely penetration of these waters into the sources of the population's drinking water would not present any hazard to the consumers.

5. CONCLUSIONS

Within the used concentration ranges, uranine presented a bacteriostatic effect on *Staphylococcus aureus* strain.

On cell cultures, uranine did not cause any toxic effect, even following a longer period of contact with the chemical.

The studied substance was well tolerated by the laboratory animals /white mice/ and the performed anatomo-pathological examination of the sacrificed animals' main organs did not reveal significant changes.

The biomass of the green alga *Scenedesmus quadricauda*, grown on a medium with uranine, did not considerably vary as compared with control.

Uranine influenced to a nonsignificant degree the remaining of the tested aquatic living beings - *Daphnia magna* and *Lebistes* species.

It is being established that uranine does not display toxic effects on living beings with the concentrations used in the field - the latter undergoing a quick dilution process.

The preparation dealt with in our study may be used for hydrokarstic research without likely hazard in the aquatic flora and fauna.

Our research will be pursued in cavernal ecosystems in order to further evidence the effects of uranine on the karstic fauna.

Table no.1. The effect of various concentrations of uranine on a *Staphylococcus aureus* culture.

Exptl. group	Uranine concentration in culture medium	No. of colonies/cm ²	Remarks Growth %
Blank test		270	100
I	1/1.000.000	230	85
II	1/500.000	160	59
III	1/250.000	120	44
IV	1/10.000	100	37

Table no.2. The biomass of the green alga *Scenedesmus quadricauda*, based on no. of cell/unit volume of suspension, under the influence of uranine /averaged values/.

Exptl. group	Uranine concentration in culture medium	No. of cell/unit volume	
		Control culture	Culture with uranine
I	1/1.000.000	76	70
II	1/500.000	72	67
III	1/250.000	78	65
IV	1/10.000	75	60

REFERENCES

1. BLEAHU, D. : Morfologia carstului. /The Morphology of the Karst/, vol. I Editura Stiintifică, 1974
2. MALACHE, I. : Biologia apelor impurificate. Bazele biologice ale protecției apelor. /The Biology of Polluted Waters. Biological Foundations of water Protection/ Editura Acad. R.S.R., 1969. p. 166
3. RADU, I.; VIRAG, J. : Sinteză și tehnologia fluoresceinei din materiile prime indigene destinate cercetărilor carstologice. /The Synthesis and Technology of Fluorescein from indigenous Raw Materials for Karstological Research, Simpozionul de protecția mediului carstic./Symposium on Karstic Environmental Protection/ Arad, Roumania, 1984.
4. VISHMANN, I. : Colorările cu fluoresceină în cunoașterea hidrografiei carstului - II. /Fluorescein Dyeing in Karstic Hydrography Research - II./ Hidrotehnica, gospodăria apelor, meteorologie nr.1, 1966 p. 37-42.
5. Carstologie teoretică și aplicată - vol. 1. /Theoretical and Applied Karstology - tom. 1./ Institutul de speologie "Emil Racoviță", București, 1984.

VIRAG, János
Str. Remus Nr.10/a
Timișoara
R - 1900
ROMANIA

APERCU HISTORIQUE SUR LA PLONGEE SOUTERRAINE FRANCAISE

FRACHON, Jean-Claude

RESUME

La plongée en siphon constitue désormais une technique spéléo à part entière. Son efficacité est le fruit d'acquis successifs depuis une quarantaine d'années.

Quelques timides tentatives en apnée ou en scaphandre "pied lourd" ont précédé les premières plongées en scaphandre autonome, à partir de 1945 (G.E.R.S., DE LAVAUR, ...). Les explorations se limitent alors aux zones d'entrées.

Il faut attendre les années 1950 pour que M. LETROUVE et le "Clan des Tritons" lyonnais mettent au point un matériel et des techniques spécifiques aux siphons : ils feront école durant plus de 20 ans, et leurs résultats annoncent la spéléo-plongée moderne (longueurs explorées supérieures à 100 m).

À partir des années 1960, la spéléo-plongée prend son essor. Les plongées s'allongent (200 m à Port Miou, par le G.E.P.S.) et on s'attaque à des siphons éloignés de l'entrée (Gouffre Berger par le S.C.Seine). Les explorations post-siphon deviennent classiques (30 km au Verneau par la S.H.A.G.).

L'activité se structure en "Commission" nationale, surtout dans les années 1970 où J.C.FRACHON crée les stages et le périodique "Info-Plongée".

Dans les années 1980, on entre dans l'ère des "spéléonautes". Le matériel employé est de plus en plus sophistiqué (mélanges gazeux notamment). Les plongées atteignent des longueurs record, plusieurs kilomètres parfois (G.L.P.S., B.LEGER, C.TOULCUNDJIAN, F.LE GUEN). Les profondeurs atteintes sont colossales (-200 à Vaucluse, par J.HASENMAYER).

La plongée en siphon s'est considérablement développée en France, surtout depuis 1970, et constitue désormais une technique spéléologique à part entière. Mais l'efficacité actuelle de cette discipline n'a été obtenue qu'au prix de tâtonnements et d'acquis successifs, au cours d'une quarantaine d'années.

LES PRENICES

De la période qui précède l'apparition du scaphandre autonome, nous ne retiendrons que de rares incursions en apnée, sans appareillage (telle celle de A.JARRET à Caussols en 1892) [6], ou plus rarement en scaphandre "pied lourd", comme OTTONELLI à Vaucluse en 1878 [3]. Ces séances mouvementées n'eurent d'ailleurs que de maigres résultats.

LES PIONNIERS

L'emploi du scaphandre autonome est devenu classique, du moins pour une élite, après la Seconde Guerre Mondiale. Ainsi, entre 1946 et 1950, le G.E.R.S. de Toulon [3], puis G.DE LAVAUR [4] s'aventurent dans les zones d'entrée de quelques résurgences, parfois jusqu'à -40 ou -60 m (Vaucluse, Chartreux, St-Georges). Citons, à la même époque, les activités des Français H.LONHARD et A.GALEKNE [9], et surtout le fameux "Cave Diving Group" britannique, fondé par BALCOMBE et SHEPPARD en 1946 [7].

Leurs incursions demeurent timides, certes, mais il s'agit là d'oeuvres de pionniers, dans un univers totalement nouveau, avec des moyens très restreints. Si DE LAVAUR met au point des vêtements isothermes en néoprène, le reste de l'équipement est, lui, issu directement de la plongée subaquatique en mer, et demeure peu adapté aux exigences du milieu souterrain.

Cette période est d'ailleurs marquée d'accidents significatifs à cet égard : 6 morts en siphon entre 1950 et 1959, ce qui est considérable, rapporté au très faible nombre des plongeurs de cette époque. Ces décès ont pour causes 4 défaillances physiologiques sans doute liées au froid (hydrocractions ?), 1 avarie de matériel et 1 égarement dû à une faute technique (absence de fil d'ariane).

LE "CLAN DES TRITONS"

Il faut attendre les années 1950, avec le "Clan des Tritons" lyonnais conduit par M.LETROUVE, pour voir s'élaborer un matériel et une procédure spécifiques aux siphons (fil : bi-monobouteilles, dévidoir, éclairage étanche... Cette recherche sera concrétisée, entre 1955 et 1960, par des plongées parfois supérieures à 100 m de longueur, comme à La Balme (Isère) ou aux Vitarelles (Lot). Certes, dans le même temps, les plongeurs américains obtiennent des résultats encore plus spectaculaires (alors totalement ignorés en France), dans les siphons de Floride où les conditions de plongée sont idéales : ainsi, Vakula Spring est exploré sur 228 m de distance et 73 m de profondeur, dès 1957... Mais le mérite de M.LETROUVE et de son équipe est d'avoir systématisé une méthode d'exploration, enseignée lors du "Camp de plongée" tenu en 1956, et imitée sans changement notable, en France comme à l'étranger, durant plus de 20 ans. En ce sens, M.LETROUVE fait véritablement figure de précurseur de la spéléo-plongée moderne.

Historical glimpse on FRENCH CAVE DIVING

Cave diving now is a pot-holing technique in its own right. Its efficiency is the fruit of how a forty years period of successful achievements.

From 1945 onwards a few tentative attempts without the proper implements were made (G.E.R.S., DE LAVAUR, ...), on a scale limited to the entrance area.

The fifties mark the beginning of the perfecting of specific implements by M.LETROUVE and the "Clan des Tritons", who will play the part of initiators for a period of well over 20 years. Their achievements (explorations of over 100 meters) are the true omen of modern cave diving.

From the sixties onwards cave diving reaches the point of its full development. Diving lengths reach 300 meters at Port Miou by the G.E.P.S., and then the exploring of sumps away from the entrance area are successfully challenged (Gouffre Berger by S.C.Seine). Beyond sumps explorings become a common practice, especially with the S.H.A.G. group with their exploring 30 kilometers at the Verneau.

Especially in the seventies this specific activity acquires its own structures with J.C.FRACHON organizing regular courses and publishing "Info Plongée".

In the eighties one enters the era of the "speleonauts". The implements got more and more sophisticated (especially gas mixtures). Dived lengths and depths reach incredible records (several kilometers by G.L.P.S., B.LEGER, C.TOULCUNDJIAN, F.LE GUEN), -200 meters at Vaucluse by J.HASENMAYER.

LA SPELEO-PLONGEE

À partir des années 1960, l'ampleur des siphons explorés s'accroît considérablement : des longueurs de 200 ou 300 m, des profondeurs de 20 à 50 m ne sont plus rares. Ainsi, à Port Miou (Bouches-du-Rhône), le G.E.P.S. atteint 800 m de distance, sous la conduite de J.L.VERNETTE. Pourtant le matériel, s'il a gagné en fiabilité, n'a pas changé de conception. Seule la mentalité du plongeur a évolué : le siphon est démythifié, et l'explorateur utilise plus rationnellement la réserve d'air dont il dispose.

Le nombre des accidents est d'ailleurs en diminution, relativement à l'accroissement des plongeurs et de leurs activités : 5 morts seulement de 1960 à 1969 (1 coïncidence en étroiture, 1 défaillance physiologique, 3 causes inconnues), auxquels s'ajoutent 2 rescapés (1 évanouissement en plongée, et 1 blocage post-siphon après rupture du fil d'ariane).

Cette époque correspond aussi à la structuration de l'activité au plan national : une commission spécialisée est créée au sein de la F.F.S., d'abord dirigée par G.DE LAVAUR de 1963 à 1965, puis H.GARGUILLO de 1965 à 1968, enfin R.LACROUX DE 1969 à 1971. Des enquêtes montrent que le nombre des plongeurs souterrains français est passé de moins d'une vingtaine en 1960 à plus de 60 en 1970 [8].

On sort des balbutiements de l'Après-Guerre, la plongée souterraine s'affirme comme moyen d'exploration et d'étude du monde souterrain. Dans certaines régions très prospectées depuis longtemps (Jura, Causses, ...), on peut même la considérer, conjointement avec la désobstruction, comme le seul espoir de "première" importante. Ainsi, nous avons calculé que dans le département du Jura, le total des galeries post-siphon découvertes par plongée entre 1968 et 1977 représentait une fois et demie celui des galeries découvertes par les techniques traditionnelles pendant la même période.

Avec les années 1970, ces tendances vont se renforcer. Après deux ans d'inactivité, la Commission "Plongée" de la F.F.S. est reprise en 1973 par J.C.FRACHON [5] : il va développer l'information entre plongeurs, en créant "Info-Plongée" (50 fascicules parus), et surtout instaurer des stages annuels de formation, à partir de 1976, pour élever le niveau technique des plongeurs et accroître la sécurité. Le nombre des pratiquants se multiplie : il quintuple en une dizaine d'années, et passe à près de 300.

Les résultats les plus spectaculaires sont alors enregistrés dans l'exploration de réseaux exondés derrière siphon : ce sont bien désormais des spéléologues qui pratiquent la plongée, et plus seulement des plongeurs s'aventurant sous-terre. Quelques équipes, essentiellement en Bourgogne et France-Comté, s'en font une spécialité : Spéleo-Club du Jura, Spéleo-Club de Dijon, et surtout SMAG-Besançon. Ce dernier club s'illustre, sous la conduite de J.ARCABET, dans l'exploration du plus long réseau mondial post-siphon, celui du Verneau (Doubs) qui dépasse 30 km de développement pour 387 m de dénivellation [1].

D'autre part, on voit se multiplier les plongées très éloignées des entrées de cavités, notamment en fond de gouffres : citons celles du Berger (Isère) à -1122 (J.DUBOIS et B.LEGER en 1968); du gouffre Pierre (Haute-Garonne) à -580 (J.L.VERNETTE et B.SAPIER en 1969); de Pène Blanche (Haute-Garonne) à -380 (J.C.FRACHON en 1970); du Petit St-Casien (Var) à

-425 (G.E.P.S. en 1971); de Bury (Isère) à -355 (R.JEAN et J.DUBOIS en 1973); etc...

Par ailleurs, les distances parcourues en siphon s'accroissent notablement. D'abord le fait d'étrangers, comme l'Allemand J.HASENMAYER ou les Suisses du G.L.P.S. de Lausanne (O.ISLER, C.MAGNIN), puis de Français comme C.TOULOUNDJIAN ou B.LEGER, ces plongés atteignent et dépassent parfois le kilomètre. Mais on demeure encore loin des exploits américains en la matière, tels la jonction de 2074 m entre Cisteen Sink et Orange Grove, réussie dès 1972 [10].

Malheureusement, les accidents deviennent plus nombreux en valeur absolue : de 1970 à 1979, on dénombre 14 accidents ayant fait 19 victimes (13 morts, 5 blessés et 1 rescapé). Mais si on rapporte ces chiffres à ceux des pratiquants et de la fréquentation des siphons, 5 à 6 fois supérieurs à ceux de la décennie précédente, il s'agit en fait d'une diminution du taux d'accidents. Toutefois, leur nombre incite les dirigeants fédéraux à structurer les secours en la matière (rencontres nationales organisées dans le Jura par Y.AUCANT et J.C.FRACHON) et à mettre au point un matériel spécifique (brancard-sac étanche élaboré par D.ANDRES et divers collaborateurs).

LES SPELEONAUTES

Les années 1980 vont, quant à elles, voir se développer un véritable engouement "spéléonautique". L'action de la Commission "Plongée" de la F.F.S., où D.ANDRES puis C.LOCATELLI ont pris le relai de J.C.FRACHON, assure une formation de base et suscite l'émulation par ses stages, ses publications et la structuration des secours [2].

L'exploration post-siphon obtient encore de beaux résultats, comme à Gournier (Isère) où le Spéléo-Club de Dijon atteint +690 m au terme de 9 km de rivière, ou à Bourrugues (Pyrénées Atlantiques) où F.POGGIA parvient à -705 m solitaire, après le franchissement de 3 siphons à -305 m. La plongée en fond de gouffre devient courante, voire banale, après celle de P.PENEZ à -1455 au Gouffre Jean-Bernard (Haute-Savoie), le plus profond du monde...

Mais c'est surtout les plongées de longue distance qui marquent cette période. Une nouvelle panoplie de matériel est mise au point, sans rapport avec tout ce qui a précédé : vêtements secs, éclairage halogène, bouteilles de fort volume et à 300 bars de pression, mélanges gazeux, véhicules de propulsion, etc... Le coût et la complexité de cet équipement le réservent à quelques techniciens de très haut niveau, dont l'élite est aujourd'hui européenne. Citons les plongées de C.TOULOUNDJIAN au Bestouan (Bouches-du-Rhône) sur 2050 m. Celles de B.LEGER à la Bourne (Drôme) sur 2220 m en 7 siphons dont un dépasse 1880 m. Celles de J.HASENMAYER au Ressel (Lot) sur 2380 m, dont 1700 m entre -40 et -70 m. Ou encore celles d'O.ISLER à la Doux de Coly (Lot), sur 3100 m à -50 m en moyenne...

Conjointement, on note l'apparition d'un "tourisme" en spéléo-plongée : au même titre qu'en spéléologie traditionnelle, beaucoup sont tentés par la visite de "classiques", on s'échange des fiches-topos, et un pourcentage de plus en plus élevé de plongeurs n'a jamais tenté de "première" et se borne à visiter des siphons connus.

On pouvait craindre que l'élévation du niveau des plongées et la banalisation de l'activité ne s'accompagnent d'une recrudescence des accidents. Les statistiques confirment cette crainte : on décompte en effet 22 interventions ayant fait 25 victimes (dont 17 morts) de 1980 à juin 1988, soit un accroissement voisin de 50 % par rapport aux accidents de la décennie précédente. D'autre part, on note des types d'accidents nouveaux : plusieurs décès de plongeurs confirmés, par décompression au retour de plongées profondes ; plusieurs décès par panne d'air dans des siphons longs, ayant surtout affecté des plongeurs moyennement expérimentés, au retour de visite de "classiques" trop longues pour eux ; et un nombre important de ruptures de fils d'ariane anciens, suivis pour les visites ou les reprises d'exploration. Il y a là matière à réflexion...

On est loin des timides essais de l'Après-Guerre, voire de ce qui était considéré comme un exploit il y a seulement 5 ans : la durée des plongées se compte désormais en heures (11 h d'immersion au Grand Goul de Bourg St-Andéol, où l'Allemand J.SCHNEIDER atteint -140 en 1985 !), on élabore des tables de décompression spécifiques à la spéléologie, on fait appel à l'électronique, certains concoctent des mélanges gazeux hors commerce, on flirte de plus en plus couramment avec le kilomètre de longueur et 100 m de profondeur... D'une simple technique spéléologique visant au franchissement d'un obstacle noyé, qu'on espérait le plus court possible, la spéléo-plongée devient une discipline en soi, purement aquatique. Elle contribue à la connaissance des systèmes noyés, sur des distances comparables à celles des galeries exondées parcourues par le spéléologue traditionnel. Nous n'en voulons pour preuve que les 5240 m plongés en Australie par l'équipe française de F.LE GUEN, ou la cote -205 m atteinte à la Fontaine de Vaucluse par l'Allemand HASENMAYER.

L'ère des "spéléonautes" a débuté...

BIBLIOGRAPHIE

- [1] AUCANT, Y. et al. (1985) : Le Verneau souterrain (SHAG, 169 p.).
- [2] COMMISSION "PLONGEE" F.F.S. (depuis 1974) : Info-Plongée, circulaire d'information (50 fascicules parus, juin 1988).
COMMISSION "PLONGEE" F.F.S. (1978) : Siphon 76 (123 p.).
COMMISSION "PLONGEE" F.F.S. (1979) : Siphon 79 (111 p.).
- [3] COUSTRAU, J.Y ; DUMAS, F. (1954) : Le monde du Silence (Ed. de Paris, 370 p.).
- [4] DE LAVAL, G. (1963) : Les premiers pas de la plongée souterraine.- Spélunca bull. n°4, p.7-13.
- [5] FRACHON, J.C. (1977) : La plongée spéléologique en France.- Spélunca bull. n°2, p.67-71.
- [6] JANET, A. (1898) : L'Embut de Caussols.- Spélunca mém. n°17, p.165-180.
- [7] JASINSKI, M. (1965) : Plongées sous la terre (Flammarion, 248 p.).
- [8] LACROUX, R. (1970) : Compte-rendu du premier colloque national de plongée souterraine.- Spélunca bull. n°2, p.115-119.
- [9] LAURES, M. (1952) : Les plongées souterraines d'Henri Lombard dans la région de Montpellier.- Annales de Spéléologie, VII-1, p.13-30.
- [10] LEGER, B. (1975) : Où en est la plongée souterraine française ?.- Intertroglophile, bull. G.S.Massat (Ariège) n°3, p.1-15.
- [11] LETRONE, M. (1955) : Plongées souterraines.- Bull. du Comité National de Spéléologie n°4, p.3-30.

- Annexe -

QUELQUES GRANDS SIPHONS FRANCAIS

La notion de longueur en siphon est mal définie. En effet, des poches d'air peuvent tronçonner un parcours noyé, que certains considéreront pourtant comme un seul et unique siphon : c'est le cas, par exemple, de Trou Madame composé en fait de 7 siphons dont le plus long mesure 1285 m.

A l'inverse, certaines galeries immergées se subdivisent en plusieurs branches, dont le développement cumulé dépasse largement la longueur du trajet accompli de l'entrée au point extrême : c'est le cas des conduits noyés de la Fontaine de Nîmes (3500 m), de Cabouy-Pouyessens (3200 m), du Frais-Puits (3000 m), etc....

De ce fait, on pourra contester le bien-fondé de telle ou telle cote indiquée dans le tableau ci-dessous : il ne faut accorder à ces chiffres qu'une valeur indicative, destinée uniquement à présenter une sélection de plongées remarquables accomplies ces dix dernières années.

CAVITE	LONGU.	PROF.	PLONGEUR	DATE
Doux de COLY	(24-La Cassagne):3100 m	-	32: O. ISLER	1984
Trou MADAME	(46-Cenevières):2525 m	-	22: B. LEGER	1979
Source du RESEL	(46-Marcilhac):2380 m	-	70: J. HASENMAYER	1981
Source de BOURNE	(26-Beaufort):2220 m	-	B. LEGER	1981
Source de PORT-MIOU	(13-Cassis):2200 m	-	82: B. LEGER	1981
Source du BESTOUAN	(13-Cassis):2050 m	-	C. TOULOUNDJIAN	1983
Source de la LOUE	(25-Guhans):1720 m	-	48: O. ISLER	1985
Creux JANVIN	(52-Cusey):1720 m	-	F. LE GUEN	1986
CABOUY-POUYESSENS	(46-Rocamadour):1685 m	-	C. TOULOUNDJIAN	1975
Grotte de la BALME	(38-La Balme):1360 m	-	F. POGGIA	1986
Fontaine de NIMES	(30-Nîmes):1280 m	-	P. PENEZ	1985
FRAIS-PUITS	(70-Quincey):1270 m	-	33: F. LE GUEN	1985
Source de LANDENOUSE	(46-Cadriac):1240 m	-	88: J. HASENMAYER	1981
Goulet du GROIN	(01-Artemare):1220 m	-	B. LEGER	1984
Fontaine St-GEORGES	(46-Montvalent):1070 m	-	71: F. LE GUEN	1979
Event de la GUIGONNE	(07-St-Remèze):1070 m	-	43: F. LE GUEN	1983
Gouffre de NONCEUIL	(21-Francheville):1060 m	-	B. LEBIHAN	1986
Petit GOUL	(07-Bourg-St-Andéol):1020 m	-	113: B. LEGER	1982
Fontaine de VAUCLUSE	(84-Fontaine):	-	205: J. HASENMAYER	1983
Grand GOUL	(07-Bourg-St-Andéol): 300 m	-	140: J. SCHNEIDER	1985
Source de la TOUVRE	(16-Touvre):	-	125: H. FOUCAUT	1987
Fontaine des CHARTREUX	(46-Cahors):	-	99: F. LE GUEN	1981

Jean-Claude FRACHON
Colonne
39800 POLIGNY

OLDENBURG-TYPE VERTEBRATE FAUNA FROM THE PONGOR CAVE (NORTH HUNGARY, BÜKK MOUNTAINS)

HIR, Janos

The least known period in the Pleistocene of Hungary is the "young middle Pleistocene" or solymarium between 100 000 - 250 000 BP years. There are synonyms in the international literature are oldenburgium, steinheimium, riss, mindel-riss. Epoche making works performed by Dr. Dénes Jánossy but new details are necessary for a synthesis on higher level. The finds from the Pongor-lyuk are complete the picture till now.

The most frequent elements are those species which are the most common in all oldenburgian and upper Pleistocene faunas /Sorex araneus, Sorex minutus, Talpa europaea, Spalax leucodon, Citellus citelloides, Allocricetus bursae, Cricetus cricetus, Microtus arvalis, Ursus cf. spelaeus/.

The only special oldenburgian element is the Arvicola cantiana-terrestris with undifferentiated tooth-enamel.

There are two species occurred last in oldenburgian faunas /Mus musculus synanthropus, Pitymys gregaloides/.

The most interesting elements known only from upper biharian assemblages till now /Sorex subaraneus, Talpa fossilis, Glis sackdillingensis, Pliomys lenki/. Presence of the Pliomys is the most surprising, because it has never occurred together with Arvicola cantiana-terrestris. Probably the Pongor-lyuk is the youngest locality of this species in the Carpathian Basin.

WIRBELFAUNA DES TYRUS VON OLDENBURG AUS DEM PONGOR-LYUK /BÜKK-GEBIRGE/

Die am mindesten bekannte Periode des Pleistozäns in Ungarn ist das zwischen 100.000 - 250.000 BP Jahre fallende junge Mittel-diluvium oder Solymarium, dessen Synonymen in der internationalen Fachliteratur Oldenburgium, Steinheimium, Riss, Mindel-Riss sind.

In Bearbeitung des bis jetzt aufgefundenen ungarländischen Materials hat Dr. Dénes Jánossy eine Arbeit von bahnbrechender Bedeutung geleistet, aber weitere Daten sind erforderlich zu einer Synthese höheren Grades. Das Fundmaterial von Pongor-lyuk ergänzt mit wesentlichen Einzelheiten das bisherige Bild.

Die Mehrheit der Fauna besteht aus den häufigsten Arten auch in oberem Pleistozän /Sorex araneus, Sorex minutus, Talpa europaea, Spalax leucodon, Citellus citelloides, Allocricetus bursae, Cricetus cricetus, Microtus arvalis, Ursus cf. spelaeus/.

The caves of the Bükk Mountains had been supplying details since a century for the assembling of the Hungarian quaternary biostratigraphy and geochronology. The fossil faunas of the last glaciation and interglacial had known for a long time. We began the recognition of the fossil animal assemblages of the elder pleistocene phases through the activity of D. JÁNOSY /1962, 1963, 1965, 1969, 1977, 1979, 1986/. This way the Hungarian pleistocene stratigraphic system made singularly complete. Presently the most problematic period of this system is the term between vertebrates and stitio phase. There are a lot of stratigraphic names used for this space of time: Oldenburgium, Steinheimium, Riss, Mindel-Riss, Lponnyium, Castellum, Solymarium, Young Middle - Pleistocene.

There is a honoured importance of every new details from this period. Such are the vertebrate finds of the lower layers in the Pongor Cave.

1. THE SECTION, THE LOCALITY AND THERE SURROUNDINGS

The Pongor Cave is a small, destroyed cave located between Eger and Iskolc, East of Répáshuta village, not far from the highest point /657 m h. a. sea level/ of the Pongor-lyuk-tető /or Kövesvár/ at 650 m h. a. sea level.

The most important scientific fame of the immediate vicinity is the "Kövesvár" paleovertebrate site D. JÁNOSY /1963, 1979, 1986/ which is on the same mouth at 630 m h. a. sea level. The age of this material is the late phase of the Lower Pleistocene, the oldest cavern fauna of the Bükk Mountains published until now. Hence it was a real preconception to suppose of old paleo-vertebrate material in the sediments of the higher located Pongor Cave.

Das einzige speziell oldenburgische Faunaelement ist Arvicola cantiana-terrestris mit undifferenzierten Zahnschmelz.

Zwei Arten sind so bekannt, die zuletzt in Faunen des jungen Mittelpleistozäns vorkommen /Mus musculus synanthropus, Pitymys gregaloides/.

Das Auftauchen von einigen Arten, die bisher nur aus den oberen biharischen Faunen bekannt waren, ist hauptsächlich beachtenswert /Sorex subaraneus, Talpa fossilis, Glis sackdillingensis, Pliomys lenki/. Die Anwesenheit der Pliomys-Art ist eine besondere Interessante, weil sie bisher nebst Arvicola cantiana-terrestris in Ungarn nie aufgefunden worden ist. Es ist so wahrscheinlich, dass das Pongor-lyuk das letzte Vorkommen der Art in Karpatenbecken ist.

OLDENBURGI -TIPUSU GERINCÉS FAUNA A PONGOR-LYUKBŐL /BÜKK -HG./

A magyarországi pleisztocén legkevesé ismert szakasza a 100 ezer - 250 000 BP évek közé eső fiatal középső pleisztocén, v. solymárius. Ezek szinonimái a nemzetközi irodalomban az oldenburgium, steinheimium, riss, mindel-riss.

Az eddig előkerült magyarországi anyag feldolgozásában Dr. Jánossy Dénes végzett uttörő munkát, de egy magasabb fokú szintézishez további adatok szükségesek. A Pongor-lyuk leletgyűjtése lényeges részletekkel egészíti ki az eddigi képet.

A fauna zömét a felső pleisztocénben is leggyakoribb fajok alkotják /Sorex araneus, Sorex minutus, Talpa europaea, Spalax leucodon, Citellus citelloides, Allocricetus bursae, Cricetus cricetus, Microtus arvalis, Ursus cf. spelaeus/.

Az egyetlen speciálisan oldenburgi faunaelem a differenciáltan fogzománcu Arvicola cantiana-terrestris.

Két faj úgy ismert, mint amelyek a fiatal középső pleisztocén faunákban fordulnak elő utóljára /Mus musculus synanthropus, Pitymys gregaloides/.

A leginkább figyelemre méltó néhány olyan faj felbukkanása, melyek mindeddig csak felső bihari faunákból voltak ismeretesek /Sorex subaraneus, Talpa fossilis, Glis sackdillingensis, Pliomys lenki/. Külön érdekesség a Pliomys-faj jelenléte, mivel eddig Magyarországon Arvicola cantiana-terrestrissel együtt sohasem került elő. Így valószínűleg a Pongor-lyuk a faj időbeni utolsó előfordulása a Kárpát-medencében.

We could distinguish 7 layers in our pit at the eastern entrance of the cave /fig. 1./ Among them the 1th, 2nd, 3rd, had holocene-, the 5th, 6th, 7th had Middle Pleistocene vertebrate material. The Upper Pleistocene - in the classical sense /Riss-Würm, Würm- is absolute missing.

In the section the presence of debris is characteristic /but it has a different degree in every layer/. Besides, we can mention that the missing of the postdiagenetic changes /cementation/ is remarkable, too.

2. THE FAUNA OF THE 5 TH LAYER

In this layer, where the debris is very characteristic, there were only few finds: Chiroptera indet. 1; Talpa europaea L. 1; Sorex araneus L. 1; Sorex minutus L. 1; Sciurus vulgaris L. 1; Sicieta sp. 1; Cricetus cricetus L. 1; Allocricetus bursae SCHAUB 1; Clethrionomys glareolus /SCHREBER/ 7; Arvicola cantiana-terrestris 4; Microtus gregalis /FALLAS/ 6; Microtus arvalis /FALLAS/ 11 Apodemus sylvaticus gr. 1; Ochotona pusilla /FALLAS/ 1; Canis sp. 1; Ursus cf. spelaeus 3; Ursus /Ursulus? / sp. 1; Cervidae indet. 1/

The presence of Allocricetus precludes the possibility of its being younger than the Varbó phase /Riss-Würm/. The Arvicolas with undifferentiated enamel are important objects of the Young Middle Pleistocene age. There is an uncommonly small /15,7 x 11,4 mm/ Ursus /Ursulus? / /fig. 12./ with 3 part divided endocone. The only tooth isn't sufficient for the exact determination of the systematical position.

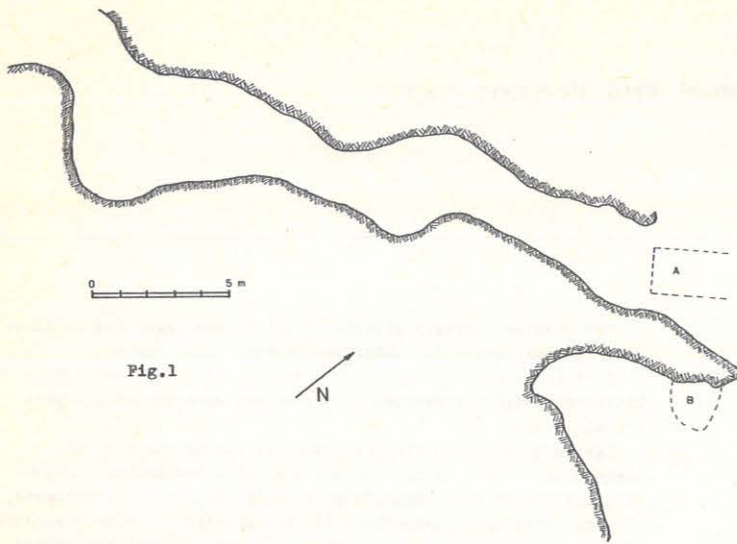


Fig. 1



Fig. 3



Fig. 4

3. THE FAUNA OF THE 6 TH LAYER

There was a very poor microvertebrate material too./Chiroptera indet. 1; *Sorex araneus* L. 1; *Castor fiber* L. 1; *Apodemus sylvaticus* gr. 3; *Cricetus cricetus* L. 2; *Clethrionomys glareolus* /SCHREBER/ 4; *Arvicola cantiana-terrestris* 1; *Microtus arvalis* /FALLAS/ 5; *Ursus* cf. *spelaeus* ROS.-HEINR. 42/

The remains of the cave bear were the most typical ones in this layer./Therefore I characterize the bear material of the 5 th and 7 th layer too here. The most valuable part of it are 78 pieces of molars and premolars and 13 pieces of milk molars - D_1 -. The peculiarity of the cave bear population from the Pongor Cave is the special crossing of *Ursus spelaeus* and *Ursus deningeri* markers. It is the most conspicuous on the lower premolars /13 th - 25 th fig./ The lingual deuterocoids of some specimens /15 th, 24 th fig./ are less developed, which is an *U. deningeri* marker.

The advanced state of the cones are measurable. They are modelled as pyramids. The quotient of the capacity of the main cone and the deuterocoids is the "deuterocoid index" = DI. It is suitable for dividing the two above mentioned bear species 26 th fig./ But by this method we can present the transient status of the bear material from the Pongor Cave.

4. THE FAUNA OF THE LOWER LEVELS

The lowermost 20 cm thick level of the 6 th layer and the 7 th layer supplied the richest paleontological material of the section. It was collected by washing of 1,7 m³ sediments in all /table 1./ From this list for deeper discussion I choose some species of which occurrences aren't typical in Hungarian Late Middle Pleistocene faunas.

Myotis bechsteini robustus TOPAL

The type locality of this bat species is the lower pleistocene material of Kövesvárd. Up until now it hasn't been found in the Young Middle Pleistocene in Hungary. The measurements of the Pongor Cave material are conspicuously greater than the type material. The survive of this species in the Middle Pleistocene is probable.

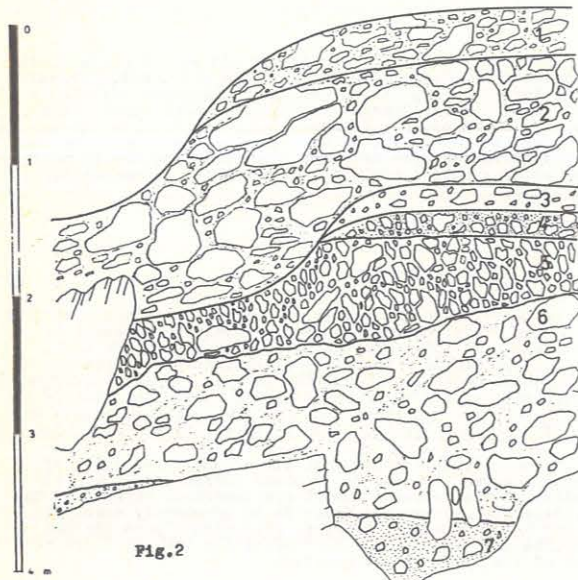


Fig. 2

measurements /mm/	Pongor Cave				Kövesvárd
	min.	\bar{x}	max.	No.	TOTAL GY./1963/
length of P_4-M_3	5,5	5,6	5,75	3	5,4
length of M_1-M_3	4,57	4,64	4,75	3	4,3 - 4,5
length of M_2-M_3	2,8	3,0	3,17	6	2,85- 3,0
length of M_1-M_2	3,22	3,29	3,37	3	3,2

Sorex subaraneus - araneoides - runtonensis

There are many species-names in the international literature for medium-sized *Sorex*. Therefore the exact determination would be possible only in the presence of statistically rich material.

measurements /mm/	Pongor Cave	Hunas-höhle S. subaraneus S. araneoides HELLER F./1983/	S. araneus recent			S. araneus Pongor C.
			no. 16	\bar{x}	max.	
length of M_2-M_3	2,3 /no.1/	-	1,4	2,25	2,55	2,4-2,5
length of M_2	1,32 "	-	1,25	1,34	1,5	1,29-1,47
width of M_2	0,78 "	-	0,77	0,87	0,92	0,77-0,98
length of M_3	1,1 "	-	-	-	-	1,0 - 1,12
width of M_3	0,6 /no.2/	-	-	-	-	0,6 - 0,73
height of mand. below M_2	1,2 "	1,2 - 1,3	1,2	1,37	1,47	1,5 - 1,59

Talpa aff. *fossilis* PETLNYI

The small sized *Talpa* is identifiable with *T. fossilis* typical in lower and Glider Middle Pleistocene. Adjoining there were found *Talpa*-finds with normal *T. europaea* measurements.

measurements /mm/	Pongor Cave	Pongor Cave T. europaea	T. europaea	T. fossilis
			KOWALSKA B. /1972/	LEULEN A. /1973/
length of ulna	16,0	-	-	16,2 - 17,6
length of radius	10,5	-	-	10,8 - 11,5
length of M_1	2,13	2,17	2,06 - 2,34	-
width of M_1	1,05	1,37	1,22 - 1,55	-

Mus musculus synanthropus KRETZOI /3 rd fig./

The mouse art described from Vértesszőlős was found in different Hungarian localities. The main marker of it is the anteroexternal cone of M_2 .

Measurements /mm/: length of lower tooththrow: 3,6; length of M_1 : 1,4; width of M_1 : 1,0; length of M_2 : 1,1; width of M_2 : 0,9; length of M_3 : 1,0,8; width of M_3 : 0,8.

Cricetus cricetus runtonensis NEWTON

The majority of the hamster finds are relatively big. Measurements of them are between the mass of *Cricetus cricetus* L. and *Cricetus cricetus major* WOLDRICH /FAHLBUSCH V. 1976/. Among the Late Middle Pleistocene *Cricetus* materials the finds from Solymár are the most closer of them.

measurements /mm/; length x width/ length of lower tooththrow: 8,9; 9,3; M_1 : 3,63x2,0; 3,5x2,0; 3,5x2,0; 3,5x1,96; 3,4x1,9; 3,4x1,9; 3,3x1,95; 3,3x1,8; 3,4x1,93; 3,2x1,8; 3,2x1,75; 3,2x1,73; M_2 : 2,7x2,2; 2,7x2,3; 2,7x2,35; 2,75x2,1; 2,8x2,2; 2,9x2,3; 2,9x1,25; 2,97x2,3; M_3 : 2,9x2,0; 2,9x2,0; 3,0x2,1; 3,0x2,12; 3,0x2,15; 3,1x2,1; 3,1x2,2; 3,1x2,4; 3,12x2,22; 3,2x2,2; 3,2x2,3; M_1 : 3,2x2,3; 3,3x2,3; 3,4x2,5; M_2 : 2,92x2,12; 2,97x2,3; 3,27x2,49; M_3 : 2,3x1,9; 2,4x1,95; 2,4x2,0; 2,5x1,9

Cricetus cricetus L.

There was a mandible which was different than the other cricetids: Measurements of it are not greater than the mass of *Cricetus cricetus* L.

The presence of two different hamster art in the 7 th layer is interesting because in the Hungarian Middle Pleistocene localities in the same layer there was only one of them /JANOSSY D. 1976, 1979, 1986/.

Measurements /mm/ length of lower tooththrow: 8,2; M_1 : 2,95x1,75; M_2 : 2,7x2,2; M_3 : 2,7x2,3



Fig. 5

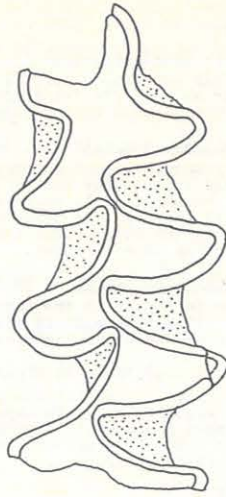


Fig. 6



Fig. 7

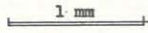


Fig. 8



Fig. 9

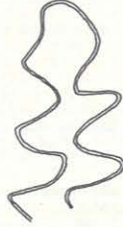


Fig. 10

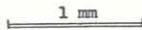


Fig. 11

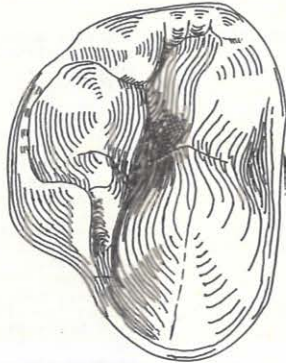


Fig. 12

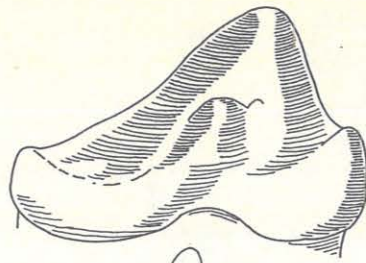
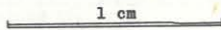


Fig. 14

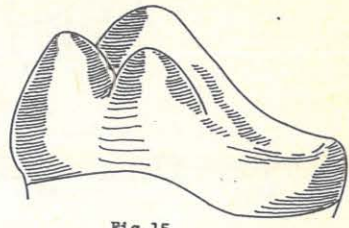


Fig. 15

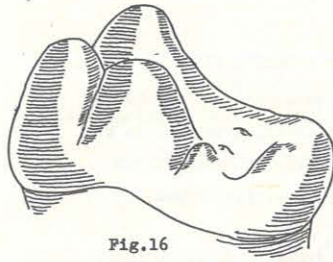


Fig. 16

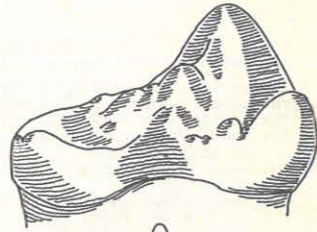


Fig. 17

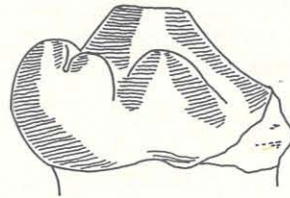


Fig. 18

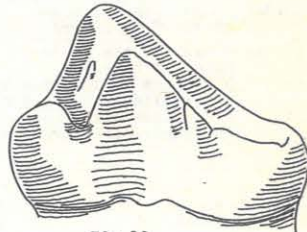


Fig. 19

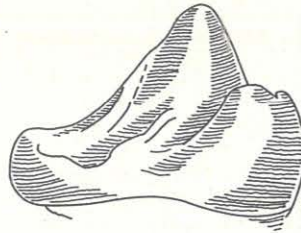


Fig. 20

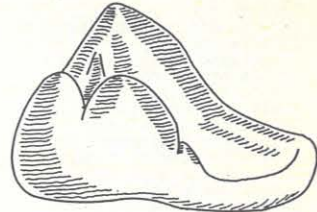


Fig. 21



Fig. 22

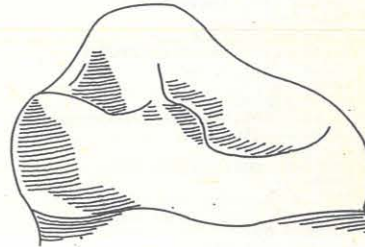


Fig. 23

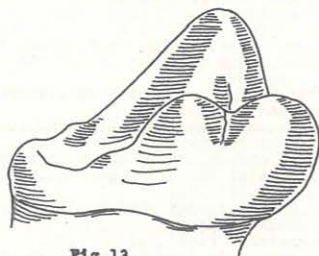


Fig. 13

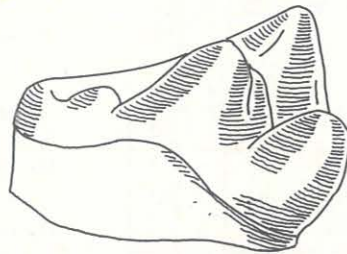


Fig. 24

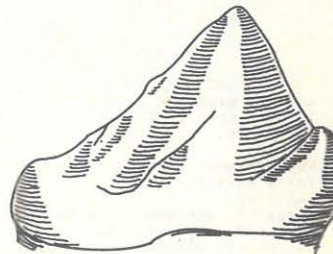


Fig. 2

13. RRETZOI, M.-PÉCSI, M.: Pliocene and Pleistocene development and chronology of the Pannonian Basin.-
Földrajzi Közlemények, 1982., 30./106./4., p. 300-325.
14. MEULEN, A.: Middle Pleistocene Smaller Mammals from the Monte Peglia, Orvieto, Italy/ with Special Reference to the Phylogeny of *Microtus* /Arvicolidae, Rodentia/.-
Quaternaria, 1973., 17., p. 1-144.
15. RZEBIK -ROWALSKA, B.: The Insectivora from Stranska Skaia near Brno.-
Studia Mus. Moraviae Anthropos, 1972., 20., 12., p. 65-70.
16. TOPÁL, GY.: The Bats of a Lower Pleistocene Site from Mt. Kövesvárad near Répáshuta, Hungary.-
Annales Hist.-Nat. Mus. Nat. Hung., 1963., 55., p. 143-154.

HIR, János
3060 Pásztó, Pf. 15.
Hungary

APERCU HISTORIQUE SUR LES SAUVETAGES SPELEOLOGIQUES EN FRANCE

FRACHON, Jean-Claude

RESUME

Les sauvetages souterrains sont aussi anciens que les explorations de cavernes : on en trouve trace dans la littérature dès le XVIII^e siècle. Toutefois, leur nombre ne devient significatif qu'au XIX^e siècle, avec le développement de l'activité spéléologique.

Par la compilation des publications spécialisées, de la presse et des archives fédérales; ainsi que grâce à l'aide de multiples informateurs, nous avons tenté un recensement exhaustif des accidents et sauvetages spéléologiques survenus en France (ou ayant impliqué des Français), depuis 1900.

Ce catalogue porte sur près de 900 opérations, concernant près de 1700 victimes. Ces nombres prennent une valeur statistique, dont nous avons pu tirer des indications sur :

- la fréquence de ces accidents ou interventions.
- leur répartition géographique.
- leurs causes avérées ou probables.
- les caractéristiques des victimes concernées.
- les conséquences subies par ces victimes.
- les opérations de sauvetage et les sauveteurs eux-mêmes.

I. - ORGANISATION DES SECOURS SOUTERRAINS EN FRANCE

1.1 - ORIGINES

Le problème des accidents souterrains, donc celui des sauvetages, s'est sans doute posé depuis longtemps, vraisemblablement dès que l'homme a pénétré sous terre.

Sans remonter au paléolithique, et en nous limitant à la France, nous évoquerons quelques jalons glanés dans la littérature :

- * En février 1323, il fallut retirer de la Caborne à Fréquent (Prasilly, Jura) le corps d'Etienne de St-Dizier, étranglé sur ordre de son frère et de son épouse avant d'être jeté dans le gouffre profond de 25 m (32).
- * En 1611, les habitants de Marcilhac (Lot) ont extrait de l'igle de Bar une femme jetée là 8 jours plus tôt par son mari (28).
- * En 1630, on remonta du gouffre de Veyreau (Aveyron) le cadavre du curé qui venait d'y être jeté (28).
- * En 1649, un homme s'aventura dans le gouffre d'Antonna (Bohas-Meyriat, Ain), pour y récupérer son chien, et mourut le lendemain (12).
- * Vers 1750, trois personnes égarées dans le réseau de Rouffignac (Dordogne) furent sauvées par le guide habituel de la caverne, aidé par le chien des victimes revenu seul à la surface (14).
- * En 1770, on tenta en vain d'extraire de la Tanne à Coqueret (Haute-Savoie) un explorateur coincé par un rocher (28).
- * Etc...

1.2 - XIX^e^e SIECLE

Au XIX^e siècle, la spéléologie naissante est marquée par un nombre croissant d'événements semblables. Nous en avons recensé une dizaine, mais une recherche bibliographique systématique multiplierait sans doute cette liste.

Le plus spectaculaire et le plus moderne dans son déroulement est sans conteste celui de la grotte de Herbier (Jura), en novembre 1899. Une crue y bloqua 5 ouvriers travaillant à un captage; des renforts venus de toute la région durent oeuvrer pendant 3 jours pour les extraire de cette fâcheuse situation (30).

1.3 - XX^e SIECLE

Dans la première moitié du siècle, la spéléologie se structure sous l'égide de E.A. MARTEL puis de R. DE JOLY. Toutefois, l'organisation des secours n'est pas prise en compte, les accidents étant il est vrai fort peu nombreux : nous n'en avons recensé que 20 de 1900 à 1944, dont 10 seulement antérieurs à 1930. Les opérations de sauvetage demeurent très empiriques, et sont conduites spontanément par les témoins des accidents, aidés souvent par des volontaires non spéléologues.

Il faut attendre la fin de la Seconde Guerre Mondiale pour qu'une prise de conscience se fasse, devant la multiplication des accidents engendrés par celle des pratiquants (13 sinistres entre 1945 et 1949). Un facteur déterminant fut l'émotion soulevée en novembre 1950 par le tragique accident de la Creuse (Blamont, Doubs) : une crue se solda par 6 morts et un seul rescapé, ce qui en fait encore à ce jour l'accident le plus meurtrier survenu en France. Les responsables associatifs et l'administration prirent alors un certain nombre de mesures à la fois préventives et opérationnelles, que l'on trouvera résumées ci-après.

1.3.1 - Le Comité National de Spéléologie

En 1950, le Comité National de Spéléologie obtient de Jeunesse et Sports une subvention exceptionnelle pour l'achat de matériel de sauvetage.

Historical glimpse on RESCUES IN FRENCH CAVES

Underground rescues are as ancient as caving : one can trace them back in the literature as early as the 18th century. However their number only becomes significant in the 20th century, with the increasing development of caving.

We have attempted to trace back an exhaustive inventory of the accidents and the rescues in France up to 1900, by compiling the specialised publications, the press and federal archives, and with the help of numerous informers.

This survey deals with nearly 900 rescue operations concerning nearly 1700 victims. These figures have a statistical value, from which we have been able to get indications on :

- the frequency of these accidents or rescues.
- their geographical distribution.
- their causes (proved or probable).
- the different types of victims.
- the consequences of the accidents on the victims.
- the rescue operations and the rescuers themselves.

Des dépôts sont mis en place l'année suivante à Grenoble, Toulouse, Vesoul, Montpellier et Paris (1). Dans le même temps, une circulaire de Jeunesse et Sports diffuse aux recteurs des recommandations de prudence dans la pratique spéléologique (circulaire A. MORICE du 4.1.1951).

En 1952, l'administration crée le service de la Protection Civile, et une instruction interministérielle du 5.2.1952 précise le schéma du plan "CRSEC", qui mentionne (page 9, paragraphe 23) la possibilité de faire appel aux "groupements de spéléologues". Ce plan sera appliqué à quelques départements dans les années suivantes (Drôme, Haute-Garonne, etc...).

En 1955, le Comité National de Spéléologie a des contacts avec le Préfet ROUX, Directeur de la Protection Civile. G. DE LAVAUR publie des consignes de prévention, consacrées surtout à la spéléo-plongée, qui fait ses premières victimes, et diffusées à 20 000 exemplaires par Jeunesse et Sports.

En 1957, sous l'impulsion de H. GARGUILLO, le Comité National de Spéléologie se dote d'une Commission des secours : dirigée par G. DE LAVAUR et animée par J. ROUIRE, cette section possède un comité directeur, un règlement intérieur, et négocie une police d'assurance spécifique. Elle propose la constitution de délégations dans les principales régions spéléologiques, mais ce souhait n'emporte pas au départ une approbation unanime au sein du C.N.S. Toutefois, en 1953 et 1959, les secours se structurent dans le sud-est, grâce à H. GARGUILLO.

En 1959, une souscription est ouverte pour le paiement d'une police d'assurance nationale : il associations souscrivent, dans les Causses, le Languedoc-Roussillon, en Provence-Côte d'Azur, et à Paris. Ce contrat servira pour la première fois en mars 1960, lors des recherches du plongeur américain C. LINBAUGH disparu à Port-Miou (1).

En 1960, le concept de spéléo-secours est précisé par H. GARGUILLO (23), et G. MARCHAND publie des consignes sur la conduite à tenir en cas d'accident (29).

En 1962, à la veille de la création de la F.F.S., des organisations de secours sont en place localement, mais la coordination nationale est imparfaite, voire inexistante : des tentatives sont faites pour centraliser les renseignements (37), surtout après les nombreux accidents de l'été 1962 (8 accidents, dont 4 morts). D'autre part, la Société Spéléologique de France et le Comité National de Spéléologie nomment P. DUBOIS responsable d'une commission de secours provisoire, commune aux deux associations, dans l'attente de la fusion qui interviendra l'année suivante.

1.3.2 - La Fédération Française de Spéléologie

En 1963, la naissance de la Fédération Française de Spéléologie est aussitôt endeuillée par l'accident de Foussoubie, en Ardèche, qui se solda par 2 morts et 3 rescapés après 5 jours de sauvetage. L'administration menaça de réglementer la spéléologie, et il est urgent de structurer efficacement les secours souterrains en France. R. NUXART, nouveau responsable de la Commission des secours F.F.S., diffuse un questionnaire recensant les moyens permettant de créer des équipes de sauvetage dans les régions à forte densité (33). De telles équipes seront constituées dès 1963 dans le nord-ouest (Paris) et au sein de l'Association Spéléologique de l'Est (Besançon).

D'autre part, des négociations sont conduites avec la Protection Civile, qui débouchent sur la création d'un dispositif de secours en région Rhône-Alpes. Sous l'égide de M. LETRONE, Rhône-Alpes devient "région pilote" à compter du 24 mai 1964; dans chaque département, les équipes fédérales sont dirigées par un Conseiller Technique, adjoint du directeur de la Protection Civile. Ce dernier met du matériel à la disposition des sauveteurs (34). Ce schéma va se révéler efficace, et sera ensuite étendu à d'autres régions karstiques, témoin la création du "Spéléo-Secours Provence-Côte d'Azur" le 21 mai 1966.

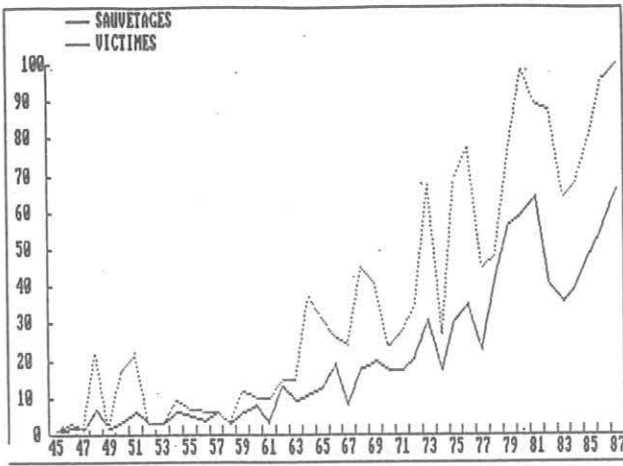


Fig. 1 : Nombre de cas recensés entre 1945 et 1987

3.2 - LOCALISATION (fig. 2)

De 1900 à 1988, on dénombre 395 accidents répartis sur 60 départements français, auxquels s'ajoutent 36 cas survenus à l'étranger, mais ayant concerné des victimes ou des sauveteurs français.

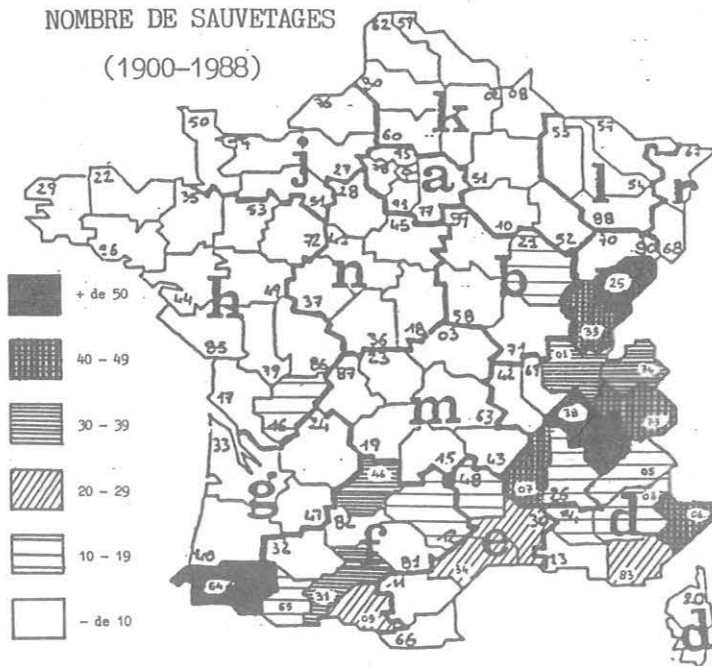
Un quart des accidents recensés se sont produits dans 3 départements seulement : Doubs (93 cas), Isère (75 cas) et Pyrénées Atlantiques (60 cas). Huit départements cumulent la moitié des accidents : les trois précédents, plus la Savoie (49 cas), l'Ardèche et le Jura (45 cas), les Alpes-Maritimes (43 cas) et l'Ain (36 cas).

Si on étend l'analyse à l'échelle des régions, on constate que les plus touchées sont Rhône-Alpes (23 %), Franche-Comté (16 %), Midi-Pyrénées (14 %), Provence-Côte d'Azur (13 %), Languedoc-Roussillon (9 %) et Aquitaine (8 %). Les autres régions sont très peu concernées.

Si on se limite aux 5 dernières années (1983-1988), la liste se modifie légèrement. On trouve dans l'ordre : Doubs (23 cas), Ardèche (18 cas), Alpes-Maritimes (17 cas), Savoie (16 cas), Pyrénées Atlantiques (15 cas), puis viennent Haute-Garonne, Lot, Gard, Isère, Haute-Savoie, Jura, etc...

Un comptage par nombre de victimes donne des résultats très voisins.

NOMBRE DE SAUVETAGES (1900-1988)



Cette répartition est liée, bien entendu, à la localisation des grands karats, mais aussi aux phénomènes de fréquentation. Le cas de la Franche-Comté est significatif : les cavités y sont modestes, mais très fréquentées par les spéléologues venus de la région parisienne, du nord-est et de la Belgique, pour qui c'est le karst important le plus proche de leur domicile (31).

3.3 - TYPES D'ACCIDENTS (fig. 3)

Une analyse détaillée des types d'accidents et de leurs causes probables demanderait un développement trop long dans le cadre de cet article. Nous publierons prochainement les résultats de notre étude dans "Spélunca". Dans l'attente, le lecteur pourra se reporter utilement à la bibliographie citée ci-dessus, en particulier l'article de D. MARTINEZ (31), ainsi qu'à nos publications récentes (20) (21).

Nous nous limiterons à quelques observations d'ensemble, sur la période 1900-1988.

Les accidents les plus fréquents sont les chutes (41 %), qui ont fait 32 % des morts et 57 % des blessés. Viennent ensuite les blocages par crue, égarement, inexpérience, etc... (26 %), qui ont fait 13 % des morts et 12 % des blessés ; les chutes de pierres (9 %), qui ont fait 8 % des morts et 15 % des blessés ; les accidents de plongée, peu nombreux (6 %), mais redoutables puisqu'ils ont fait 20 % des morts ; les accidents physiologiques (lésions, malaises, asphyxies, etc...) pour 6 % (13 % des morts et 9 % des blessés) ; les noyades en eau libre (2 %), qui ont fait 9 % des morts ; enfin les fausses alertes et divers types d'accidents rares, pour 10 % des cas.

3.4 - VICTIMES

Nos statistiques portent sur 1743 personnes secourues en 88 ans, soit 19,3 par an en moyenne.

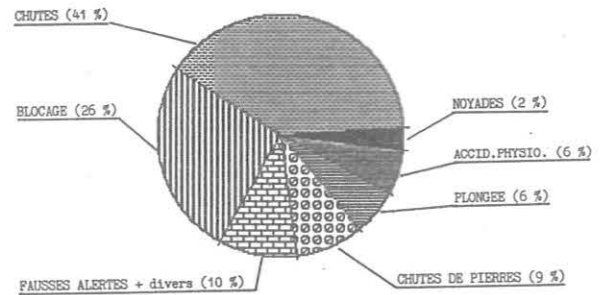
Par commodité, nous avons généralement différencié trois époques :

- * 1900-1962 (avant la création de la F.F.S.)
- * 1963-1976 (de la création de la F.F.S. à celle du S.S.F.)
- * 1977-1988 (depuis la création du S.S.F.)

3.4.1 - Moyenne d'âge

Nous avons fait des calculs sur les 874 victimes dont l'âge nous était connu. Leur âge moyen pour la période 1900-1988 est de 25 ans. On constate un vieillissement progressif : la moyenne d'âge des personnes secourues passe de 22 ans en 1950 à 29 ans en 1987. Nous n'avons pu mettre ces chiffres en relation avec l'âge moyen des pratiquants, cette donnée nous étant inconnue.

TYPES D'ACCIDENTS (1900 - 1988)



3.4.2 - Répartition hommes-femmes (fig. 4)

Il n'est pas surprenant de constater que le nombre de victimes féminines est faible (12 % de 1900 à 1988), sachant que les femmes sont minoritaires au sein des pratiquants. Toutefois, la part qu'elles occupent tend à augmenter : elle passe successivement de 5 % (avant 1962) à 3 % (1963-1976) puis 16 % (depuis 1977). Cette progression semble plus rapide que celle de la féminisation de l'activité.

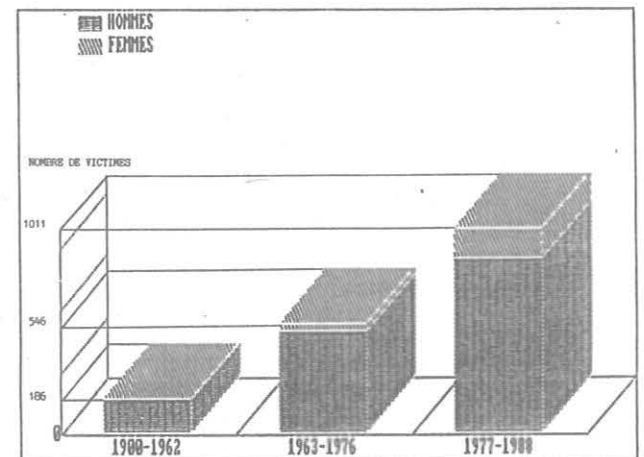


Fig. 4 : Victimes d'accidents : répartition hommes-femmes.

3.4.3 - Répartition spéléologues-non spéléologues (fig.5)

On constate que près d'une victime secourue sur trois n'est pas spéléologue (32,1 % de 1900 à 1988). Il s'agit soit de gens tombés fortuitement dans un puits ouvert en surface (promeneur, bûcheron, skieur, etc...), soit de personnes aventurées sous terre sans compétence et sans équipement adaptés.

La part de ces non spéléologues tend à diminuer en valeur relative : de 43 % avant 1962, puis 34 % de 1963 à 1976, elle passe à 29 % depuis 1977. Il faut sans doute y voir l'effet de l'information, et de la multiplication des structures d'accueil (clubs, centres de plein-air, MJC, etc...) qui permettent au grand public une pratique occasionnelle encadrée, et diminuent les incursions "sauvages".

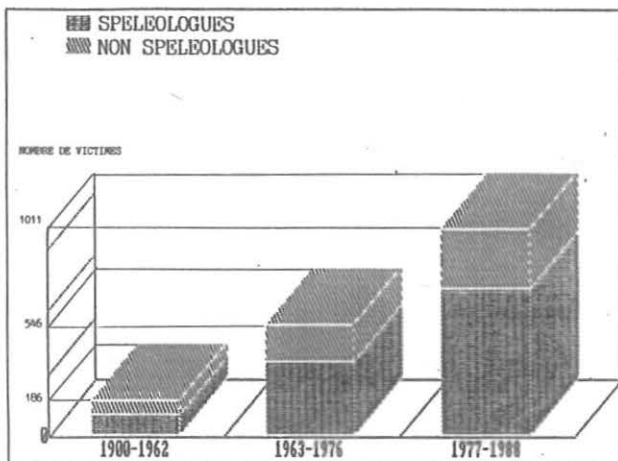


Fig. 5 : Victimes d'accidents : répartition spéléologues- non spéléologues

3.4.4 - Répartition fédérés FFS-non fédérés (fig.6)

La part des victimes n'appartenant pas à la F.F.S. est encore plus importante : sur 1557 victimes depuis 1963 (création de la F.F.S.), 46 % seulement sont fédérés, et 54 % ne sont pas membres de la F.F.S. (répartis en 31 % non spéléologues, et 23 % spéléologues non fédérés).

Le Spéleo-Secours Français joue donc un véritable rôle de service public, dans la mesure où plus de la moitié des personnes secourues sont extérieures à la F.F.S.

On note une régression, en valeur relative, de ce nombre de non fédérés. Il passe de 61 % (1963-1976) à 50 % (1977-1988). Ce fait s'explique par la diminution des victimes non spéléologues (voir plus haut), par l'accroissement des effectifs de la F.F.S. (de moins en moins de spéléologues pratiquent hors du cadre fédéral), mais aussi par l'élévation du taux d'accidentés au sein de la F.F.S.

En effet, l'évolution comparée du nombre des accidents survenus aux fédérés et des effectifs de la F.F.S. montre que le taux d'accidentés a sextuplé en 20 ans. Il passe de 0,17 % en 1969 (7 accidentés pour 4130 fédérés) à 0,97 % en 1987 (71 accidentés pour 7300 fédérés), avec un maximum dans les années 1979-1981, où il atteint 1,53 % (55 accidentés pour 3597 fédérés en 1979). Cet accroissement est préoccupant, et il convient de développer la prévention, en particulier par les stages, au sein de notre fédération.

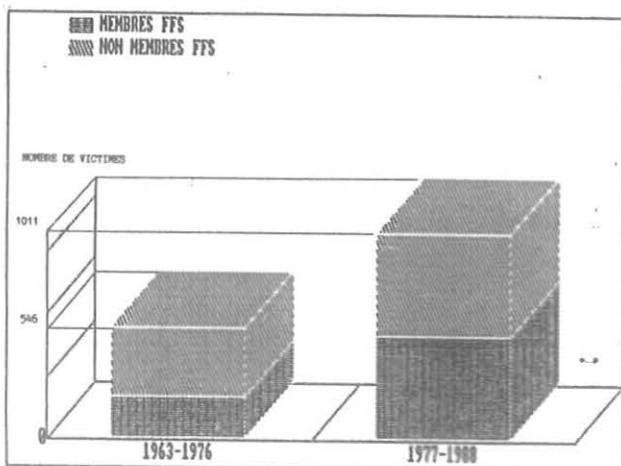


Fig. 6 : Victimes d'accidents : répartition fédérés-non fédérés.

3.5 - CONSEQUENCES (fig.7)

Les 1743 personnes secourues se répartissent, sur l'ensemble de la période 1900-1988, en 216 morts (12,4 %), 567 blessés (32,5 %) et 960 indemnes (55,1 %).

Si on considère leur évolution dans le temps, le pourcentage des morts diminue fortement (1900-1962 : 26,3 % - 1963-1976 : 14,6 % - 1977-1988 : 8,6 %), celui des blessés augmente (1900-1962 : 26,9 % - 1963-1976 : 27,7 % - 1977-1988 : 36,1 %), tandis que celui des indemnes est variable (1900-1962 : 46,8 % - 1963-1976 : 57,7 % - 1977-1988 : 55,3 %).

Cette évolution est significative d'un accroissement de la fiabilité du matériel et des techniques, ce qui réduit la gravité des conséquences d'accident, bien que ceux-ci augmentent en nombre.

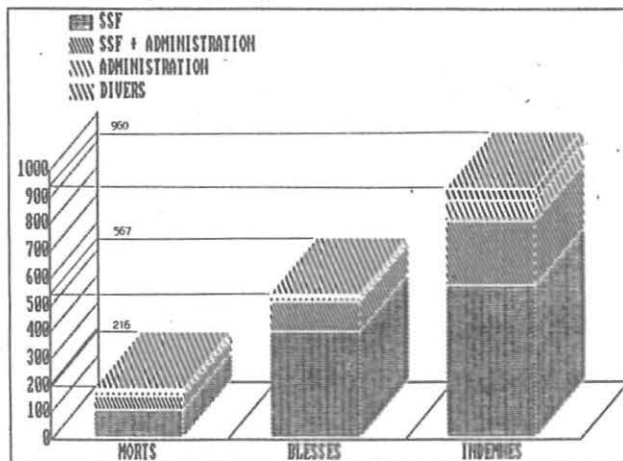


Fig. 7 : Victimes d'accidents : répartition en morts - blessés et indemnes, et sauveteurs correspondants.

3.6 - SAUVEVEURS (fig.8)

Les secours souterrains sont réalisés soit par les spéléologues (autosecours, équipes informelles avant 1963, membres FFS depuis 1963, puis SSF depuis 1977), soit par l'administration (pompiers, gendarmes, CRS), soit par des équipes mixtes spélos + administration.

On constate que les spéléologues réalisent, seuls, 67 % des secours. Si on y ajoute les opérations où ils sont associés à l'administration (23 %), les spéléologues couvrent 90 % des interventions. L'administration n'intervient seule que dans 7 % des cas, les 3 % restants étant redevables à divers sauveteurs occasionnels.

Depuis 1900, la tendance est à un accroissement de la collaboration entre spéléologues et corps constitués. Mais le rôle joué par les spéléologues (patronnés par la S.S.F. depuis 10 ans) demeure essentiel : rien ne peut se faire sans eux, et on peut regretter que le véritable service public qu'ils accomplissent ne soit pas davantage pris en considération par les administrations compétentes.

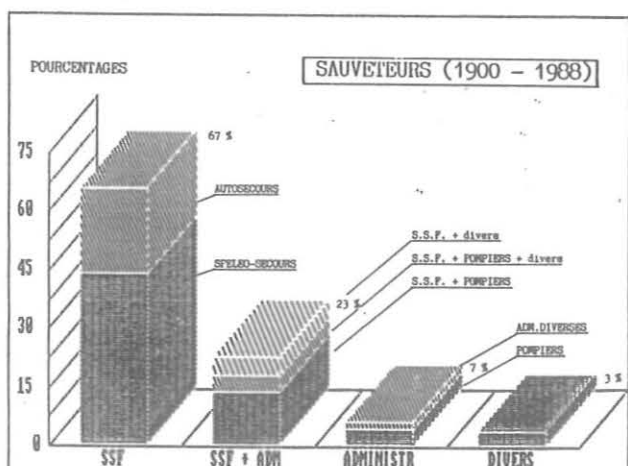


Fig. 8 : Catégories de sauveteurs.

IV. - BIBLIOGRAPHIE

- [11] A.A. (1960) : Bulletin du Comité National de Spéléologie, n°2, p.6-3
- [12] AGERON, P. (1953) : Actes du 1er congrès international de spéléologie, Paris, t.IV, p.201-202
- [13] AUCANT, Y. ; FRACHON, J.C. (1985) : Bulletin de l'Association Spéléologique de l'Est, n°13, p.15-30
- [14] BALLEBEAU, A. (1979) : C.R. du colloque des médecins spéléologues, Biviers, p.10-13
- [15] CASTIN, P. (1962) : Sous le Plancher, bull.S.C.Dijon, n°2, p.21-24
- [16] CASTIN, P. (1963) : Spélunca mém., n°3, Actes du 5ème congrès national de spéléologie, Millau (1963), p.202-206
- [17] CASTIN, P. (1967) : Spélunca mém., n°5, Actes du 8ème congrès national de spéléologie, Bordeaux (1966), p.315-319
- [18] CASTIN, P. (1968) : Spélunca, bull.FFS, n°2, p.27-32
- [19] CASTIN, P. (1970) : Spélunca, bull.FFS, n°4, p.239-242
- [10] CASTIN, P. (1975) : Spélunca, bull.FFS, n°3, p.36
- [11] CHABERT, C. (1977) : Grottes et Gouffres, bull.S.C.Paris, n°65, p.3-13
- [12] CHIROL, B. (1995) : Contribution à l'inventaire spéléologique de l'Ain, p.20
- [13] DAIBOU, D. (1973) : FFS Quoi de neuf, n°11
- [14] DELFAU, A. (1803) : Annuaire du département de la Dordogne.
- [15] DUCHENE, M. (1980) : Spélunca, bull.FFS, n°2, p.55-56
- [16] FAUGT, P. (1982) : Les accidents et incidents en spéléologie (thèse médecine, Nancy, 33 p.)
- [17] FEYIES, J. (1965) : Spéléologie et médecine (thèse médecine, Lyon, 153 p.)
- [18] FRACHON, J.C. (1977) : Spélunca, bull.FFS, n°2, p.67-71
- [19] FRACHON, J.C. (1986) : Spélunca, bull.FFS, n°23, p.7
- [20] FRACHON, J.C. (1986) : Spéleo-secours siphon et post-siphon, C.R. de la rencontre internationale, Francheville, p.20-29.
- [21] FRACHON, J.C. (1987) : 78ème congrès international de spéleo-secours, Trieste, "Pre prints", 10 p.
- [22] FRANCK, J.C. (1968) : Spélunca, bull.FFS, n°3, p.84-85
- [23] GAROUILLO, H. (1961) : Spélunca mém., n°1, Actes du 3ème congrès national de spéléologie, Marseille (1960), p.83-85
- [24] GUILLAUME, F. ; KEROMAR, G. (1973) : Spéléologie : modifications biologiques au cours de l'effort. Médicalisation des secours (thèse médecine, Grenoble, 128 p.)
- [25] HADJ, Y. (1980) : L'épuisement et les moyens de secours en spéléologie (thèse médecine, Montpellier, 98 p.)
- [26] LUQUET, M. (1977) : Spélunca, bull.FFS, n°1, p.29-30
- [27] MAINGONAT, G. (1977) : Grottes et gouffres de l'Yonne (CRDP Dijon), p.39-42
- [28] MALLARD, M. (1985) : Secours et prévention en spéléologie (thèse médecine, Lille, 601 p.)
- [29] MARCHAND, G. (1961) : Spélunca mém., n°1, Actes du 3ème congrès national de spéléologie, Marseille (1960), p.36-38
- [30] MARTEL, E.A. (1999) : Spélunca, bull.Soc.de Spél., n°17-20, p.72-74
- [31] MARTINEZ, D. (1987) : Spélunca, bull.FFS, n°28, p.40-46
- [32] MONTIER, D. (1840) : Annuaire du département du Jura, p.129
- [33] MUYART, R. (1943) : Spélunca, bull.FFS, n°3, p.56
- [34] MUYART, R. (1964) : Spélunca, bull.FFS, n°2, p.53-54
- [35] PETIT, F. (1971) : Spélunca, bull.FFS, n°4, p.43
- [36] RITTER, L. (1973) : La médicalisation des secours en spéléologie (thèse médecine, Toulouse, 100 p.)
- [37] VILA, G. (1962) : Spélunca, bull.FFS, n°3, p.4

Jean-Claude FRACHON
Colonne
39800 POLIGNY

ESTIMATION OF INFILTRATION IN KARST AREAS AS RELATED TO CLIMATE

MAUCHA, Laszlo

Abstract

The method produces the "primary value" from the correlation of the annual precipitation and annual infiltration totals. This method giving too the above climatological data - according to any ac-

tual water-household situation - in terms of precipitation-, storage-, evaporation- and runoff.

Thanks to these the reliability of estimations could be highly increased.

Basic formula

The principle underlying the calculation is the same as for the basic formula of the cumulative method (16), but allowance must be made here for the fact that the primary infiltration value is obtained from the mathematical correlation between the total annual precipitation and infiltration. In the cumulative method the distribution of precipitation over the year is taken into account in the most general form by monthly cumulation, but the magnitude of the annual total precipitation is neglected. In the correlation method the situation is a reversed one, since the annual total precipitation is adopted as the starting basis. Accordingly, a special correction must be introduced to allow for the distribution of precipitation within the year, but the correction for antecedent precipitation can be omitted. The basic formula of the correlation method is thus written as

$$I = I_p \pm K_{DP} \pm K_S \pm K_E - K_R \quad (\text{mm/year}). \quad (1)$$

where the notations used for the corrections agree fully with those defined for the cumulative method (16), except for the distribution of precipitation correction (K_{DP}).

Estimation of the primary infiltration

The correlation between the 20-year precipitation time series observed in the years 1964-1983 at the J6svaf6 Karst Research Station and the yield time series of the Nagy-Tohonya spring at J6svaf6 during the same period can be represented according to Fig.1, taking the enveloping curves of the correlation points into consideration. According to the simplifying assumptions the total annual yield Q of a karst spring equals the annual sum I of the infiltrating fraction of the precipitation on the spring intake area

$$Q = I$$

so that the annual infiltration I is approximated by the parabolic equation

$$I_p = \frac{P^2}{2500} \quad (\text{mm/year}),$$

where p = the annual total precipitation.

The correlation points scattered about the curve of Fig.1 represent the relationship between the actual annual yields and infiltrations influenced by the temporal variations in the water balance terms and the distribution of precipitation.

The simplifying assumptions outlined in the introduction of the paper (16) describing the cumulative method can be adopted for practical considerations, since according to the observations around J6svaf6, round 90 to 95 per cent of the annual infiltration through the limestone karst are depleted from year to year. The remaining 5 to 10 per cent are, however, depleted in two years only, so that the lowest total yield from all springs in the karst area ranges around 20 per cent of the total mean yield, which appears as the permanent base flow. Allowance can be made for this fact. The original precipitation yield, or precipitation-infiltration relationship shown in Fig.1 is therefore replaced in Fig.2 by a parabola, the apex of which is shifted from the origin to the point on the ordinate corresponding to the base flow of +40 mm/year. The compensation parabola had to be transformed to one of milder steepness to satisfy the earlier relationship. The primary infiltration value is thus found in a more reliable manner from the modified parabolic equation

$$I_p = \frac{P^2}{3300} + 40 \quad (\text{mm/year}) \quad (4)$$

Estimation of the distribution of precipitation correction

The important influence of precipitation in the antecedent, vegetation-free winter half-year on annual infiltration has been incorporated into the calculations in accordance with Kessler's (9) theory, but with a different formulation. This correction is intended to allow, on the one hand, for any precipitation in the first quarter of the year considered large enough to infiltrate without perceptible evaporation loss up to not later than snowmelt. It should express, on the other hand, any condition in the last quarter of the antecedent year favouring such infiltration. In other words the question is whether the infiltration conditions during the winter of the antecedent year differed or not from the multi-annual mean? This correction is found from the difference

$$K_{DP} = I_w - \bar{I}_w \quad (\text{mm/year}) \quad (5)$$

CORRELATION BETWEEN THE ANNUAL PRECIPITATION AND INFILTRATION OBSERVED AT J6SVAF6 BY THE BEST FITTING PARABOLA

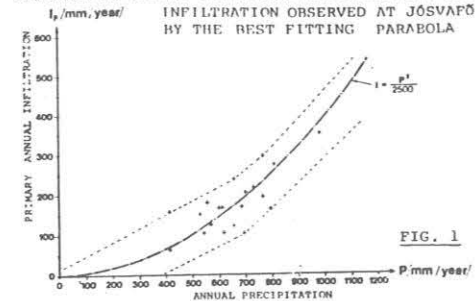


FIG. 1

CORRELATION BETWEEN THE ANNUAL PRECIPITATION AND INFILTRATION OBSERVED AT J6SVAF6 BY THE MODIFIED PARABOLA

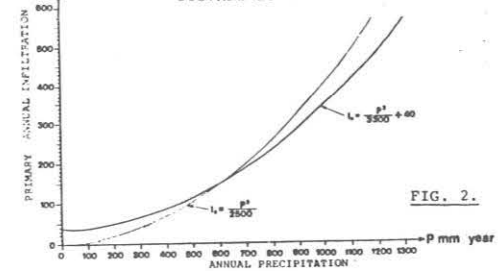


FIG. 2.

ESTIMATION OF THE RUNOFF CORRECTION IN A YEAR WITH "SUPER" PRECIPITATION

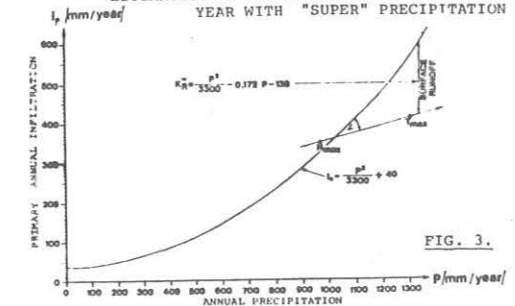


FIG. 3.

where I_w is the infiltration over the half year from October 1 of the antecedent year to March 31 of the current year, while \bar{I}_w is the normal infiltration during the same period.

For the purposes of this correction the foregoing infiltration amounts can be approximated fairly on the basis of Eq.(3) as

$$K_{DP} = \frac{P_w^2 - \bar{P}_w^2}{2500} \quad (\text{mm/year}) \quad (6)$$

where P_w and \bar{P}_w are the precipitation during the winter half year preceding the current year and the normal value thereof, respectively.

Estimation of the storage correction

This correction is estimated as described in connection with the cumulative method (16) using Eqs.(10) to (15).

Estimation of the evaporation correction

This correction is found as in the cumulative method (16) using Eqs.(17) and (18) given there.

Estimation of the runoff correction

The runoff component corrections for months with "super" and "extra" precipitation, K_R^s and K_R^e respectively, are estimated with Eqs. (18) to (22) of the cumulative method as described in (16).

It is possible, however, to improve the runoff component correction K_R^s for years with "super" precipitation by subtracting from the equation of the parabola representing the precipitation: primary infiltration correlation at J6svaf6 shown in Fig. 2, the equation of the straight line through the points N_{max} and T_{max} with reference to Fig. 5 and Eq. (23) of the cumulative method (16), as illustrated in Fig. 3.

The magnitude of the correction factor is thus

$$K_R^{s'} = \frac{P^2}{3300} - 0.172 P - 138 \quad (\text{mm/year}) \quad (7)$$

where P is the annual precipitation. As stated in connection with the cumulative method, the runoff component correction for years with "super" precipitation becomes non-zero if the annual precipitation is in excess of 1016 mm/year. Only positive values of this correction are taken into account.

The reliability of the method is illustrated in Fig. 4.

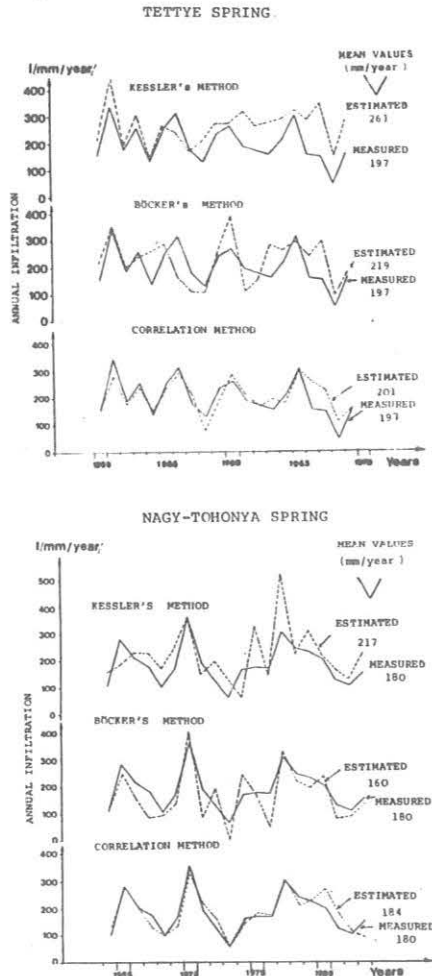


FIG. 4.

ANNUAL INFILTRATION TIME SERIES CALCULATED BY THE FORMER METHODS AND THE NEW CORRELATION METHOD.

Estimation of the multi-annual mean infiltration

Owing to its inherent character, the correlation method offers the possibility of estimating the multi-annual mean infiltration as well. This becomes possible by substituting in the equation correlating precipitation and primary infiltration the multi-annual mean precipitation \bar{P} for the annual precipitation. Allowance must further be made for the normal evaporation conditions under the particular local climate by introducing a normal evaporation correction \bar{K}_E .

This is made possible by the fact that the variations in the other water balance terms tend to offset each other and that the mean runoff (1 to 5 mm) is small enough to be neglected.

The normal mean infiltration is thus expressed as

$$\bar{I} = \frac{\bar{P}^2}{3300} + 40 + \bar{K}_E \quad (\text{mm/year}) \quad (8)$$

where \bar{P} = the normal annual precipitation and

$$\bar{K}_E = (\bar{t}_s - \bar{t}_{sj}) \cdot (-g) \quad (\text{mm/year}) \quad (9)$$

with \bar{t}_s and \bar{t}_{sj} denoting the normal mean air temperature (15.5 °C) in the particular area and at J6svaf6, respectively, while the magnitude of g is found from local data. As mentioned before the value applying in Hungary is 18 $\left[\frac{\text{mm/year}}{^\circ\text{C}} \right]$.

References

1. Aujeszky, G. - Scheuer, Gy.: Hydrological study on the Tettey spring at P6cs (in Hungarian). Hidrol6giai K6zleti, No. 1-2, pp: 6-15, Budapest, 1972
2. B6cker, T.: Estimation of infiltration in karst areas by the method of quarterly limit precipitations (in Hungarian). VITUKI Besz6mol6, 1974
3. B6cker, T.: Study on the infiltration process in karst areas (in Hungarian). F6ldtani Kutat6s, 1986. Vol. XXIX, No. 4. pp: 57-62. Budapest, 1986
4. Csepregi, A.: Comparison of the methods proposed for estimating karst infiltration by analysing water table fluctuations (in Hungarian). Hidrol6giai K6zleti, No. 3. pp: 130-133. Budapest, 1986
5. Cser, F.: Analytical determination of the water stored in karst springs. Proc. International Symposium on Karst Hydrology, Budapest, 1976
6. Hazslinszky, T.: The role of forests in the hydrological cycle (in Hungarian). Viz6gyi K6zlem6nyek, No. 2, pp: 295-301. Budapest, 1976
7. Jakucs, L.: Genesis of the Aggtelek caves in the light of complex spring explorations (in Hungarian). Karszt 6s Barlangkutat6s, Vol. 1, pp: 37-66. Budapest, 1959
8. Juh6sz, A.: Report on the conference "Infiltration in karst areas" (in Hungarian). Hidrol6giai T6j6kozottat6, Budapest, 1976
9. Kessler, H.: Estimation of the infiltration percentage and the safe yield in karst areas (in Hungarian). Viz6gyi K6zlem6nyek, No. 2, Budapest, 1954
10. Kessler, H.: Recent studies on runoff and infiltration in karst areas (in Hungarian). VITUKI Besz6mol6, 1956
11. L6n6rt, L.: Contribution to the study on karst infiltration based on drip measurements in the wet L6tr6s Cave, B6kk Mountains, Hungary (in Hungarian). Proc. International Symposium on Karst Hydrology, Budapest, 1978
12. L6n6rt, L.: Improvement of the infiltration percentage in karst areas based on drip measurements in caves (in Hungarian). Magyar Hidrol6giai T6rsas6g II. Orsz6gos V6ndorgy6l6s. Proc. Vol. II. Hydrogeology. P6cs, 1981
13. Lorberer, A.: Karst hydrogeological and water-management survey in the Transdanubian Central Range for decision making (in Hungarian). VITUKI Project Report. Budapest, 1986
14. Maillet, E.: Essais d'Hydraulique Souterraine. Paris, 1905
15. Maucha, L.: Study on the depletion of the karst springs in the J6svaf6 area (in Hungarian). Proc. International Symposium on Karst Hydrology, Budapest, 1978
16. Maucha, L.: Climatic cumulative method for estimating infiltration in karst areas. Proc. X. International Speleological Congr. Budapest, 1989.
17. Morton, F.I.: Operational estimates of areal evapotranspiration and their significance to the source and practice of hydrology. J. Hydrol. 66. 1983
18. Nov6ky, B.: Climatic conditions of runoff in the Zagyva-Tarna river system (in Hungarian). Viz6gyi K6zlem6nyek, Vol. LXVII, No. 1. Budapest, 1985
19. Princz, E. - Kampe, R.: Handbuch der Hydrologie (in German). Berlin, 1934
20. R6dai, 6.: Comprehensive appraisal of studies on the karst water balance in the B6kk Mountains (in Hungarian). VITUKI Project Report, Budapest, 1985
21. R6n6ki, L.: Protecting the karst and karst water in the Mecsek Mountains at P6cs based on tracer study data (in Hungarian). Proc. Baradla 150. International Conference. Budapest, 1975
22. Schneider, A. - Szil6gyi, Gy.: Hydrologic equation for the main karst reservoir in the Transdanubian Central Range (in Hungarian). Manuscript. Budapest, 1986
23. Thorntwaite, C.W.: Report of the Committee on Evaporation and Transpiration. TAGU, Vol. 25, pp. 683-693. 1950.

Maucha L6szl6
VITUKI
Budapest
Kvassay J. 6t 1.
1095 Hungary

SUBSURFACE WATER CHEMICAL MATTER-TRANSPORTATION VALUES OF KARSTIC AREAS IN HUNGARY

IZAPY, Gabor - MAUCHA, Laszlo

Abstract

Three representative karstic areas (surfaces: 80, 110 and 200 square kilometres) were investigated for one year duration, in terms of infiltration area versus chemical matter transportation. Discharges of springs were regularly recorded and also the changes of chemical composition of the water infiltrating from precipitation and the water of the spring. Several other elements of subsurface water circulation were monitored at the Jószaó Research

Introduction

In Hungary - because of the deterioration of the quality of subsurface water in the period of 1983 to 1985 - a national checking became necessary. VITUKI got a task: to carry-out water-quality investigations in three karstic representative areas for a duration of at least three years. Within this programme the simultaneous investigations of the water-quality of precipitation-, springs and productive drilled wells in three karstic regions: Veszprém, Miskolc and Jószaó. On the base of the collected data of chemistry the opportunity was given: to carry-out the comparative investigations of three Hungarian karstic regions - in terms of water-chemical matter-transportation. It has to be stated that the chemical analyses carried-out by ourselves and other labs did not always and everywhere include all the most important constituents.

Characterisation of the representative areas

The 200 sq. km area being investigated in the Veszprém karstic region (Bakony Mountains) was the so-called Tés Plateau. The overwhelmingly larger part of the Transdanubian karstic region is built-up of Upper Triassic (Norian) dolomite. The karstic rocks are in several places covered by younger sediments. The rocks being the aquiclude (the base of erosion) are to be found at the south-eastern foot of the plateau: outcrops of Silurian and Devonian slates. The area is important because of the industry of it and before the intense water-production of the bauxite- and coal-mines and waterworks about 20 large karstic springs did yield water here. Most of these springs became already dry because of the significant drop of the karstwater level. The Bükk Mountains - Miskolc is the largest city in the area - is the higher karstic region in the Northern Mountain Ranges. The plateau of it is 900 m high and is built up of Middle Triassic limestone (Alpine facies). Dolomite is only exceptionally occurring in the region. The limestone surface is in some parts penetrated by diabase intrusions. A considerable part of the representative area is covered by forest, and the mountain region is still in its original status. But in Miskolc and in the valley of the Sajó River - that is the south-eastern part of the mountains - important industrial plants are to be found. The area of the region investigated is 111 sq. km and about 50 larger karstic springs are known within it. The third representative area is in the Jószaó region - and like the Bükk Mountains also in Northern Hungary. It is part of the Cömör-Szepesi Erchegység, that is the southern end of it. The mountains are built-up from Middle Triassic limestone and dolomite formations - that is the 400 to 600 high karstic plateaus of it. The aquicludes are: Lower Triassic (Campilien) slates and Seisen sandstone. In the area 25 important karstic springs are to be found. The area is relatively far from larger industrial regions. The by agriculture used areas on Pannonian formations in the surroundings of Aggtelek are contaminating significantly - through watercourses running into swallowholes - the subsurface water resources during flood-time.

Waterhousehold characteristics

The characteristic data of waterhousehold of the area are to be seen in Table I. In the areas representing 80, 111 and 200 sq. kms - during the investigations 636 mm, 729 and 740 mm annual totals of precipitation were observed. From the total of spring-discharges and their ratio to the total amount of precipitation fallen onto the catchment areas the areal specific discharges being characteristic - were calculated, and the following results were obtained: 4.8 to 6.2 l/sec/sq. km and for the annual infiltrated water resources 153 to 195 mm/year.

Quality of precipitation water

Sampling of precipitation was made by using open samplers. In the surroundings of Veszprém and Miskolc chemical analysis was made from mensural average-samples, and in Jószaó after every single occurrence of precipitation. The two different kinds of measurement caused difficulties in the correlation of the data obtained, especially in the case of pH and ammonium. The annual mean concentrations measured on precipitation samples are to be seen in Table II. The matter-content concentration having fallen onto

Station (N. Hungary).

The values of subsurface denudation (without organic matter) was: 58 to 71 metric tons per year per sq. kilometre in the three representative areas. The amount of nitrogen and its derivatives originating from precipitation and infiltrating into the karstic rock-masses changes between 0.9 to 3.0 metric tons per year per sq. kilometre.

the representative areas with the precipitation in one year was converted into mean specific ion-transportation (kg/year/sq.km) - in Table III. By such means an opportunity was given: to compare on one hand the analysis results of precipitations and discharges of springs, -productive wells and on the other hand also the results of the different areas.

The above transport values are the values or amounts of the product of annual total precipitations multiplied by the annual mean precipitation-concentrations divided by the factors of the catchment areas. The calculation of the weighted averages of singular precipitations was not possible, because of the samples being taken by different methods. This is also of malaeffect on the reliability of the calculations.

The data of the analyses measured at the singular omtrometers were extrapolated onto the total area of the catchment areas investigated. The ion-transport of the precipitation waters getting into the karst was calculated on the base of the proportions of the infiltration percents being derived from the data of the given years (Table I. and III.).

It is seen from the Tables II. and III. that the quality of the precipitation-waters of the areas investigated shows considerable differences. These differences are mainly caused by human impact. In the regions of Miskolc and Veszprém - because of the large industrial plants existing in the areas - are of high contaminant-matter concentration (cca. 100 mg/lit.). In the region of Jószaó karstic area - since it is almost totally free of human influence - the dissolved matter content of the precipitation water is only about one third of that of the other representative areas (cca. 30 mg/lit.). The average of the data measured in Jószaó is closest to the means of the measurements carried-out by open samplers country-wide (Table II.).

The ratio of the singular constituents does by far not show so significant deviations. At all the measuring stations the following constituents are to be found in the highest quantities: hydrogen-carbonate, sulphate and nitrate-ions. The occurrence of natural- and contaminant matter of precipitation water can be considered as equal in a regional sense. But the quantity of singular ions is depending on local human impact. Most probably is this the case with pH, ammonium and nitrate ions. In the Jószaó region is the value of pH close to the original natural ones (5.5). In the industrial areas the higher amounts of pH can be explained by the existence of a higher content of Ca and Mg-ions in the air of cities. The different nitrogen forms occurring in the precipitation are also reflecting local influences. Above forested areas ammonium-ions are reaching higher values in the precipitation, while above the towns the more oxidated forms of nitrogen will occur. So it can be supposed that the higher ammonium concentrations of the green areas are of natural origin. But the higher amounts of the other nitrogen in chemical compounds has to be considered as human influence.

Water quality of springs and productive wells

The weighted - with the discharges of the springs and wells weighted - mean concentrations of the representative areas are to be found in Table II. The mean specific ion concentrations calculated from the above values are given in Table III. Since in the representative areas only the data of the most important springs and wells were available, their values were considered as valid for the total area of the representative regions. The mean values of water temperatures (11 to 13 °C) are indicating differences in the hydrogeological- and climatological conditions. The mean of the pH values were the same in all the areas. The amount of Ca, Mg-ions - characteristic for karstic waters - was by one order of magnitude higher than the total amount of all the other components. The lowest values were found in the Jószaó area, while the highest one in the region of Veszprém. Along the investigations also the quotient of the total hardness and carbonate-hardness was checked. It is known that this value is in pure karstic waters between 1.0 to 1.1 - because of the very close stoichiometric relation. Thus it turned-out to be a very good means in case of water transports from non-karstic catchments - it is the determination of mixed water quality - by using the above, so-cal-

Table I.

Water-household data of karstic representative areas

Waterhousehold elements	Veszprém (1984.04.01.-1985.04.01.)	Miskolc (1984.04.01.-1985.04.01.)	Jósvafő (1983.04.01.-1985.04.01.) Mean values of two years
Catchment area (sq.km)	200	111	80
Total annual precipitation (mm)	685	729	636
Precipitation falling onto the catchment - as discharge (10 ⁶ cu.m/year)	137	81	51
Total of all the springs and well-discharges (10 ⁶ cu.m/year)	37	22	12
Specific discharges as total of the springs and wells (l/sec/sq.km)	5,8	6,2	4,8
Infiltration percent (%)	27	27	24
Infiltrated precipitation, total (mm)	184	195	153

Table II.

Karstic representative areas - qualitative mean values of infiltrating precipitation - weighted with the yields of springs plus wells /1983-85/

Chemical components	Veszprém		Miskolc		Jósvafő		Composition of precipitation water - mean over the Hungary 1972-1980
	Concentration of precipitation waters		Concentration of water of springs		Concentration of precipitation waters		
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
Water temperature °C	-	13,4	-	10,8	-	12,6	-
pH	6,8	7,2	7,0	7,2	5,0	7,2	4,5
Conductivity µS/cm	203	559	137	506	52	564	31
Ca ⁺⁺	20,0 ^x	80,0 ^x	20,6	107,5	2,5	113,9	1,1
Mg ⁺⁺	5,0 ^x	44,0 ^x	3,5	6,9	0,8	14,9	0,4
Na ⁺	2,0 ^x	5,0 ^x	1,3	10,1	1,0 ^x	3,0 ^x	0,5
K ⁺	1,0 ^x	3,0 ^x	0,9	1,2	0,5 ^x	2,1 ^x	0,3
Fe ⁺⁺	0,02	0,02	0,27	0,01	0,01 ^x	0,0 ^x	-
Mn ⁺⁺	0,0 ^x	0,0 ^x	0,02	0,01	0,0 ^x	0,0 ^x	-
NH ₄ ⁺	1,56	0,01	4,0	0,04	2,10	0,02	1,3
NO ₃ ⁻	12,4	13,5	10,2	7,9	4,1	7,0	2,7
NO ₂ ⁻	0,145	0,001	0,089	0,002	0,020	0,005	0,07
Br ⁻	4,1	3,1	5,5	1,8	2,6	1,6	1,7
HCO ₃ ⁻	37,8	412,6	37,1	310,1	13,4	385,7	8,0 ^x
Cl ⁻	4,2	11,2	6,5	8,3	1,0	5,6	1,0
SO ₄ ⁻	25 ^x	<32	20 ^x	40 ^x	6,0	23,3	5,7
Probably total	~109	~600	~105	~490	~31	~560	~20
Chemical oxygen demand	4,9	0,5	4,4	0,3	3,6	1,2	-
Total hardn. /Germ.d./	4,0	21,4	3,7	16,5	0,5	19,4	0,3
Carbonatic hardn./Germ.d./	1,7	18,9	1,7	14,2	0,6	17,7	-
Total hardn./Carb.hardn. = = 84 /hardness quotient/	2,3	1,13	2,2	1,16	0,87	1,10	-

^x Means of analyses of earlier times and values estimated on the base of the anion-cation balance

Table III.

Annual balance of the mean specific ion-transport of karstic representative areas, kg/year/km² /1983-1985/

Chemical components	Veszprém				Miskolc				Jósvafő			
	Precip. falling onto the catch. area	Infil. trating precip. water	Discharge of springs/wells/	Transport dif-ference	Precip. falling onto the catch. area	Infil. trating precip. water	Discharge of springs	Transport dif-ference	Precip. falling onto the catch. area	Infil. trating precip. water	Discharge of springs	Transport dif-ference
	specific ion-transport			out - in	specific ion-transport			out - in	specific ion-transport			out - in
Ca ⁺⁺	13.700 ^x	3.099 ^x	14.800 ^x	+ 11.101 ^x	15.017	4.055	21.306	+ 17.251	1.590	382	17.085	+ 16.703
Mg ⁺⁺	3.425 ^x	925 ^x	8.140 ^x	+ 7.215 ^x	2.552	689	1.368	+ 679	509	122	2.235	+ 2.113
Na ⁺	1.370 ^x	370 ^x	925 ^x	+ 555 ^x	948	256	2.002	+ 1.746	636 ^x	153 ^x	450 ^x	+ 297 ^x
K ⁺	685 ^x	185 ^x	555 ^x	+ 370 ^x	656	177	238	+ 61	318 ^x	76 ^x	315 ^x	+ 239 ^x
Fe ⁺⁺	14	4	4	0	197	53	2	- 51	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x
Mn ⁺⁺	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x	15	4	2	- 2	0 ^x	0 ^x	0 ^x	0 ^x
NH ₄ ⁺	1.069	289	2	- 287	2.316	787	8	- 779	1.336	321	2	- 319
NO ₃ ⁻	8.494	2.293	2.498	+ 205	7.436	2.008	1.566	- 442	2.608	626	1.050	+ 424
NO ₂ ⁻	99	27	0	- 27	65	18	0	- 18	13	3	1	- 2
HCO ₃ ⁻	25.893	6.991	76.331	+ 69.340	27.046	7.302	61.461	+ 54.159	8.522	2.045	57.855	+ 55.810
Cl ⁻	2.877	777	2.072	+ 1.295	4.738	1.279	1.645	+ 366	636	153	840	+ 687
SO ₄ ⁻	17.125 ^x	4.624 ^x	5.920 ^x	+ 1.296 ^x	14.580 ^x	3.937 ^x	7.928 ^x	+ 3.991 ^x	3.816	916	3.495	+ 2.579
Probably total	~75.000	~20.000	~111.000	~ 91.000	~76.000	~21.000	~ 98.000	~ 77.000	~20.000	~ 5.000	~ 83.000	~ 79.000
N-transport of different nitrogens forms												
NH ₄ ⁺ -N	834	225	1,6	- 223	2.274	614	6	- 608	1.042	250	1,6	- 248
NO ₃ ⁻ -N	1.954	527	575	+ 48	1.710	462	360	- 102	600	144	242	+ 98
NO ₂ ⁻ -N	30	8	0	- 8	20	5	0	- 5	4	1	0,3	- 0,7
Total N sum	2.818	760	577	- 183	4.004	1.081	366	- 715	1.646	395	244	- 151

^x Means of analyses of former times and values estimated on the base of anion-cation balance

led "hardness quotient. The Na-, K-, Cl and SO₄-ion content of the spring- and well-produced waters was again maximal in the Veszprém region.

According to our investigations the nitrate-concentration on the spring- and well-water having been analysed was independent from the nitrate-content of the precipitation water infiltrating. This is a fact, in spite of the experience that the concentrations measured in precipitation and springs were similar.

This is based on the fact, that the results obtained with the Jószaifő karstic lysimeter - in terms of water quality - that during the seepage of precipitation water through a 30 cm thick soil layer: the amount of nitrogen compounds will decrease very fast. This was also proved by the transport investigations further-on. The mean total nitrogen-content of the spring- and well waters was almost the double of that of the other two representative areas.

Balances of matter

In the Table III are given values the ion-transport changes between the karstic surface and the karstic springs. For all the three karstic regions in question the mean annual values of specific ion-transport are presented (in kg/year/sq.km). The constituents not measured within the time-span of the recent investigations: these values were substituted by the averages of former measurements, taking into account the equilibrium of anions and cations. Thus a total image could be acquired on the transport of the most important chemical constituents of precipitation, and the waters of springs plus productive wells. The changes of the mean specific ion-transport were calculated from the differences of the infiltrating water and the waters of springs and producing wells.

Karstic denudation values in Hungary

The originally environmental protection-aimed representative area investigations offered an opportunity for the investigation of the characteristic karstic denudation values in three different karstic areas of Hungary.

According to Fig.1 we consider only positive transport are

CHANGE OF SPECIFIC-IONTRANSPORTS FROM THE SURFACE TO THE SPRINGS

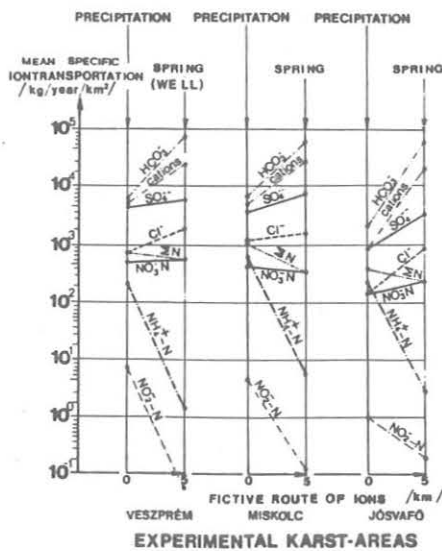


FIG.1

considered as part of karstic denudation. These are thus the Ca-, Mg-, Na-, K-, HCO₃-, Cl- and SO₄-ions transports, which are - since of their increasing values - for sure dissolved from the soil or the karstic rock-masses. Since it is a fact that in the karstic catchment areas investigated the Na-, K-, Cl-, SO₄-ions getting onto the surface not via precipitation is negligible. To the contrary of these the transport of nitrogen-compounds have to be considered as contaminants getting through from the sur-

face and being of man-made origin. This is also confirmed by the fact that their values are showing negative transport differences in most cases. Because of biochemical- and physical interactions are the nitrogen compounds either being consumed or reduced to nitrate. According to our recent knowledge: Fe and Mn-ions are of origin from the rocks, their quantity is hardly measurable - thus we do not deal with their transports. Because of the above can Na-, K-, Cl- and SO₄-ions also considered as part of karstic denudation - as reflected in Table IV.

Values of karstic denudation in Hungary, computed on the base of mean, specific ion-transport data

Table IV.

Steps of computations	Representative area for water quality investigations Area of the region investigated (sq.km)	karstic areas			Dimensions	
		Veszprém	Miskolc	Jószaifő		
1	Mean, specific ion-transport	Ca ⁺⁺	2220	1914	1136	to/year
		Mg ⁺⁺	1443	75	169	
2	Conversion to	CaCO ₃	5528	4766	3327	to/year
		MgCO ₃	4993	261	585	
3	Total carbonate transport - as karstic denudation	10521	5026	3912	to/year	
4	Specific denudation related to area unit	52,6	45,3	48,9	to/year/km ²	
5	Increase of denudation, computed from the sums of Na, K, Cl, SO ₄ -ions	6,2	3,5	3,8	to/year/km ²	
6	Total denudation completed by Na, K, Cl, SO ₄ -ions	58,8	48,8	52,8	to/year/km ²	
7	Increase of denudation-increase, calculated for presumed surface erosion (+20 %)	11,8	9,7	10,6	to/year/km ²	
8	Total of denudation completed by presumed surface erosion	70,6	58,2	62,8	to/year/km ²	
9	Denudation calculated for volume unit	26,1	21,6	23,3	m ³ /year/km ²	
10	Denudation expressed in surface erosion	0,0261	0,0216	0,0233	mm/year/km ²	
11	Denudation expressed in specific erosion related to 1000 mm precipitation and the karstic rock	0,041 dolomite	0,032 limestone	0,032 limestone with dolomite	mm/year/km ²	

For the calculation of the values of karstic denudation the formulas and ideas of Balázs (1) 1964 were used. On the base of these the results could be related to similar computations carried-out in other parts of the World. From the Table it is clear, that traditionally only carbonates transported to mean specific ion-transport values (Table IV, 5th line) are largest in the Veszprém Plateau, built-up mainly of dolomite. This is explained - according to our opinion - not because of the better solubility of dolomite, but it is a consequence of the fact, that in dolomite in and on a specifically much larger surface of the rock is dissolving action active than in limestone karsts.

This is because dolomite is in its full space conducting water, while limestone are only producing the same effect only along the main system of joints (discontinuities). The conjectural denudation surplus derived from Na, K, Cl, and SO₄-ion transport actually does not significantly change the denudation-proportions of the representative areas (6th line). Presuming that too, that in the total of denudation also surface erosion plays a role (Balázs -1) - being about 20 % of the denudation of the depths - proportions do still not change significantly.

But according to line 11 it can be stated, that the specific denudation values valid for precipitation: are still the largest in the Veszprém - dolomitic - Plateau.

References

- Balázs, D.: Problems of karstic corrosion. In Hungarian; - Doctoral Thesis. Manuscript. 1964.
- Cser, F. - Izápy, G. - Maucha, L.: Problems of water chemistry of Jószaifő area. Kras i speleologia. I.5. (XIV) pp. 25-33. Katowice 1984.
- Horváth, L.: Chemical composition of precipitations in Hungary. In Hungarian; Időjárás, pp. 201-212. Budapest, 1985.
- Liebe, P. - Izápy, G. - Maucha, L.: The establishment of the system and observation network of the quality monitoring of subsurface water resources. Report in Hungarian. - VITUKI, Budapest, 1986.
- Lorberer, Á.: The karsthydrological and water management survey of the Transdanubian Mountain Ranges. Report in Hungarian, VITUKI 1986.
- Rádai, Ö.: Summing-up of the research activities of the Bükk Mountains. Report in Hungarian, VITUKI 1985.

CLIMATIC CUMULATIVE METHOD FOR ESTIMATING INFILTRATION IN KARST AREAS

MAUCHA, Laszlo

Abstract

The methods presented are able to determine the annual infiltration - on the base of the mensual precipitation and the mean temperature of the summer months. The method produces the "primary value" from the sums of mensual infiltration values.

The calculation takes into consideration the yield data of a

karstic spring and the twenty year record of a pluviometer in the J6svaf6 Experimental Area (N. Hungary), in the form of a yield-precipitation correlation. The above method differs from the former ones in: giving the above climatological data - according to any actual water household situation - in terms of precipitation-, storage-, evaporation- and runoff.

INTRODUCTION

In any karst area the total actual yearly infiltration is understood as the fraction of precipitation which finds access to the interior of the karstified rock within a year through an extremely large number of entry points on the ground surface. Obviously this amount is impossible to measure at the surface, so that annual infiltration is defined instead as the amount of water that is equal to the total annual yield of all springs in a karstified limestone region. In fact, the reservoirs in limestone rocks are depleted annually to 90-95 per cent of their volume, the remaining 5-10 per cent being replenished in part by the residual flow from the antecedent year. For this reason the following simplifying assumptions can be adopted without introducing any major error:

1. All precipitation water infiltrating in a karst region emerges as spring yield.
2. The total infiltrated amount of precipitation in a particular year is depleted from limestone karst over the same year, whereas from dolomite karst it takes round two years.
3. The methods proposed for estimating infiltration in limestone karst areas yield correct total annual infiltration amounts in dolomite karst areas, too, but these latter agree with the corresponding annual total spring yields in the area when considering the multi-annual mean values only.

The infiltration coefficient in karst areas is found conventionally from long records of precipitation gaging and spring yield measurements. The high costs associated therewith have, however, focussed worldwide interest on analytical methods using climatic data for estimating the magnitude of subsurface runoff.

To our knowledge no method has been proposed so far for estimating infiltration specifically in karst areas, but several hydrologists are known to deal with the estimation of surface runoff in mountain areas. Approaches based on evapotranspiration have been developed by renowned scientists, such as e.g. Thorntwaite (23) and Morton (17). In Hungary the problem of estimating the surface runoff in mountain areas was solved by Nov6ky (18) in 1985 starting from the climate-runoff relationship.

In the international literature Kessler (9) was the first to publish in 1954 a method for estimating infiltration in karst areas. Having recognized the fundamental importance of precipitation distribution in controlling infiltration he has proposed a method based on the "critical precipitation percentage" using the ratio of precipitation depth over the first four months of the year to the total annual precipitation corrected for the precipitation in the later part of the antecedent year. The method was calibrated against the actual infiltration amount obtained from the precipitation-yield relationship of the intake area of Tettye-spring in the Mecsek karst area.

The relationship between the drip yield and precipitation derived from 15 years of cave observations in the B6kk Mountain has lead B6cker (2) in 1965 to the conclusion that higher infiltration rates can occur not only in the first four months of the year. For the sum of evapotranspiration and surface runoff he has introduced the term "limit precipitation". In his method of estimation the annual infiltration was composed of the quarterly infiltration totals, calculating these latter as the difference of the precipitation depths and the limit precipitation. The quarterly limit precipitations were introduced with a constant value. For estimating the realistic values he has developed a method which was much simpler than that of Kessler.

Csepregi (4,13) adopted in 1987 the approach of Thorntwaite and Morton for estimating infiltration in karst areas. From the monthly totals of precipitation and soil moisture he subtracted the sum of the monthly mean evapotranspiration and the maximum moisture capacity of the soil. The annual total infiltration was calculated from monthly precipitation and temperature data, without however, calibrating the method for karst areas. This is the reason why he obtained infiltration values varying between wider limits than the actual ones.

The earlier methods have produced reliable results under normal precipitation conditions alone and tended to over- or underestimate infiltration under abnormal ones. This is attributable to the neglect of some of the relevant factors. The new methods of esti-

mation were developed by analysing the water balance and the hydrogeological conditions, further by exploring the actual factors involved. The 20 years long relationship between the precipitation time series observed at the J6svaf6 Karst Research Station (the Aggtelek karst area) and the yield time series of the Nagy-Tohonya spring registered from 1964 to 1983 was used to estimate the annual infiltration in karst areas from climate data alone with a reliability surpassing that of the earlier methods.

1. THE CUMULATIVE METHOD

The basic formula

The principle underlying the calculation is identical in both methods. The annual infiltration is controlled decisively, beyond the annual precipitation depth and the distribution thereof within the year, by the changes in the various factors, involved in the water balance. The basic formula of the cumulative method of estimating the annual total infiltration takes accordingly the form:

$$I = I_p \pm K_p \pm K_S \pm K_E - K_R \quad (\text{mm/year}) \quad (1)$$

where I = the total annual infiltration; I_p = the primary total infiltration in the year considered, including no correction for the actual climatological elements.

The variations in the water-balance elements are allowed for by the water budget corrections:

K_p = precipitation correction; K_S = storage correction; K_E = evaporation correction; K_R = runoff correction.

Estimation of the primary infiltration

Prior to having recognized substantially the precipitation spring-yield relationship at J6svaf6, the primary values of annual infiltration had been calculated relying on the regularities appearing in the multi-annual means (Fig.1). The actual annual infiltration is, however, composed of elementary infiltrations following each precipitation event, which depend on the climate elements prevailing. Assuming monthly infiltration as elementary, the primary value of infiltration (I_p) is expressed as

$$I_p = \sum_{i=1}^{12} (P_{mi} \cdot i_{mi}) \quad (2)$$

where P_{mi} = the monthly precipitation depth, i_{mi} = the multi-annual monthly mean infiltration coefficient.

The multi-annual monthly mean infiltration coefficient (i_m) was calculated from the precipitation on the J6svaf6 gage and the yield and intake area of the Nagy-Tohonya spring with the equation of Maillet and Princz [14], [19] as

$$i_{mi} = \frac{\bar{Q}_{mi}}{\bar{P}_{mi} \cdot A_c} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{m} \cdot \text{m}^2} \right] \quad (3)$$

where \bar{Q}_{mi} = the monthly mean yield of the Nagy-Tohonya spring over the past 20 years (m^3); \bar{P}_{mi} = the monthly mean precipitation observed over the years at the J6svaf6 karst research station (m); A_c = the catchment area of the Nagy-Tohonya spring ($22,7 \cdot 10^6 \text{ m}^2$).

The monthly values of i_{mi} are shown in the following tabulation:

Jan.	Feb.	March	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
0.42	0.70	0.68	0.52	0.33	0.16	0.14	0.11	0.13	0.15	0.17	0.30

As a consequence of the given values of the infiltration coefficient i_{mi} the primary infiltration I_p includes the effect of precipitation distribution over the year, but regards any monthly precipitation as a source of infiltration, provided it is great enough. However, the primary infiltration approximates the actual monthly infiltration fraction under normal water budget conditions only.

Estimation of the precipitation correction

Precipitation correction serves to make allowance for precipitation conditions other than normal. The value thereof is zero if the annual precipitation was a normal one, since it is defined as

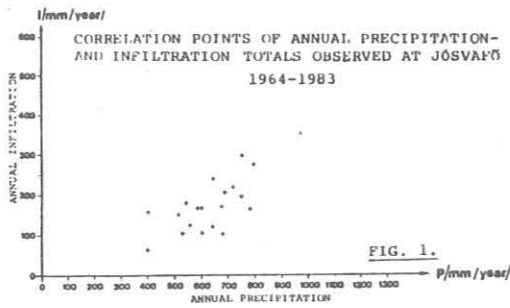
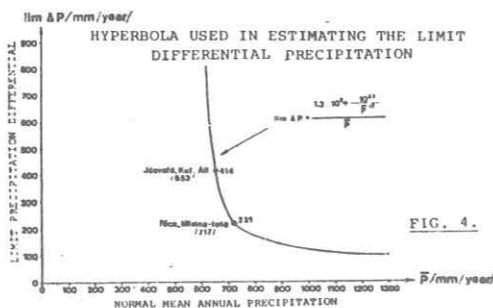
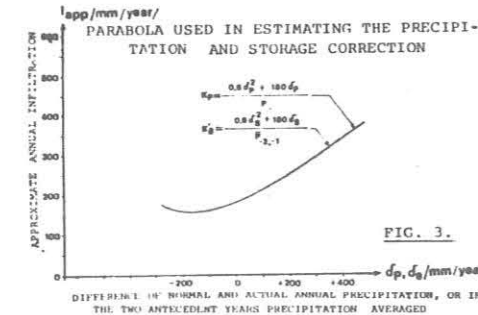
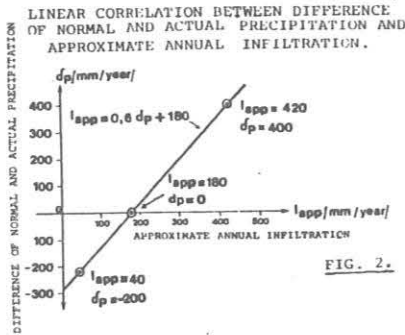


FIG. 1. CORRELATION POINTS OF ANNUAL PRECIPITATION AND INFILTRATION TOTALS OBSERVED AT JÓSVAFŐ 1964-1983



the difference (δ_p) between the annual precipitation and the multi-annual normal value as

$$\delta_p = P - \bar{P} \quad (\text{mm/year}) \quad (4)$$

where P = the annual total precipitation, and \bar{P} = the mean annual total precipitation.

The quantity δ_p is not suited to direct use as an additive correction factor and the fraction actually infiltrating in a particular year must be introduced instead. This presumes the knowledge of the eventual result of the calculations. Since this result is not yet available the infiltrating fraction in the year considered (i_q) will be estimated from the approximate values of annual infiltration, (I_{app}).

The approximate infiltration fraction is given as the ratio

$$i_q = \frac{I_{app}}{P} \quad (\text{mm/year}) \quad (5)$$

The approximate value of annual infiltration has been calculated with due allowance for the departure δ_p from the normal value. In Fig. 2 a linear relationship has been assumed between δ_p and I_{app} . The mean and extreme values of δ_p and I_{app} are readily determined for any karst area.

The figures applying to the karst areas of Hungary have been compiled below:

	Mean (mm/year)	Maximum (mm/year)	Minimum (mm/year)
δ_p	0	+400	-220
I_{app}	180	420	40

From the equation of the straight line shown in Fig. 2

$$I_{app} = 0.6 \cdot \delta_p + 180 \quad (\text{mm/year}) \quad (6)$$

and thus in accordance with Eq. (5)

$$i_q = \frac{0.6 \cdot \delta_p + 180}{P} \quad (\text{mm/year}) \quad (7)$$

The correct value of precipitation correction is thus expressed as

$$K_p = \delta_p \cdot i_q \quad (\text{mm/year}) \quad (8)$$

Introducing the value of i_q from Eq. (7) we obtain the parabolic expression

$$K_p = \frac{0.6 \cdot \delta_p^2 + 180 \cdot \delta_p}{P} \quad (\text{mm/year}) \quad (9)$$

for calculating the precipitation correction (Fig. 3), which represents substantially an approximate precipitation-infiltration relationship.

Estimation of the storage correction

Storage correction serves to take into account storage conditions departing from normal. The value thereof is zero if the mean total precipitation over the two antecedent years was normal, since it is defined as the difference between the mean value of precipitations over the two years preceding the year under consideration and the multi-annual normal value (δ_s). In analogy to the precipitation correction (Fig. 3):

$$\delta_s = \frac{P_{-2} + P_{-1}}{2} - \bar{P} \quad (\text{mm/year}) \quad (10)$$

where P_{-2} and P_{-1} = the annual precipitation totals in the second and first years preceding the year under consideration.

The antecedent precipitation conditions should be taken into account over at least two years, this period length being in fair agreement with the time during which the narrowest passages are depleted (storage drops to one-hundredth).

With due regard to the considerations outlined in connection with the estimation of the precipitation correction, the magnitude of the correction factor is derived under "ordinary" conditions in the manner described there, i.e., the magnitude of the "ordinary" storage correction (K'_s) is found from the parabolic equation

$$K'_s = \frac{0.6 \cdot \delta_s^2 + 180 \cdot \delta_s}{\bar{P}_{-2,-1}} \quad (\text{mm/year}) \quad (11)$$

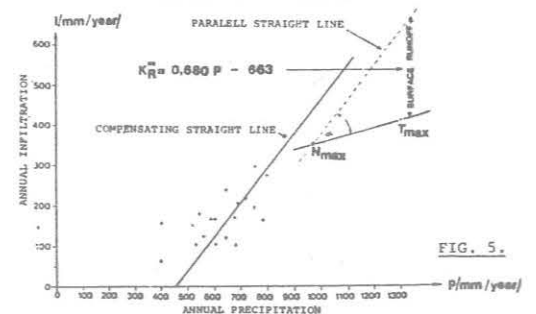
of identical form (Fig. 3), where $\bar{P}_{-2,-1}$ is the precipitation averaged in the two antecedent years.

In extremely wet, or dry years the "extraordinary" storage coefficient (K''_s) values should be calculated, according to the experiences gained, from the full value of the difference (δ_s) relative to the normal value with Eq. (10) as

$$K''_s = \delta_s \quad (\text{mm/year}) \quad (12)$$

Extreme precipitation conditions ensue, whenever the difference between the annual precipitations in the year considered and the preceding year (ΔP) surpasses a given limit ($\text{lim } \Delta P$). Under such conditions very wet and very dry years follow each other, or vice versa. The situation was first described by Kessler (9), who observed low infiltration in a very wet year, while a high one in a draught year at the Tettye spring. In such cases, owing to the "double porosity" of the karstified rocks, there is time available for the full replenishment, or depletion of the high-capacity micro-fissure network of the blocks enclosed by the fully replenished, or fully depleted main fault system. Under normal storage conditions the time is too short for this phenomenon to occur, so that outflow (depletion) and replenishment fluctuate about the equilibrium state. Under abnormal conditions saturation, or saturation deficiency in the antecedent year may exceed the normal values several times. This is the reason why this effect is added in the algebraic sense drastically to the amount of water infiltrating during the year under consideration. These conditions justify in part the introduction of the full antecedent abnormal annual precipitation as the correction factor (δ_s). On the other hand, this high correction should not be inferred to mean that the entire difference δ_s will infiltrate. The effect of extreme precipitation during the antecedent year is in the case of large precipitation difference at least twice as high as the maximum effect of the mean infiltration over the two preceding years.

ESTIMATION OF THE RUNOFF CORRECTION IN YEARS WITH "SUPER" PRECIPITATION



Under "ordinary" storage conditions:

$$\Delta P < \lim \Delta P \quad (13)$$

while under "extraordinary" storage conditions

$$\Delta P > \lim \Delta P \quad (14)$$

It would be mistaken to attribute a constant magnitude to the limit value of differential precipitation, since the information gained on storage conditions implies that this depends directly on the degree of saturation of the karst and indirectly on the normal precipitation over the area considered, varying in inverse proportion with the latter. This is due to the fact that karstified rocks saturated to a higher degree are completely saturated by minor precipitations already. In Hungary the limit value of differential precipitation could be determined for the karst areas at Jós-vafő and around Pécs town alone, since corresponding precipitation and spring yield time series were available for these only. The limit value of differential precipitation in the karst area around Jós-vafő was found empirically to be 414 mm at a multi-annual normal precipitation of 650 mm. The corresponding figures for the karst area at Pécs town were 221 and 717 mm, respectively. The correlation between the limit value of the precipitation differential and the normal annual precipitation was approximated in Fig. 4 by a possible hyperbola fitted to these two corresponding points. From the hyperbolic equation derived the desired limit value is calculated as

$$\lim \Delta P = \frac{1.3 \cdot 10^5 + \frac{10^{53}}{\bar{P}^{17}}}{\bar{P}} \quad (\text{mm/year}) \quad (15)$$

where \bar{P} = the multi-annual mean (normal) annual precipitation over the area considered.

The abnormally high exponents in the right-hand term of the numerator are believed to reflect the strong curvature of the hyperbola.

Estimation of the evaporation correction

The evaporation correction factor serves to take into account evaporation (evapotranspiration) conditions departing from normal. The value thereof is zero if the mean air temperature in summer is the multi-annual mean (normal) summer air temperature during the year considered, since it is defined as the difference of the mean summer air temperature during the year considered and the normal summer air temperature at the Jós-vafő station. The mean temperature in the area where the method was developed has been introduced into the calculations with the intent of taking into account climatic variations not only over time, but also with location.

The evaporation correction factor (K_E) is written in the following simple form:

$$K_E = (\bar{t}_s - \bar{t}_{s,j}) \cdot (-g) \quad (\text{mm/year}) \quad (16)$$

where \bar{t}_s = the mean summer air temperature ($^{\circ}\text{C}$) between April 1 and September 30, $\bar{t}_{s,j}$ = the normal mean summer air temperature ($^{\circ}\text{C}$) at Jós-vafő over the same period of the year; g = the temperature-to-infiltration conversion factor, [mm/year/ $^{\circ}\text{C}$].

Introducing the corresponding numerical values the foregoing expression becomes

$$K_E = (\bar{t}_s - 15.5) \cdot (-18) \quad (\text{mm/year}) \quad (17)$$

The conversion factor "g" is the change in infiltration caused by a 1°C change in the mean annual air temperature. In Hungary the magnitude of this factor is 18 mm/year, as determined by the following approach: With the data for the years 1950 to 1969 the annual infiltration values were determined for the intake area of the Tettye spring at Pécs applying the method developed on the basis of the Jós-vafő data without any evaporation correction. The mean of the 20-year yield (infiltration) time series observed on the Tettye spring was lower by 16 mm/year than the 20-year mean of the infiltration time series estimated using the Jós-vafő method. The mean air temperature was 0.7°C higher than in the catchment of the Nagy-Tohonya spring at Jós-vafő over the same period of time. The numerical value of 18 mm/year was found by conversion to 1°C , and is believed to apply to the summer half-year as well, since it amounts to 80 per cent of the result obtained.

Nováky (18) has found the corresponding value for annual change of surface runoff to be 19 mm/year, supporting the correctness of our calculations.

Estimation of the runoff correction

Runoff correction should be applied in karst areas to allow only for rare surface runoff rates surpassing the normal values. The factor assumes normally the value zero, since surface runoff is triggered exclusively by a combination of abnormal weather conditions. The runoff correction factor (K_R) is found as the algebraic sum of three component factors as

$$K_R = K'_R + K''_R + K'''_R \quad (\text{mm/year})$$

where K'_R = the runoff component correction for months with "super" precipitation; K''_R = the runoff component correction for months with "extra" precipitation; K'''_R = the runoff component correction for years with "super" precipitation.

The runoff component correction for months with "super" precipitation (K'_R) has a non-zero value if the total precipitation in any

month of the year considered is more than twice as high as the multi-annual mean precipitation in that particular month. It is thus expressed as

$$K'_R = \sum_{i=I}^{XII} (P_{mi} - 2 \bar{P}_i) \quad (\text{mm/year}) \quad (19)$$

where P_{mi} = the monthly total precipitation; \bar{P}_i = the normal monthly precipitation.

However, this component correction is not included, unless three criteria are satisfied simultaneously:

1. If the K'_R component correction has a positive value.
2. If the total precipitation in the antecedent month is greater than, or at least equal to, twice the normal precipitation for the month considered, i.e.,

$$P_{m-1} \geq 2 \bar{P}_m \quad (20)$$

3. If the mean air temperature during the month considered ($\bar{t}_{m \text{ air}}$) is higher than $+3^{\circ}\text{C}$, i.e.,

$$\bar{t}_{m \text{ air}} > +3^{\circ}\text{C} \quad (21)$$

The runoff component correction for months with "extra" precipitation K''_R has a non-zero value if the total precipitation in any month of the year considered is more than three times as high as the multi-annual mean precipitation in that particular month. The expression below must result in a positive number:

$$K''_R = \sum_{i=I}^{XII} (P_{mi} - 3 \bar{P}_i) \quad (\text{mm/year}) \quad (22)$$

No other restrictions apply.

The runoff component correction for years with "super" precipitation (K'''_R) has a non-zero value in years with an annual total precipitation surpassing 975 mm. In Fig. 5 a straight line was drawn through the peak point of the precipitation-infiltration correlation (N_{max}) for the Nagy-Tohonya spring at Jós-vafő and the corresponding point (T_{max}) of the correlation applying to the Tettye spring at Pécs. An additional straight line was drawn through point N_{max} parallel to the compensation straight line of the precipitation-infiltration correlation at Jós-vafő. The ordinate-directed intercepts (angle α) of the area included between the two intersecting straight lines are the runoff component corrections for years with "super" precipitation. From the difference between the equations of the straight lines these are obtained as

$$K'''_R = 0.680 P - 663 \quad (\text{mm/year}) \quad (23)$$

where P = the annual total precipitation.

Only positive values of this correction are taken into account.

The reliability of the method is illustrated graphically in Fig. 6.

ANNUAL INFILTRATION TIME SERIES CALCULATED BY THE FORMER METHODS AND THE NEW CUMULATIVE METHOD

NAGY-TOHONYA SPRING

TETTYE SPRING

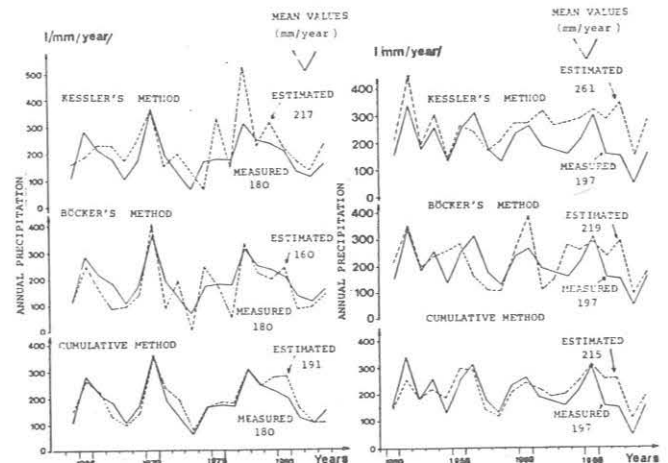


FIG. 6.

ABSOLUTE MEASUREMENT OF SURFACE LIMESTONE EROSION IN AUSTRALIA

SMITH, D. I. - GREENAWAY, M. A. - SPATE, A. P.

1. INTRODUCTION

Designed to measure the lowering of bedrock surfaces over time directly, the micro-erosion meter (MEM) was developed during the late 1960s in the Department of Geography of the University of Bristol. Construction and measuring technique were first described by High and Hanna (1970). The initial model permitted direct, quantitative values to be obtained over relatively short time intervals, but the number of measuring points was limited. This led to the production of the traversing MEM by High and Hanna: it is described in Smith (1978) and in detail in Trudgill, High, and Hanna (1981). A very large number of points can be measured with a triangular area which varies between 12 and 200 cm², depending on the size of the instrument.

The usefulness of the MEM for the determination of erosion rates and for studies of microform development led us in 1978 to install measuring sites in the limestone Coleman Plain and Yarrangobilly Caves areas, Kosciusko National Park, New South Wales. The programme was extended by installing slabs of different limestone lithologies from various Australian locations in a 'rock-garden' close to Canberra where they would be exposed to identical climatic conditions. This account presents the observations on limestone bedrock lowering up to late 1988.

2. INSTRUMENTATION AND METHOD

At each MEM site three studs were securely fastened into the rock. Each stud has a hemispherical top of stainless steel on which the MEM is placed to obtain measurements. The sides of the triangle formed by the studs for all the sites described in this paper were 30cm in length. The traversing MEM used in this work enables a large number of individual points to be measured at each site. The numbers varied between about 25 and 70. It is important to note that where measurement point were subsequently affected by lichen growth that they were omitted from the calculation of bedrock lowering. The lowering rate at any individual site is the average for all the points at that site. Before measurements were undertaken the MEM was calibrated against a stainless steel plate. For similar temperatures there was no significant change in calibration over the ten years of observation.

The traversing MEM is illustrated in Figure 1. It consists of two parts. There is a plate with three legs, these are placed on the three rock studs at the time of measurement. The second part comprises an engineering dial gauge mounted on three arms. At each individual measurement point the probe of the dial gauge is lowered to the rock surface and the measurement recorded. The dial can be read to 0.00025mm. On subsequent readings the MEM plate and dial gauge are located at the same point and a new reading taken. The difference between readings is a measure of rock lowering.

2.1 Errors in Measurement

These are discussed in detail by Spate et al (1985). The earlier readings from the Australian sites, between 1978 and early 1983, indicated that bedrock erosion was small and a study was undertaken to assess the errors in the method. Various types of error were investigated. Readings taken after 1983 were designed to minimise these errors. Ample time was given for the instrument and test plate to adjust to field temperature conditions, observations were made at similar times of the year under comparable temperature conditions and the number of observations was reduced in order to lessen probe erosion.

The results of bedrock lowering reported in this account have not been adjusted for the various forms of error. However, the precautions taken, together with the ten years of record, reduce the problem. There is no doubt that the MEM method is satisfactory for sites that either have relatively fast erosion or where the length of observations is long.

3. AUSTRALIAN SITES

The sites described in this paper can be divided into two major groups. The first comprise 13 MEM sites in the Yarrangobilly and Coleman Plain areas of the Kosciusko National Park in inland New South Wales. The second group consist of 9 MEM sites, each on a differing limestone lithology and collected from a range of sites throughout Australia. These are situated in a 'rock garden' located at an agricultural research station just to the north of Canberra. At the rock garden differing

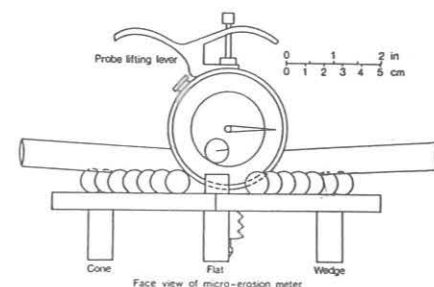
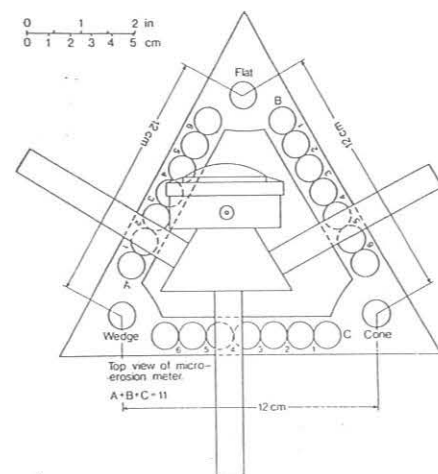
limestones are exposed to the same climatic regime. During the ten years of the experiment three sites at Coleman Plain were damaged or lost and, although early observations exist, these have been omitted from this account.

3.1 Yarrangobilly and Coleman Plain

There are eight sites at Yarrangobilly and five at Coleman Plain. The regional geology, geomorphology and climate are described in Jennings (1972 and 1977). The sites are listed in Table 1. The majority are located on bare limestone surface often with micro-solutional forms. In addition there is a sub-soil site and four stream sites. The latter have the studs on large slabs of limestone which are removed from the stream for measurement. SBSCP (see Table 1) is at Coleman Plain and is on the South Branch stream immediately upstream of a stream sink. RCCP is in a stream located underground in River Cave. At Yarrangobilly one stream site is in a weir pool on Deep Creek (WPY) immediately above a stream sink. The last stream site is at a major limestone resurgence located at Hollins Cave (also known as Y46).

3.2 Ginninderra Rock Garden

There are 9 blocks of limestone, the sources of these and a brief lithological description are given in Table 2. All of the blocks, with the exception of MG5, were collected from surface sites throughout Australia and are all surface weathered specimens. Site MG5 is from a quarry and it is estimated that the face on which the MEM studs are positioned was cut in 1976.



1. Side and plan view of the micro-erosion meter. The model used had a leg spacing of 30cm.

Table 1 Yarrangobilly and Coleman Plain sites, description and rate of erosion.

Code	Site description	No. of Points	Erosion Rate (mm/yr)		Erosion Rate (mm/yr)	
			Mid-1986 to Late 1988	Standard Deviation	1978-1988	Standard Deviation
OFFCP	Bare bedrock, convex	28	0.0164	0.0035	0.0097	0.0017
RIPCP	Solution ripples on bedrock	27	0.0237	0.0261	0.0148	0.0098
ONCP	Bare bedrock, concave	30	0.0129	0.0058	0.0118	0.0068
SBSCP	Block in South Branch Stream	30	0.0768	0.0582	0.0385	0.0136
RCCP	Block in River Cave Stream	29	0.0816	0.0509	0.0322	0.0131
OFFY	Bare bedrock, convex	30	0.0160	0.0473	0.0107	0.0077
ONY	Bare bedrock, concave	34	0.0390	0.0413	0.0146	0.0127
SPY	Solution pan, bedrock	30	0.0055	0.0555	0.0042	0.0137
LITY	Litter covered bedrock	29	0.0143	0.0071	0.0080	0.0033
GSY	Bedrock beneath soil	29	0.0177	0.0060	0.0115	0.0046
FLY	Bare bedrock, flutes	30	0.0209	0.0148	0.0094	0.0070
WPY	Block in Deep Creek	29	0.3337	0.0657	0.2352	0.0350
Y46	Block in resurgence, Y46	67	0.0758	0.0316	0.0625	0.0180

Y = Yarrangobilly CP = Coleman Plain

Table 2 Ginninderra rock garden sites, description and rate of erosion.

Code	Rock type	No. of points	Date of first reading	Rate of erosion (mm/yr)	Standard Deviation
WOM	Wombeyan Limestone NSW, coarse sparite	40	27.2.1981	0.00138	0.01082
YAR	Yarrangobilly Limestone NSW, biosparicrite	38	18.12.1979	0.00411	0.00397
BUC	Buchan Caves Limestone Victoria, micrite	39	18.12.1979	0.00524	0.00448
BUN	Bungonia Limestone NSW, biosparicrite	39	21.12.1979	0.00340	0.00129
CP	Coleman Plain Limestone NSW, medium sparite	47	21.12.1979	0.00510	0.00218
MS	Gambier Limestone (quarried 1976), SA bryozoan calcarenite	26	27.2.1981	0.01596	0.01381
MS100	Gambier Limestone (weathered), SA bryozoan calcarenite	48	27.2.1981	0.01377	0.01156
W	Wilson's Bluff Limestone SA bryozoan packstone	37	27.2.1981	0.00671	0.01830
WP	Hullabor Limestone, SA biosparite	44	27.2.1981	0.00138	0.01082

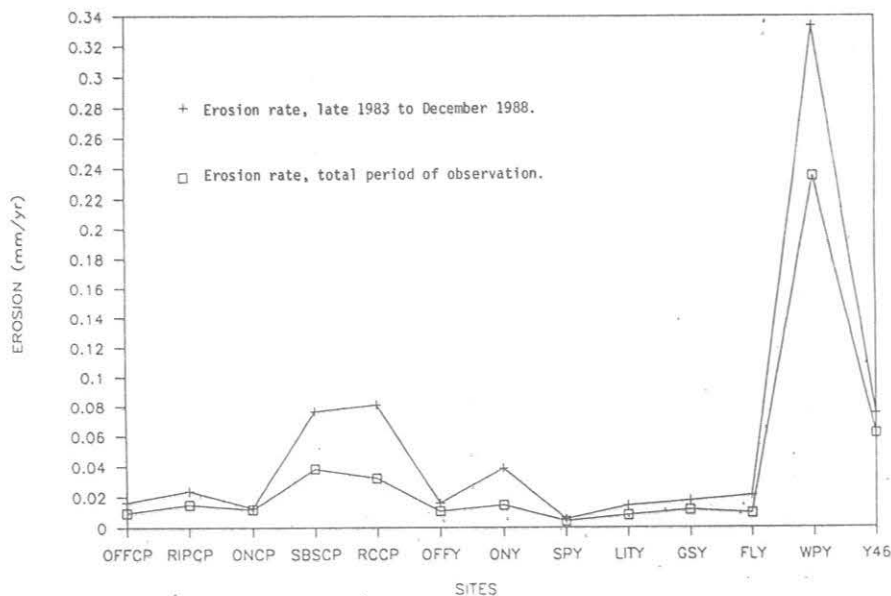


Figure 2. Erosion rates for the Yarrangobilly and Ginninderra sites.

4. RESULTS

The Yarrangobilly and Coleman Plain sites were first measured in December 1978, except for Y46 installed in December 1979. The most recent observations were in November 1988. At Ginninderra the first observations were in December 1979 and the most recent readings in December 1988. Most of the Yarrangobilly and Coleman Plain sites have been read on six occasions and those at Ginninderra three times. The early readings established that the erosion was slow and subsequent readings were less frequent in order to reduce errors due to probe erosion. Table 1 and Figure 2 show rates of erosion for Yarrangobilly and Coleman Plain for the period from late 1983 and for the whole period of observation to late 1988. The results for the Ginninderra sites are given in Table 2 and Figure 3. In this case the erosion rates are for the full period of observation from 1979 to late 1988.

Table 3 presents the full sets of results for six observations for one site at one site at Coleman Plain (ONCP). There are considerable variations in the rate of erosion for the differing periods. For the initial period this is, in part, due to the various errors discussed above, but also due to marked variations in rainfall from year to year. The longer term erosion rates calculated for a nine or ten year period are considered to be more reliable. The standard deviation of the erosion rates is given, see Tables 1 and 2.

For the nine bare surface limestone sites at Yarrangobilly and Coleman Plain the average lowering for the ten year period is 0.0107mm/year (or 10.7mm/1000 years). For the nine sites at Ginninderra the average for the sites is 0.0068mm/year (or 6.8mm/1000 years). However, for the Ginninderra sites there are very considerable differences between sites and relatively large standard deviations. This is undoubtedly due to the mix of lithologies.

Detailed climatic variations during the period of observation have yet to be analysed but the average annual precipitation for the Yarrangobilly and Coleman Plain areas is about 1200mm while that for Ginninderra is 630mm. Thus, the faster rates of erosion at Yarrangobilly and Coleman Plain are consistent with differences in precipitation. However, the rates of surface lowering at both localities are relatively low in comparison to published figures from other countries, see Trudgill (1976a and 1976b) and Spate et al (1985).

For the river sites at Yarrangobilly and Coleman Plain the rates of erosion are considerably faster than for the surface sites. The fastest rate is for WPY with an average lowering of 0.24mm/yr. This is for a limestone block submerged in a small stream and for water which has a low calcium content and considerable potential for limestone solutional erosion. It contrasts to site Y46, with an average ten year erosion rate of

Table 3 Full erosion record for sites ONCP

SITE ONCP		
Period	Erosion Rate (mm/yr)	Standard Deviation
18.12.78 to 19.1.80	0.0333	0.0539
19.1.80 to 12.4.81	0.0066	0.0067
12.4.81 to 27.1.82	0.0334	0.0127
27.1.82 to 19.5.83	+0.0071	0.0080
19.5.93 to 6.6.86	0.0078	0.0039
6.6.86 to 5.11.88	0.0129	0.0058
Total period	0.0118	0.0068

+ sign indicates accretion

0.062mm/yr, which is at a limestone resurgence to which Y46 is one feeder stream. In this case the water is essentially saturated with respect to calcium except for rare high flows. The value for Y46, is remarkably close to the 0.05mm/yr quoted by High and Hanna (1970) for a similar resurgence site in western Ireland.

The single sub-surface site at Yarrangobilly has a rate of 0.012mm/yr. This is comparable to neighbouring surface sites, the sub-soil site is located 10-15 cms beneath a thin poorly vegetated soil.

5. CONCLUSION

The results of absolute measurements of limestone erosion for 22 sites in Australia are presented. The average rates of lowering are for periods of nine to ten years. Overall the rates of surface lowering are small, generally in the range of 0.01 to 0.06mm/yr. This is thought to be consistent with the relatively low precipitation. Further studies will be undertaken to evaluate the influence of lithology and climate on the erosion rate. The authors would be pleased to compare their results to those obtained by other workers for other climatic regions.

ACKNOWLEDGEMENT

The inspiration for these studies was provided by the late Professor Joe Jennings who died in 1985.

REFERENCES

- HIGH, C. AND HANNA, F.K. 1970. A method for the direct measurement of erosion of rock surfaces. *British Geomorphological Research Group, Technical Bulletin*, 5, 24 pp.
- JENNINGS, J.N. 1972. Observations at the Blue Waterholes, March 1965 - April 1969, and limestone solution on Cooleman Plain, NSW. *Helictite*, 10, 3-46.
- JENNINGS, J.N. 1977. Limestone table experiments at Cooleman Plain, New South Wales, Australia and their implications. *Abhandlungen Karst - und Höhlenkunde, A-Speläologie*, 15, 26-38.
- SMITH, D.I. 1978. The micro-erosion meter: its application to the weathering of rock surfaces. In Pearson, C. (ed). *Conservation of Rock Art*.

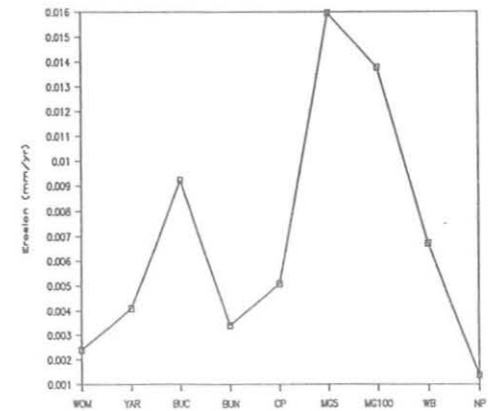
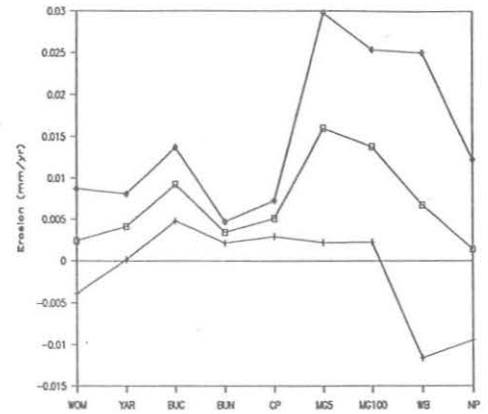


Figure 3. Erosion rates for the rock garden site, Ginninderra. In the top figure the upper and lower curves show one standard deviation above and below the mean value.

Proceedings of the International Workshop on the Conservation of Rock Art, Perth 1977, 44-53.

- SPATE, A.P., JENNINGS, J.N., SMITH, D.I. AND GREENAWAY, M.A. 1985. The micro-erosion meter: use and limitations. *Earth Surface Processes and Landforms*, 10, 427-440.
- TRUDGILL, S.T. 1976a. The marine erosion of limestones on Aldabra Atoll, Indian Ocean. *Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementband*, 26, 164-200.
- TRUDGILL, S.T. 1976b. The subaerial and subsoil erosion of limestones on Aldabra Atoll, Indian Ocean. *Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementband*, 26, 201-210.
- TRUDGILL, S.T. HIGH, C.J. AND HANNA, F.K. 1981. Improvements to the micro-erosion meter. *British Geomorphological Research Group, Technical Bulletin*. 29, 3-17.

Centre for Resource and Environmental Studies
GPO Box 4, Canberra, ACT 2601
Telephones: 49 4277 Enquiries
49 4588 Director
49 0757 Fax
062 national
+ 61 62 international
Telex NATUNI AA62760

RADIOISOTOPINDIKATION IN DER STRECKE ZWISCHEN DEM MINERVA-WASSER-SCHLINGER UND DER JOSVA-QUELLENGRUPPE IM BARADLA-HOHLENSYSTEM

GAJDOS, Laszlo - CSOLLE, Edit - SZILAGYI, Ferenc

Durch eine Zusammenarbeit des Aggteleker Nationalparks, des Isotopenforschungsinstituts der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, der Ungarischen Geologischen Landesanstalt, ferner der Baradla-Höhlenforschungsgruppe der VMTÉ wurde die Forschung des Wassersystems der Hosszú-Álsó-Höhle, mit Hilfe von einer Radioisotopenindikation weiter ausgebaut und ergänzt.

Nach entsprechenden Vorbereitungen und Verschaffung der Genehmigungen, haben wir zwischen 15. März und 15. Mai 1986, zwecks einer eingehenderen Erkennung der hydraulischen Kennwerte, die radioisotopische Indikation durchgeführt.

Als direktes Ziel dieser Untersuchung galt:
Bestimmung der Durchflussschwelle, ferner Feststellung der evtl. hydraulischen Zusammenhänge zwischen dem "kurzen" und dem "langen" unteren Höhlensystem, ferner eine methodische Prüfung des hier beschriebenen Messverfahrens.

Als Indikator wurde von uns ein Stoff gewählt, der sich im Wasser gut löst, sich nicht absetzt, ferner dessen Absorption an den Kalkwänden der Gänge, an Ton und an Kies vernachlässigbar klein ist. Zu diesem Zweck ist Aluminiumbromid am geeignetsten, in welchem der radioaktive ^{82}Br das strahlende Isotop darstellt, dessen die Energie zwischen 500 KeV - 1,3 MeV liegt und dessen Halbwertszeit 36 Stunden beträgt.

Laut einer allgemein angenommenen Schätzungsmethode kann, bei einem Wasserverkehr von 100 l/s eines bestimmten Systems, die Eingangsaktivität der Indikation etwa 37 MBq/s betragen.

Der Wasserverkehr der Hosszú-Álsó-Höhle betrug - wenigstens bei der Jósva-Quellengruppe - während der Messperiode ungefähr 116 l/s.

Die Dauer der Indikatorstoffeinspeisung wurde von uns 1,5 Minuten gewählt. So ergab sich die ideale Indikationsgeschwindigkeit für $\sim 44,4$ MBq/s, die nötige Gesamtaktivität etwa 3,7 GBq. Ausserdem ist noch eine einfache Berechnung nötig, die die aus der Halbwertszeit und der voraussichtlichen Aufenthaltszeit resultierende Korrektur in Rücksicht nimmt.

In unserem Fall beträgt die Halbwertszeit von ^{82}Br 36 Stunden, die zu erwartende Aufenthaltsdauer 39 Stunden, darum war die Eingangsaktivität für 8,2 GBq zu wählen.

Wegen der bei der Aktivierung des Isotops auftretenden technischen Problemen haben wir, statt 8,2 GBq, das Aluminiumbromid $/\text{NH}_4\text{Br}/$ mit einem ^{82}Br -Gehalt von einer Gesamtaktivität 5,9 GBq angenommen.

Die Indikation wurde derart vorbereitet, dass auf dem Stahlrohr des Minerva-Wasserschlingers ein Stahlgefäss mit einem Rauminhalt von 40 Liter montiert wurde. Das Fallgefäss setzt sich in einem Rohr fort, das 2 Kugelhähne enthält. Einer von diesen dient zum Öffnen-Schliessen, mit Hilfe des anderen wurde die Entleerungsdauer des Gefässes - d.h. die Indikationsdauer reguliert.

Das Fallgefäss wurde mit Karstwasser aufgefüllt und darin etwa 10³ g inaktives Kaliumbromid aufgelöst. Danach erfolgte die Lösung des aktiven Salzes, das ungefähr 0,5 kg wog.

Die ganze Lösung wurde gründlich vermischt, dann eine Menge von 100 ml herausgenommen, die zum im späteren detaillierten Stoffbilanz verwendet wurde.

Nach all diesen erfolgte die Indikation beim Minerva-Wasserschlinger; die Zeitpunkt von dieser war 21. April 1986, 18 Uhr 40 Minuten, die Dauer betrug 1,5 Minuten und der momentane Wasserverkehr - der die aktive Flüssigkeit eingespült hat - war von 50 l/Min.

Die Messungen wurden derart vorbereitet, dass aus allen drei Quellen der Jósva-Quellengruppe je eine Dauerprobe genommen wurde.

Das Wasser der Medence-Quelle wurde in den Turbinen-Arm gezwungen und ungefähr 2 Meter unter dem Turbinen-Arm wurde ein Fass von 200 Liter untergebracht.

Das Fass und das im Turbinen-Arm fliessende Wasser wurden durch ein Kunststoffrohr von \varnothing 60 mm miteinander verbunden; der Wasserdurchfluss das Rohres betrug 71,6 l/Min. Wir haben uns bemüht, eine verhältnismässig gleichmässige /Kolben/Strömung im Fass zu produzieren, derart, dass das Eingangsrohr unten im Fass befestigt wurde, so war die Strömung von unten nach oben nahezu gleichmässig.

Ähnlich wurde auch die Probenahme der Csó-Quelle gelöst. Hier wurde ein gleichgrosses Fass verwendet, dessen Wasserdurchfluss 51,5 l/Min. betrug.

Auf diese Weise haben wir haben vom "langen unteren" Höhlensystem

$$71,6 + 51,5 = 123 \text{ l/Min.}$$

Proben genommen. Dies macht etwa 1 % des ganzen Wasserverkehrs aus.

In der Táró-Quelle haben wir eine Schleuse gebaut und so konnte hier die Probenahme 100 %-ig sein. All dies wurde von uns darum so gewählt, weil - im Falle, wenn die beiden unteren Höhlensysteme miteinander in einem hydraulischen Zusammenhang stehen, wenigstens aber, wenn das von der Langen Unteren Höhle /Hosszú-Álsó Barlang/ her kommende Wasser in die Kurze Untere Höhle /Rövid-Álsó Barlang/ gelangt - so ist die Wahrnehmung dieser Tatsache sicherer als wenn die Probenahme 100 %-ig ist.

Im Fall der beiden anderen Quellen haben wir dagegen damit gerechnet, dass nach dem Ablauf der angenommenen ~ 40 Stunden Erscheinungs-Wartezeit bekommen wir eine spezifische Aktivität, die auch im 200 Liter-Fass gut messbar ist. So bietet sich eine Gelegenheit für uns, in einer gut bestimmten Messgeometrie einen Versuch zur Erstellung des Stoffbilanzes durchzuführen.

Zu diesem Zweck haben wir ein Fass mit Karstwasser aufgefüllt - ein ähnliches 200-Liter-Fass wie diejenige die bei den Quellen aufgestellt wurden und wir haben - als Träger - etwa 10 g inaktives Kaliumbromid im Wasser gelöst. Danach haben wir 100 ml, aus der Markierlösung von 30 Liter genommene aktive Lösung im Fass gut vermischt. In diesem Fass - als Stammlösung - wurden die gleichen Massköpfe wie bei der Beobachtung der Quellen angeordnet. So konnten die hier gemessenen Zählraten mit der spezifischen Aktivität des Wassers verglichen werden. Auf Grund der Durchflussschwelle, als bestimmter Kurve und in Kenntnis der spezifischen Aktivität kann die Stoffbilanz berechnet werden. Zur Messung haben wir Szintillationsmessköpfe verwendet, deren Fühlkristall ein NaJ/Tl/ Einkristall ist mit Abmessungen \varnothing 60 x 60 mm. Zur Auswertung der Messkopfsignale wurden die vom Isotopenforschungsinstitut der Ungarischen Akademie der Wissenschaften entwickelten Zähler /Scaler/, zur Registrierung der bearbeiteten Signale Schellendruckmaschinen verwendet. Die Zeitdauer der Messpunkte betrug 5 Minuten. Im Fall der Messzeit von 5 Minuten wird die Bedingung erfüllt, dass das in den Probenahme-Gefässen /Fassen/ befindliche Wasser während der Dauer der Probenahme /5 Minuten/ wenigstens einmal gewechselt wird.

Wasserverkehr

im Fass der Medence-Quelle: 358 l/5 Min.

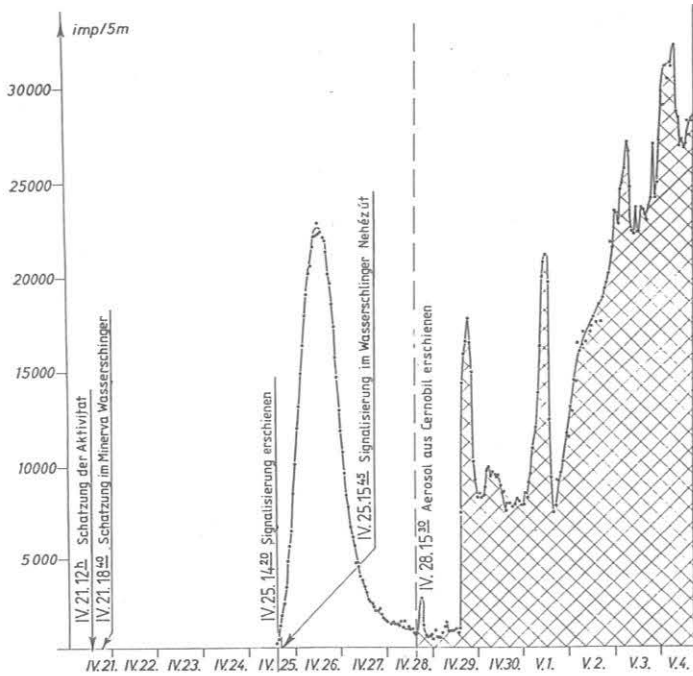
Wasserverkehr

im Fass der Csó-Quelle: 257 l/5 Min.

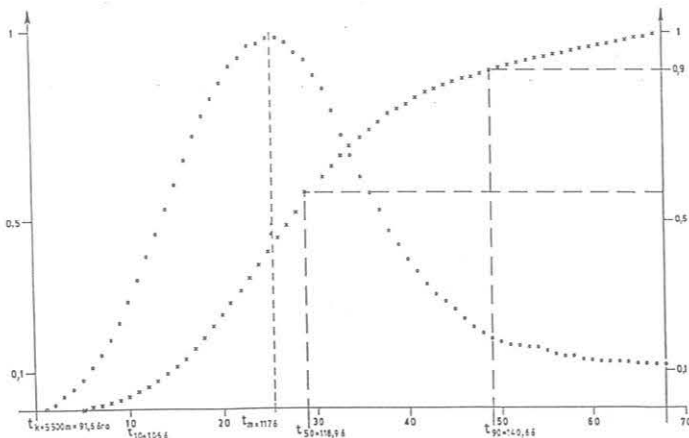
Die Erscheinung des Indikationsstoffes war nach 91,6 Stunden von der Eingabe an gerechnet messbar, von den erwarteten 40 Stunden abweichend.

Deswegen:

a./ Die Genauigkeit der Stoffbilanz wurde in bedeutendem Masse beeinträchtigt, da auch die spezifische Aktivität



Das Mass der Durchflusswellen-Dichtigkeit und Verteilung in normierter Form



der Durchflusswelle bedeutend abnahm, welcher Umstand die Messunsicherheit bei der Vergleichung mit der Stammlösung erhöht hat. Die Konzentration der obigen Stammlösung war ebenso um eine Grössenordnung höher als der bei der Vergleichung /Stoffbilanz/ erforderliche Wert.

- b./ Die Grösse der Durchflusswelle wurde ebenso, wegen des verlaufenen mehrfachen Halbwertzeit kleiner, so war auch das Verhältnis Signal/Hintergrund ungünstiger als geplant.

Trotz allen diesen Umständen war die ganze Messung auswertbar und wir hoffen, dass sie wichtige Daten für die zukünftigen Forschungen liefert.

Untersuchen wir jetzt die gewonnene Durchflusswelle, bei deren quantitativer Analyse im allgemeinen anzunehmen ist, dass die untersuchte Welle komplex ist, d. h. sogar mehrere elementare Durchflusswellen unter der über die Detektoren bekommenen Kurve möglich sind. Ist das beweisbar, so machen wir einen grossen Fehler, wenn wir die gewonnene Hüllkurve als eine Elementarwelle bewerten.

Die Zusammengesetztheit einer Durchflusswelle bedeutet, dass im untersuchten System voneinander nur teilweise abhängende, selbstständige Strömungen /Abzweigungen und Wieder-Zusammentreffen/ bzw. Toträume /ausgedehnte Siphone, Stockungsbecken/ vorliegen.

Laut den Untersuchungen von D. Groche kann den mit Isotopen-Indikationsverfahren gewonnenen Durchflusswellenformen eine logarithmierte Gaussche Verteilungsfunktion, oder alias eine lo-

garithmische Normalverteilungsfunktion am besten gepasst werden. Diese Funktion ist zweiparametrig, von denen mit dem einen verschiedene Streuungswerte, mit dem anderen die bei der Durchflusswellenform jeweils auftretende asymmetrische Verzerrung hergestellt werden kann.

Die lognormale Verteilung kann nicht nur mit numerischen, sondern auch mit graphischen Verfahren produziert werden. Diese Verfahren sind in der mathematischen, statistischen Literatur allbekannt.

D. Groche führt eine allgemein verwendbare Methode vor, wonach an die aufsteigende Strecke der gewonnenen Hüllkurve eine entsprechende lognormale Verteilung zu passen ist, dann ist diese von der ursprünglichen /Hüll-/Kurve abzuziehen. An die so gewonnene Aufsteigstrecke ist die nächste entsprechende lognormale Verteilung zu passen, usw... so können sämtliche elementare Durchflusswellen bekommen werden.

Gibt es nach der ersten Passung keine Restwelle, so handelt es sich um ein Wassersystem, welches keine bedeutendere Verzweigungen und bedeutende Toträume enthält.

Im Laufe der vorliegenden Arbeit haben wir, nach Gebelein und Groche die graphische Methode verwendet und in erster Annäherung haben wir gefunden, dass die gemessene Durchflusswelle keine komplexe, sondern eine über gut bestimmbare Momente verfügende elementare Lognormalverteilung darstellt. Danach haben wir das untersuchte Höhlensystem vom Durchflusswellen-Systemuntersuchungs-Gesichtspunkt aus, laut dem Gewichtsfunktionprinzip ausgewertet.

Die Form der Durchflusswelle wird - im Fall von gut bestimmten Bedingungen - also vom Charakter, Raumausbildung des Höhlensystems bestimmt. Dieser Umstand ermöglicht, dass die Durchflusswelle zur Charakterisierung des Hosszú-Alsó-Höhlensystems benutzt wird. Die Durchflusswelle ist, den obigen entsprechend, eine zeitliche Änderung, eine Zeitreihe der an der Ausflusseite der Höhle - bei der Quelle - gemessenen Strahlungsintensität des Indikationsstoffes. Es ist naheliegend, dass der Verlauf der Welle durch die zu den charakteristischen Punkten der Welle gehörenden Zeitparameter gekennzeichnet wird. Im Laufe der Auswertung der Messungen werden wir, zur Charakterisierung der Höhle die untenstehenden Zeitparameter verwenden:

1. Die für den Idealfall berechnete durchschnittliche Aufenthaltsdauer, t_{sz} :

$$t_{sz} = \frac{V}{Q_v}$$

wo V = Nutzinhalt des Höhlenbaches;
Q = Durchflussmenge.

2. Von der allgemeinen Praxis abweichend - wo die geometrischen Angaben des untersuchten Wassersystems bekannt sind und so die ideale Aufenthaltsdauer durch Berechnungen bestimmbar ist - kann in unserem Fall die Menge des im Höhlenbach zwischen dem Minerva-Wasserschlinger und der Quelle vorhandenen Wassers in Kenntnis der gemessenen Aufenthaltsdauer geschätzt werden.
3. Der Anfangszeitpunkt der Erscheinung des Indikationsstoffes im Messprofil ist t_k .
 t_k bedeutet die kürzeste Aufenthaltsdauer eines im Höhlenbach indizierten Wasserteilchens. Der Wert von t_k wird gewöhnlich als ein Mass des Kurzschlusses verwendet.
4. Der zum Maximum der Durchflusswelle gehörende Zeitpunkt, t_m .
Im Zeitpunkt t_m wurden die ins Messprofil kommenden Wasserteilchen am wenigsten vom Wasser des Höhlenbaches verdünnt.
5. Der zur Hälfte der unter der Durchflusswelle stehenden Fläche gehörende Zeitpunkt, t_{50} .
Bis zum Zeitpunkt t_{50} ist die Hälfte der indizierten Wassermenge durch das Messprofil geflossen, so:

$$\int_{t_k}^{t_{50}} f/t \cdot dt = \int_{t_{50}}^{t_{\infty}} f/t \cdot dt = \frac{1}{2} F_h$$

$$F_h = \int_{t_k}^{t_{\infty}} f/t \cdot dt$$

t_{50} gilt also als der zur Hälfte der Summe der gemessenen Strahlungsintensitäten gehörende Zeitpunkt, der physikalisch genommen den durchschnittlichen Aufenthalt des Indikationsstoffes bedeutet.

In unserem Fall wurde der Zeitpunkt t_{50} aus der Integralkurve der Durchflusswellen, auf graphischem Wege bestimmt.

5. Der zur senkrechten Schwerlinie der unter der Durchflusswelle befindlichen Fläche gehörende Zeitpunkt t_s . Der Zeitpunkt t_s wird der Schwerpunktdefinition entsprechend berechnet, oder er kann graphisch, aus der Integralkurve der Durchflusswelle konstruiert werden. Der Wert t_s wurde bei der Auswertung der Messungen auf numerischem Wege bestimmt. t_s ist physikalisch die durchschnittliche Aufenthaltsdauer der an der Strömung teilnehmenden - sich ausser den Toträumen befindenden - Wassermenge. So gilt dies als eine für die "Raumausnutzung" des Höhlenbaches kennzeichnende Messzahl. Daraus folgt, dass für die Grösse der Toträume, annähernd, das Verhältnis zwischen t_{sz} und t_s charakteristisch ist.

6. Endzeitpunkt der Wahrnehmung des Indikationsstoffes im Messprofil, t_v . Der Zeitpunkt t_v bedeutet den Durchfluss der ganzen Indikationsstoffmenge. Die Bestimmung von diesem ist schwierig und in vielen Fällen fast unmöglich. Ein verhältnismässig gutes Ergebnis kann derart erzielt werden, dass die Normalform der Durchflusswelle auf Lin-Log-Papier dargestellt wird /der Zeitwert auf der linearen, die relative Strahlungsintensität auf der logarithmischen Achse/. So kann der Wert von t_v extrapoliert werden, da der Verlauf der Funktion gerade ist und mit einer guten Annäherung den Wert t_v auf der Axe t schneidet.

In unserem Fall ist diese Extrapolation erfolglos, weil der Ablaufzweig vom Ausfallen von Tschernobyl unsicher gemacht wurde.

7. Zeitparameter t_{10} und t_{90} . Diese Zeitparameter bedeuten diejenigen Zeitpunkte, in den die ersten 10 %, bzw. 90 % der eingespeisten Indikationsstoffmenge das System verliessen. Der Wert t_{10} ist, ähnlich wie t_k eine für den Kurzschluss, t_{90} dagegen eine für das Mass der Vermischung, entsprechend t_v kennzeichnende Zahl. Der Unterschied $t_{90} - t_{10}$ ist für den Dispersitätsgrad der indizierten Wassermenge kennzeichnend.

Im späteren /in der Aufstellungstabelle/ führen wir, unter den kennzeichnenden Parametern der Durchflusscharakteristiken, diejenigen verschiedenen Werte vor, die als dimensionslose, auf die berechnete, durchschnittliche Aufenthaltsdauer bezogene Kennwerte des untersuchten Höhlenbaches sein können. Dies kann bei den eventuellen weiteren Untersuchungen von einer besonderen Bedeutung sein, weil es die Vergleichenungen exakt macht.

Gesamtergebnisse der Messungen:

Materialbilanz:

Gemessene Aktivität bei der Indikation	160 ± 30 mCi
Aus den Messergebnissen der Medence-Quelle berechnete Austrittsaktivität	168 mCi
Aus den Messdaten der Cs6-Quelle berechnete Austrittsaktivität	177 mCi

Aus der obigen Materialbilanz ist ersichtlich, dass die Wassermengen der Medence- sowie der Cs6-Quelle den beim Wasserschlenger Minerva eingespeisten Stoff restlos enthielten. So gilt als bewiesen, dass der Wasserschlenger Minerva, beim während der Messperiode gegebenen Wasserdurchfluss, sein Wasser ausschliesslich für diese beiden Quellen liefert. Es ist wichtig zu bemerken, dass wir aus dem Wasser der nahe befindlichen Komlós-Quelle stundenweise eine Probe genommen haben und, bei der Messung von diesen mit Hilfe der bei Jósva-Quellengruppe angelegten Messeinrichtung, keine Aktivität beobachtet wurde. So kann auch als bewiesen betrachtet werden, dass vom Höhlenwasser/-Bach/ zwischen dem Minerva-Wasserschlenger und den Medence-, Cs6-Quellen kein Wasser dem Komlós-Quelle übergeben wird. Die bei der Cs6-Quelle gemessenen und berechneten hydraulischen Parameter:

Q_v - 418 m ³ /h/ 6966 l/Min./	/Medence- und Cs6-Quelle zusammen/
t_{sz} - unbekannt	/die geometrischen Daten des Höhlenbaches sind unbekannt/
V - $\sim 5 \times 10^4$ m ³	
t_k - 1,6 h	graphische Bestimmung
t_{10} - 106,0 h	graphische Bestimmung
t_m - 117,0 h	" "
t_{50} - 118,9 h	" "
t_s - 121,2 h	numerische Bestimmung
t_{90} - 140,6 h	graphische Bestimmung
t_v - unbekannt	

Nehmen wir statt t_{sz} , willkürlich den Wert t_s für Referenzzeit, so werden die dimensionslosen Werte folgende sein:

$$\eta_k = \frac{t_k}{t_s} = 0,75$$

$$\eta_m = \frac{t_m}{t_s} = 0,96$$

$$\eta_{50} = \frac{t_{50}}{t_s} = 0,98$$

$$\eta_{90/10} = \frac{t_{90}}{t_{10}} = 1,33$$

$$\eta_{90-m} = \frac{t_{90} - t_m}{t_m - t_k} = \frac{23,6}{25,4} = 0,93 \quad \text{/Asymmetrieindex/}$$

Die Grösse der Toträume ist vernachlässigbar, wenn der Wert von η_m und η_{50} 1 nahekommt. /Dispersionsindex/

Der Vollständigkeit halber erwähnen wir, dass der ursprüngliche Messplan auch eine weitere Indikation beim Wasserschlenger von Nehéz-út, ferner eine Durchflusswellenuntersuchung von diesem enthielt.

Das Indizieren wurde am 25. April um 15 Uhr 45 durchgeführt, aber die Erscheinung des Ausfallens von Tschernobyl am 28. April um 15 Uhr 30 machte das weitere Detektieren und überhaupt alle weiteren Messungen unmöglich.

Gajdos L.: Borsodi Vegyi Kombinát PVC-III ipari szennyvizek tisztító hidraulikai vizsgálata 1975-76.

Témaszám: 64-2-328-054. (MTA Izotópkutató Intézet)

Gebelein H.: Logarithmische Normalverteilungen und ihre Anwendungen. Mitteilungsblatt für mathematische Statistik (1950) Heft 3.

D.Groche: Die Messung von Fliessvorgängen in ausgefüllten Bauwerken...

Kommissionsverlag R.Oldenbourg München 1964.

Dr.Horváth Imre: Vízügyi Műszaki Gazdasági Tájékoztató 38.füzet

A csernobili atomerőmű baleset sugárzási következményei Magyarországon. Szakmai összefoglaló jelentés, Budapest, 1986 július. Országos Atomenergia Bizottság (Bíró Tamás, Fehér István, Sztanyik B.László)

Milan Félix a.inz Karel Blacha: Matematickostatistické metody r chemické prumíslý 1962 Praga

Szilágyi Ferenc: A Baradla Rövid-Álsó barlangjának feltárása Karszt és Barlang 1982 II.

EDV-GESTUTZTES HOHLENVERZEICHNIS IN ÖSTERREICH

STUMMER, Günter

Das österreichische Höhlenverzeichnis, dem eine strenge naturräumliche Gliederung und ein EDV-gerechtes Kennziffernsystem zugrundeliegt, wird seit 1987 auf elektronische Datenverarbeitung umgestellt. Neben einem kurzen Abriss über den systematischen Aufbau des Verzeichnisses wird insbesondere auf die Struktur und den Inhalt der modernen EDV-Höhlenlisten und die durch die Computerbearbeitung bestehenden Möglichkeiten hingewiesen.

1. EINLEITUNG

Der systematische Aufbau des "Österreichischen Höhlenverzeichnisses" wurde bereits in vielen Beiträgen (SCHAUBERGER & TRIMMEL 1952, STUMMER 1978) eingehend beschrieben und wird daher in diesem Rahmen nur übergeordnet behandelt. Grundlage des Höhlenverzeichnisses ist eine naturräumliche Gliederung des Bundesgebietes und die Zuordnung dieser Naturräume zu einem vierstelligen Kennziffernsystem, aus dem gleichzeitig auf die Lage dieses Raumes innerhalb Österreichs geschlossen werden kann. Dieses Kennziffernsystem wurde für Österreich gleichzeitig mit der Gründung des Verbandes Österreichischer Höhlenforscher eingeführt, basiert jedoch auf Vorarbeiten und Ideen von Gustav Abel, die bereits 1934 vorgelegt wurden (MAIS 1984).

Jede der vier Ziffern der Kennziffer repräsentiert eine bestimmte Hierarchie. Die erste Ziffer legt die Großeinheit fest. In Österreich sind vier derartige Großeinheiten, 6000 = Böhmisches Massiv, 1000 = Nördliche Kalkalpen, 2000 = Zentralalpen und 3000 = Südliche Kalkalpen, ausgewiesen. Die Großeinheiten 4000 und 5000 stehen inzwischen in Ungarn in Verwendung, das sich diesem Kennziffernsystem 1972 angeschlossen hat (STUMMER 1978). Die zweite Ziffer legt schließlich die Hauptgruppe, die Dritte die Untergruppe und die Vierte die kleinste Einheit, die Teilgruppe fest. Innerhalb der eindeutig festgelegten Grenzen einer derartigen Teilgruppe werden die Höhlen fortlaufend nummeriert. Als oberstes Ordnungskriterium ist daher jede österreichische Höhle, über die Unterlagen vorliegen, die zur eindeutigen Identifizierung und Wiederauffindbarkeit ausreichen, durch die sogenannte Katasternummer und durch ihren Namen (z.B. 1547/9 = DACHSTEIN-MAMMUTHÖHLE) festgelegt.

Im Sinne einer Dezentralisierung der gewaltigen Aufgabe, die Höhlen Österreichs zu dokumentieren, wurden verschiedene höhlenkundliche Vereine Österreichs mit der "Katasterführung" bestimmter Landschaftsteile betraut. Diese katasterführenden Vereine vergeben in ihrem Bereich die Nummern für neu entdeckte Höhlen und führen den sogenannten "Originalkataster", in dem, nach Kennziffern und Nummern geordnet, alle verfügbaren Unterlagen über jede Höhle gesammelt werden. Daneben bemüht sich die Karst- und höhlenkundliche Abteilung des Naturhistorischen Museums in Wien als einzige staatliche Dokumentationsstelle für dieses Fachgebiet, einen gesamtösterreichischen Originalkataster aufzubauen. Aufgrund der großen Anzahl von Höhlen sind in diesem Kataster derzeit allerdings nur die wesentlichsten Höhlen Österreichs erfaßt.

Um jedoch einen raschen Überblick über alle österreichischen Höhlen zu erhalten, wurde das "Österreichische Höhlenverzeichnis" geschaffen. Dieses Höhlenverzeichnis stellt einen Auszug aus dem Originalkataster dar, in dem die wesentlichsten Informationen über jede Höhle, meist in kodierter Form, angegeben werden. Bis 1981 wurden zur Erstellung dieses Höhlenverzeichnisses die Änderungen und Ergänzungen zu diesem Verzeichnis von den katasterführenden Vereinen an den Verband österreichischer Höhlenforscher übermittelt, dessen Funktionäre versuchten, die Listen evident zu halten. Sowohl durch die technische Administrierung dieser Listen als auch durch die personelle Überbelastung der Verbandsfunktionäre war es in diesem Zeitraum nie möglich, das Verzeichnis auf dem letzten Stand zu halten.

2. DIE NEUBEARBEITUNG DES HOHLENVERZEICHNISSES

Mit der Gründung des "Instituts für Höhlenforschung" am Naturhistorischen Museums in Wien als Nachfolgeorganisation der ehemaligen "Höhlenabteilung" des Bundesdenkmalamtes stand ab 1979 eine Fachstelle für Speläologie in Österreich zur Verfügung. Es war naheliegend und sinnvoll, daß dieses Institut gemeinsam mit dem Verband österreichischer Höhlenforscher und den katasterführenden Vereinen die Bearbeitung des Höhlenverzeichnisses übernahm. Diesem Institut stand ab 1981 eine vollelektronische Speicherschreibmaschine mit Diskettenstation zur Verfügung. Mit Hilfe dieser technischen Mittel begann nun der Verfasser eine völlige Neubearbeitung des Österreichischen Höhlenverzeichnisses, wobei gleichzeitig weitere Informationen in die Liste aufgenommen wurden (STUMMER 1983). Die Arbeiten gingen dank der guten Zusammenarbeit rasch voran, sodaß bereits 1984 das Österreichische Höhlenverzeichnis flächendeckend und aktuell vorlag und der Verfasser eine statistische Auswertung der 1984 erfaßten 8012 Höhlen vornehmen konnte (STUMMER 1984). Nun wurden die jährlichen Ergänzungen und Änderungen, aus personellen Gründen meist in zweijährigem Intervall, eingearbeitet.

Diese Vorgangsweise wird bis heute beibehalten, allerdings stand ab dem Jahre 1987 dem Institut für Höhlenforschung, der jetzigen "Karst- und höhlenkundlichen Abteilung" erstmals ein Personal-Computer zur Verfügung, sodaß es naheliegend war, das Österreichische Höhlenverzeichnis auf EDV umzustellen, um alle Vorteile dieser Technologie nutzen zu können. Seit 1987 sind diese Arbeiten im vollen Gange und derzeit sind bereits rund 70% des Höhlenverzeichnisses in einer Datenbank (Speldok-Austria) erfaßt.

3. DIE COMPUTERERFASSUNG DES HOHLENVERZEICHNISSES

Ähnlich wie beim Umstieg von manuell geschriebenen Listen auf die Speicherschreibmaschine wurde auch beim Umsteigen auf die Computererfassung der Informationsgehalt der Listen wesentlich erweitert, insbesondere hinsichtlich des Lage-

The Austrian cave-registry, which is based on an exact natural structure and on exact registration numbers is transferred since 1987 at the computer. The paper presents a short summary about the systematic structure of the cave registry and on top of all that the modern structure and contents of this computer-lists and the possibilities within will be presented.

bezuges der einzelnen Höhle in verschiedenen Systemen sowie hinsichtlich der Längen- und Tiefenangaben.

Die Arbeiten werden derzeit auf einem IBM-compatiblen XT mit dem Datenbanksystem Framwork III durchgeführt, das einerseits relativ leicht zu handhaben ist, andererseits die Möglichkeit der Überführung der Datenbank in die meisten Textsysteme und dBase erlaubt und alle bei modernen Datenbanken üblichen Suchvorgänge, Verknüpfungen und Filterungen ermöglicht. Damit ist es nun möglich, nicht nur numerische Listen zu erstellen, sondern auch Listen mit bestimmten Fragestellungen (z.B. Trennung nach politischen Einheiten, nach Größenordnung, nach Kartenblättern, nach Seehöhe oder nach Koordinatenbereichen). Da in zunehmendem Maße auch die katasterführenden Vereine über entsprechende Hardware verfügen, ist auch der Austausch der Listen in Diskettenform möglich geworden.

Entscheidende Verbesserungen hinsichtlich der früheren Listen wurden insbesondere beim Lagebezug der Höhlen eingearbeitet. So ist es nun möglich, die Lage einer Höhle innerhalb administrativer Grenzen (Bundesland, Politischer Bezirk, Gemeinde), innerhalb naturräumlicher Grenzen (durch die Katasternummer), innerhalb eines geographischen Rasters (durch die Nummer der Österreichischen Karte 1:50 000) und innerhalb eines geometrischen Rasters (durch die Bundesmeldenetz-Koordinaten) exakt anzugeben (Abb. 1). Weiters wurde der Größenordnungskode von bisher 5 Stufen (0-4) auf 10 Stufen detailliert (0-9) und ein neuer Tiefenkod (0-9) eingeführt. Damit kann die räumliche Dimension einer Höhle besser erfaßt werden.

In der folgenden Liste sind alle Informationen aufgelistet, die derzeit im "Österreichischen Höhlenverzeichnis" erfaßt werden.

4. ERLÄUTERUNGEN ZU DEN KODES UND ABKÜRZUNGEN IM ÖSTERREICHISCHEN HOHLENVERZEICHNIS

Im vollständigen Ausdruck der Liste sind folgende Informationen, meist in Form von Codes, enthalten:

A. Höhlenart

Die Höhlenart wird in der Liste im Feld Typ durch einen Buchstaben oder eine Buchstabenkombination gekennzeichnet. Es bedeutet:

T	TROCKENHÖHLE: Mehr oder minder horizontal verlaufende Höhle mit Schotter-, Sand-, Lehm- oder anderen Höhlensedimenten.
W	WASSERHÖHLE: Ständig wasserführende Höhlen, Höhlen mit Höhlenbächen, Schlinger und Schwinden sowie Wasserspeicher und Karstriesenquellen.
(W)	ZEITWEILIG AKTIVE WASSERHÖHLE: Die Wasserführung erfolgt nicht ständig; manchmal erfolgt ein überraschender Wassereinbruch
E	EISHÖHLE: Höhlen mit ständiger Eisführung (auch über den Sommer).
(E)	PERIODISCHE EISHÖHLE: Eisbildung nur in der kalten Jahreszeit.
S	SCHACHTHÖHLE: Mehr oder minder vertikal verlaufende Höhlen.
H	HALBHÖHLE: Wandnischen, Felsdächer, Schichtausbrüche, soweit sie Höhlencharakter haben; Uferhöhlen. Im allgemeinen mit 5m Mindestlänge, wobei die Eingangsbreite größer sein soll als die Tiefe der Halbhöhle.
G	GIPSHÖHLEN
k	Künstlich veränderte Naturhöhle (meist in Kombination mit anderem Kode).

Die Gliederung in einzelne Höhlenarten ist keine streng wissenschaftliche Einteilung, sondern entspricht praktischen und zweckmäßigen Erwägungen. Da sehr häufig der Gesamtcharakter einer Höhle nicht durch einen einzigen Kode ausgedrückt werden kann, werden Höhlen-Mischtypen durch Aneinanderreihen der zutreffenden Codes gekennzeichnet, z. B.:

TS Horizontal verlaufende Trockenhöhle mit eingeschalteten Schachtabstiegen
ET Eishöhle mit anschließendem längeren Trockenteil
TW Trockenhöhle mit wasserführendem Höhlenteil

B. Größenordnung (Gesamtlänge und Tiefe)

Die Gesamtlänge und die Tiefe einer Höhle werden, aufgrund von Vermessungen, ebenfalls durch einen Kode angegeben, die Länge im Feld (G), die Tiefe im Feld (T). Dadurch ergibt sich eine zweistellige Zahlenkombination, die Rückschlüsse auf Länge und Tiefe der Höhle zuläßt. Sofern der Tiefenkod fehlt, ist dieser derzeit noch nicht erhoben. Es bedeutet:

Länge	Kode	Tiefe
unbekannt	0	unbekannt
bis 49m	1	bis 49m
50 - 499m	2	50 - 99m
500 - 4999m	3	100 - 199m
5000 - 9999m	4	200 - 499m
10000 - 24999m	5	500 - 749m
25000 - 49999m	6	750 - 999m
50000 - 99999m	7	1000 - 1249m
100000 - 499999m	8	1250 - 1499m
über 500000m	9	über 1500m

C. Stand der Erforschung

- unerforscht, keine Unterlagen vorhanden.
- = nur flüchtig erforscht (informativ befahren) aber noch nicht vermessen.
- x zum Großteil erforscht und teilweise vermessen.
- + vollständig erforscht und vermessen (Plan, Bericht, Lage- und Zugangsbeschreibung) beim katasterführenden Verein aufliegend.

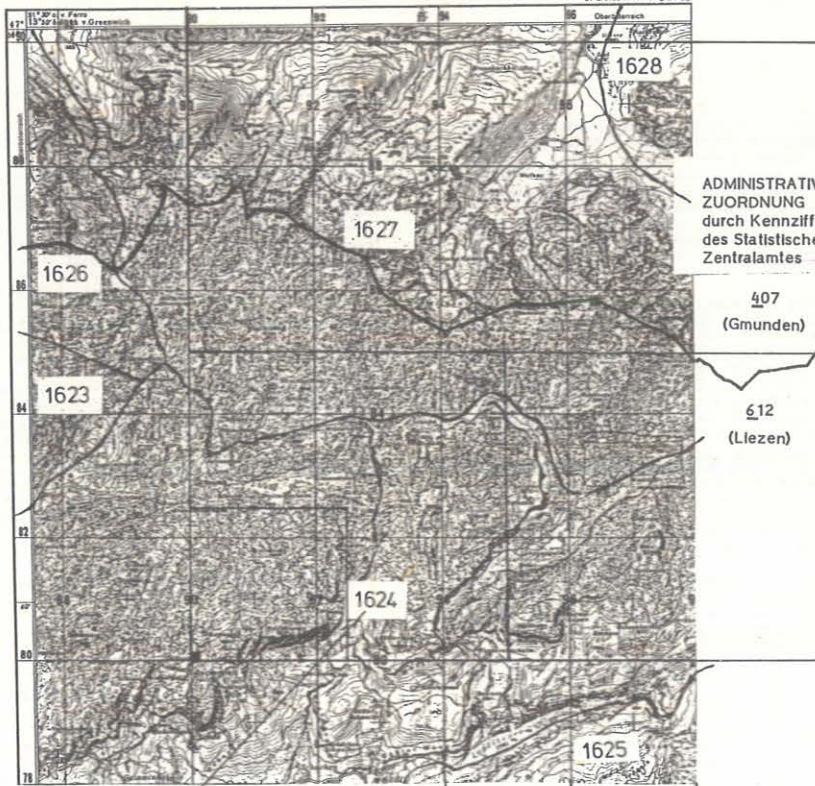
Die Kodes + und x sind bei großen Höhlensystemen praktisch gleichzusetzen, da durch laufende Forschungen "vollständig erforscht" nicht zutrifft.

Im Höhlenverzeichnis ist zuerst der Längen-, daran anschließend der Tiefenkode angegeben.

GEOGRAPHISCHE ZUORDNUNG durch Blattnummer der ÖK50

97 BAD MITTERNDORF

Österreichische Karte 1:50 000 mit Straßenauflage



ADMINISTRATIVE ZUORDNUNG durch Kennziffer des Statistischen Zentralamtes

407 (Gmunden)

12 (Liezen)

NATURRÄUMLICHE ZUORDNUNG Kennziffer des VÖH

- 1000 Nördliche Kalkalpen
- 1600 Östliche Salzkammergutalpen
- 1620 Totes Gebirge
- 1624 Grundseer Berge

GEOMETRISCHE ZUORDNUNG durch das Bundesmeldenetz

Abb. 1 : Räumliche Zuordnungs-möglichkeiten im Österr. Höhlenverzeichnis

D. Abkürzungen

- ÖK50 Österreichische Karte 1:50 000
- ÖK25 Österreichische Karte 1:25 000
- (AV) Alpenvereinskarte (meist bei der Umgrenzung oder der verbalen Lageangabe).
- * Nach dem Bundesgesetz vom 26. Juni 1928 (BGBl. Nr. 169) zum Naturdenkmal erklärt, Feld (N).
- + Aufgrund landesgesetzlicher Bestimmungen unter Schutz, Feld (N).

E. Katasterführung

Zur Kennzeichnung der Zuständigkeit der Katasterführung (Führung des Originalkatasters und Vergabe neuer Höhlen-Nummern) wurden die beiden ersten Ziffern der Postleitzahl des katasterführenden Vereines gewählt und mit den Buchstaben Kf (Katasterführung) kombiniert (mit Ausnahme des bayerischen Alpenanteils). Der Katasterführungscode steht jeweils am Beginn der Beschreibung der Teilgruppen-grenzen. Es bedeutet:

- Kf10 = Landesverein für Höhlenkunde in Wien und Niederösterreich
1020 WIEN, Obere Donaustraße 97/1/61
- Kf40 = Landesverein für Höhlenkunde in Oberösterreich
4020 LINZ, Ursulinenhof, Brieffach 10
- Kf48 = Zweigverein Hallstatt - Obertraun
4820 BAD ISCHL, postlagernd
- Kf50 = Landesverein für Höhlenkunde in Salzburg
5020 SALZBURG, Schloß Hellbrunn, Obj. 9
- Kf63 = Landesverein für Höhlenkunde in Tirol
6300 WÖRGL, Innerkoflerkaserne
- Kf68 = Karst- und höhlenkundl. Ausschuß (Vorarlberger Landesmuseumsvereins)
6850 DORNBIERN, Marktplatz 33
- Kf80 = Landesverein für Höhlenkunde in Steiermark
8010 GRAZ, Brandhofgasse 18
- Kf87 = Sektion Zeltweg
8740 ZELTWEIG, Höhenstraße 10
- Kf89 = Verein für Höhlenkunde in Obersteier
8983 BAD MITTERNDORF, Postfach 19
- Kf90 = ARGE Höhlenkataster beim Amt der Kärntner Landesregierung
9020 KLAGENFURT, Wulfengasse 13
- KfBy = Verein für Höhlenkunde in München, Blütenburgstr. 91, D-8000 MÜNCHEN (für den bayerischen Alpenanteil)

Die Umgrenzung der Teilgruppen (Großeinheit-Hauptgruppe-Untergruppe-Teilgruppe) ist nach naturräumlichen Gesichtspunkten (vorwiegend hydrologischen und geologischen Gegebenheiten folgend) durchgeführt. Administrative Grenzen (Bundesländergrenzen, Staatsgrenze) wurden kaum berücksichtigt. Aus der Lage einer Höhle in einer bestimmten Teilgruppe kann daher noch nicht auf die Zugehörigkeit zu einer administrativen bzw. politischen Einheit geschlossen werden. Da jedoch Höhlenschutz in die Kompetenz der Bundesländer fällt, wurden die Höhlen zusätzlich in dem vor der Katasternummer stehenden Feld (L) hinsichtlich der Zugehörigkeit zu einem Bundesland (Staat) gekennzeichnet. Die vor der Katasternummer stehende Zahl bedeutet:

- 1 Höhle liegt in Burgenland
- 2 Höhle liegt in Kärnten
- 3 Höhle liegt in Niederösterreich
- 4 Höhle liegt in Oberösterreich
- 5 Höhle liegt in Salzburg
- 6 Höhle liegt in der Steiermark
- 7 Höhle liegt in Tirol
- 8 Höhle liegt in Vorarlberg
- 9 Höhle liegt in Wien
- B Höhle liegt in Bayern
- C Höhle liegt in der Schweiz

Bei grenzüberschreitenden Höhlen können diese Codes auch kombiniert werden. Die Ziffern für die Bundesländer sind voll kompatibel mit der ersten Ziffer des fünfstelligen Gemeindekodes des Statistischen Zentralamtes. Durch die Einführung weiterer vier Ziffern in Anschlag an die Bundesländerziffer kann daher in Zukunft jede Höhle bis auf Gemeindeebene zugeordnet werden, z.B.:

- 4 07 04
- Gemeinde Ebensee
- Politischer Bezirk Gmunden
- Bundesland Oberösterreich

Wo diese Zuordnung des Politischen Bezirkes und der Gemeinde schon durchgeführt ist, sind die vier Ziffern in Feld (BHGEM) zwischen Landeskode und Katasternummer angeführt.

Jeder einzelnen Höhlen-Teilgruppe ist der Name der Teilgruppe, die Kartenblätter der Österreichischen Karte 1:50 000, auf denen die Teilgruppe liegt, der Katasterführungscode und die verbale Umschreibung der Teilgruppe vorangestellt. Bei der Beschreibung der Umgrenzung gelten die topographischen Bezeichnungen der Österreichischen Karte 1:50 000. Wo auf andere Karten zurückgegriffen wurde, ist dies eigens vermerkt.

Alle oben angeführten Informationen sind in der Datenbank des Österreichischen Höhlenverzeichnisses in folgenden "Feldern" angesiedelt:

Feld	Feldinhalt
L	Bundesländerkode (siehe Abschnitt F).
BHGM	Ziffernkode für Politischen Bezirk und Gemeinde (siehe Abschnitt F).
Kat.Nr.	Offizielle Nummer der Höhle im Höhlenverzeichnis. Besteht aus der vierstelligen Teilgruppenkennziffer und durch einen "/" getrennt aus der fortlaufenden Höhlennummer (z.B. 1547/9). Steht die Katasternummer in "()" bedeutet dies, daß die Höhle nun Teil einer anderen Höhle geworden ist. Auf diese Höhle wird verwiesen.
E	Bezeichnung mehrerer Eingänge zu einer Höhle in Kleinbuchstaben, z.B. a, a-c.
N	Höhle steht unter Schutz (gekennzeichnet durch * und +, siehe Abschnitt D).
Name	Offizieller Name der Höhle in Großbuchstaben. Namen in Kleinbuchstaben stellen Zweitnamen oder Eingangsnamen oder Eingangsnummern zu einer Höhle (a,b), dar.
GT	Kodes für Ganglänge und Tiefe einer Höhle durch eine zweistellige Zahlenkombination (siehe Abschnitt B).
Typ	Kodes für Höhlenart, durch Buchstaben oder Buchstabenkombinationen (siehe Abschnitt A).
s	Forschungsstand, gekennzeichnet durch + x = - (Abschnitt C).
OK	Nummer der Österreichischen Karte 1:50 000.
RW	Rechtswert des Höhleneinganges im Bundesmeldenetz (wenn erhoben).
HW	Hochwert des Höhleneinganges im Bundesmeldenetz (wenn erhoben).
S	Seehöhe der Höhle.
Lage	Im Vollaussdruck ist auch die Lage verbal angegeben, in der Kurzform des Ausdruckes jedoch nicht.

Im Anschluß wird in Abb. 2 eine Teilgruppe im Ausdruck dargestellt.

1618 - GASSLKOGELE-HOCHKOGEL
(SK 66, 67)

Politischer Bezirk und Gemeinden: 07 . . . Pol.Bez. Gmunden
0 4 Ebensee
0 5 Gmunden
0 7 Grdnau

Kf40

Umgrenzung:

Rinnbach - Traunsee bis Lainaustiege - Lainaubach - Durchgang (Kote 1158) - Markierung über Hatergraben und Almgegg zum Almfluß - diesen aufwärts bis zum Auersbach - Donnersteinhütte (704m) - Grdnangerl (1025m) - Rinnbach bis Traunsee.

***** Speldok - Austria *****

KHA-Nat.Hist.Museum Wien, ausgedruckt am 19.4.1989

L	BHGM	Kat.Nr.	E	N	Name	GT	Typ	s	OK	RW	HW	SH
4	0705	1618/001		*	RÖTSELSEHÖHLE	21	M	+	066	485800	298600	0586
4	0705	1618/002	a-b	*	GASSL-NIEDERHÖHLE	11	T	+	067	484400	298650	
4		1618/002	a		Nebenhöhle - GASSL-NIEDERHÖHLE							1220
4		1618/002	b		Haupthöhle - GASSL-NIEDERHÖHLE							1215
4	0704	1618/003		*	GASSL-TROPFSTEINHÖHLE	33	TSM	+	067	498150	298400	1234
4	0704	1618/004			GRUSHÖHLE	21	T	+	067	489000	298200	1225
4	0707	1618/005			FUCHSLOCH	11	T	+	067	496050	301500	0570
4	0707	1618/006			GUSLUTZKIRCHE	11	HW	+	067	495850	301700	0560
4		1618/007			WASSERFALLHÖHLE	19	H	+	066			0423
4	0705	1618/008			NEBENHÖHLE				066	485800	298600	0590
4	0707	1618/009			WEISSE WAND-HÖHLE	21	HTW	+	067	491000	298900	0985
4	0704	1618/010			SCHLAGLOCH	1	S	+	067			1305
4	0704	1618/011			KOCHWALDLOCH	2	T	+	067			0550
4	0704	1618/012			FEDINANDHÖHLE	2	T	+	067			1184
4	0705	1618/013			GANSLÖCH IM LUCKERHUT	1	T	+	067			0500
4	0705	1618/014			EISENLOCH	11	H	+	066	485750	301000	0422
4		1618/015			SAULENISCHE	11	H	+	066	485900	301350	0422
4	0705	1618/016			DREILAITBROT-DURCHSEHLÜCKE	11	H	+	066	485600	300500	0422
4	0705	1618/017			BRANDUNSSPALT	11	T	+	066	485650	300700	0422
4	0704	1618/018			U-HAKENLOCH	11	T	+	066	485750	298450	0518
4	0704	1618/019			KOCHWALD-VERSTÜRZHÖHLE	11	T	+	066	485750	298450	0515
4	0704	1618/020			FIMBA-NIRL-HÖHLE	11	H	+	066	484525	296500	0455
4	0704	1618/021			BRANLOCH	11	T	+	066			0565
4	0704	1618/022			ECKLOCH	11	HT	+	066	485725	296350	0493
4	0704	1618/023			BERGSCHUHLÖCH	11	HT	+	066	485725	296350	0495
4		1618/023			Versturzraumloch = BERGSCHUHLÖCH 1618/23							
4	0704	1618/024			KONKLOMERATHÖHLE	11	H	+	066	485325	296325	0480
4	0704	1618/025	a-b		JOCHERHÖHLE	11	H	+	066	484900	296325	0470
4	0704	1618/026			HORIZONTALSPALTLOCH	11	T	+	066			0555

Abb. 2 : Computerausdruck der Teilgruppe 1618

Literatur:

MAIS, K. (1984): Das Konzept von Gustave Abel für ein Höhlenverzeichnis aus dem Jahre 1934 - ein Schritt zum "Österreichischen Höhlenverzeichnis". - Wiss. Beihefte zu "Die Höhle" Nr. 31 : 44-45
 SCHAUBERGER, O. & TRIMMEL, H. (1952): Österreichisches Höhlenverzeichnis. - Die Höhle, 3. Jg., Heft 3/4 : 33-36.
 STUMMER, G. (1978): Der Aufbau des österreichischen Höhlenverzeichnisses. - in: Wiss. Beihefte zu "Die Höhle" Nr. 27 : 49-60

STUMMER, G. (1983): Neubearbeitung des gesamtösterreichischen Höhlenverzeichnisses. Beginn einer automationsunterstützten Datenerfassung in der Höhlendokumentation. - Die Höhle, 34. Jg., Heft 2 : 47-58
 STUMMER, G. (1984): Statistischer Überblick über Österreichs Höhlen - Stand Jänner 1984. - Die Höhle, 35. Jg., Heft 3/4 : 277-283

Anschrift des Autors:
 Günter STUMMER
 Karst- und höhlenkundliche Abteilung des Naturhist. Museums Wien
 Messeplatz 1/10, A-1070 WIEN

AEROSPACE DATA AND KARST EXPLORATION - EXPLOITATION

RADAI, Odon

Airphoto interpretation, infrared scanning and satellite image evaluation are already a routine since more than two decades in Hungary -- for karstwater exploration purposes. The work began with self-made oblique-axis airphotos and metric camera images available in archives. Satellite images include photos and scanned ones too. The base of the interpretation work is at the first step topographic map, scale 1:25 000. At the second stage the generalized data are rendered in scale 1:500 000 and satellite data are superposed.

The most important aspect of aerospace data interpretation is the detecting of tectonic phenomena -- since tectonically preformed rock-masses are offering routes for karstwater movement and storage.

Very detailed airphoto interpretation of tectonics is covering already almost the total area of karstic terrains of Hungary. Less detailed large-tectonic maps based mainly on space data interpretation are covering the Transdanubian part of Hungary, the Carpathian Basin and also the surroundings of it.

The tectonic maps reveal a rather strange system of tectonic lines -- totally unknown before the advent of space imagery -- having important aspects far beyond karstwater exploration. Aerospace data are playing a great role in subsurface water environment protection or management too. Almost as a byproduct interpretation aided also speleology.

Airphoto interpretation, infrared scanning and satellite image evaluation are already a routine since more than two decades in Hungary -- where karstwater exploitation is of great importance -- for karstwater exploration purposes. The very beginnings of the application of remotely sensed data go back in time to the end of the 1950s. It became soon clear that these methods are not only of great value, but do furnish data which are indispensable and non-available by any other means. Remote sensing is kind of expanding the range of human senses in space, in time and penetrates into realm of the non-visible parts of the electromagnetic spectrum, physical fields etc.

The author was initiating the use of these methods and is still active in the application thereof. The work has begun with self-made oblique-axis airphotos obtained by hand-held camera and metric camera images available in archives. Later on /from the beginnings of the 1970s/ satellite imagery became available -- in the form of photos and scanned ones too.

The base of the work in interpretation is in most cases a topographic map of adequate scale. Under Hungarian conditions we use scale = 1 : 25 000 or 1 : 10 000. Scales of this order do fit for detailed investigations, the results of which should be always confirmed by ground-truth data /that is by fieldwork methods collected information which enable us to areally extend the validity of the remotely obtained data/.

In case: larger areas have to be covered by interpreted data -- the generalised data are rendered in scales of e.g. 1 : 200 000 or 1 : 500 000. Generalisation of detailed data is aided by satellite image renditions.

Multispectral imagery -- both in the sense of airphotos and satellite-provided renditions -- is enhancing the effectiveness of the interpretation of remotely-sensed informations. A special kind of data-collecting from the non-visible part of the electromagnetic spectrum is performed by infrared scanning /using the so-called infra TV method/. These instruments are providing thermal images -- that is isotherm maps can be constructed, the thermal resolution of which is within tenth of $^{\circ}\text{C}$. It can be used for mapping thermal conditions of the surface of the earth -- including soil- and rock surfaces and the surface of water bodies.

In practice all the karstic areas of Hungary are already mapped by applying aerospace data interpretation methods and very special tasks -- such as e.g. the thermal mapping of the famous /and by dewatering activities of mines highly endangered/ Hévíz spring-lake -- could be tackled as well.

Légi-űr felvételek és azok alkalmazása a karst kutatásában és kiaknázásában

A légifénykép-értelmezés, az infravörös pásztázás és az űrfelvétel értelmezés már több, mint húsz éve része a karstviz kutatásának. A munkát annak idején saját készítésű ferde-tengelyű légifényképekkel és archivált metrikus kamerák felvételeivel kezdtük. A felhasznált űrfelvételek lehetnek tényleges fényképek és letapogatással készültek is. Az interpretációs munka alapja az első lépésnél az 1 : 25 000-es topográfiai térkép. A második lépés idején a generalizált adatokat rendszerint 1 : 500 000-es méretarányban jelenítik meg és erre illesztik az űrfelvétel-szolgáltatta adatokat.

A légi-űr felvételek interpretációjának legfőbb célja a tektonikai jelenségek nyomozása -- minthogy a szerkezeti előre-jelzett kőzet-tömegek kínálnak utat a karstviz mozgás- és tározódás számára.

Igen részletes tektonikai interpretációs anyag fedt le ma már szinte az összes magyarországi karstos területeket. Kevésbé beszéltes nagy-tektonikai térképek -- többnyire űrfelvételek alapján -- már lefedték az ország dunántúli részét, a Kárpát-medencét és annak környezetét is.

A tektonikai térképek egy meglehetősen szokatlan rendszerét tárták fel a szerkezeti vonalaknak -- melyek teljesen ismeretlenek voltak az űrkorszak előtt -- és ezeknek a neo-tektonikai vonalaknak jelentősége túl mutat a karstviz-feltáráson. A légi-űr adatoknak nagy szerep jut a felszín-alatti vizek környezetvédelmében és a felszínalatti vízzel történő gazdálkodásban is. Szinte "mellék-termékként" az interpretáció segít a barlangkutatásban is.

1. The main aims of karstwater exploration by aerospace data

Water -- either provided by precipitation, or by surface water-bodies, sometimes by percolation from non-karstic rocks -- enters karstic rock-masses via discontinuities of the latter. Further-on: karstic water is percolating, seeping and flowing within the matrix rock through voids -- joints, fissures, rifts, faults and caverns-caves -- being either of primary- or of secondary origin. Primary voids are connate to the rock and secondary the result of tectonic forces acting in the surroundings and/or within the karstic rock-masses + erosion - corrosion.

Obviously: the most important aim of aerospace data interpretation is the detecting of tectonic phenomena -- being so closely related to the occurrence of karstic water resources. Aerospace data are of course at the same time offering excellent base for the detailed interpretation of different rock-type occurrences, both in terms of karstic- and non-karstic rocks. Amongst karstic rocks -- which are of primary interest in this context -- their minor differences in facies or formation are also interpretable. Since in Hungary all the karstic regions are already surveyed geologically and in a sense of petrography too -- aerospace data interpretation might only add some details to the existing maps and other renditions. The situation is quite different in the case of tectonics. Airphotos and space images will provide a huge set of tectonic data non-available by field-work methods. This statement is not only valid for karstic area, but in general every other rock-type cropping-out or being covered only by a thin soil-layer or other veneer. Generally one might say: the thicker the loose covering layers are, the more will interpretation provide data on neotectonic phenomena. Another important statement is, that with the increasing height of the moving platform from the board of which data were obtained: more generalised data can be collected. This is rather obvious, because of the -- in most cases -- with the increase of height decreasing resolution-power of data. But there is another phenomenon which will, at least partly, compensate for the former: with increasing area-coverage and resolution-power loss -- the "penetration" of the data will increase. That means, the more the generalisation factor is, the greater will be the depth under the surface to which discontinuities of rock might be detected. And this phenomenon is again of great importance in interpretation works carried out in karstic regions and their surroundings -- that is in terms of karstwater resources development.

What are then the main aims of karstwater exploration -- by aerospace data -- in Hungary, and in general?

Karstwater is in most cases of great economic and social

importance /the two aspects are not always taken into account properly, very often monetary considerations are too often the only factor considered/. Karstic water resources are important because of qualitative- and quantitative characteristics thereof. Two basic approaches have to be taken into account when it comes to karstwater exploration: practical- and theoretical or scientific activities.

Under optimal conditions a sound balance is present in the practical- and scientific activities and in an ideal case science should be always the leading factor -- both in terms of time and influence.

Science should be present in all phases of practical karstwater /in general subsurface water/ exploratory- and exploitation works. That is, every action having an impact on karstic regions should be done on firm scientific base. During all kinds of works science has to be present in a practical- and in a theoretical sense -- and always in an interactive relation. And -- last, but not least -- the advices of scientists should be asked for when any kind of practical action comes to an end in a karstic environment and the areas related to it. That is a karstic area has to be considered as a part of the lithosphere -- being closely bound to phenomena being present and acting in the atmosphere, the hydrosphere and biosphere /the "play-ground" of human beings/.

Science has to deal with all phenomena in karstic terrains; which are of two type: static- and dynamic ones. From the character of remote sensing methods it comes, that static- /or more properly slow-changing/ phenomena are mainly easier to be detected by these methods, than dynamic-, or fast changing characteristics. In both cases a direct- and an indirect approach /or the combination thereof/ might lead to reliable informations -- the former meaning that phenomena are by themselves represented in the remotely sensed data, and the other only detected by indicators. In some cases several direct- and indirect phenomena will lead to a result /via the so-called convergence of evidences/.

So remote sensing is providing informations for all the phases of karst- and karstwater exploratory and exploitation works -- only the proper methods in data-collecting-, data storage and filtering plus data processing should be chosen. Here it has to be emphasized, that all the available data, being related to the area in question, have to be taken into consideration -- in order to increase the reliability of the interpretation of remotely sensed data.

The main aims of the application of remote sensing are: providing additional data to the knowledge of karstic regions in terms of

- geomorphology /including hydrogeomorph and morpho-conservation/,
- geology /emphasys on rock-types in terms of permeability, transmissivity, structural phenomena/
- hydrogeology /phenomena related to infiltration, percolation, seeping, subsurface runoff, occurrence of springs, karstwater-fed swamps, thermal-water; interaction of karstic- and not karstic water resources both on the surface and under the surface; possibilities of artificial karstwater discovery.../
- environmental protection of groundwater resources /in terms of quality and quantity/ and monitoring of the above characteristics in time and space.

2. Results obtained by remote sensing

Practical application had begun by the author in the middle of the 1960es -- and immediately for a very important task: the location of almost hundred sites for drilling operations. The aim was: to create a karstwater level observation network in the Transdanubian Mountain Ranges -- emphasys on the Bakony Mountains -- where human impact destroyed the natural water-household balance of karstic areas. Since time for the project was limited /and financial means still more limited/, all possible new methods which could counterbalance lack of means had to pu in action. The suggestions of the author were accepted and soon the effectiveness of the interpretation of archive air-photos and new oblique-axis airphotos taken by the hand-held camera method was proved. Within about three years practically all the planned wells were ready and the number of failures was only some procent.

Since that times all the other karstic wells being drilled -- for observation and production -- were located by the same method.

The interpretation of karstic areas -- based on airphotos -- was done so that the end-product of the work was a map-sketch on a transparent plastic sheet. Topo map used to be of scale = 1 : 25 000. Soon these transparencies were spreading over large areas of the Transdanubian Mountain Ranges covering an increasing part of it. And by just laying-out a mosaic of the transparencies, something totally new appeared: a never before seen pattern of tectonic lines /or a rather fault-lines/. The lines were mainly straight ones, but soon curved-, circular- and even concentric stripes did flock into a pattern which was at least strange in the context of former tectonic informations on the area.

In the mean time the tectonic analysis of the Bükk Mountains became a necessity, because of observation wells to be drilled there too and further-on because of the explanation of some tracing experiments needed further evidences. Concentric elliptical rings show-up and it became clear, that these are the first proofs of the "diapiroid" character of the Bükk. /Diapir = piercement fold; diapir fold = piercing fold, that is anticline in which a mobile core -- such as salt -- has injected the more brittle overlying rock/. It was easy to find an analogy between the main structure of the Bükk and the strange rounded forms discovered formerly in the Bakony. There was no doubt: the rock-masses building-up the karstic mountains, were lifted to their recent height by similar forces acting upward.

Amongst the obviously emerging circular forms clearly subsiding similarly shaped surfaces could be found -- these are, at least relatively, depressions in the mountainous regions. The correlation between the two phenomena was explained by the horizontal displacements of the rock-masses playing in this case the rôle of salt, but being almost certain clay, marl or other "plastic" material.

At that time it was already proved that dolines, swallow-holes, dolines along lines and forming uvalas, spring-occurrences are closely bound to tectonic lines; since it could be clearly in airphotos. For the interpretation of surface forms of course stereoscopes were used and for data transfer /from air-photos to maps/ sketchmaster or zoom-transferscope.

With the further extension of the areas covered by the tectonic maps it became necessary to investigate also the surroundings -- and all the most important fault-lines dissecting perpendicularly the karstic mountain ranges proved to reach far beyond the karstic areas. By this time the first satellite images /Landsat/ became available. It was a good opportunity to find-out how do these coincide with the general picture obtained by airphotos. The large tectonic lines already known were mostly present in the satellite images and still more beyond these lines.

A striking phenomenon was that the large-tectonic lines traceable on satellite images were closely bound to surface hydrography. Since the total area of Hungary was at that time not yet covered by satellite images the author was forced to find some substitute thereof. The maps representing the original, natural hydrography of the Carpathian Basin turned out to be the ideal aid. Thus not only new and never expected data on karstic terrains could be obtained, but the total tectonic situation of the Basin could be revealed and mapped.

Attempts were made for the explanation of all these features. The "geotumor", or "subcrustal erosion" concept /Stejgner--Horváth 1978/ and the very early findings of Moldvay /1969/.

According to the geotumor concept the exceptionally thin crust within the Basin was produced by subcrustal erosion caused by a large convection-cell in the earth's mantle. This situation is 'responsible' also for the positive geothermal anomaly making Hungary so rich in hot water springs and drilled thermal wells.

The straight-rigid lines are the results of subcontinent-size plate-tectonic movements of either compressive- or dilatating character and acting parallel, but shifted apart along the two characteristic directions: NW-SE. The Hungarian Mountain Ranges were formed by compressive forces and lifted-up. The dilatating forces are more likely to be responsible for the tectonic lines transecting the ranges in more-or-less perpendicular directions.

The elliptical-annular form of the Mátra Mountains is clearly the result of a collapsing caldera. The area is of volcanic origin and the existence of the caldera was presumed long ago -- its form and dimensions were nevertheless for the first time on Landsat images detectable.

The multi-armed "candelabrum" drainage patterns might have been formed by subcrustal convection-cells of lesser dimensions than that of the geotumor. These cells /"geoblisters"/ are relatively mobile, at least along the straight lines to which they are bound. By the shifting of the blisters a candelabra-series can be formed. The stem of the "candlestick" itself being a main river-course and the arms are the tributaries on both sides.

The results of all these investigations -- as it was referred to above -- are in every-day use for instance in the form of the Karstwater table map of the Transdanubian Mountain Ranges. The scale of the map is 1 : 200000 and the tectonic "skeleton" of it is based onto the results of aerospace data interpretation.

A very special application of remote sensing methods in karstwater exploration is the use of infrared scanners. The so-called infra TV was first used for the detection of the "escaping springs". Along the Euda side of the river Danube some traces of thermalwater occurrences under the surface of the stream could be seen -- mainly bubbles and in cold air vapour. The location of these springs was of great practical importance since the water flowing directly into the stream was a loss of the nearby Gellért Spa's main thermal spring. On the other hand during very high water of the Danube a danger of contamination of the Gellért Spring might happen by a reverse flow from the river toward the spa. Almost twenty years ago infra TV was used for the exact location of the hidden thermalwater occurrences, from the board of a ship and under well-chosen meteorological conditions. The action was actually in a multispectral approach realised -- symultaneously normal blackand white photos were taken along with the IRTV images for the exact location of all the single IR pictures. It was a success and IRTV is in use since these times. A very peculiar task -- which could not be by any other means, including the terrestrial application of the IRTV apparatus done -- is the regular investigation of the famous Hévíz. At least once in a year multiband images of the Hévíz Lake-spring are taken from the board of an airplane. Real-time application of IRTV is aided by different film types /e.g. black and white normal- or infrared and normal colour plus infra colour -- false colour--, in accordance with the special tasks to be tackled. The IRTV images /not only single frame photos shot of the TV screen of the apparatus, but video-tapes too/ offer the opportunity to render the data obtained by the IR scanner in a form of isotherm maps. IRTV images are usually taken from two different flight-heights: 500 and 1000 m above ground surface. From these heights thermal image mosaics /in which about six single images are covering the total surface of the lake/ and single images of the whole lake are shot. The additional other photos are used as reference for the IRTV shots and further-on also for the detection of changes of the shape of the lake plus status of vegetation. The lake is beautifully ornated by aquatic vegetation /including floating flowers imported long ago from the tropics: Indian red water lilies/. Vegetation around the lake /diameter of it is about 200 m/ is

of importance because it is aiding the development of a special "climate" above the water mirror -- belonging to the curing effect of it. Series of airphotos shot in regular time intervals are used at the same time for the tracing of the tracks of floating buoys -- that is the system of currents within the lake are surveyed--mapped. All these actions will -- hopefully -- help to save the lake which is already in a critical status, because of decrease of discharge and thus water-temperature too.

3. Remote sensing and speleology

Jamas, swallow-holes being the entrances to caves can be seen in vertical-axis airphotos /in case spatial resolution allows for it/. Oblique-axis airphotos might show the openings of horizontal caves too, in spite of being in a steep flank of hill or in the wall of a quarry. But in a well surveyed region these are already known. Still remote sensing might help the speleologist to find new caves too. And to the knowledge of already mapped caves remote sensing may add new informations.

Since caves are closely bound to discontinuities of the karstic rock-masses: the interpretation of the tectonic phenomena is at least giving evidences or analogies for the analysis of the form /horizontal projection of tectonically preformed/ of caves.

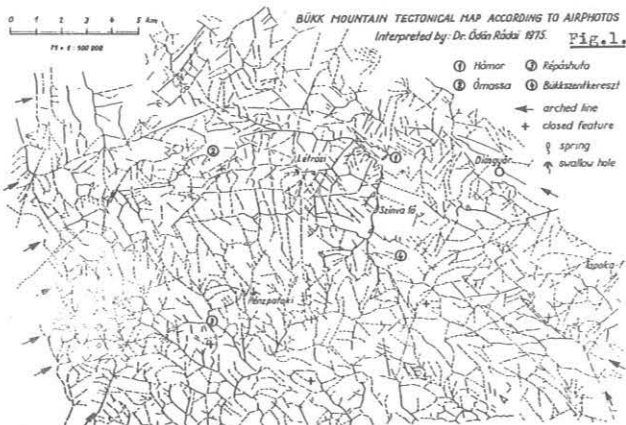
This proved to be so in the case of the caves of Buda.

In the Mecsek Mountains a special occasion was: the interpretation of the karstic surface of a cave /Kölyuk/, where an attempt was made for the subsurface storage of the water coming from it and used for watersupply of nearby settlements. The aim of the experiment was to give a more even character to the hydrograph of the karstwater occurrence. The constructions in the cave were already finished, when the necessity of the use of remote sensing methods became clear for the local experts. On the base of archive- and by the author made oblique-axis photos it soon could be proved, that the site does not really fit for such purposes. The incompetence of the cave was caused by a system of parallel joints which are roughly perpendicular to the main direction of the cavities of cave; that is the direction of the passage into which the water-tight barrage was built. But in fact water leaked-out through the -- only by remote sensing detected -- other system of discontinuities.

A very interesting coincidence of the results of speleology and remote sensing happened in the case of the Szabadság Cave, in the North Hungarian Kartic Region. Here the author mapped also "diapiroides". With the map in his hands one of the covers of the area: started at a certain point, where the outlines of a "diapiroid" do cut roughly perpendicularly the ground-plan of the cave. According to the speleologist: at the spot referring to the surface phenomenon in the cave two different cross-sections do match. One is a roughly round-shaped profile and the other resembles to a key-hole. The key-hole shaped one is in the rock block being lifted as the diapiroid. By other words: the key-hole shaped section has to be divided into two different parts. The upper one was formed together with the round profile of the stable rock-mass and the lower part, which is a vertical slot, was formed during the uplift of the diapiroid, by a continuous incision of the stream running in the cave.

4. Summary

In Hungary remote sensing methods are used as an everyday practice for karst- and karstwater oriented research works. Aerospace data are applied in a multiband manner. The results: remarkable and there is no doubt, these methods are indispensable -- being fast, exact and economic; furnishing partly informations from realms beyond human senses.



REFERENCES

STEGNA, L. and HORVÁTH, F. 1978. Critical tectonics in the Thetys and Pannonian epochs /in Hungarian/ Földtani Közlemény 108: 149-157. Budapest.

MOLDVAY, L. 1969. Features of neotectonical surface-development in the Hungarian Mountain Ranges /in Hungarian/ I. MAFI ÉVI JELENTÉS 1969: 587-637. Budapest.

II. MAFI ÉVI JELENTÉS 1970: 155-179. Budapest.

RÁDAI, Ö. 1968. Use of photogrammetric interpretation for karstic water research in Hungary Hungarian Reports of the 11th International Congress of the ISP, Lausanne, 71-76 p. Lausanne.

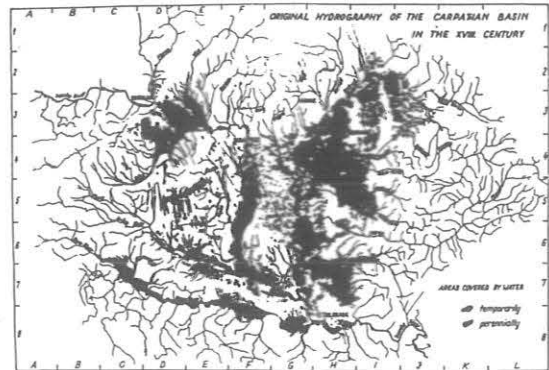
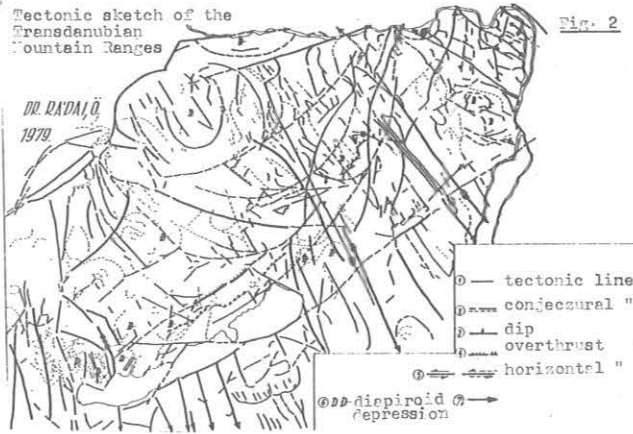


Fig. 3. The original hydrography of the basin displays huge flooded areas.



Fig. 4. 1 - Mátra Mountains, 2 - Bükk Mountains, 3 - Solt Plain, the eastern boundary of the formerly often flooded area along the Danube, 4 - The "focus" of the straight linears, 5 - Long, slightly curved linear feature preforming the southern side of the Lake Balaton and further of the Mátra- and Bükk Mountains, 6, 7 - Relatively small circular features in contact with large ones.

1969. Aerial photographic interpretation and karst-hydrological mapping of karstic areas VITUKI Papers and Research Results Vol. 28: 82 + 63 p., 100 Figs., 62 Photos, 2 Maps. Budapest.

1976. The detection of recent crustal movements by aerophoto-interpretation Proceedings of the XIIIth Congress of ISP, 1976, 6 p., 5 Figs., Helsinki.

1978a. Subsurface water environment and the reconnaissance of it by aerospace methods in Hungary Proc. of the ISP-IUFRO Symp. Freiburg, GFR 13 p., 7 Figs. Freiburg.

1978b. Environmental protection of karstwater by the interpretation of aerospace images Proc. Int. Karsthydrological Symp., Budapest 8 p., 5 Figs. Budapest.

1988. The history of the hydrography of Hungary and the Carpathian Basin - determined by large-scale tectonics Proc. of the INQUA/IGCP 158 Meeting On the palaeohydrological changes during the last 15 000 years /Bern/ June 1985 A.A. Balkema/Rotterdam/Brookfield 1988 145-151 p., 12 Figs. Rotterdam.

INVESTIGATION OF KARST SOIL OF DOLINAS IN BÜKK- AND AGGTELEK-MOUNTAINS IN HUNGARY

BARANY-KEVEI, Ilona

The soil situated between limestone and external ecological factors atmospheric considerable determine the processes of karst formation. Biogen origin of karst processes could be interpreted only together with the processes taking place in the soil. Around one third part of the biogen processes is resulted by macroflora, corrosion of karst stone is caused mainly by microbial processes in soil.

In the soil, the consequences of external ecological factors are reduced by redox potential and buffer capacity of soils but at the same time the physical and chemical characters of the soils react upon the activity of micro- and macroflora.

On the basis of these facts we assumed that the process and changes in condition taking place in the soil can be considered as indicators of karst development.

Depending on the quality of soil the intensity of corrosion changes under the soil, at the same time the types of karst forms vary too.

We present a comparative study on some soil samples of various karst surface from Hungary regarding especially to pH, humus, micro elements and CaCO_3 content of soils as well as to soluble anion and cation contents.

The soil situated between limestone and external ecological factors atmospheric considerable determine the processes of karst formation. Biogen origin of karst processes could be interpreted only together with the processes taking place in the soil. Around one third part of the biogen processes is resulted by macroflora, corrosion of karst stone is caused mainly by microbial processes in soil.

In the soil, the consequences of external ecological factors are reduced by redox potential and buffer capacity of soils but at the same time the physical and chemical characters of the soils react upon the activity of micro- and macroflora.

The emission of noxious materials has increased considerably sulphur dioxide, nitrogen oxides and halogenous materials also have natural sources, they are present in nature in much smaller quantities than emissions from human activity. The material emitted into the air from acidic aerosol with the vapour particles of the air, and a significant portion gets onto the ground with precipitation.

On the basis of these facts we assumed that the process and changes in condition taking place in the soil can be considered as indicators of karst development.

Depending on the quality of soil the intensity of corrosion changes under the soil, at the same time the types of karst forms vary too.

We present a comparative study on some soil samples of various karst surface from Hungary regarding especially to pH, humus, micro-elements and water soluble anion and cation content of soil.

During earlier examinations of karstic soil in Hungary, I have found, through analyzing the correlational connection between the water soluble cations and anions of the soil, that in the last few years this connection has not been significant which is the result of changes in the soil in the last few years (BARANY I. 1987).

There are conspicuous differences between amount of water soluble cations and anions in Bükk- and Aggtelek Mountains. In a doline Bükk Mountain values of total anions and cations in soil layer in depth of 5 cms are between 2-3, in the same cases they can be found 4-5. (Fig. 1.).

In doline in Aggtelek Mountain these values are much lower they can be reached the value of 1.0 very rarely. In the latter case soils are strongerly leached. (Fig. 2.).

Apart from the physical and chemical processes in the soils, biogeneous activity is also very significant in karst formation. This thesis is exact only if, in addition to the activity of the macroflora of karstic soils, the activity of the micro-flora and

Karstboden-Untersuchungen in den Dolinen des Aggtelek- und Bükk-Gebirges in Ungarn

Der Karstboden liegt an der Grenzoberfläche des Grundsteins und der Atmosphäre. Er bestimmt als Grenzkontaktfläche die Prozesse der Karstentwicklung. Die biogenen Prozesse können wir allein mittels der im Boden stattgefundenen Prozesse interpretieren.

Ein Drittel der biogenen Prozesse stammt aus der Makroflora, der übrige grössere Teil ist auf die Wirkung der Mikroorganismen zurückzuführen.

Pufferfähigkeit und Redoxpotential des Bodens dämpfen die Wirkung der exogen-ökologischen Faktoren, die zugleich eine Rückwirkung auf die Aktivität der Mikro- und Makroflora ausüben.

Im obigen Sinne können wir behaupten, dass die Prozesse in den Karstböden als Indikatoren der Karstentwicklung betrachtet werden können.

Abhängig von der Bodencharakteristik wechseln die Korrosionsprozesse unter der Bodenfläche und im Zusammenhang damit wechseln die Karstoberflächenformen.

Die Vorlesung berichtet über die Komparativuntersuchungen einiger Karstböden in Ungarn mit besonderer Rücksicht auf die pH Werte, Humus-, Mikroelement- und Kalziumcarbonatgehalt und die Wasserlösungskationen und -anionen.

-fauna is also examined. In the area we have examined, in 1 gr of soil bacteria have been found in an order of $1-10E7$, and fungi of various kinds in an order of $1-10E3$. The microorganism population under forest covered areas is 5-10 times the size of population under open grass (BARANY I. 1980). This is closely related, on the one hand, to the less extreme microclimate of the soils under forest vegetation associations and on the other, to more favourable soil wetness (BARANY I.-MEZOSI G. 1978).

Number of bacteria is higher in the doline of Bükk Mountain than in the doline of Aggtelek Mountain.

Above facts show that processes of karst corrosion are slower in Aggtelek Mountain, than in the Bükk Plateau.

The Table 1. and 2. contain data number of aerob-bacteria for both dolinas (Table 1. Aggtelek, Table 2. Bükk Mountain respectively).

Aggtelek Mountain /1987/ (data in million) Table 1.

	3	6	9	12
N-5	3.15	2.3	7.65	9.8
N-30	5.05	5.15	2.00	8.15
E-5	2.30	8.00	6.3	9.5
E-30	6.65	5.5	9.0	5.3
S-5	6.0	11.65	7.0	4.65
S-30	5.8	4.15	3.3	7.15
W-5	7.5	3.8	6.3	2.3
W-30	5.3	4.15	4.8	5.5

Bükk Mountain /1988/ (data in million) Table 2.

	3	6	9	12
N-5	9.32	10.80	11.32	-
N-30	1.25	0.6	0.94	-
E-5	2.6	5.2	7.0	9.32
E-30	0.6	2.06	3.3	1.9
S-5	15.3	9.32	12.6	8.1
S-30	2.26	2.23	1.66	1.93
W-5	2.7	12.5	2.2	1.52
W-30	0.8	1.4	0.6	6.72

In Aggtelek Mountain in few cases the soil samples derived from depth of 30 cms soil layer contain higher number of bacteria than the samples near to the surface.

In Bükk Mountain bacterium content of soil samples near to the surface are regularly higher than the deeper ones. Number of bacteria of surface soil samples show close correlatoin with the accumulation of high humus content. This connection supported by the correlation between data of number of bacteria and mass production of organic materials derived from different slopes. The production of air-dry organic materials /heated 105°C/ on the different slopes of doline is distributed in the following way /projected to 1 m²/:

southern exposition /northern slope/ 306 grs
 western exposition /eastern slope/ 275 grs
 northern exposition /southern slope/ 324 grs
 eastern exposition /western slope/ 241 grs

The higher organic material production of the slope northern exposition is due to the more even (less exterm) microclimate, which, indirectly affects the high humus content, the decomposition of organic materials being slower here.

Futher detailed examinations of both inorganic and organic soil components are an important task of karst soil studies. The

present paper has wished to show the present state and partly the tendencies in the changes of karstic soils of two karst area in Hungary.

REFERENCES

BARANY I. 1980. Some data about the physical and chemical properties of the soil of karst dolines. Acta Geographica Szegediensis Tom.XX. pp.37-49
 Karstfelszinek ökológiai adottságai különös tekintettel a felszint borító talajokra és a növényzetre (Oecological fundamentals of karst surfaces in view of soils and vegetation covering the surface). Oktatási Intézmények Karst- és Barlangkutató Tevékenységének II. Országos Tudományos Konferenciája. Szombathely pp.31-37.
 BARANY I.-MEZOSI G. 1978. Adatok a karsztos dolinák tájökölógiai viszonyaihoz. (Data referring to the soil ecological conditions of karst dolines) Földrajzi Értécsítő 27.1. pp. 65-73.

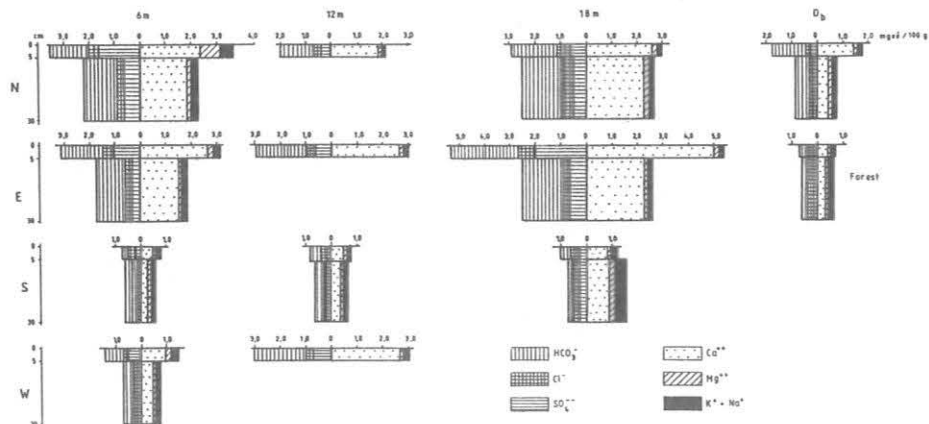


Fig. 1. The number anions and cations which are soluble in water on the northern (N), eastern (E), southern (S), western (W) slope (at the levels of 6,9,18 m) and bottom of doline (D_b) (Bükk Mountain 1988).

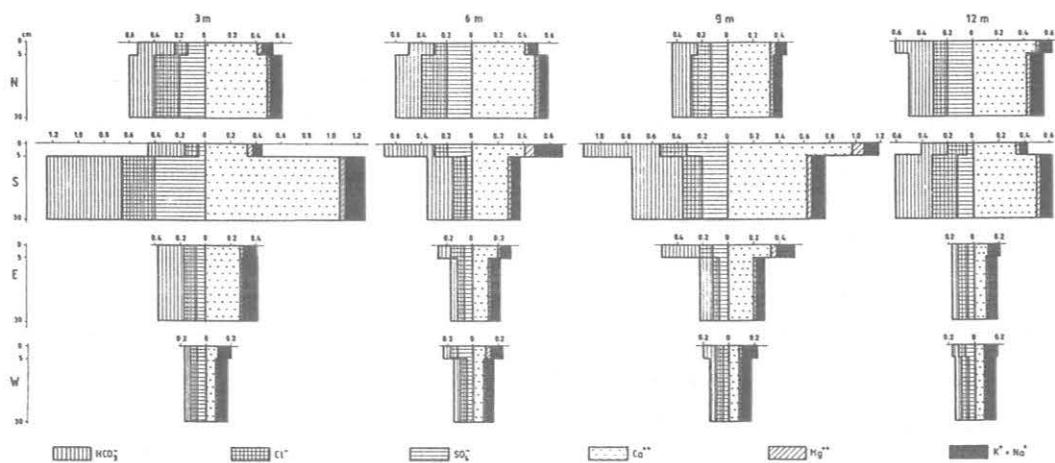


Fig. 2. The number anions and cations which are soluble in water northern /N/, eastern /E/, southern /S/, western /w/ slope / at the levels of 3,6,9,12 m / / Aggtelek Mountain 1987 /.

SPELDOK-AUSTRIA, DAS DOKUMENTATIONSSYSTEM DER KARST- UND HOHLENKUNDLICHEN ABTEILUNG DES NATURHISTORISCHEN MUSEUMS IN WIEN UND DES VERBANDES ÖSTERREICHISCHER HOHLENFORSCHER

MAIS, Karl

1. ALLGEMEINES

SPELDOK-AUSTRIA soll der Erfassung allgemeiner und spezieller Fakten zur Speleologie Österreichs und darüber hinaus dem Karst und den Höhlen überhaupt dienen. Die Dokumentation wird zum Nutzen der Speleologie von der Karst- und höhlenkundlichen Abteilung des Naturhistorischen Museums Wien und den Mitgliedsorganisationen des Verbandes Österreichischer Höhlenforscher nach Maßgabe der Möglichkeiten durchgeführt.

Die überregionale Dokumentation hat bereits nach der Gründung des Verbandes im Jahre 1949 begonnen, als die Richtlinien für die Schaffung einer österreichischen Höhlenverzeichnisses beschlossen und ausgearbeitet wurden. Nach diesen Richtlinien werden von "katasterführenden" Vereinen die Höhlenverzeichnisse regional evident gehalten und die Unterlagen über die einzelnen Höhlen im "Höhlenkataster" aufbewahrt. Der Verband koordiniert das Gesamtverzeichnis.

Im Rahmen des Höhlenschutzes hat sich in der Folge die Höhlenabteilung des Bundesdenkmalamtes dieses Höhlenverzeichnisses für die amtlichen Unterlagen bedient, welches auch in die Kulturgüterschutzlisten nach der Haager Konvention Eingang gefunden hat. Nach der Änderung der Kompetenzen für den Höhlenschutz haben auch die zuständigen Landesstellen dieses System übernommen, ebenso auch die Raumplanung u.a. Am Bundesdenkmalamt wurde für die fachliche Arbeit mit den Jahren auch ein "Kataster" mit Höhlenkarten, eine Bildsammlung und Bibliothek angelegt. Mit der Überstellung der Höhlenabteilung mit all ihrem Material vom Bundesdenkmalamt an das Naturhistorische Museum im Jahr 1979 und dem weiteren Ausbau der Beziehungen zu den höhlenkundlichen Vereinen, konnte die Dokumentation weiter zum System SPELDOK-AUSTRIA geführt werden.

Das System SPELDOK-AUSTRIA umfaßt mehrere Einheiten, die untereinander in Beziehung stehen:

- * Höhlenkataster
- * Bibliothek
- * Bildarchiv (Bild- und Diasammlung)
- * Audio-visuelles Archiv
- * Planarchiv
- * Kartenarchiv
- * Sonderarchive (Nachlässe, Biographisches Archiv u.a.m.)
- * Sammlung

In diesen Sammlungs-, Archiv- bzw. Dokumentationseinheiten liegen zahlreiche Materialien vor, die zum Teil bereits mit EDV-Unterstützung verwaltet werden. Derzeit stehen zwei IBM-kompatible XT-Personalcomputer mit dem Betriebssystem MS-DOS zur Verfügung. Sie sind mit jeweils zwei Diskettenlaufwerken und einer/ zwei 20MB Festplattenlaufwerken ausgestattet. Als Software wird FRAMEWORK-III von ASHTON TATE eingesetzt, das für Dateien und dazu nötige Texte leicht handhabbar ist. Die Dateien sind über ASCII-Files in andere Systeme problemlos übertragbar.

Als günstig für die Verwendung von FRAMEWORK Dateien hat sich erwiesen, daß über die sichtbare, bzw. festgelegte Feldgröße alle hineingeschriebenen Informationen aufgenommen werden, auch wenn sie am Bildschirm meist nicht, außer bei der Bearbeitung des Feldes gelesen werden können, jedoch beim Ausdruck wiedergegeben werden. Dies ist bei nicht absolut festlegbaren Feldgrößen, etwa bei Literaturzitaten von großem Vorteil. Alle Dokumentationseinheiten haben untereinander praktisch die gleichen Sachbezüge, sodaß alle über ein einheitliches Deskriptorensystem - welches jedoch erst in Ansätzen vorhanden ist - zugänglich gemacht werden können.

2. DIE EINZELNEN EINHEITEN VON SPELDOK

* Höhlenkataster: Darunter ist das Österreichische Höhlenverzeichnis zu verstehen, welches von den Mitgliedsvereinen der Verbandes erstellt und von der Höhlenabteilung zentral erfaßt und verbreitet wird. Derzeit sind rund 9 500 Höhlen mit Nummer, Name, Lage, Seehöhe, Größenordnung, Forschungsstand und zum Teil mit Koordinaten erfaßt, über diese Höhlen besitzen die katasterführenden Vereine auch Unterlagen. Weiters ist in dieser Dokumentationseinheit die Sammlung von Karten mit Informationen über die einzelnen Höhlen. Derzeit sind es rund 2 700 Karten mit Befahrungsberichten, Plänen, Bildern, Zeitungsausschnitten und Hinweisen auf Material in anderen Dokumentationseinheiten wie Bildarchiv, Plansammlung und Bibliothek.

* Bibliothek: Dieser Bereich ist sehr komplex, er enthält Bücher, eigenständige Veröffentlichungen, Sonderdrucke, Zeitschriften, Dissertationen, Diplomarbeiten, sowohl im Original, als auch in Xerographien oder Mikrofilmen. Die Titelaufnahme hält sich an die Richtlinien der UIS-Kommission für Bibliographie (Präs. Dr. R. BERNASCONI) und ist durch weitere formale und deskriptive Angaben vermehrt. Bei Werken mit mehreren Autoren werden etwa Verweise zu allen

Co-Autoren gemacht. Die einzelnen Titel sind in ein durchgehendes Nummernsystem eingefügt, in dem jedoch Nummerngruppen für geschlossene Buchbestände vorbehalten sind. Als eigene Bestände sind vorhanden:

- * Bibliothek EHRENBERG: Nummernfolge 1-10.000, aus dem Nachlaß des Paläontologen und Speleologen Prof. Dr. K. EHRENBERG von seinen Neffen O. und W. ABEL zu ungeteilter Aufstellung überlassen;
- * Bibliothek der Karst- und Höhlenabteilung: Nummernfolge 10.001 aufwärts, enthält Erwerbungen und Einstellungen der Abtei lung;
- * Bibliothek WALDNER: Literaturbestände die aus dem Besitz Dr. Franz WALDNER an die Milgeo Abteilung des Bundesheeres und von dort an die Abteilung gekommen sind;
- * Bibliothek VORNATSCHER: Teilnachlaß des Biospeleologen Dr. Josef VORNATSCHER;
- * Bibliothek KYRLE: Literatursammlung von Prof. Dr. Georg KYRLE, die zum Teil im Speleologischen Institut aufgestellt war und der Abteilung über Anregung von Hofrat Dr. F. BAUER vom Um weltbundesamt (Dir. Dr. STRUWE) überlassen wurde. Der Bestand ist durchnummeriert und wird eine eigene Nummerngruppe er halten;
- * Bibliothek Speleologisches Institut (KYRLE - SAAR - BAUER): Literatursammlung, die ebenfalls auf Anregung von Hofrat Dr. F. BAUER vom Um weltbundesamt (Dir. Dr. STRUWE) überlassen wird, hier wird der Anschluß an das Nummernsystem KYRLE möglich sein;
- * Bibliothek F. BAUER: private Literatursammlung von Hofrat Dr. Fridtjof BAUER, der im Jänner 1989 verstorben ist;
- * Bibliothek des Verbandes Österreichischer Höhlenforscher: Zum Bestand gehört die umfangreiche Zeitschriftensammlung, die im Austausch mit der Zeitschrift "Die Höhle" erwirtschaftet werden konnte und die mehr als 2.000 Büchern umfassende Büchersammlung, Nummerngruppe ab 70.001.

Die Erfassung der Titel ist derzeit im Gange und erst für einige Abschnitte abgeschlossen. Für einige Fachbereiche wurden auch bereits Recherchen durchgeführt, für die Sonderverzeichnisse angelegt werden, etwa für die UIS-Kommission für Paläokarst und Speleochronologie (Präs. Dr. P. BOSAK).

- * Bildarchiv: Das Bildarchiv ist in drei Abschnitte gegliedert: 1. Negativ-Bild-Sammlung: von jedem Bild sind Negativ und Bildevidenz vorhanden und der Bildautor bekannt, damit sind autorisierte Bildvergaben möglich. Im laufenden Verzeichnis sind derzeit 7.811 Aufnahmen vorhanden, zahlreiche weitere harren der Inventarisierung, auch eine historisch bedeutende Serie Glasnegative (Großformat) aus der Zeit bis 1937, die aus der Ära KYRLE stammen;
- 2. Bildsammlung: eine Sammlung von Fotos, von denen keine Negative verwahrt werden, eine analytische Erfassung ist noch nicht erfolgt;
- 3. Diapositivsammlung: einige tausend Diapositive von Höhlenfahrten, Expeditionen und Studienreisen sind vorhanden, sie sind erst zu einem kleinen Teil mittels EDV erfaßt. Durch den Einsatz eines Diabeschriftungsgerätes mit PC-Anschluß werden diese Arbeiten erleichtert werden. In der Diasammlung befinden sich verschiedene Bildserien die u.a. zur Verfügung gestellt wurden von G. ABEL (Salzburg), K. MAIS (Wien), F. MÜLLER (Wien), W. REPIS (Puch b. Hallein), J. VORNATSCHER (Wien), sowie die Diasammlung KYRLE. Es sind auch Diaduplikate (Repros) verschiedener Vorträge, die am der Karst- und Höhlenabteilung abgehalten worden sind vorhanden, so von H. TRAINDL, R. PAVUZA, J. EISENBAUER, M. GRIEBEL, L. MILL, M. MORITA, G. VÖLKL uva.

Die Diapositive werden zum großen Teil in glaslosen Rahmen und in staubdichten "Dia-Umfüllboxen" verwahrt.

* Audio-visuelles Archiv: die hier zusammengefaßten Medien sind Tonbänder, Filme und Videoaufnahmen; ihnen kommt eine große Bedeutung zu, da durch sie die Höhlenforschung und ihre Vertreter in Ton und Bewegung lebendig bleiben. Die Archivierung und Betreuung der Bestände ist problematisch, besonders was die Haltbarkeit der Trägerschichten betrifft. Zur Zeit sind in diesem Archivbereich enthalten:

- * Filme: eigene Aufnahmen und gesammelte Streifen (16mm) von G. ABEL (Salzburg) und W. REPIS (Puch b. Hallein), darunter auch umkopierte 35mm Nitrofilme;
- * Tonträger: Aufnahmen über Höhlen sind auf Spulentonband, Musicassetten, Microcassetten und Platten vorhanden. Die Anzahl von Stimmdokumenten ist beachtlich, es sind verschiedene eigene Vortragsaufnahmen - z.T. synchron mit Dias -, Rundfunkaufnahmen u.a. vorhanden;
- * Videoaufnahmen: durch die Anschaffung eines Videorecorders (System VHS-PAL) und eines Camcorders (Video-8) war es möglich, eine bereits beachtliche Anzahl von speleologisch interessanter Sendungen aus dem TV-Programm für den fachlichen Gebrauch aufzunehmen und Eigenaufnahmen zu machen. Bei den Eigenaufnahmen steht die Vortrags- und Veranstaltungsdokumentation im Vordergrund, bei der vielfach ganze Vorträge mit dem gebotenen Bildmaterial videographiert werden, wie von M. MORITA (Osaka), J. TARDY (Budapest), J. GÖTZ (Nürnberg), R. BENISCHKE (Graz), H. TRIMMEL (Wien), W. KRIEG (Dornbirn), F. HABE (Postojna), P. SFREGOLA (Triest) uva. Bei speleologischen Symposien und Tagungen konnten weitere Dokumente aufgenommen werden, wie Kosice 1988, Bad Mitterndorf 1988, Postojna 1988. Weiters wurden einige Vorlesungen von

Dr. TRIMMEL an der Universität live mitgeschnitten. Die eigenen Aufnahmen werden in der Regel auf Video-8 gemacht und dann auf VHS-PAL überspielt. Die Ergebnisse sind sehr zufriedenstellend und im Dokumentationswert überzeugend.

* Planarchiv: Höhlenpläne, gezeichnete Plan- und Kartenunterlagen von Karstgebieten werden hier verwahrt, sowohl originale Oleaten, Lichtpausen oder Xerokopien. Wegen der unterschiedlichen Größen war die Schaffung von Größenklassen erforderlich. Neben aktuellen Neuzugängen besitzt diese Plansammlung zahlreiche historische Originale aus der Höhlenabteilung des Bundesdenkmalamtes, aus dem Institut KYRLES, von Dr. H. TRIMMEL, G. ABEL u.a.

* Kartenarchiv: speläologisch wichtige Karten mit topographischem, geologischem oder thematischem Inhalt werden in diesem Archiv bewahrt, es befinden sich hier auch die topographischen Karten mit den Höhleneinzeichnungen durch Mitarbeiter der Abteilung und entsprechende Karten und Kärtchen aus Veröffentlichungen, die im System GEOKART der Geologischen Bundesanstalt (Wien) enthalten sind.

* Sonderarchive: Materialsammlungen verschiedener Thematik werden hier zusammengefaßt. Es besteht hier etwa die Sammlung von Nachlässen, bzw. ähnlichen Materialien, wie von Prof. EHRENBURG, Dr. VORNATSCHER, Dr. WALDNER, Dr. F. BAUER und dem Speläologischen Institut Prof. KYRLES. Weiters ist ein Biographisches Archiv angelegt, in dem Angaben, Bilder, Schriften und Hinweise über Höhlenforscher, Höhlenführer aber auch Organisationen, die mit der Höhlenforschung in irgend einer Beziehung gestanden sind, gesammelt werden. Die EDV-mäßige Aufnahme der Basisdaten ist bereits erfolgt. Als weiteres Sonderarchiv ist die Sammlung von Bildern, Stichen, Drucken und anderen künstlerischen Befassungen von der Speläologie zu nennen, in die auch Xerokopien und Bilder aufgenommen werden.

Diese Sonderarchive stehen bereits in einem gewissen Zusammenhang mit anderen Dokumentationseinheiten, etwa der Bibliothek, dem Bildarchiv usw., werden aber wegen des besonderen Themenkreises gesondert geführt. Entsprechende Verweise sind in den anderen Einheiten vorhanden,

In den Bereich Sonderarchiv werden zu einem später Zeitpunkt auch die ehemaligen Schutzstellungsakten des Bundesdenkmalamtes eingebracht und eventuell auch andere Aktenläufe.

* Sammlung: in der Sammlung sind alle jene Gegenstände eingebracht, die den typischen Objekt-Sammlungen von Museen entsprechen. Fundstücke aus Höhlen und Karstgebieten stellen auch den entsprechenden Hauptteil dieser Bestände dar: Gesteinsproben, Sinterstücke, Funde des Höhleninhaltes (Sedimentproben, Knochenmaterial) etc. Die Sammlung besitzt auch jene Stücke, die vom ehemaligen Speläologischen Institut erhalten geblieben sind, ansonsten ist der Bestand eher bescheiden. Hinzuweisen ist, daß in fast allen anderen Abteilungen des Naturhistorischen Museums auch karst- und höhlenkundliche Sammlungsobjekte vorhanden sind und dort seit altersher gesammelt werden, wie Höhlenminerale, Höhlenkäfer, Kleinsäuger usw.

3. ZUSAMMENSCHAU

Unter der Bezeichnung SPELDOK-AUSTRIA werden die einzelnen Sammlungs- und Dokumentationsbereiche der Karst- und Höhlenabteilung des Naturhistorischen Museums unter Mitwirkung des Verbandes Österreichischer Höhlenforscher zusammengefaßt, die nach sachlich-fachlichen Deskriptoren und den Höhlennamen erschlossen werden und dadurch einen Einblick in die Bestände geben sollen. Eine Erfassung von speläologisch interessanten Beständen an anderen Verwahrungsorten ist anzustreben. Als Ziel kann eine Dokumentation über Höhlen und Höhlenforschung in allen Ländern angesehen werden. Die SPELDOK-Dateien werden, nach Maßgabe der Möglichkeiten in ausgedruckter Form, an die mitarbeitenden Vereine und Fachleute weitergegeben.

Die Verwirklichung des dargestellten Dokumentationssystems ist jetzt erst in Teilbereichen abgeschlossen, in anderen noch Stückwerk, ein positives Ziel jedoch im Auge. Es arbeiten für den bereits umfassenden Katasterteil Günter STUMMER und für die anderen Teile der Berichterstatteer sowie freie Mitarbeiter.

Adresse: Dr. Karl Mais
Karst- und höhlenkundliche Abteilung
Naturhistorisches Museum Wien
Messeplatz 1/10
A-1070 Wien/Austria

HYDROGRAPHISCHE ZUSAMMENHÄNGE IM EINZUGSGEBIET DES BARADLA-HÖHLENSYSTEMS AGGTELEK - UNGARN

DENES, György - SZILAGYI, Ferenc

Im Einzugsgebiet des Baradla-Höhle systems und in der Höhle selbst wurden in den letzten drei Jahrzehnten zahlreiche Markierungsversuche vorgenommen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen haben das frühere Bild der hydrographischen Struktur dieser sehr bedeutenden Höhle Mitteleuropas an mehreren Stellen wesentlich verändert und auch bezüglich der Entstehung des Höhle systems zu neuen Erkenntnissen geführt.

Die Markierungsversuche wurden anfänglich mit den traditionellen Farbstoffen /Tracern/, später auch mit radioaktiven Isotopen durchgeführt, welche viel genauere Informationen über die Strömungsverhältnisse, sowie indirekt auch über das unterirdische Wasserrückhaltevermögen des Karstes geliefert. Im Interesse einer optimalen Auswertung der Markierungsversuche wurden sowohl oberhalb, als auch in der Höhle selbst Messanordnungen zur laufenden Registrierung eingerichtet, insbesondere zur Schüttungsmessung und Probenentnahme. Aus den lokalen Niederschlägen und den Karstgewässern des Systems wurden regelmäßig Wasserproben zur Bestimmung des Tritiumgehaltes entnommen und ausgewertet.

Das Baradla-Höhle system erstreckt sich an der nordöstlichen Grenzscheide Ungarns. Mit ihm steht auch die Domica-Höhle in der Slowakei in Zusammenhang und sie fördert ihr Wasser ebenso ins Baradla-System; diesmal berichten wir aber nur über einige Ergebnisse unserer in der ungarischen Strecke des Höhle systems durchgeführten Untersuchungen.

Hinsichtlich der zwischen der Baradla-Höhle und den in ihrer Umgebung befindlichen Ponoren bestehenden Zusammenhänge kommen nur Vermutungen, Annahmen in den Beschreibungen bis zur Mitte des XX. Jahrhunderts vor. Das in der Höhle in den 1930er Jahren durchgeführte Salzen wollte nur den Zusammenhang zwischen dem Höhle bach und den vermuteten Quellen des System aufklären /Kessler, 1936/. Die in der 1950er Jahren durchgeführten Markierungsversuche strebten dahin, durch eine Färbung von bestimmten Ponoren und Höhle wasserschlingern das hydrographische System und sein Einzugsgebiet umzugrenzen und sie führten zur Erkennung des selbstständigen Systems der Béke-Höhle /Jakucs, 1953/, dann zur Feststellung der Tatsache, dass die Baradla-Höhle zwei, voneinander unabhängige "Unterhöhlen" /Alsóbarlang/ hat /Jakucs, 1961/. Darauf folgend strebten mehrere Markierungsversuche dahin, festzustellen, in welchen von der beiden voneinander unabhängigen Unterhöhlen die einzelnen Höhle wasserschlinger ihr Wasser abgeben /Szenthe, 1970/.

Auch wir haben den Farbstoff während mehrerer Markierungsversuche in die Höhle wasserschlinger eingespeist /Dancozschacht, Nehéz-ut, Vaskapu, Minerva, Nászagy, Óriás-termi usw/. Die Ergebnisse von einigen erfolgreichen Markierungen und einige wichtigeren, anderen Daten sind in der Tabelle Nr. 1. zusammengefasst. Unsere Untersuchungen haben die Grenzziehung zwischen den zur Lange-, bzw. zur Kurze-Unterhöhle gehörenden Höhle wasserschlingern präzisiert. Wir haben festgestellt, dass die zwischen dem Höhle eingang bei Aggtelek und dem Höhle eingang bei Vörös-tó /Vörös-See/ markierten Höhle wasserschlinger ihr Wasser in die Lange-Unterhöhle /Hosszu-Alsóbarlang/ abführen, dieses Wasser tritt in der Jósva-Quelle an die Oberfläche; dagegen über die sich im Höhle abschnitt zwischen dem Höhle eingang bei Vörös-tó und dem bei Jósvaifó befindenden unterirdischen Wasserschlinger kommt das gefärbte Wasser in die Kurze-

RESEARCH OF HYDROGEOLOGICAL CONNECTIONS IN THE CATCHMENT AREA OF THE BARADLA CAVE SYSTEM.

During the last 3 decades there were series of tracing investigations in the catchment area of the Baradla cave system and in the cave itself. Results modified considerably and in more than one area our understanding about the cave system and its genetics.

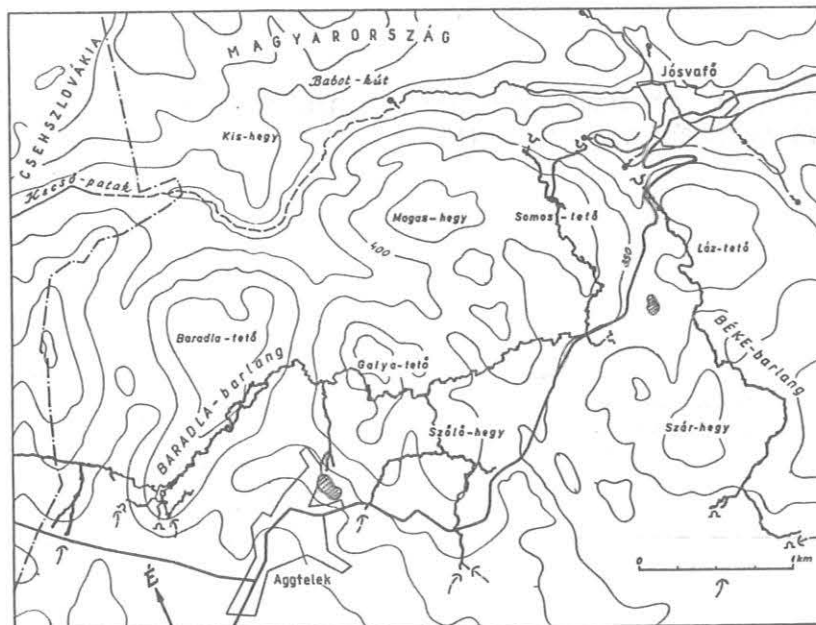
At first traditional dyes /tracers/ were used, later radioactive isotopes too, rendering more exact informations on flow and indirectly on subsurface reservoirs. To evaluate better the results, flow-meters were placed inside and outside the cave with continuous registering. Tritium concentration of precipitation and karstic water samples were also measured regularly and included in the evaluation.

Unterhöhle /Rövid-Alsóbarlang/ und es kommt über den Jósva-Stollen an die Oberfläche /siehe Abbildung Nr. 2./.

Die bei verschiedenen Durchflussmengen erfolgten Markierungsversuche von mehreren mit den zwei Unterhöhlen verbundenen Höhle wasserschlingern /Nehéz-ut, Vaskapu, Minerva, Óriás-termi/ ermöglichten eine Untersuchung der Zusammenhänge zwischen den Durchflussmengen und den in den zwei Unterhöhlen herrschenden Strömungsgeschwindigkeiten. Es konnte festgestellt werden, dass die Siphon-Reihe der Kurze-Unterhöhle die Geschwindigkeit des Höhle -Wasserstroms nicht beträchtlich hemmt.

In den Minerva-Höhle wasserschlinger wurde von uns im April 1966 Isotop Br_{82} eingespeist, das danach nur ausschliesslich in der Jósva-Quelle erschien. /Über diesen Markierungsversuch wird eingehend in einem anderen Referat berichtet./ Die Verlaufkurve des Markierungsstoffes weist darauf hin, dass es keinen beträchtlichen Rückstau im Höhle abschnitt der Lange-Unterhöhle zwischen dem Minerva-Wasserschlinger und der Jósva-Quelle gibt, es besteht dort also eine sogenannte Kolbenströmung. Auch die früheren Farbstoff-Markierungen haben dies zwar gezeigt, die Isotopen-Markierung hat dennoch zweifellos nachgewiesen, dass es keinen nachweisbaren Zusammenhang zwischen den beiden Unterhöhlen, bei den während der Untersuchung existierenden Wassergiebigkeitsverhältnissen gibt.

Wir haben auch die Wasserbilanz des Baradla-Domica-Höhle systems untersucht. Wir haben festgestellt, dass die Grundergiebigkeit der die Wasser des Systems an die Oberfläche bringenden Jósva-Quelle /in der Periode, als mangels Niederschläge kein Oberflächenwasser über die periodischen Ponore in die Höhle von der nicht karstischen Oberfläche her einfließt/, unter Berücksichtigung des Einzugsgebietes des Systems, laut unseren Berechnungen auffallend hoch ist. Diese unsere Feststellung ist auch durch einen Vergleich mit dem Einzugsgebiet der benachbarten Béke-Höhle und mit der Grundergiebigkeit ihrer Quelle, der Komlós-Quelle bewiesen. Eine so hohe Grundergiebigkeit der Jósva-Quelle ist sogar in dem Falle nicht leicht erklärlich, wenn man damit rechnet, dass auch die dem Kalkstein aufgelagerte Sedimentdecke einen Teil des eingesickerten Niederschlagswassers in die Höhle abgibt.



Wir haben auch berücksichtigt, dass das Wasser der Jósva-Quelle nicht nur von der vadosen Zone des Karstes, der die Höhle umgibt, mit seinem frischen Karstwasser stammt, sondern auch weiter entfernten Karstgebieten, aus dem Tiefenkarst daherströmt und hier auftritt. Darauf weist die Tatsache, dass die Temperatur der Jósva-Quelle um etwa 3°C höher liegt, als die der anderen Quellen des umgebenden Karstgebietes. Das Verhältnis des von der Tiefe kommenden, alten Karstwassers zum frischen Karstwasser haben wir noch in den 1970er Jahren versucht, durch Untersuchungen der Tritiumkonzentrationen zu bestimmen. Die Untersuchungsergebnisse haben gezeigt, dass der Anteil des durch den Tiefenkarst von der Ferne hierher strömenden alten Karstwassers verhältnismäßig gering ist, vermutlich nicht einmal 10-20 % der Grundergiebigkeit der Quelle /Dénés, 1981/. So wird die hohe Grundergiebigkeit der Jósva-Quelle auch durch eine Herströmung der aus weiter entfernten Karstgebieten stammenden Tiefenkarstwasser nicht befriedigend begründet.

Darum haben wir eine Überprüfung des bisher angenommenen Einzugsgebietes des Baradla-Systems auf unsere Tagesordnung gesetzt, da wir annahmen, dass Wasser auch durch mehrere, bisher nicht untersuchte Ponore ins System der Baradla-Höhle gelangen und so wird sich ihr Einzugsgebiet grösser erweisen, als bisher angenommen.

Wir haben einige auch bisher zum Baradla-System berechneten Ponor markiert.

Der in Bába-lyuk-Ponor eingespeiste Farbstoff erschien im Hauptgang der Höhle nicht, er ist aber in der Jósva-Quelle herausgetreten; das in den Ponor einströmende Wasser und die von ihm mitgerissenen Quarzkiese kommen also direkt in die Lange-Unterröhle.

Der in Zomboly-lyuk-Ponor eingespeiste Farbstoff kam, im Gegensatz zu den früheren Annahmen und Publikationen, nicht in den Törökmeccset-Gang der Höhle, sondern, bei einer höheren Ergiebigkeit, durch den Vörös-Gang und Retek-Gang in den Haupt-

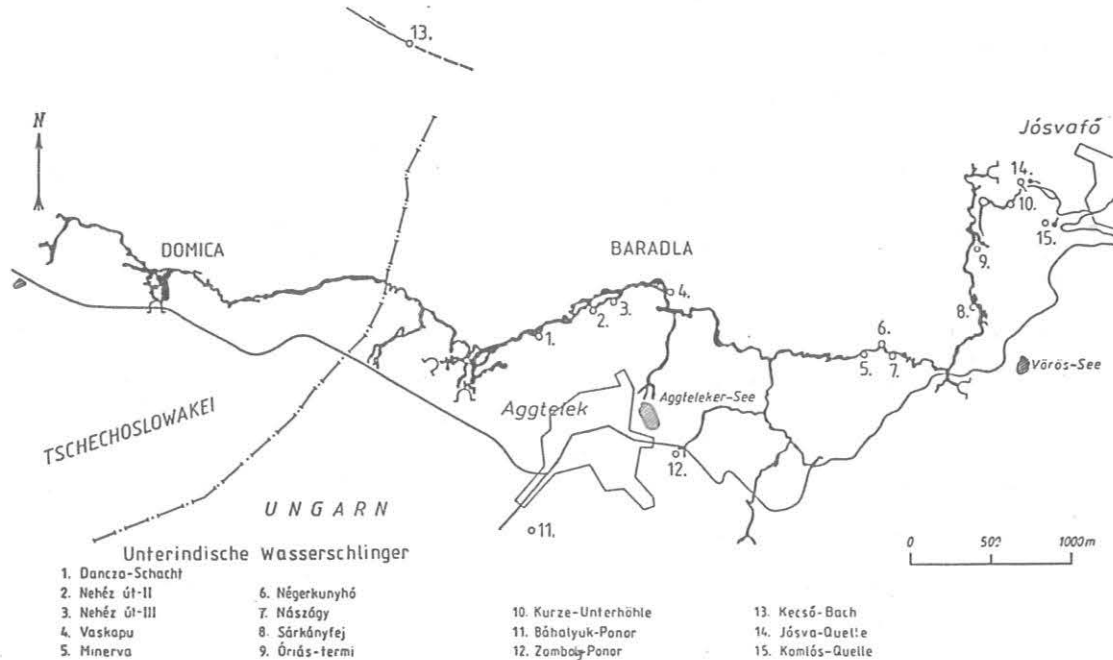
Tabelle 1.

MARKIERUNGSVERSUCHE

Wasser-schlinger	Quelle	Zeit-punkt	Luftlinien-entfernung	Durchlauf-zeit	Geschwin-digkeit	Durchschn. Quellener-giebigkeit	Name des Unter-suchers
Styx-Bach	Jósva-Q.	1935-37	-	-	-	-	KESSLER H.
Vaskapu	Jósva-Q.	1952	2260 m	50 Stunden	45 m/St.	-	JAKUCS L.
Óriás-termi	Jósva-Stollen	1957-61	470 m	-	-	-	JAKUCS L.
Négerkunyó	Jósva-Q.	1970	1360 m	29 "	57 m/St.	-	SZENTHE I.
Sárkányfej	Jósva-Stollen	1970	810 m	87 "	9 m/St.	-	SZENTHE I.
Óriás-termi	Jósva-Stollen	1970	470 m	29 "	16 m/St.	-	SZENTHE I.
Mászagy	Jósva-Q.	1971	1300 m	30 "	46 m/St.	-	
Nehéz-ut II.	Jósva-Q.	1975	2780 m	88 "	31 m/St.	-	
Dancoza-Schacht	Jósva-Q.	1975	3140 m	136 "	23 m/St.	-	
Vaskapu	Jósva-Q.	1976	2260 m	288 "	8 m/St.	15000 l/Min.	
Vaskapu	Jósva-Q.	1977	2260 m	42 "	54 m/St.	25000 l/Min.	
Minerva	Jósva-Q.	1977	1430 m	25 "	57 m/St.	25500 l/Min.	
Minerva	Jósva-Q.	1977	1430 m	34 "	42 m/St.	14500 l/Min.	
Bába-lyuk	Jósva-Q.	1977	3750 m	312 "	12 m/St.	16000 l/Min.	
Nehéz-ut III.	Jósva-Q.	1978	2670 m	67 "	40 m/St.	15000 l/Min.	
Zomboly-lyuk	Jósva-Q.	1981	2750 m	136 "	20 m/St.	22000 l/Min.	
Óriás-termi	Jósva-Stollen	1978	470 m	2 "	235 m/St.	34000 l/Min.	
Zomboly-lyuk	Retek-Gang	1985	600 m	2 "	300 m/St.	32000 l/Min.	
Minerva	Jósva-Q.	1986	1430 m	94 "	15 m/St.	9500 l/Min.	
Kőcső-Bach	Jósva-Q.	1987	3500 m	330 "	11 m/St.	9200 l/Min.	

----- DÉNÉS G. - SZILÁGYI F. -----
mit Höhlenforschungsgruppe "Baradla"

BARADLA — DOMICA HÖHLENSYSTEM



gang der Baradla-Höhle; bei einer kleineren Wasserergiebigkeit dagegen sickerte das in den Ponor eingespeiste gefärbte Wasser vom Vörös-Gang nach einer tieferen Niveau in die Lange-Unterhöhle und es kam in der Jósfa-Quelle an die Oberfläche /Dénes - Szilágyi, 1987/.

Im Frühling 1985 haben wir auch einen, 800 m östlich von dem zum Baradla-System gehörenden Nagy-Ravaszlyuk-Ponor liegenden, namenlosen, kleinen Ponor markiert. Das gefärbte Wasser erschien aber nicht in der Jósfa-Quelle, sondern in der Komlóás-Quelle, demnach gehören dieser Ponor und sein Einzugsgebiet nicht zum hydrographischen System der Baradla-Höhle, sondern zu dem der benachbarten Béke-Höhle.

Wir haben ausserdem noch drei, von Jósfa-Bach nördlich befindliche Ponore markiert. Der in den Ponor neben der Hazug-kút-Quelle in Szelce-Tal in 1984 eingespeiste Farbstoff erschien in der Nagy-Tohonya-Quelle, das markierte Wasser des Ponors von Háló-rét erschien im Frühling 1985 in der Kopolya-Quelle, das im Frühling 1988 gefärbte Wasser des Mogyorós-kút erschien in der Nagy-Tohonya-Quelle. Demnach sind die nördlich vom Jósfa-Bach liegenden Gebiete mit dem hydrographischen System der Baradla-Höhle nicht verbunden.

Von uns wurde schon früher beobachtet, dass das Wasser des von der in der nordwestlich mit Aggtelek benachbarten Gemeinde Kecsó /in der Slowakei/ entspringenden, ergiebigen Karstquelle gespeisten Kecsó-Bach, in der Strecke an beiden Seiten der Staatsgrenze, dort wo die Bettsohle aus Kalkstein besteht, im Falle wo die Ergiebigkeit den Wert von 2000 Liter/min. nicht überschreitet, restlos durch die Klüfte der Kalkfelsen in die Tiefe sickert und die weitere Strecken des Bachbettes völlig trocken bleiben. Den Weg dieses versickernden Bachwassers hat bisher noch niemand untersucht. Im Sommer 1987 haben wir das vom Bett des Kecsó-Baches in die Tiefe sickernde Wasser markiert. Das gefärbte Wasser kam in der Quelle der Lange-Unterhöhle des Baradla-Systems, in der Jósfa-Quelle an die Oberfläche. Die Kecsó-Quelle und das zu ihr gehörende Einzugsgebiet gehören also zum hydrographischen System der Baradla-Höhle. Die Einzugsgebiet des Baradla-Systems ist also - in einer nordöstlichen Richtung auf das Szilice-Karstplateau reichend - viel

grösser als bisher angenommen /Dénes - Szilágyi, 1988/.

Unter Berücksichtigung aber der Tatsache, dass die im Bett des Kecsó-Baches zustandegekommene Ponorstrecke höchstens eine Wassermenge von 2000 Liter/min. durch die Lange-Unterhöhle von Baradla in die Jósfa-Quelle führen kann, und im Falle einer höheren Ergiebigkeit die diesen Wert überschreitende Wassermenge über das Bachbett einen oberflächlichen Abfluss findet, ist die hohe Grundergiebigkeit der Jósfa-Quelle noch immer nicht in vollem Masse begründet. Darum sind die Markierungsversuche in der Umgebung des Baradla-Systems weiterzuführen, da es möglich ist, dass - durch die Darlegung von weiteren Zusammenhängen - noch neue Einzugsgebiete sich als zum hydrographischen System der Baradla gehörende erweisen.

Es sei noch erwähnt, dass die Zugehörigkeit des südlich von dem zum Baradla-System gehörenden Nagy-Ravaszlyuk-Ponor, in einer Entfernung von 3500 m befindlichen Órdöglyuk-Ponors bei der Gemeinde Imola zum hydrographischen System der Baradla-Höhle von der Seite der hydrogeologischen Verhältnisse - laut unseren heutigen Kenntnissen - nicht ausgeschlossen ist. Das in diesen Ponor einfließende Bächlein wurde in den 1950er Jahren von L. JAKUCS, am Anfang der 1960er Jahre von G. DÉNES markiert, der Austritt des gefärbten Wassers konnte aber keimlich beobachtet werden. Der Markierungsversuch wurde von uns hier in 1988 wiederholt, wieder erfolglos. Zur Aufklärung der Zugehörigkeit dieses Ponors haben wir eine Weiterführung unsere Versuche vor.

Unsere serienmässige Markierungsversuche haben bewiesen, dass das Baradla-System als ein auch heute in Entwicklung befindliches, streckenweise entstandenes Höhlensystem gilt /Dénes, 1969, 1973/. Seine Entstehung ist im Zusammenhang mit der allmählichen Abtragung einer wasserundurchlässigen Geschiebedecke, die im Tertiär auf die Karstvererbung abgelagert worden ist. Diese Deckschicht hat eine graduelle Entblössung der Karstoberfläche erfahren, die bis heute andauert. Am immer weiter zurückschreitenden Rande der in Abtragung begriffenen wassersperrenden Decke an der Oberfläche entwickelten sich immer neue Ponore, in rückschreitender Abtragung und damit zusammenhängend neue, wasserleitende Höhlengänge, die sich den schon früher entstandenen älteren Höhlenabschnitten angeschlossen hatten, und so wur-

de von Schritt zu Schritt der Hauptgang der Höhle und die daran anschliessenden Seitengänge zustande gekommen /DÉNES, 1969, 1971/. Die heute noch andauernde, kontinuierliche, langsame Erhöhung des das Höhlensystem einschliessenden Karstberglandes und der dazu parallel laufende, stufenweise Einschnitt der Bachtäler haben bewirkt, dass die örtliche Erosionsbasis - im Verhältnis zum früheren Entspringeniveau der Quellen - auf ein tieferes Niveau gesunken ist, was eine ähnliche Senkung des Karstwasserniveaus zur Folge hatte. Nachher haben sich die unterirdischen Höhlenwasserschlinger und die zwei Unterhöhlen entwickelt, dann entstanden die weiteren Ponore an der Oberfläche und daran anschliessend die weiteren Höhlengänge, die die im Bába-lyuk-Ponor einflussenden und in den Wasserschlingern des Kecő-Bachbettes versickernden Wasser in die Unterhöhle führen /DÉNES - SZILÁGYI, 1988; DÉNES, 1988/.

Die Kurze-Unterhöhle wurde von uns - vom Stollen ausgehend - schon in einer Länge von nahezu 1 km, durch eine Pumpenabsaugung der Siphone aufgeschlossen und begangen, so konnten wir uns dem Óriás-termi-Wasserschlinger ca. 50 m annähern. Am quellenseitigen Ende der Lange-Unterhöhle sind die Aufschlussarbeiten auch derzeit im Gange.

Im Laufe der Auswertung der Markierungsversuche der zur Lange-Unterhöhle gehörenden Höhlenwasserschlinger, können wir aus den verhältnismässig schnellen Strömungsgeschwindigkeiten /30-50 m/h/ darauf schliessen, dass die von der Höhlenwasserschlingergruppe von Nehéz-ut bis zur Jósya-Quelle reichende Unterhöhlenstrecke - zwar sie sicherlich an mehreren Stellen vom Wasser ganz ausgefüllte Teile einschliesst - grösstenteils von menschenlich begehbaren Abmessungen sein kann. Dies kann auch im Falle des vom Bába-lyuk-Ponor ausgehenden Unterhöhlenabschnitts nicht ausgeschlossen werden. Die Schluckfähigkeit dieses Ponors ist zwar derzeit ziemlich klein, doch ist - auf Grund der Schluckmündung und der weiten Dimensionen des zu ihm führenden Tals - annehmbar, dass sowohl der Ponor, als auch der damit verbundene Höhlenabschnitt durch viel grösseren Wasserergiebigkeiten ausgestaltet worden sind und auch ihre Abmessungen dementsprechend geformt werden könnten.

Unsere Untersuchungen haben zwar schon bisher zu zahlreichen neuen Ergebnissen geführt, das Gangsystem aber dieses lebenden und sich auch heute entwickelnden Höhlensystems ist bis heute nicht völlig bekannt und es können weitere Ergebnisse auch in der Erkennung der hydrographischen Zusammenhänge erwartet wer-

den; so kann sein Einzugsgebiet derzeit noch nicht genau bestimmt werden und darum auch keine genaue Wasserbilanz erstellt werden. Die Untersuchungen sind also weiterzuführen.

LITERATUR

- DÉNES, G. /1969/: Die Höhle als örtliche untere Erosionsbasis und die Entwicklung der Aggteleker Baradla-Höhle. - V.Int.Kongr.Speleologie. Stuttgart, 1969. Abh.Bd.3.S.41.
- DÉNES, G. /1971/: Die Rolle der allmählich abgetragenen wasserundurchlässigen Decke in der morphologischen Entwicklung des Karstes. - Int.Geogr.Union Europ.Region.Conf. Symp. on karst-morphogenesis. Budapest, 1971.
- DÉNES, G. /1973/: On the genesis of the Baradla-Domica cave system. - International Speleology 1973. Abstracts of papers 6th Internat.Congr. of Spel. 1973. Olomouc. 69-70.
- DÉNES, G. /1981/: Az Észak-Borsodi-karst vizeinek trícium koncentrációja. - In: DÉNES G. - DEÁK J.: Felszín alatti vizek környezeti izotóp vizsgálata. - VITUKI. Budapest, 1981.
- DÉNES, G. /1988/: Beiträge zu etlichen genetischen und hydrologischen Fragen des Baradla-Domica Höhlensystems. - Internat. Karst-Symposium. Košice, 1988.
- DÉNES, G. - SZILÁGYI, F. /1987/: Vizrajzi kutatásaink sikere az aggteleki Baradla-barlang rendszerében. - KPVDSZ Vörös Meteor T.E. 1987. július havi Tájékoztató. 24-25.
- DÉNES, G. - SZILÁGYI, F. /1988/: A Kecő-patak összefüggése a Baradla-barlang rendszerével. - KPVDSZ Vörös Meteor T.E. 1988. május havi Tájékoztató. 17-22.
- JAKUCS, L. /1953/: A Békebarlang felfedezése. Budapest, 1953.
- JAKUCS, L. /1961/: Aggtelek és környéke utikalauza. Budapest, 1961.
- KESSELER, H. /1936/: Az aggteleki barlangrendszer hidrográfiaja. - Földrajzi Közlemények. LXVI. 1-30.
- SZENTHE, I. /1970/: Ujabb eredmények a Baradla kutatásában. - Karszt és Barlang. 1970. 63-64.

Dr. DÉNES György
H - 1132 Budapest
Borbély u. 5.
Ungarn

SZILÁGYI Ferenc
H - 1064 Budapest
Vörösmarty u. 61.
Ungarn

THE PROBLEM OF THE LAMPFLORA IN BARADLA CAVE

VEGH, Zsolt

Baradla-cave is recorded as one of the outstanding natural values of Hungary which is visited by nearly a quarter of a million people year by year. This great popularity puts an increasing burden on Baradla cave as well as arises more and more environmental problems. One of this problems is the spreading vegetation around illuminated parts of the cave.

The number of light-sources we can find smaller or bigger vegetation around has been tripled during the last ten years. This is a good example for describing the dash of Algae and Mosses.

Appearing the vegetation is helped by some given circumstances such as the seepage of the water on the dropstones or there are some parts of the cave where the surfaces of the stones are rich in nutritives etc. However determinant factor was bringing artificial light into the cave which produces the energy for the photosynthesis. The great popularity has caused that the lights operate for a lot of hours a day and the strongly illuminated areas have been spread over with plants because the lights were placed the wrong way. We can show this phenomenon with numerous slides.

We can fight against growing vegetation best with the aid of environmental lighting network and optimum operating system.

Today the up-to-date, fixed illuminating system is essential to the introduction of caves, Baradla Cave, which is one of the outstanding natural formations in Hungary, has been visited for centuries and has been illuminated by spot-lamps for more than 50 years. Today hundreds of spot-lamps send daylight into the large halls of the cave. This progress, as every interference with the order of the Nature, has advantages and disadvantages as well. So the flora settled down around the lights cause more and more problems in the Baradla which are similar to the problems of other illuminated caves. The defence against the settlement of the vegetation can only be efficient if we get to know the conditions and circumstances of the development of the lampflora. Our data can help us to build illuminating systems not hostile to the environment in other caves.

The electric system was renewed in sixties and halls were illuminated by too by many half-reflectors. The safety-illumination system was built as well. As a result of the development the greater candle-power made the flora migrate into the cave. First this phenomenon was quite rare but later on in the mid-seventies this process became frequent. This was helped by the numerous visitors /200-250 thousand per year/, because operating time of the lights was prolonged.

We follow the spread of the flora by making lampflora maps. As we can see in the 1st. figure our data show that in 1977 we found vegetation around one-third of the lamps in the "tourist-parts" of the Baradla Cave. In 1984 the frequency went up to 50% and in 1987 it was over 70%. As we can see in the chart the most threatened zona is the part not far from Aggtelek where the frequency is nearly 100% around the lamps of the safety-illumination. This phenomenon is caused not only by the long operation time but the improper application of the halogen lamps.

The chart shows the speed of the immigration of the vegetation well but it's difficult to get data about the growth of

A LÁMPÁK KÖRÜLI NÖVÉNYZET PROBLÉMÁJA AZ AGGTELEKI BARADLA-BARLANGBAN

Magyarország kiemelkedő természeti értékei között tartják nyilván a Baradla-barlangot, amelyet évről évre közel negyedmillió látogató keres fel. Ez a hatalmas forgalom a Baradlában és környékén fokozott terhelést okoz, ami egyre több környezetvédelmi probléma jelentkezését vonja maga után. Ezek között kiemelt helyet foglal el a növényzet terjedése a barlang kivilágított részeiben.

A mohok és algák világítás hatására bekövetkezett előretörését jól jellemzi az a tény, hogy az elmúlt tíz év alatt megháromszorozódott azoknak a fényforrásoknak a száma, amelyek körül kisebb nagyobb felületű növénytakaró figyelhető meg.

A növényzet megjelenését számos, a barlangban eleve adott körülmény segíti, így a falakon cseppköveken leszivárgó nedvesség, a barlang egyes részein található tápanyagban viszonylag gazdag sziklafelületek stb.. A döntő tényező azonban a mesterséges fénybevitel, ami a növényzet számára biztosítja a fotoszintézishez szükséges energiát. A nagy forgalom miatti hosszú üzemidő és a fényforrások rossz elhelyezése, az ébősen megvilágított területeken kiterjedt növénytakaró fejlődését biztosítja. A jelenséget számos diafelvétel mutatja be.

A növényzet terjedése elleni küzdelemben számos alárendelt jelentőségű megoldás mellett a legeredményesebb, a környezetkímélő világítási hálózat, és az optimális üzemeltetési rendszernek tudatos kialakítása lehet.

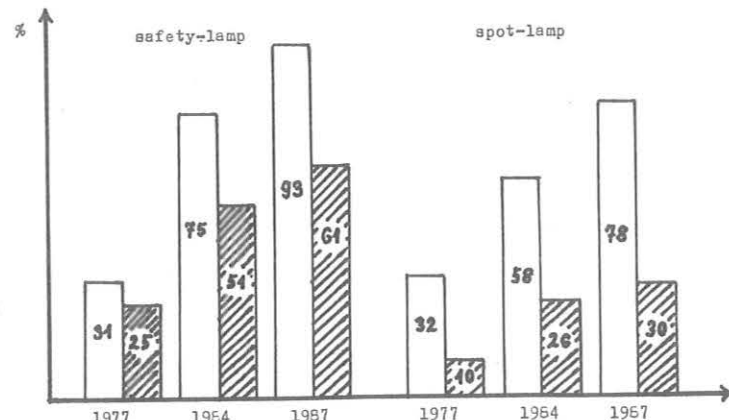


Fig. 1. The occurrence frequency of the lampflora in the Baradla Cave □ Aggtelek area ▨ Jósvafő area

the biomass. Several square meters of moss grass can live around one spot-lamp for years but at the same time somewhere else replacing the lamp or changing its position can make the moss or algae colony disappear.

Today there is no part of the illuminated zone where we cannot find green patches. We can find vegetation even one thousand meters far from the entrance of the cave. How is it possible for the plant to get so far under the ground?

The spores are brought by the air movements to the parts close to the entrance. Into the inner parts of the cave the germs are brought, for example, by the stream too. But these are not the main reasons. The most important factor in spreading the lampflora is human being. The spores, sticking to the clothes

and shoes of the man walking in the cave, stick to the walls and other formations in large numbers. The fittings, constructions and their rubbish can be infectious as well. Fitting the lamps and touching them can infect their surroundings.

There are some parts which are out of reach of the man but with the aid of the local microclimatic changes the vegetation can get there. The reflectors /of 500-1000 W/ with their heating effect can cause local air flows. This lifting aerosol can catch the algae cells and spores and get them to the top of the stalactite or the ceiling of the cave.

The settlement of the vegetation is possible where the conditions such as nutrients, light, humidity, suitable temperature, are given. In natural circumstances the Algae and Moss, which are shade-fil and live in front of the cavern, are unable to migrate into the cave without any light. The man created the possibility for the vegetation to settle down in the inside by replacing natural light with artificial light. Under these circumstances only the most euryoecic Algae and Moss can live permanently. These lower plants create a so-called pioneer flora in the environment.

The role of the light in the growth of the lampflora

The lights produce energy for the photosynthesis only in a well defined part of the cave. The distance, within the energy is suitable, is a measurable, stable value for the different types of the lights. In table 1. shows the data of the characteristic distances we have measured in the Baradla.

The development of the lampflora is under the influence of the morphology of the area as well. Hiding the lamps into the fissures results in lighting boarding walls. Around these places considerable amount of vegetation can appear in the range of the safety-illumination lights especially when they work several hours a day.

We measured the illumination to learn which values are enough for the Algae and Moss for their growth. We found that around the low-duty lamps /safety-illumination, 40-60 W/ appr. 150-200 Lux were needed but we also found Moss colonies which could live under 40 Lux. Around the spot-lights more intense illumination is needed because of the shorter and periodical illuminating. At the spot-lights / 500-1000 W / the lampflora can live at minimum 300-800 Lux. Only Algae can live at illumination less than this, where the dripstones are wet.

Spot-lights owing to their specific arrangement assure the invigorating light to Algae and Moss on a quite large surface area. As an example in the Black and the Tiger Halls we can find moss grass of several square meters in front of the light built into ditches.

The lampflora is very sensitive to the changes of the illumination. The decrease of the light energy or turning the bodies

of the spot-lights over, can cause the destruction of the flora. If the condition is favourable the plants will settle down very quickly. From this point of view the halogen spot-lights cause the most problems.

This type has got good efficiency so it produces more light than the others. If the traditional incandescent lamp was replaced by halogen one fundamental changes would appear. To take no notice of these facts would produce the quick growth of the flora. The Column Hall is an example for this where the use of halogen lamps in great numbers caused very serious greening. This process hasn't stopped yet. If the traditional W bulb is replaced by a halogen one the protonema of the Moss or even the shoot can appear in 6-8 weeks.

Effects of other factors

The high humidity of the cave, the continuously seeping water helps the plants to settle down. As the walls and other dripstone formation are always wet in humid air we could think that the Algae and Moss can appear anywhere if there is light. On the contrary we can find some places where the intensity of the light and time of the exposition would be enough yet there is not any vegetation. There are other parts of the cave where we can meet a huge vegetation cover under the same condition.

If we examine these walls and dripstones we can see that the seeping water produces a thin membrane on them. This water layer which waters the plants is essential to the steady settlement of them. It's importance is proved by the green lines of the algae which turn up in the track of the seeping water on dripstones.

The periodical appearance of green patches on the rock at the entrance of Aggtelek cave can also be explained by this phenomenon. There we can observe that the wall is made green by the algae in days after the seeping of the spring thaw. When the seeping decreases the green cover fades out.

It has been observed that the heat of the spot-lights dries out the surfaces of the dripstones and so it controls growth of the vegetation or even it can lead to the complete dry out of the lampflora. Same effect can see around the halogen-lights because their heat emission burns down the settled moss-colony. It's a pity that out of the range of their drying effect plants can live undisturbed.

Although the Algae and Moss and Fern constituting the lampflora are species of great adaptability, their appearance around these places is in connection with the humid areas rich in nutrients. So we can find most of the plants in the ground of the cave, in the clay and on the muddy rocks respectively.

The major factor of the pushing forward of the vegetation in the area of Aggtelek is the large quantity of nutrients. The cave was populated by the man of the Bronze Age and the ground and dripstones were covered by organic wastes produced during the centuries. This so called "humus" on the surfaces makes good nutrients for the plants. The lampflora cannot appear, in spite of optimal light condition, on the surfaces of the unpolluted dripstones if they are not covered by water-layer.

As we can see the settlement of the vegetation in the cave, regarding the anorganic and antropogen factors, is expectable.

The effects of the expansion of the vegetation

This vegetation gives rise to several cave-biological and environmental problems. It's difficult to predict the outcome of the growing phytomass. The nutrient sources given for the cave coenosis is fluctuating in time and space but is usually limited. The majority of sources under natural conditions is produced by the materials coming from the outer surface. The chemosynthesizing organisms, such as bacteria living in these caves, can be the primer producers of the food-chain. A new source is connected into this chain with the biomass of the

light source distance /cm/	power		
	Incandescent lamp 40-60 W	500-1000 W	Halogen 500-1000 W
mean	40-50	200-300	300-400
minimum	0	0-20	30-60
maximum	120-160	300-400 /8-10m/†	400-600 /8-10m/†

† algae
Table 1. The distance of the vegetation from the light source

lampflora. The fauna of the cave react to these changes at different speeds. It would be good to start some research to learn these effects.

The vegetation has several visible effects. The lampflora settled on the dripstones and walls hides their surface and changes their natural colour. The small plants not only cover the surface of the dripstone decoration but destroy them.

The seeping water continuously waters the Moss colonies. This results a saturated solution of lime from which CaCO_3 continuously deposited on the leaves of the plants in a thin layer.

This lime-deposit causes the death of the plant. So the development of the Moss keeps up with the calcification. In time an amorphous mass is formed by the lime deposit and the texture of the plants. This process is dangerous because it not only causes aesthetic damage but it affects the natural growth of the dripstone and destroys its form.

All these effects and consequences could lead to irreversible damage in some decades which is not a long time as compared to the age of the cave.

dr VÉGH Zsolt
Táncsics M. u. 25.
6100 Várpalota
Hungary

UNDERGROUND WATER DATING BY TRITIUM MEASUREMENTS

CIGNA, Arrigo A.

Summary. The tritium concentrations in fallout at a latitude of 40-45° N since 1950 is here reported. A simple model with two compartments for dating of underground waters with a reduced turnover is also described. As an example the results obtained on some samples from the karst system Grotta Grande del Vento - Grotta del Fiume (Ancona, Central Italy) are here included.

Introduction

The changes of tritium concentration in fallout produced by the experimental nuclear weapons exploded in atmosphere may be used, under some conditions, to evaluate the replacement velocity of an underground water.

In this paper the concentration values of tritium in precipitations since 1950 are reported for a latitude zone about 40° to 45°N. Both the contributions from the nuclear weapons and the cosmogenic tritium were considered.

Tritium concentration in precipitations since 1950.

Between 1950 and 1966 the average annual values measured in surface waters in USA were used (UNSCEAR, 1977, p. 118). Since 1967 (when the average concentration was 34.7 Bq/L equivalent to 1011 pCi/L) the concentrations of tritium due to all the nuclear explosions that occurred before that date were calculated according to an effective half time of 3.2 years.

Table 1 - Tritium contributions from nuclear weapons explosions in the atmosphere after 1967.

Explosion date	Fusion MT	Tritium increase	
		Bq/L	pCi/L
26 June 1973	0.90	0.49	13.2
17 June 1974	0.15	0.08	2.2
17 November 1976	1.75	0.95	25.8
16 October 1980	0.15	0.08	2.2

Table 2 - Calculated average tritium concentration in natural waters (Latitude zone about 40°N). Some experimental values measured in Genova, Bresimone and Ispra are also reported for comparison. [1 T.U. (Tritium Unit) = 1 atom of tritium per 10¹⁸ atoms of hydrogen]

Year	Average annual conc. (calculated)			Genova (45°N) T.U.	Bresimone (Bologna, 44°N) T.U.	Ispra (Varese, 46°N) T.U.
	Bq/L	pCi/L	T.U.			
1950	0.52	14	4.3			
1951	0.54	14	4.5			
1952	0.56	15	4.6			
1953	0.61	16	5.1			
1954	1.4	39	12			
1955	4.8	130	40			
1956	7.8	210	65			
1957	7.8	210	65			
1958	12	330	102			
1959	25	680	210			
1960	22	580	179			
1961	13	360	111		123	
1962	41	1100	340		510	
1963	122	3300	1019		1303	
1964	96	2600	802		744	
1965	57	1550	478		288	
1966	46	1250	386		197	
1967	37	1011	312		128	
1968	30	816	252		131	
1969	24	659	203		116	
1970	20	533	165		47	
1971	16	431	133		103	
1972	13	349	108		98	
1973	10	283	87		97	74
1974	9.0	243	75		80	67
1975	7.4	200	62		62	59
1976	6.0	163	50		41	
1977	5.9	159	49		36	70
1978	4.8	130	40		41	98
1979	4.0	107	33		42	45
1980	3.3	88	27			54
1981	2.8	75	23			54
1982	2.3	63	19			31
1983	2.0	53	16			21
1984	1.7	45	14			21
1985	1.4	38	12		12	
1986	1.2	33	10		11	
1987	1.1	28	8.8			
1988	0.9	25	7.7			
1989	0.8	22	6.9			
1990	0.7	20	6.2			
1991	0.7	18	5.6			

Risunto. Vengono fornite le concentrazioni del tritio nelle ricadute alla latitudine 40-45°N a partire dal 1950. Viene poi illustrato un semplice modello a due compartimenti che consente la datazione di acque sotterranee con un ricambio relativamente ridotto. E' riportata l'applicazione del metodo ad alcuni campioni di acqua raccolti nel sistema carsico Grotta Grande del Vento-Grotta del Fiume (Ancona).

Obviously the contributions from the cosmogenic tritium and the nuclear weapons exploded in atmosphere by the People's Rep. of China after 1967 were also taken into account. To calculate this contribution the conversion factors used by Miskel (1973) and reported also by Schell *et al.* (1974) which correspond to, respectively 0.07 kg of tritium for each fission megaton (MT) and 2 kg of tritium for each fusion MT. The global contribution from fission is negligible in comparison to the fusion one.

In the interval 1961-1962 the fusion MT were 237.75 (UNSCEAR, 1982, p. 227) and the corresponding increase in fallout was about 130 Bq/L (3500 pCi/L). Therefore it can be calculated that each fusion MT contributed 0.545 Bq/L (14.72 pCi/L). According to these assumptions the contributions from nuclear explosions in the atmosphere after 1967 were evaluated and reported in Table 1.

Such contributions were added, in the first year after each explosion, to the values calculated, year by year, according to the procedure reported at the beginning of this paragraph. In the following years the contributions decreased with the same half-time (3.2 years) reported before.

Nuclear plants have a local influence only (NEA, 1980) as it was found in the seventies when concentrations higher than expected were measured in some place of continental Europe (Weiss *et al.*, 1979). From a global point of view, on the contrary, the contribution from the nuclear plants is negligible.

For cosmogenic tritium UNSCEAR (1982, p. 89) gives a value of 400 Bq/m³ (10.8 pCi/L) for the average concentration in surface waters. Eventually the cosmogenic tritium has been added to each year inventory.

It must be emphasized that tritium concentration in surface waters has a very remarkable latitude effect: it doubles for each 13° latitude degrees in the Northern hemisphere and for each 16° latitude degrees in the Southern hemisphere (Schell *et al.*, 1974). However the values calculated according to the procedure described above were obtained by measurements carried on in the USA around a "baricentre" of about 40°N. Therefore these values can be considered to be representative for a zone of some degree around such latitude.

In Table 2 the behaviour of tritium evaluated since 1950 is reported. For comparison some experimental values measured in three Italian localities are also given: Genova (IAEA, 1981), Bresimone (Gonfiantini & Gragnani, 1980) e Ispra (Dominici, 1978 to 1985).

According to Jones *et al.* (1989) some tritium should be produced by cold nuclear fusion in the Earth. According to his estimate the global amount released, e.g., by the February-March 1972 eruption of Mauna Ulu was about 111 TBq (3000 Ci). Such amount is small in comparison with the releases by nuclear weapons which give nearly 7.4e10 TBq (20 MCi) per each fusion MT. If the hypothesis of Jones should be confirmed the contribution of tritium of terrestrial origin should also be taken into account in future estimation of the global tritium fallout.

Two compartments environmental model.

A simple two compartments environmental model has been developed for dating underground waters by tritium concentration measurements. The first compartment corresponds to the surface water while the second one corresponds to the underground water to be dated (Fig. 1).

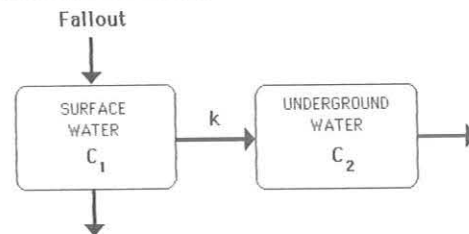


Fig. 1 - Two compartments model.

If $C_1 = f(t)$ is the function describing the behaviour of tritium concentration in compartment 1 and k is the transfer constant to compartment 2 then the concentration in compartment 2, C_2 , at the time T will be given by the function:

$$C_2 = e^{-kT} \int_0^T f(t) e^{kt} dt$$

To take into account both the radioactive decay of tritium and the fact that tritium concentration in compartment 1 is known as an average annual value the preceding function can be written as:

$$C_2 = e^{-(k+\lambda)T} \left[\frac{k}{(k+\lambda)} \right] \sum_{n=0}^{n-1} A_n (e^{(k+\lambda)(n+1)T} - e^{(k+\lambda)nT})$$

where: k is the transfer constant from compartments 1 to 2
 $\lambda = 0.0561588$ is the decay constant of tritium in years⁻¹
 $n = 0$ for year 1950; $n = 1$ for 1951; etc.
 A_n is the concentration in compartment 1 for the year n
 T is the year for which C_2 is calculated (being: 1950 - 0)

This function must be calculated for the year in which the tritium concentrations in underground waters to be dated are measured. As an example the plot referring to 1986 is here reported (Fig. 2).

In this case when tritium concentration in underground water (C_2) is below about 1.5 Bq/L (40 pCi/L) the equation has one solution only. Then a single value for the transfer constant (k) as well as for the half-life (τ) in compartment 2 (underground water) can be calculated (Fig. 3).

When tritium concentration is between 1.5 Bq/L (30 pCi/L) and 2.6 Bq/L (50 pCi/L) the dating is practically impossible on account of the large uncertainty given by the asymptotic part of the diagram. These values are very near to the actual concentration in precipitations and therefore there is a high chance that a subterranean water with such values is directly fed by precipitations.

For tritium concentrations above 2.6 Bq/L (70 pCi/L) two values for the transfer constant (k), and consequently for the half-life (τ), are obtained. In this case further information is needed to identify the real value.

Example of application

Three water samples were taken in the karst system Grotta Grande del Vento - Grotta del Fiume near Ancona (Central Italy). The following concentrations (and the corresponding standard deviation) were measured at the Joint Research Centre of Ispra and referred to October 1986:

Sample No.	Location	Tritium concentration pCi/L	Tritium concentration Bq/L
FRA 9	Splash in "Giants' hall"	49 \pm 17	1.8 \pm 0.6
FRA 15	Lake under a bridge after the "Candeline"	77 \pm 18	2.9 \pm 0.6
FRA 11	Lake in "Gr. del Fiume"	112 \pm 19	4.1 \pm 0.7

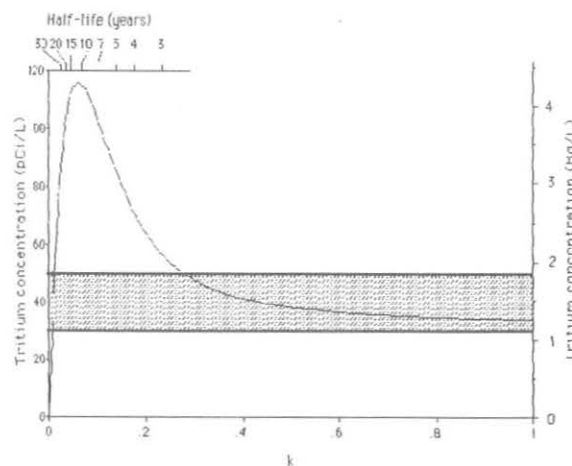


Fig. 2 - Tritium concentration in underground water in 1986 as a function of the transfer constant k from compartment C_1 to compartment C_2 . Within the shaded area no firm dating is possible on account of the error affecting each measurement. For concentration values within such an area there is a high chance of a direct contribution by precipitations to the underground water.

While the first sample (FRA 9, according to the classification used by Sighinolfi, 1985) both for its characteristics (splash) and the value of the tritium concentration show clearly a prevailing contribution by precipitations, the other samples are representative of underground waters with a longer half-life. The tritium concentration in both samples are higher than 2.6 Bq/L (50 pCi/L) and therefore two values for the half-lives are given by the plot of fig. 2 as reported in Table 4.

Table 4 - Half-lives of underground waters collected in the karst system "Grotta Grande del Vento - Grotta del Fiume" (Ancona, North Italy).

Sample No.	Half-life (years)	
	1st value	2nd value
FRA 9	present-day	"
FRA 15	35.5 (+16.6 - 10.9)	4.4 (+1.5 - 1.3)
FRA 11	15.4 (+10.3 - 3.8)	8.8 (+2.8 - 3.1)

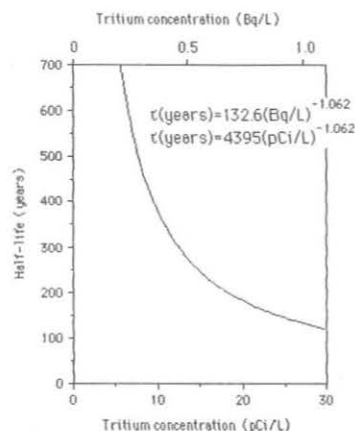


Fig. 3 - Half-life (τ) in compartment 2 (underground water) as a function of tritium concentration for values below 1.5 Bq/L (40 pCi/L).

The sample FRA 15 should probably correspond to an underground reservoir with a half-life of about 35.5 years according to the information supplied by the first results of a geochemical investigation (Sighinolfi, 1985) while for the sample FRA 11 the difference between the two values is not very great: the half-life of the corresponding underground reservoir should therefore be around ten years.

Future researches will probably contribute additional information and enable, by a more precise dating, further knowledge of water circulation in the karst system under investigation.

Acknowledgements

The authors are very grateful to dr. Stefano Macciò for the collection of samples, to dr. Guido Dominici for the measurement of tritium concentrations and to dr. Francesco Breuer for the fruitful discussions.

References

- Dominici G. (1978). Misure di radioattività ambientale. Ispra 1977. CEC Report EUR 6180 I.
- Dominici G. (1979). Misure di radioattività ambientale. Ispra 1978. CEC Report EUR 6632 II.
- Dominici G. (1981). Misure di radioattività ambientale. Ispra 1979. CEC Report EUR 7280 II.
- Dominici G. (1982). Misure di radioattività ambientale. Ispra 1980. CEC Report EUR 7958 II.
- Dominici G. (1982). Misure di radioattività ambientale. Ispra 1981. CEC Report EUR 8572 II.
- Dominici G. (1984). Misure di radioattività ambientale. Ispra 1982. CEC Report EUR 9194 II.
- Dominici G. (1984). Misure di radioattività ambientale. Ispra 1983. CEC Report EUR 9650 II.
- Dominici G. (1985). Misure di radioattività ambientale. Ispra 1984. CEC Report EUR 10036 II.
- Gonfiantini R., Gregnani R., 1988 - Application of environmental isotopes to the hydrogeological study of the area of the Brasimone nuclear site (Tuscan-Emilian Apennines) and of the Bologna area. Contract IAEA-ENEA, Final Report.
- IAEA, 1981 - Statistical treatment of environmental isotope data in precipitation. Technical Report Series No. 206. Vienna.
- Jones S.E., Palmer E.P., Cvirj J.B., Decker D.L., Jensen G.L., Thorne J.M., Taylor S.F., Rafelski J., 1989 - Observation of cold nuclear fusion in condensed matter. Nature (in press).
- Miskel J.A., 1973 - Production of tritium by nuclear weapons. In: Moghissi A. & Carter M., Eds. - Tritium. Messenger Graphics, Phoenix and Las Vegas, 79.
- NEA, 1980 - Radiological significance and management of tritium, carbon-14, krypton-85 and iodine-129 arising from the nuclear fuel cycle. OECD - NEA, Paris.
- Schell W.R., Saunay G., Payne B.R., 1974 - World distribution of environmental tritium. Proc. Symp. Physical Behaviour of Radioactive Contaminants in the Atmosphere, Vienna 12-16 Nov. 1973. IAEA & WHO: 375/400.
- Sighinolfi G.P., 1985 - Personal communication.
- UNSCEAR, 1977 - Sources and effects of ionizing radiation. Report to the General Assembly, New York.
- UNSCEAR, 1982 - Ionizing radiation: sources and biological effects. Report to the General Assembly, New York.
- Weiss W., Buttler J., Roether W., 1979 - Evidence of pulsed discharges of tritium from nuclear energy installations in Central European Precipitation. Proc. Int. Symp. Behaviour of Tritium in the Environment, IAEA-OECD, S. Francisco 16-20 October 1978. Vienna, STI/PUB/496: 17/30.

Arrigo A. CIGNA
 ENEA-PAS/RACD, Saluggia (Vercelli)

and Franco G. GIORCELLI
 ENEA-PAS/SCAMB, Casaccia (Roma)

(Italy)

- ERDŐSI L.
1963 *Werner: De Admirandis Hungariae Aquis*. — *Comunicaciones ex Bibliotheca Historiae Medicae Hungariae* 29. 103—146.
- FISCHER, H.
1987 *Untersuchungen an der Mondmilch aus dem Mondmilchloch (Platus) und Modell der Mondmilch-Genese*. — *Stalactite Jg.* 37. 1. 3.—8.
- FRIDVALDSZKY, J.
1767 *Minero-logia magna principatus Transilvaniae*. — Claudiopoli
- HÁLA, J.
1987 *Fossils in the popular traditions in Hungary*. — In HÁLA, J. (ed.): *Rocks, fossils and history. Italian—Hungarian relations in the field of geology. Annals of the History of Hungarian Geology. Special issue.* 205—229. Budapest
- HOPFÁL M.—TÖRŐ L.
1975 *Népi ásványítás Magyarországon*. — Budapest
- HUNFALVY J.
1863—1865 *A Magyar Birodalom természeti viszonyainak leírása I—III*. — Pest
- JAKUCS L.
1961 *Aggtelek és környéke*. — Budapest
- JÓKAI M.—KÓVÁRY L.
1853 *A Homoród—Almászi barlang*. — In KUBINYI F.—VAHOT I. (szerk.): *Magyarország és Erdély képekben II.* 72—76. Pest
- K. KARLOVSKY G.
1857 *A gyógyvizek magyar tudományos, népies és íj-elvezései latin jelentésekkel együtt*. — Budapest
- KORABINSKY, J. M.
1786 *Geographisch—Historisches und Producten—Lexikon von Ungarn*. — Presburg
- KORDOS L.
1975 *A cseppkő szó eredete és jelentésének változásai*. — *Karszt és Barlang I—II.* 29—31.
- KORDOS L.
1984 *Magyarország barlangjai*. — Budapest
- KOVÁTS, M.
1822 *Lexikon Mineralogicum Eneagiotum II*. — Pesthini
- KÓVÁRY L.
1853 *Erdély földé ritkaságai*. — Kolozsvárt
- KREMNITZKY F. J.
1868 *Adalék az erdélyi ásványtermékek ismeretéhez*. — Az Erdélyi Múzeum—Egyet. Évkönyve IV. 1866—1867. 90—92.
- MAGYARY—KOSSA GY.
1929—1940 *Magyar orvosi emlékek I—IV*. — Budapest
- MAURITZ B.—VENDL A.
1942 *Ásványtan II*. — Budapest
- ORBÁN B.
1868—1873 *A Székelyföld leírása történelmi, régészeti, természetrajzi s népművelési szempontból I—IV*. — Pest—Budapest
- RAJMAN, L.—RODA Š.
1974 *Príspevok k výskumu genézy plastických sintrov a vybraných jaskýň v ČSSR*. — *Slovenký Kras XII.* 3—38.
- Regió
1836 *A' deménfalvi mellék-barlangok*. — *Regió IV.* 2. 758.
- ROTH S.
1881 *Szepesmegye néhány barlangjának leírása*. — *Mathematikai és Természettudományi Közlemények XVI.* 613—648.
- ROTH, S.
1882 *A Magas-Tátra és környéke barlangjainak leírása*. — *A Magyarországi Kárpátgyesület Évkönyve IX.* 309—332.
- SÁNDOR L.
1808 *Toldalék a' magyar-deák szókönyvhez*. — Béts
- SZABÓ J.
1893 *Ásványtan*. — Budapest
- SZENDREY ZS.
1933 *A néphit mennyköpje*. — *Ethnographia XLIV.* 163.
- SZENDREY ZS.
1937a *A növény-, állat- és ásványvilág a varázslatokban*. — *Ethnographia XLVIII.* 154—166.
- SZENDREY ZS.
1937b *A varázslatok eszközei*. — *Ethnographia XLVIII.* 386—404.
- SZENDREY ZS.—SZENDREY Á.
1940 *Mutató a magyar szokás- és babonaszótárból*. — *Néprajzi Értesítő XXXII.* 78—87.
- TANÁRKY M.
1814 *Magyarország természeti ritkaságai*. — Posonyban és Pestenn
- TÉGLÁS G.
1886 *A közép Marosvölgy barlangjai*. — *Földrajzi Közlemények XIV.* 189—208.
- TÉGLÁS G.
1897 *Az erdélyi Érczhegység déli mészkő-övének barlangképződményei*. — *Természettudományi Közöny XXX.* 5. Pótf. 193—206.
- TÉGLÁS G.
1904 *A barlangi cseppkőképződmények szerepe az Erdélyi Érczhegység népeinek gyógyászatában*. — *Ethnographia XV.* 272—273.
- TORKOS, J. J.
1745 *Taxa pharmaceutica Posoniensis*. — Posonii
- TÓTH M.
1882 *Magyarország ásványai*. — Budapest
- TÖRÖK I.
1867 *A gömörmezeyi népies gyógy módok*. — In HUNFALVY J.: *Gömör és Kisbont törvényesen egyesült vármegyeinek leírása.* 170—184. Pest
- Ung. Magazin
1781 *Nachricht von einer merkwürdigen Höhle*. — *Ungarisches Magazin I.* 77—79.
- VAJKAI A.
1948 *A magyar népi orvoslás kutatása*. — Budapest
- WERNHER, G.
1549 *De Admirandis Hungariae Aquis*. — Basel
- ZAV S.
1791 *Magyar Mineralógia, avagy az ásványokról való tudomány*. — Komáromban

HÁLA, József
Hungarian Geological Institute
Library
1143 Budapest
Népszabadság út 14.
HUNGARY

THERMALKARST-SYSTEMS IN HUNGARY - EXPLORATION AND PROBLEMS THEREOF

LIEBE, Pál

Abstract

The paper gives a general review on the hydrogeological characteristics of the thermal-karstic aquifer systems of Hungary. It describes methods applied during investigations and problems related of regional karstic water level lowering due to decrease of precipitation and increase of groundwater extraction. The most important results of research-works are demonstrated in the region of the Lake Hévíz and the thermal springs of Budapest.

Introduction

In Hungary - like in several other regions of the World - at the margins of karstic mountains, where the karstic rocks do extend in a larger depth and covered more-or-less by sedimentary aquicludes: on tectonically and morphologically preformed sites tepid- and thermal karstic springs do occur (Fig.1).

Because of their higher temperature and dissolved salt content were these thermalwater occurrences considered as being of juvenile and postvolcanic origine, but their connections with cold karstwater resources were also known since long. Recent research works discovered these connections in a much deeper sense and in most areas it was proved that the water of thermal springs is mainly originating from infiltrating water of precipitation, thus being so-called profoundous water which having been seeping in great depths and being heated-up there reaching the surface again after several thousands of years of stay.

All these questions, related to thermal karsticwater, had for a long time only a theoretical significance and became only significant from the view-point of practice, when the recharge of these in the catchment area became less, because of a deficit of the infiltration caused by long-term decrease of precipitation and enhanced by large-scale removal of karstic water resources (first of all by mines). Thus karstwater level decreased significantly and this reduced also the discharges of thermal springs, along with changes of head (pressure), temperature and dissolved matter content. The thorough analysis of these changes is very difficult, because the captations of the originally natural spring-occurrences were - during the times passed - several times re-built and just in the vicinities of the springs wells were drilled and in a number of cases water was pumped from these too. The more, the changes were not monitored and recorded by proper care and accurately.

Methods of research

Thermalkarstic research methods do partly not differ from the general methods of hydrogeology. These will only be mentioned, but the special aspect of thermalkarstic research will be dealt with in a broader sense.

Relief, morphology, surface geological formations and tectonics reconaissance by field surveys on the spot, by aerial- and spaceimages and the interpretation thereof. Especially important is the knowledge of the coverage situation of the karst, of the open karstic surfaces and point-like infiltration enabling swallow-holes, of bed-parts of rivercourses acting as swallowing spots. Further-on it is of importance to have data regarding karstic morphology, the existence of caves, rifts and traces of palaeothermal activity (thermal-water produced caves, thermal spring deposits, solution forms, hydrothermally decomposed rock-zones, travertine- and other thermal-origin deposits.

The location of aquiferous karstic formations, their thickness, the overlying layers in general are mostly only explored by research based on drilling and the results may be completed by deep-geophysical investigations. A great problem of the research of thermalkarstic areas in the fact that the total thickness of the karstified zone - estimated by the Hungarian experts to be in the order of some hundred metres in the karstic regions of the country - might be nevertheless several kilometres, because of the presence of deep-karstic phenomena, caused by carbon dioxide of the depths. The discovery of larger joints, caverns, caves is always a matter of probability, but in reality not these do form the generatrix of the regional transmissivity, since the latter is determined by the microfissure character of the rocks. At the same time, locally - first of all in the area of the thermal occurrence - their role might be decisive. The role of larger fault-zones might be definite in a regional sense too. Along explorations by shallow- and deep bore-holes an important aspect is: the knowledge of the interconnections of the thermalkarst with other aquifers, the site localisation of water resources flowing - percolating into alluvial strata or surface water-bodies.

Hydrogeological research is able to determine transmissivity- and porosity-values only within certain ranges of error. These values are based on the productivity- and hydrodynamic investigation data of wells and well-groups, explorations in mines, the research of water-balance of larger regions and in the vicinity of thermal occurrences of the data observed and thermalkarstic springs, respectively local water exploitation-sites. In Hungary

it is generally typical that knowledge of this character did only become deeper along with the exploratory works of local- and more far water-producing sites. Thus also the knowledge of thermalkarst became sort of follow-up in relation to the problems raised by human interference.

The recognition of the closer interrelations of cold- and thermalwater resources means at the same time also that the situation in terms of karstic infiltration, the changes of the precipitation characteristics in karstic areas have to be dealt with special attention. The deficiencies of precipitation had an effect which could be detected in almost all the thermalkarstic regions of the country and all the above generated problems too. Because of the regional hydraulic interrelations between karstwater resources, during the investigations of karstic recharge areas and the other karstwater-storing related to these: also the research works thereof have to be carried-out in a joint form, covering all the areas in question. The changes of the karstwater level - in the Transdanubian Mountain Ranges - is measured in a regionally satisfactory dense network of karst observation wells; and more-and-more producing wells are used for observation purposes too. In other karstic regions observation possibilities are far not yet satisfactory. Great problems are raised by the fact, that there is still lack of discharge data of the necessary frequency at the karstic springs, wells and water-removal sites of mines. Determination of flow velocities by direct tracer methods at thermalkarstic water occurrences can be carried-out only at those sites, where the mixing of water of local origin to the thermal water - having a detention time of a magnitude of thousand years - has to be demonstrated. Tritium investigations do play an important role in the detection of the presence of from precipitation-originating waters being not older than 30 years.

Radiocarbon age-determination data are not easily interpreted, because of the mixing of different water-types and the mixing-in of a non-known amount of carbon dioxide. But still radiocarbon data do at least give approximate informations and thus are worth of being done - especially when the data are completed by stable-isotope investigation results, including ^2H and ^{18}O - giving informations about the palaeo-climatic characteristics of recharge (infiltration) areas. By the hydrological investigations we try to cast light on: water-balance of thermalkarst water resources, the changes of it in time. The numerical computer simulation of pressure-changes is also based on the solving of balance-equations of given elements, but it is practical to investigate the water balance of certain chosen areas of the catchment area in details and this fits also for the changes of water balance in time. All these evaluations of data might cast light on the uncertainty of our knowledge too (that is lack of data). Because of the non-reliable character of the hydraulic parameters and that of the infiltrating- and exploited water quantities: the model is only giving more exact knowledge after the calibration of the model at several design conditions.

Of course the investigations of the thermal conditions and of the heat-balance are of special importance. Methods applicable on the surface can be taken into account only as the measurement of the temperature of the water yielded by springs and drilled wells. Remotely sensed informations are obtained by airplanes, for instance in the case of the Hévíz Spring-lake (6) and these methods may be used also for the detection of subsurface thermal waters "escaping" into colder surface waterbodies.

The most important research method is in thermal investigations the determination of temperature in the depths and the measurement of geothermal gradients in shallow- and deeper bore-holes. Data collected in shallow wells are of use in the surroundings of thermal anomalies, in order to explore thermalwater transmutations into the overlying cover-sediments or hidden clefts, etc.

An important aim of the investigation of the temperature-distribution in the depths of rocks: the determination of subsurface water flow, by convective heat-transport influenced thermal flow pattern and on the base of the above, the determination of the heat-collecting area of the thermal occurrence. In this relation it is a problem, that the heat-flux raising from the depths of the crust of the earth is only known as the average of larger areas, and further-on it might happen, that even that has an anomaly under the thermalkarstic systems (5). In Hungary the mean value of it is 100 mW/m^2 (4), and according to the opinion of experts of geothermics it is not likely to have deviations larger than 50%. In karstic areas does infiltrating water almost totally absorb this heat-flux and in the covered areas of the surroundings it is causing a decrease thereof, in case there is still heating present during seepage toward the depths. Deficiency in heat-flux will be indicated by negative geothermal anomalies measurable within the overlying sediments (2). Thermalwater emerging in the area of thermal springs will during its cooling loose heat and the heating effect caused like this is measurable in the overlying sediment strata - but these areas are relatively small ones.

There will be flow of water - caused by heat-convection - also in regions where there are no hydraulic potential-differences present (5). These subsurface flow might form - by internally closed circulation - so-called closed convective cells, the developing of which might be by the way impossible because of lateral-horizontal flow. The "under-streaming" (8) of the colder karstic water into the deeper levels and under the overlying sediments, and at the same time the counter-flow of warmer water in the same area but in a higher level: might be present under stational-vertical pressure conditions and thus an inverse temperature space might be created (Fig.2). Temperature distributions like the above could only be measured in a few sites - mainly in the surroundings of thermal springs - but the existence of similar situation might be proved most likely in case of the presence of a sufficient number of deep-enough bore-holes. The existing pressure-distribution data are mainly refer to the upper parts of the karstic stratum and because of this the attention of the researchers got orientated in the last decades of years toward these flow-tracks reaching into larger distances and ranging a larger part of the covered areas, which will result in a larger heat-collecting area. Most recent investigations on karstwater household showed that the former ones might only have a subordinate role besides the local "underflow" as a possibility.

Thermal karstwater occurrences do differ from cold karstic waters in terms of dissolved salt content and chemical character, but this still does not mean that the karstic water origin as a possibility can be totally excluded. The shifting from the magnesiumhydrogencarbonatic character of the cold karstwaters toward the sodium-hydrogencarbonatic character might happen because of the contact with marly strata, but increase of hydrogencarbonatic concentration can only be explained by the admix-

ing of carbon dioxide from the depths.

The chemical composition of thermal karstwater occurrences might be characteristic and might change along with the mixing of cold- and thermal karstic waters proportionally to the time elapsed (7). Higher chloride-ionic concentration often measured in thermal karstic waters is also a consequence of the dissolving action of warm water. Chloride-ion²⁺ concentration decrease proportional with the increase of the cold karstwater component was also proved e.g. in Budapest. The appearance of nitrogen compounds in thermal karstic areas is indicating a nearby originating pollution. Local contamination might be indicated by the presence of pathogenic bacteria.

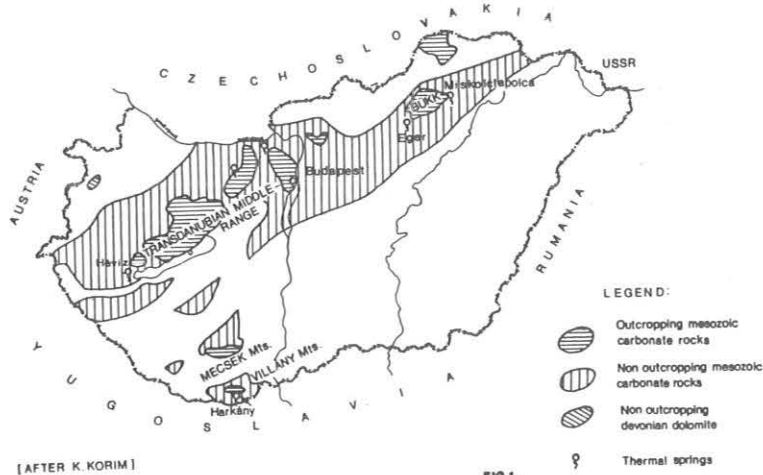
The investigation of heavy metals and the radiological plus isotope composition is an indispensable part of the research works in thermal karstic regions. The age-determination- and tracer role applicability of environmental isotopes was mentioned already.

Research works carried-out in thermal karstic regions will become complete only after achieving surveyed also the affects of human interference and that has to cover the following activities: archaeological exploration of the close surroundings of thermal springs, the publication of the history of spring captations and exploration via drillings, the records of the exploitation and use and the data on changes being the consequence of exploitation of the natural discharge and/or artificial yield.

A review on the conditions of thermal karstic water occurrences in Hungary

The Transdanubian Mountain Ranges (Fig.3) is the largest continuous karstic area of the country and on the western and east-

SKETCH MAP OF THERMAL-KARSTIC RESERVOIRS AND SPRINGS IN HUNGARY



[AFTER K. KORIM]

FIG.1.

Theoretical model of thermal-understreaming system

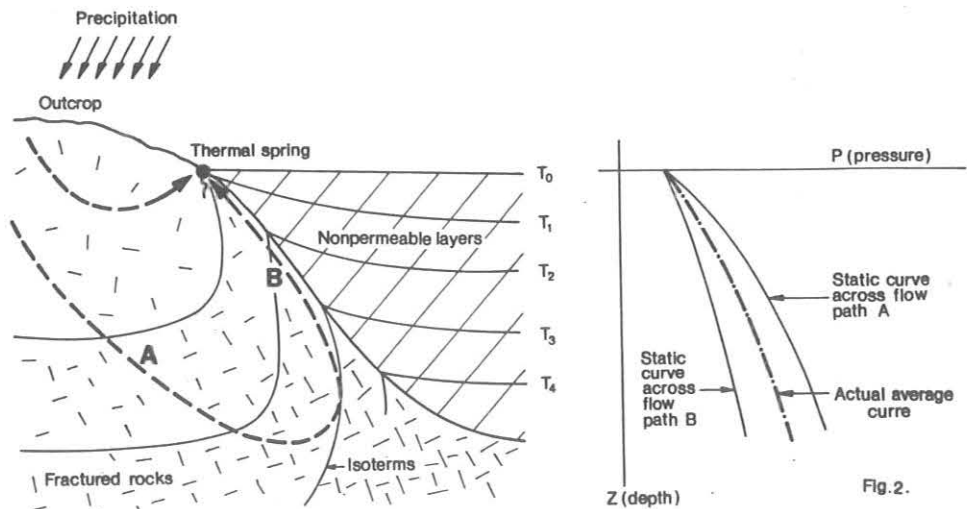
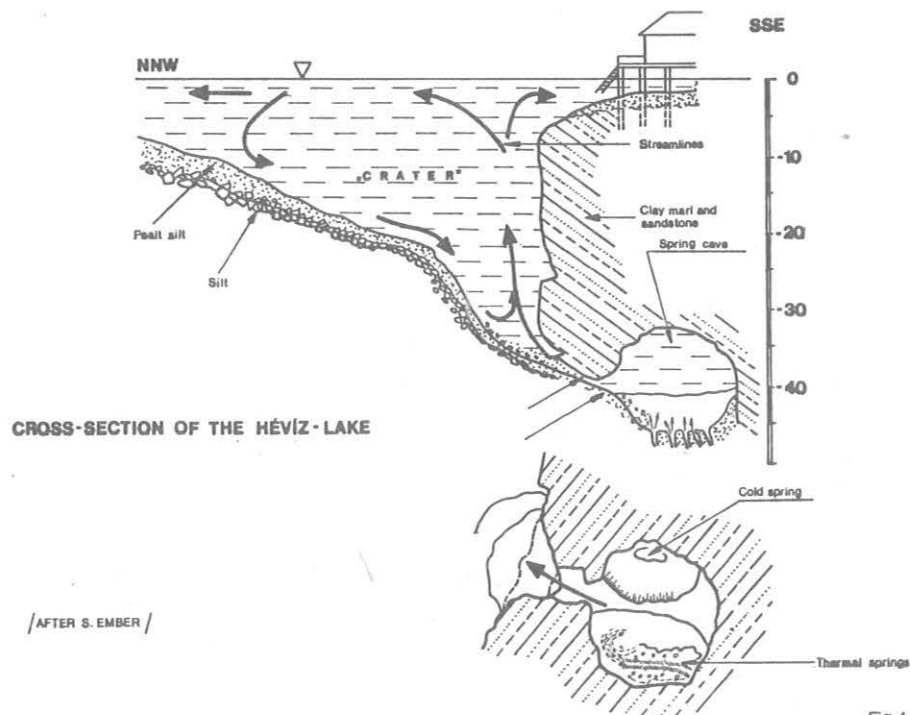


Fig.2.



SKETCH MAP OF THE TRANSDANUBIAN MOUNTAIN RANGES

FIG. 3.



CROSS-SECTION OF THE HÉVÍZ-LAKE

[AFTER S. EMBER /

Fig. 4.

ern ends of it the two largest springs, respectively spring-groups are to be found: the Hévíz Spring-lake and the thermal-spring groups of Budapest. In both sites are the springs occurring on the local base of erosion - that is by some metres higher than the level of the Balaton Lake and the Danube River.

Hévíz Spring-lake is a singularity even on a world scale and the water of it comes from a spring-cave being discovered by scuba divers in a depth of 40 metres (Fig. 4): The water appears directly from Pliocene sandstone, but the springs are fed by water flowing from Triassic dolomite in the depths and the temperature of the water is 38 to 41 °C.

The original discharge of these springs was about 34 m³/min, but at present it is only about 18 m³/min. Decrease of the discharge was caused by the decrease in infiltration, the large-scale dewatering activity of the bauxite mines in a distance of 30 kilometres and the local water-production wells - amongst these the thermal wells of on the lake-side - in an equal measure. Decrease of the discharge caused an about 3 °C drop in the temperature of the lake-surface, the hydrobiological conditions and the sulphur content of the lake (the latter being of decisive importance from the aspect of medical effect) deteriorated slight-

ly; further damages can not be allowed. The solution of the problem of the increase of the discharge is, the water-production of the wells around the lake and in the distance too has to be decreased and may be the decrease of infiltration by artificial means. Research activities extended directly because of the above problems to mention but a few: the exploration of the spring-cave by divers and the surveying of the lake by infra television (6), beyond a rather ramified series of other hydrogeological activities (3).

The tepid- and thermal springs of Budapest rise on the side of the Danube along a line about 10 kilometres long and having a direction of north - south. In the north 18 to 22 °C tepid springs are to be found, in south their temperature is 33 to 47 °C while in the middle parts close to each-other about 20 °C and 27 to 65 °C does occur. Aquifer is Triassic dolomite, limestone and Eocene limestone. To the west from these springs, in a higher area plenty of travertine deposits and hydrothermal origine cave systems are proofs of formal palaeothermal activity. The total dissolved salt content, chloride ion and sulphate concentration is increasing from north to south, calcium-magnesium-hydrogencarbonatic character is shifting towards sodium-hydrogencarbonatic - but within this general image still the separation of

CROSS SECTION OF THE COLD-HOT KARSTIC-SYSTEM AT HÉVÍZ

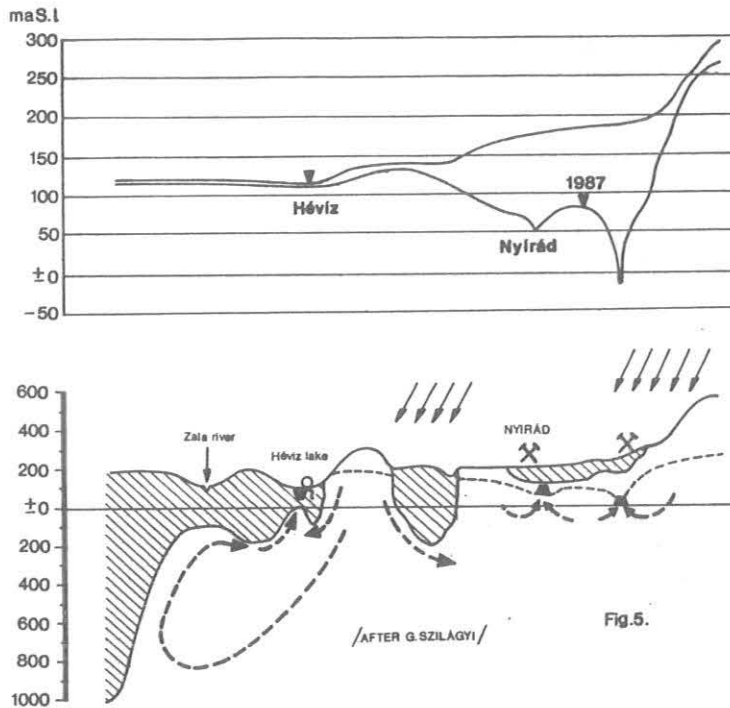


Fig.5.

CROSS SECTION OF THE COLD-HOT KARSTIC SYSTEM AT BUDAPEST

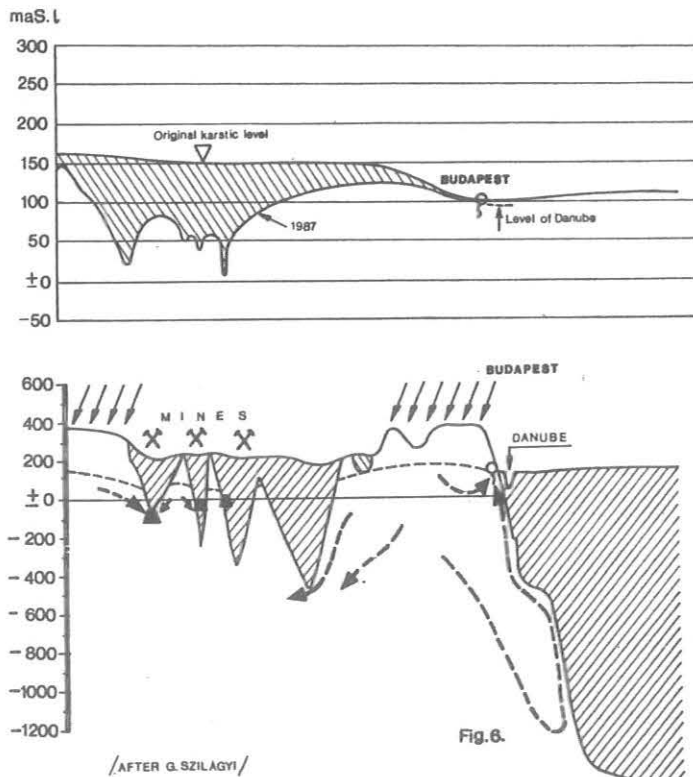


Fig.6.

* The medicinal effect of the thermal waters is in their sulphate- and sulfideconcentration.

the chemical character can be detected along NW to SE striking faults. The original discharge of all the springs might have been 50 m³/minute, including also the water escaping into the Danube and toward the Alluvium.

Zsigmondy, V. - a mine-engineer - has begun with the drilling of thermal wells in the last century, first in the Margit Island and later in the flat lands on the left side of the Danube and later on several other wells were bored. Part of these gave warmer water than the hottest springs (the maximum being 78 °C), but caused the diminishing of the yields of springs and increased the inrush of tepid karstic waters into the thermalwater zone and causing cooling up to 30 °C in the zone of mixing and at the same time it caused a drop in dissolved matter concentration too. At present the total discharges of the Budapest thermalkarstic region is about 25 m³/minute. Decrease of yield was caused in an equal proportion by deficiency of infiltration, by water removals built within the direct catchment area and by the dewatering activities of mines in a distance. Beyond the drop in discharges also the heads around the tapping sites did decrease. The danger is in the fact that most of the drilled wells are today working by pumping and if production is not reduced: water niveaue respectively head will still decrease. In case the karstwater level is deeper than the niveaue of the water of the Danube, cold water might inrush through the almost non-detectable caverns of the former escaping springs and thus contaminate and cool-down the thermalkarstic system. The more it might also stop the functioning of it in an irreversible manner. The solution of the problem is: the radical reduction of the water-amounts removed and in the same time there is a necessity for the compulsory limitation of discharges. Research - which is confronted with a more sophisticated system than in the case of Hévíz - has to deal with a system being more complicated in terms of water quality, temperature and it has to do investigations in a system, taking into account the connections of the broader surroundings of the area and to work with modelling too.

Bükk Mountains are the next in importance in terms of thermal karstic water - beyond the above two main systems. In the Bükk the tepid springs of Eger and Miskolcáptolca on the two ends of the mountains are well-known and in south Hungary Harkány - where tepid springs and a thermalwater occurrence in the form of a swamp were known too. In all these areas drilled wells were sank in the direct surroundings of the original occurrences and at the same time in certain distances - areas of cold karstic water resources, but being connected to the thermal karstic system - wells were sank for drinking-water supply production. Because of the decrease of infiltration caused by deficiency in precipitation - the consequences of water withdrawal raised problems here too. The most evident solution of the problems is here too: reduction of waterproductions in the cold karstwater regions (Fig. 5-6).

In all the regions the thermalwater-removal aided by artificial recharge might be allowed in a distance from the original occurrences - but this solution might be in question in case of entirely energy-utilization. Another technique might be the careful application of artificial infiltration increasing methods - in case: the reduction of the use of coldwater utilisation is a possibility because it is allowed by the decrease of drinking water demands.

SUMMARY

The intense exploration of thermalkarstic resources was promoted - beyond local demands - because of the drop of the natural recharge, caused by human influence. Research will be necessary in the future too. Besides of investigations of local-interest there is an indispensable necessity for the universal research of all the karstic areas - in order to determine the decrease of karstic water resources, caused by a decades-long deficiency of karstwater household and in order to put all these phenomena in reverse.

References

- /1/ Alföldi, L.-Deák, J.-Liebe, P.-Lorberer, Á.: Relationships between the cold and warm karstic waters in the Central Range with special regards to mine drainage requirements VITUKI Proceedings No.23. pp.300-317 1979 (in Hungarian)
- /2/ Alföldi, L.-Gálfi, J.-Liebe, P.: Heat flow anomalies caused by water circulation. Journal of Geodynamics 3. 199-217 1984 (in English)
- /3/ Böcker, T.: Summing-up of the results of the research works on the Hévíz Lake VITUKI Report, manuscript 1978 (in Hungarian)
- /4/ Dövényi, P.-Horváth, F.-Liebe, P.: Geothermics of the Pannonian Basin. Earth Evolution Sciences, 1981/3-4 Viewweg, Holland pp. 285-292 (in English)
- /5/ Liebe, P.-Lorberer, Á.: The interrelation between flow and temperature conditions in karstified rocks containing thermal water. Proceedings of VITUKI, No.3. pp.162-175, 1975 (in Hungarian)
- /6/ Liebe, P.-Rádai, Ö.: Exploration of the Hévíz Lake. VITUKI Proceedings. Vol.41. pp.3-14.1985. (in English)
- /7/ Szalontai, G.: Chemical quality of the thermal water in Budapest. In: Thermal water of Budapest. VITUKI 1968. pp. 59-71 (in Hungarian)
- /8/ Vendel, M.-Kisházi, P.: Relationship between thermal springs and karstic water based on observation in the Transdanubian Middle Range. Proceedings of MTA X. 1963-64. 32/1-4. pp. 393-417, 33/1-4. pp. 205-233 (in Hungarian)

** In the vicinity of the Hévíz Spring-lake at the contact area of the Pannonian sandstone and the dolomite developed, and to-day already dry cave-systems were discovered and explored, being the evidence of palaeothermal activities.

DATING THE KARST THERMAL WATERS IN THE EGER AREA

DEAK, Jozsef

Abstract

The results of the environmental isotope analyses on the karst waters at Eger and in the surroundings confirm the karst water flow pattern implied by earlier studies in the SW foothills of the Bükk Mountains. The water emerging in the warm springs and boreholes at

Eger were found to be a mixture of the fresh (1-2 thousand years old) direct flow cold, arriving from the N-NE direction and of the older (13-15 thousand years) thermal karst water from the S-SW. Tritium concentrations have revealed even a very recent component of groundwater unconfined origin in the Tükör Spring.

1. Environmental isotopes

The natural and artificial isotopes present in the human environment are termed "environmental". For the purposes of hydrogeology the radioactive carbon C-14 and tritium H-3, further the stable deuterium H-2, oxygen O-18 and carbon C-13 isotopes are of the greatest interest.

These isotopes are suited to water dating and provide thus the only opportunity of measuring the fourth dimension, viz. time, in the subsurface flow systems. In current international and Hungarian practice seconds are measured by tritium and minutes by radiocarbon in the "radioactive clock". The use of tritium for hydrological purposes was made possible by the sudden rise of concentration in precipitation due to the atmospheric thermonuclear tests and the introduction of nuclear power in 1952. The waters originating from precipitation prior to 1952 contain virtually zero background tritium and can thus be distinguished clearly from such containing components younger than 35 years (1). The data of tritium analyses mentioned in the paper are given in TU (Tritium Unit) units, with $1 \text{ TU} = 10^{18} \text{ H-1/H-3 ratio} = 0.119 \text{ Bq/kg activity}$.

Dating was based on the specific C-14 activity measured in the water samples (A) using the formula:

$$t = \frac{5730}{\log 2} \cdot \log \frac{A_0}{A} \quad (\text{years}) \quad (1)$$

wherein A_0 = the specific C-14 activity at the time of infiltration,

A = the specific C-14 activity measured in the sample,

t = the time elapsed between infiltration and sampling,

i.e. the age of the water sample and

5730 = the half-life of C-14 (years).

The initial C-14 concentration A_0 was determined by applying a correction for the stable carbon isotope ($\delta^{13}\text{C}$) (2) as

$$A_0 = \frac{(\delta^{13}\text{C})_{\text{sample}} - (\delta^{13}\text{C})_{\text{carbonate}}}{-25 \text{‰} - (\delta^{13}\text{C})_{\text{carbonate}}} \cdot 100 \text{ (‰)} \quad (2)$$

where $(\delta^{13}\text{C})_{\text{sample}}$ - the ratio of C-13+C-12 stable carbon isotopes in the sample from the well studied, related to the PDB standard, in mils

$(\delta^{13}\text{C})_{\text{carbonate}}$ - the stable carbon isotope composition of the carbonate dissolved by the infiltrating water,

- 25 ‰ - the ratio of stable carbon isotopes in the soil carbon dioxide, related to the PDB standard.

In the absence of measurement data on the $\delta^{13}\text{C}$ value of the carbonate rocks in the Eger area, the value obtained from the Budapest thermal waters (+ 3 ‰) was used for the correction (3):

$$t = \frac{5730}{\log 2} \log \left[\frac{(\delta^{13}\text{C})_{\text{sample}} - 3 \text{‰} \cdot \frac{100}{A}}{-28 \text{‰}} \right] \quad (\text{years}) \quad (3)$$

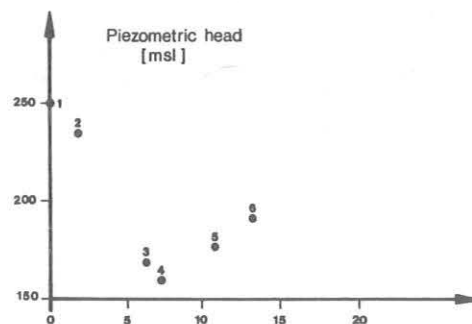


Fig. 2.

2. The environmental isotope composition of karst waters in the Eger area

The data of isotope analyses are presented in Table 1. The 58 TU tritium content in the Szikla spring at Felsőtárkány (No.1) indicates positively very recent, rapidly flowing water. The tritium content of 18 TU in the well K 34 at Eger is appreciably lower. This well is situated in the vicinity of the recharge area (Fig.1), so that the fresh karst water flowing in the wide passages at relatively high velocities arrives in less than 30 years to the well, whereas appreciably older karst water enters the well from the narrow fissures. The water of different age mix to produce the H-3 content of 18 TU, implying a resultant water age of 1500 ± 200 years.

The tritium concentration of 17 TU measured in the water from the Tükör spring (No.4) confirms the assumption of Z.SCHRÉTER (4), according to which the spring water contains unconfined groundwater as well. This fresh water is mixed with the karst water when the latter emerges from the limestone rock to the surface and passes through the gravel alluvium of the Eger Creek. The unconfined groundwater origin of the tritium measured is corroborated by the fact that no tritium was detected within the accuracy of measurement in the well B-22/a (No.3), which yields water of comparable temperature and chemical composition, but from a depth of over 200 m. For estimating the inflow of unconfined groundwater to the Tükör spring additional H-3 and C-14 data would be needed on unconfined-, spring- and karst water samples taken from the surroundings of the springs. In the absence thereof a coarse estimate is only possible on the share of unconfined groundwaters. The H-3 data measured thus far (5) in unconfined groundwaters in Hungary indicate tritium contents surpassing 100 TU in highly permeable gravelly-sandy aquifers similar to the alluvium of the Eger Creek. With zero H-3 concentration in the karst water, the proportion of unconfined groundwater in the yield of the Tükör spring is estimated at 15-20 per cent.

3. The origin of waters in the Eger springs

The theory concerning the origin of the thermal spring in the Eger area was described by Z.SCHRÉTER (4) in 1923 already, accord-

Table 1.

No.	Location	Depth of perforation	Piez. head [msl]	Temp. [°C]	δD	$\delta^{13}\text{C}$ [‰]	$^{14}\text{C} \pm \sigma$	^{14}C age	^3H [TU]
1.	Felsőtárkány	spring	250	9	-66.3	-16.4	-	-	58 ± 5
2.	Eger K-34	233-270	237	19	-69.9	-11.7	43.8 ± 1.2	1500 ± 200	18 ± 4
3.	Eger B 22/a	210-227	168	30	-70.8	-11.4	25.6 ± 0.9	6300 ± 350	4 ± 4
4.	Eger Törökfürdő	spring	157	31	-68.0	-12.3	22.5 ± 0.5	7300 ± 350	17 ± 4
5.	Eger K-21 (AT-8)	741-886	177	46	-71.6	- 6.9	9.5 ± 0.8	10900 ± 600	2 ± 4
6.	Egerszalók K-4	397-403	190	65	-75.5	- 4.3	7.9 ± 0.5	13200 ± 400	
7.	Bogács	461-485	-	73	-75.6	- 3.4	4.1 ± 0.4	15000 ± 450	

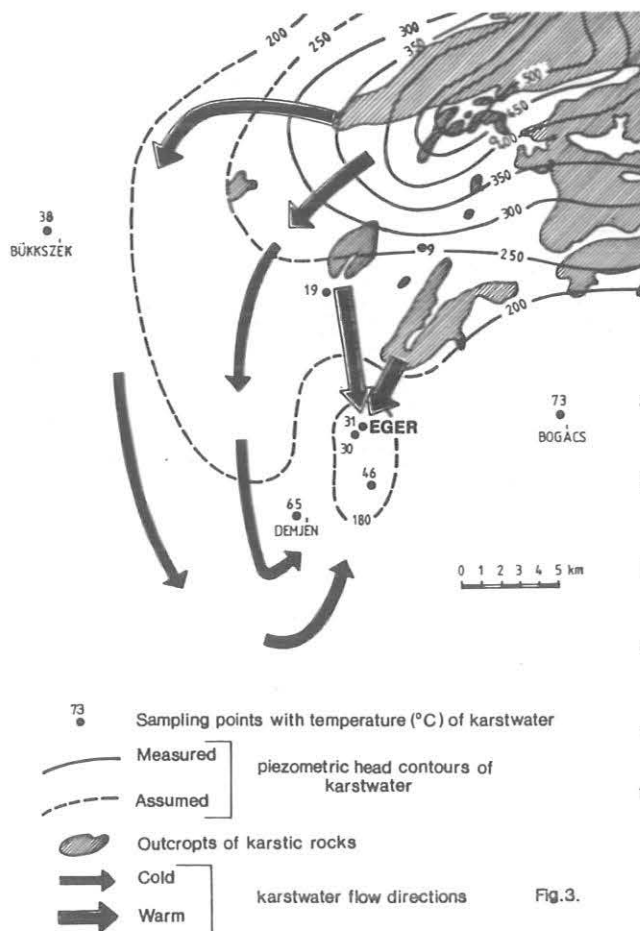


Fig. 3.

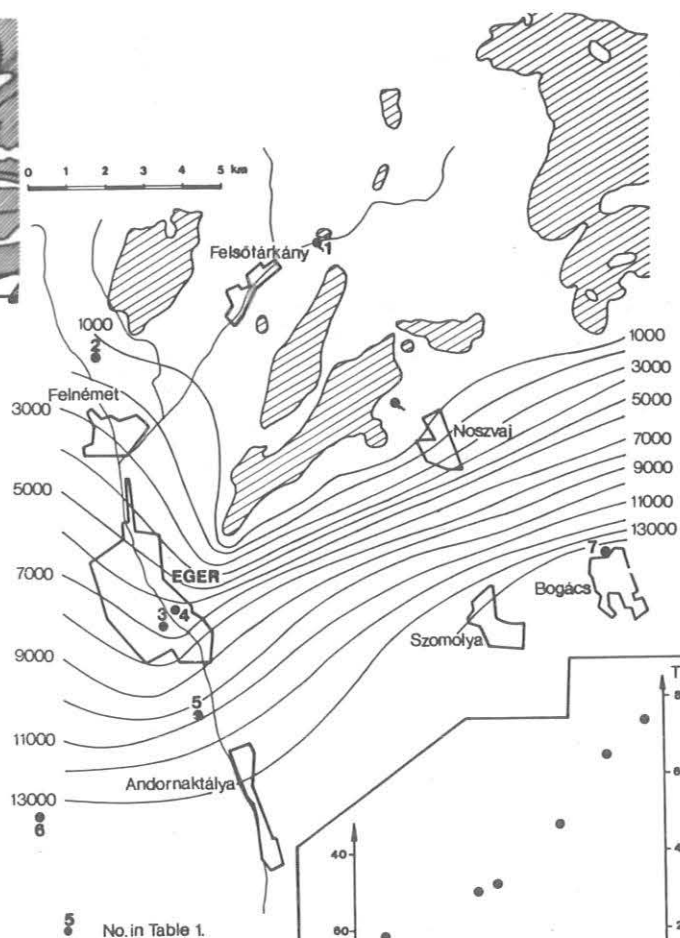


Fig. 1.

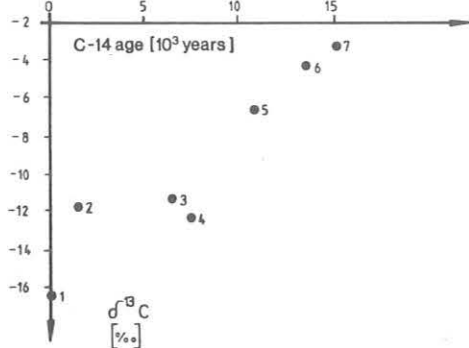


Fig. 4.

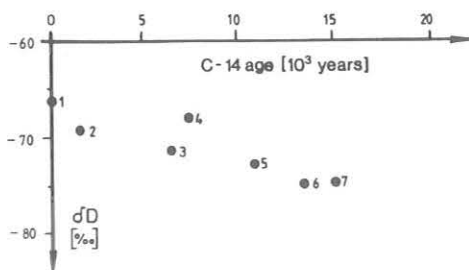


Fig. 5.

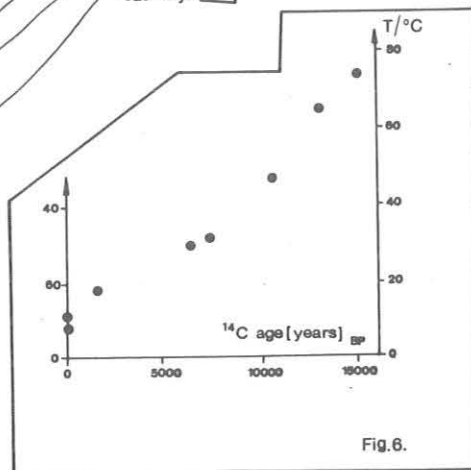


Fig. 6.

ing to whom the precipitation on the SW part of the Bükk Mountains percolates in the Eocene- and Triassic limestone layers down to the impervious base. The water continues in the limestone dipping towards the Great Plains to successively greater depths assuming gradually the higher temperatures prevailing there. The karst water heating in this way emerges along faultlines to the surface under the hydrostatic head in the form of warm springs. The karst water of 30 °C temperature and 30 m³/min yield (6) emerging to the surface in the warm springs around Eger corresponds to a thermal output of 6 · 10³ kcal/min = 4 · 10³ W. To absorb this huge amount of heat over 400 km² area would be needed even the entire terrestrial heat flux (100 mW/m²) would be used for heating this water. In view of the fact that the warm springs are situated 5 to 10 km distant from the surface outcrops of the karst in the SW Bükk Mountains, direct percolation starting therefrom and heated gradually to 30°C cannot be accepted as the only source of the spring yield.

This assumption is apparently in conflict with the isochronous map (Fig. 1) plotted from the C-14 age data. These latter grow successively from the surface karst towards the warm springs and the more distant thermal waters. The water temperatures increase in the same pattern. The conflict is resolved by interpreting the piezometric head - water age correlation shown in Fig. 2. The piezometric head of the warm spring (No. 4) and well (No. 3) yielding 6-7 thousand years old water is seen to be lower than the heads in both the young, cold karst water (Nos. 1 and 2) and the oldest thermal water (Nos. 5 and 6). The water in the springs is mixture, so that the C-14 age of 6-7 thousand years (Table 1) is a fictitious value indicative of the mix proportions alone. The piezometric head in the wells No. 5 and 6 were determined from the data of earlier hydraulic studies. According to the drilling logs complete closure of Well No. 5 (AT 8) produced a well head pressure of 3.0 at., whereas at Well No. 6 (De-42) the yield could only be reduced from the original 2400 to 720 l/min at a well head pressure of 3.1 at. For the sake of comparison, the piezometric heads in the thermal wells were converted to the 30°C average temperature of the warm springs at Eger (6). The fact of mixing is indicated also by the geographical pattern of the piezometric contours (Fig. 3). The karst waters display a potential low in the Eger area, so that the warm springs are supplied on the one hand by the fresh, cold karst water entering from N-NW, on the other by the thermal karst waters percolating from the S-SW areas.

The composition of stable isotopes in the karst waters around Eger is an additional proof of mixing. The $\delta^{13}\text{C}$ value is -13 to -14 ‰, typical of the fresh karst water and -3 to -4‰ in the wells No.6 and 7, whereas intermediate values were measured in the warm springs (Fig.4). The deuterium concentrations show a similar pattern: The deuterium concentrations in the warm water are situated between the -65 ‰, value typical of the cold karst- and groundwaters in Hungary (2) and the -75.5 ‰, value of the 13-15 thousand years old thermal karst waters (Fig.5).

The δD value of -75.5 ‰ implies at the same time that the 13-15 thousand years old water in the wells No.6 and 7 originate from precipitation, which had fallen under a climate colder than the present one, with annual mean temperatures around +7 °C. This was estimated using the correlation (2) between the annual mean temperature and the weighted annual average deuterium concentration of precipitation: $\delta\text{D} = 3.7 t_a - 100$ (‰). Since the last glaciation period terminated round 10 000 years ago, the annual mean temperature of +7 °C estimated also for other 13-15 thousand years old groundwaters in Hungary (2) is a realistic value and indicates the reliability of the C-14 water age data. The close correlation between water temperature and age (Fig.6) is - in the knowledge of the piezometric heads - also attributable to mixing, in that the 30 °C temperature and 6-7 thousand years age of the warm springs result from the mixing of the old, hot component and the recent, cold karst water. The assumed flow paths are depicted in Fig.3, plotted with due regard to the piezometric heads and to the availability of a sufficiently large heating area.

Conclusions: The limited number of environmental isotope data appears to confirm the earlier assumption of mixed waters in the warm springs around Eger. Further analyses would be needed to estimate the mixing proportions of the two components, the velocity

of underground flow and the share of unconfined groundwater. A lesson of great practical importance is that any interpretation of the environmental isotope composition of subsurface waters and water age should only be undertaken in combination with other hydrological information available on the area considered.

References

- (1) DÉNES, Gy.: The tritium content of karst waters in Hungary (in Hungarian). Magyar Hidrológiai Társulat III. Országos Vándorgyűlése, Pécs, 1981
- (2) DEÁK, J.: The use of environmental isotopes for groundwater hydrology (in English). VITUKI Paper, Budapest, 1981
- (3) DEÁK, J.: Radiocarbon dating of the thermal waters in the Budapest area (in English). ZfI Mitteilungen, Nr.30. Arbeitstagung "Isotope in der Natur", Leipzig, 1980
- (4) SCHRÉTER, Z.: The warm springs at Eger (in Hungarian). A m.kir.Földtani Intézet Évkönyve, Vol.XXV, No.4, 1923
- (5) DEÁK, J.: Environmental Isotopes and Water Chemical Studies for Groundwater Research in Hungary (in English). "Isotope Hydrology, 1978" International Atomic Energy Agency, Vienna, 1979
- (6) VITUKI: Thermal Wells in Hungary (in Hungarian), Vol.3. VITUKI, Budapest, 1977
- (7) BÖCKER, T.-DÉNES, Gy.: Protected intake area of the spring groups Szinva, Anna, Diósgyőr and Tapolca (in Hungarian) VITUKI Project Report, Budapest, 1977

Deák József
VITUKI
1095 Budapest, Kvassay J.u.l.

CALCULATIONS OF KARSTIC DENUDATION ON THE BASIS OF OBSERVATIONS OF THE SOIL IMPACT ON CORROSION

ZANBO, Laszlo

1. INTRODUCTION

Soil impact is comprehensively defined as the impact of soils and of loose deposits with soil structure on the process of karstic corrosion, which determine the extent of sub-soil corrosion. In the past decade, the study of sub-soil corrosion became a major topic in the profession; a great number of partial investigations produced numerous data, and some of the partial processes were also scientifically described. Nevertheless, the karstic effect of soils and their importance in the process have not yet been discussed in a complex manner. The registration of sub-soil karst corrosion processes in the research area of Aggtelek Karst through 8 years, their field observations and the explanation of data according to the types of soil cover resulted in reliable quantitative information that can be generalized for other karstlands under similar conditions and that can serve as a base for the calculation of karstic corrosion /denudation/.

Corrosion capacity - a complex result of various soil processes - is a characteristic value that can be compared on several karstland types. The measurements of solution capacity were carried out in three observation bases that were identically covered with soil: Nagy-óoldal /560 m above mean sea level/, Kecskő Dolina /305 m/ and the dolina of Béke Cave /335 m/; the observations were systematically registered through three years and were supplemented with 5 years' preliminary and seasonal measurements. The final construction of the measuring sites satisfying the requirements of the method of measurements were formed in a 10 years' experimental period.

The classification of soil types, soil mapping, mapping of soil cover thickness, slope mapping, mapping of infiltration, the regional measurement of CO₂ content in soil air and the mapping of actual soil erosion covered the whole research area /122 km²/. As relevant methods had not been worked out, several problems had to be solved concerning the elaboration of field measuring and observation methods, conservation of the composition of water and soil air samples, and the development of certain special laboratory test methods.

The study of sub-soil corrosion was supported with 25 observation sites on the research field; they were settled under different physical geographical conditions and were equipped with synchronous registers.

Observation sites were built at the three measuring bases to study the corrosion factors of thick soil accumulations filling the dolinas and of medium-thick /less than 0.5 m/ karstic soils.

The regular observations at every 14th day were added with a control observation; in the case of unusual intensive rains, extraordinary observations were also made. /L. Zámbo, 1988./

2. LIMESTONE SOLUTION CAPACITY IN THE SOIL

The lime solution /or corrosion/ capacity of infiltrating water characteristic of the soil itself is formed by several soil processes. The limestone solution capacity /corrosion capacity/ can also describe the soil, when it is expressed in relation to the amount of infiltrated water: this figure is normally much higher than that of the solution capacity of rainwater. In order to be able to compare the rainwater and the water migrating in the soil, rainwater samples were also regularly collected during the observations; they were uniformly analyzed and their aggressive CO₂ content was calculated; their lime solution capacity was then defined. The analyses produced the following figures for the research field /partial data are neglected/:

average aggressive CO₂ content of rainwater: 0.278 mmol/l
average aggressive CO₂ content of infiltrated water before
lime solution: 2.092 mmol/l
ration of these two characteristic data: 7.5

The limestone solution capacity is defined as the aggressivity calculated for an area unit, where the amount of water involved in solution is also considered. /This amount is formed by the part of rainwater that contacts the limestone: the quantity of effective precipitation, or the infiltrated water that reaches the limestone./ The effective quantity of precipitation over the research field can only be estimated due to the lack of extensive rock surfaces that are not covered with soil at all; this figure is put to 30%. /Only a part of run-off water comes in contact with the limestone surface at molecular level and can express its aggressivity./ This date is equal to 200 l/m²/year, which - expressed in limestone solution capacity - is 5.5 g/m²/year.

The average limestone solution capacity of water in the soil before solution /from total data/ is 26.65 g/m²/year /or 2665x10⁻² g/m²/year/. The ration of these two basic data is 4.84.

The value of solution in and under the soil may be normally 5 times higher than the corrosion of free rock surface.

Infiltrating water - due to lime solution - loses a part of its

solution capacity in the soil cover /fixed CO₂/, by solving 8.918 g/m²/year lime in average. This figure expresses the annual loss of lime per area unit /m²/ for terra rossa and terra rossa-rendzina soils.

The aggressivity of the remaining part of infiltrating water is able to solve 12.71 g/m²/year limestone. This conditional lime solution capacity is defined as potential lime solution capacity. The potential lime solution capacity, or the average regional value of sub-soil corrosion is 12.71 g/m²/year, which was calculated from the annual mean values of a large number /379/ of controlled data through several years. This figure for karstic corrosion represents the average quantity of limestone loss in the research area by solution processes near the sub-surface. /Table 1./

3. SOLUTION AND DENUDATION BY SOIL IMPACT

According to the collected data of three years' investigations, 26.65 g/m²/year lime is solved annually in and under the soil of the research area; this material is transported away from the place of solution.

This amount of lime is not completely transported to areas outside the karstland, because a part of the material precipitates in the system of fissures, where the conditions are highly complicated and change from place to place. Further, there are other solution effects in the system. According to measurements, soil impact on karstic solution can be clearly demonstrated down to 5 m deep from the limestone surface, while it still can be traced to 10-15 m deep. The water rapidly migrating downwards through the wider cracks may keep a part of its solution capacity obtained in the soil and thus, under favourable conditions, it may affect deeper zones as well. In the soil materials washed into the crack system further aggressivity may develop. According to analogues based on observations, its value may be compared with the value of the 7.5 m deep zone under similar conditions: 27-30 g/m²/year. This would mean that the solution capacity of infiltrating water is renewed several times until the water appears in a cave. Knowing the extent of soil impact and on the basis of measurements of the lime content in the dropping water of caves, the typical characteristics of corrosion in the cracks can be determined.

The value of complete average limestone solution capacity - calculated to limestone denudation - is 0.01065 mm/year /or appr. 10 mm/thousand years/.

The present development of landforms by solution can be fairly exactly estimated on the basis of the above typical denudation values, the thickness of soils and soil solution values referring to various forms. /Table 2./ Calculations show the following data of solution denudation for karstic slopes and some other types of landforms:

plato surfaces: 7 mm/1000 years
recession of steep slopes by solution: 7 mm/1000 years
recession of moderate slopes: 6.5 mm/1000 years
recession of gentle slopes: 6 mm/1000 years
edge of dolina bottom: 10 mm/1000 years
permeable dolina bottom: 13-16 mm/1000 years
blocked /always relatively/ dolina bottom: 1-2 mm/1000 years

The value of solution measured in the soil already equals with the average figure of soil leaching characteristic of karstic soils: 8.91 g/m²/year.

The average value obtained from a great number of observations is typical of neutral or slightly acid soils on karstlands under the present climatic conditions. Accordingly, the average complete solution of chemically neutral or slightly acid karstic soils is 26.65 g/m²/year /or 260 kg/ha/.

The value of denudation by solution obtained through the observations of soil impact corresponds to the data published by others. As far as known, such a large number of measurements and long, regular observations concerning the soil and the karst areas under the soil have not yet been carried out.

The importance of soil impact has been recognized and demonstrated by a great number of relevant studies over the past five years.

The investigations described above demonstrate that soil impact is a major factor in karstic development and in karst morphogenesis; the numerical expression of soil impact may lead to a new and comprehensive explanation of phenomena over karstlands.

LITERATURE

1. AUBERT, G.: 1969. Phénomènes et formes du Karst jurassien. Ecl. Geol. Helv. 62/2.
2. BAKALOWICZ, M.: 1977. Relations entre la dynamique eaux du karst et les processus de karstification. Proceedings of the 7th International Speleological Congress, Sheffield, 10-12.

Table 1. The potential CaCO₃ solution capacity of infiltrating water according to observation sites on the basis of the amount of aggressive CO₂ and water.

Observation site	Direct infiltration zone above the observation site					Potential lime solution capacity*				
	reference /m/	depth /m/	colour /m/	thickness /m/	organic matter %/	pH	total measured for 2.5 years	average of two years	number of observations	total calculated for 2.5 years
7/1	0.5	5YR 3/4	0.3	-	-	1700	32.7	52	2015	740
8/1	0.5	5YR 4/6	0.3	-	-	2668	48.5	55	3007	1112
2/1	0.5	5YR 3/3	0.4	6.1	-	3537	64.3	55	3987	1487
3/1	0.5	5YR 3/3	0.3	7.9	-	1988	37.5	53	2325	861
4/1	0.5	5YR 5/6	0.4	2.9	-	1712	31.7	54	1965	750
11/1	1.2	5YR 4/2	0.5	-	-	708	15.4	46	955	400
11/2	2.5	5YR 4/2	0.3	2.4	-	3288	80.2	41	4972	2085
11/3	5.0	5YR 4/5	0.5	2.3	-	180	4.1	44	254	107
11/4	7.5	5YR 3/2	1.0	3.2	-	3161	109.9	29	6814	2857
15/1	0.8	2.5YR 4/4	0.8	7.7	7.0	5570	111.4	50	6907	2542
15/2	2.5	5YR 4/4	0.5	2.8	7.2	3137	68.2	46	4228	1752
15/3	4.8	7.5YR 3/2	0.6	2.5	7.4	3295	64.6	51	4005	1574
15/4	7.0	2.5YR 3/6	0.5	2.2	7.1	5357	111.6	48	6919	2744
1/1	0.8	5YR 3/4	0.4	6.2	-	4501	39.9	53	5264	2207
1/2	1.6	5YR 3/4	0.3	3.2	-	512	9.0	57	558	234
6/1	1.2	5YR 4/2	0.3	2.6	-	2681	48.7	55	3019	1266
6/2	2.0	5YR 3/4	0.5	2.2	-	2007	35.2	57	2182	915
6/3	3.55	5YR 3/3	0.4	2.1	-	2573	45.9	56	2846	1193
Total**	2.2**	-	-	-	-	2701**	53.9	902	3342**	1271**

* = CaCO₃ represents the total amount of aggressive CO₂ content of infiltrating water.
 ** = Average of total data measured during 2.5 years and seasonally on total observation sites.

Table 2. Potential limestone solution capacity in slope and dolina deposits /g/m²/year/*

	thickness of deposit /m/				
	100-500	0-20	20-50	50-200	200-400 400-700
Hard red clay accumulation			4.1		
Rim of dolina			7.4		
Gentle slope /-15°/			7.4		
Moderate slope /15-30°/			7.5		
Steep slope /30°-/			8.6		
Slope in general /complex slope/			8.65	10	
Slope with flats				11	
Detritus mantle				10	16
Surface layer of dolina deposit				16	11
Rim of dolina deposit				15	10
Dolina-rock base in general				12	12
Dolina-rock base with large catchment area					27
					28

* = Average of 902 data

- BAUER, F.: 1964. Kalkabtagungsmessungen in den österreichischen Kalkhofalpen. Erdkunden 18, 95-102.
- BÜGLI, A.: 1960. Kalklösung und Kassenbildung. Internationale Beiträge zu Karstmorphologie. Zeitschrift Geomorphol. Suppl. 4-21.
- TRUDGILL, S.T.: 1979. An investigation into the relationship between solvent motion and the solutional erosion of an inclined limestone surface. Trans. Brit. Cave Res. Assoc. 1. 18-29.
- ZÁMBÓ, L.: 1979. Some methods to observe karst corrosion and percolation. Annales Univ. Sci. Bp. de R.E. nom Sectio Geogr. 107-116.
- ZÁMBÓ, L., IKRÉNYI, K.: 1977. Method to determine the carbon-dioxide content of karst waters. Annales Univ. Sci. Bp. de R.E. nom Sectio Geogr. 113-131.

ZÁMBÓ, László
 Berkenye u. 9.
 1025 Budapest
 Hungary

KARST CHEMICAL CHARACTERISTICS OF INFILTRATING WATER IN KARSTIC SOILS ACCORDING TO THE CORROSION CAPACITY ON COVERED LIMESTONE

ZAMBO, László - MICZEK, György

1. INTRODUCTION

The water infiltrating through the soil of covered karst fields suffers basic changes when compared to its composition under free atmospheric conditions; therefore, its corrosion capacity is also changed when it reaches the limestone base. This means that the actual chemical composition of infiltrating water can only be considered in karst corrosion calculations; this water is now not the same as the precipitation water in general, but it is a soil solution.

Some general conclusions can be drawn on the basis of analyzing the samples of infiltrating water from 18 water collection sites through 3 years, systematically collected from different soil depths of the terra rossa and rendzina soils, which are most frequent in the karstlands of the temperate and tropical zones.

2. KARST CHEMICAL CHARACTERISTICS OF INFILTRATING WATER IN THE SOIL

Soil solutions contain several compounds in various concentration; therefore, there are in fact no two infiltrating waters in the soil that are of identical composition in respect of their chemical effect. However, as emphasized by W.B. White /1977/, the composition of infiltrating water under the surface can in a way represent the composition of the soil through which the water infiltrates and from which the solution obtains its ions. Therefore, the chemical composition of infiltrating water of terra rossa and rendzina karst soils based on terra rossa must be more or less identical in respect of the concentration of solved materials. From the compounds leached from the detritus, the materials supporting carbonate solution deserve special attention. Regular analyses of soil solutions collected in the observation sites were carried out concerning the compounds that play a major role in the lime aggressivity of the water of terra rossa and rendzina soils. During the preliminary laboratory tests the most important solution components of quantitative corrosion were selected from the aggressivating compounds slightly studied in respect of surface solution effects; these components are following:

- From humus acids the quantity of fulvo acids is subordinated, the quantity of humin acids is significant, but - according to observations - their effect in terra rossa and particularly in the depth of thick accumulations is negligible. They can only influence the extent of corrosion in thin terra rossa-rendzina soils. It would have been extremely laboursome to calculate their quantity; this is why and because of their insignificant quantity their analysis was not carried out.

- The tests showed that the amount of other organic acids in the examined solutions was negligible. The high ferri-hydroxide content of terra rossa avoids the precipitation of organic acids and of calcium, because the organic complex forming affinity of iron is much higher than that of calcium. Therefore, their corrosion impact can only be effective in soils that are poor in Fe(OH)₃. According to S.T. Trudgill /1977/, the limestone solution capacity of major organic acids until their neutralizing point is significant in the case of oxalate acid, lactic acid and acetic acid, while that of citric acid and salicylic acid is sometimes considerable. The important tartaric acid was not detectable in the

infiltration of soils. Organic acids may particularly have a role in the solution process as complex forming materials; in this connection, their quantity was considered in the fixed CO₂ content.

- Nitric compounds, which are only important in open karsts according to P. Birot /1954/, did not appear in water under the soil.

- The possibility of phosphate corrosion is disproved by the phosphate content shown in the analysis of soil solutions. /Table 1./

- The possibility of sulphate corrosion is demonstrated by the fact that BaSO₄ precipitation was observed in some samples during the preliminary tests, when barium-hydroxide was added; therefore, it was considered in determining corrosion capacity. The possibility of sulphate solutions was evident at 8 or 10% of the samples at some observation sites.

- Carbonic acid /hydrogen-carbonate/ solution capacity proved to be dominant in infiltrating water. According to P. Birot, carbonic acid is the only "root acid" that penetrates deep into the soil. Following the above considerations, special attention was paid to the determination of solved CO₂ in the regularly collected water samples, but other major elements were also analyzed in 30% of the samples.

From the environmental factors of material mobility by infiltration - particularly cation mobility - the role of pH is of special importance. Because it was impossible to systematically measure H-ion concentration on the field at the time of observations, pH was analyzed in the laboratory. The pH value of infiltrating water was between 4.0 and 8.6, although there were certain changes in the meantime /between sample collection and analyses/. The average of pH values was 6. Under the conditions of the normal pH limit /4-9 pH/ of soil water, Ca(OH)₂, Mg(OH)₂ and the alkalis are perfectly soluble, while TiO₂, Fe₂O₃ and Al₂O₃ are insoluble. The solubility of CaCO₃, Fe₂O₃ and TiO₂ depends on the pH value and they only favour CaCO₃ while TiO₂ and Fe₂O₃ presumably migrate in the form of complexes. It is also possible that the pH of leaching water shifts towards the acid region at certain places due to the intensive leaching of the layer that contains organic matter; this shift, however, ceases when the water reaches the acid layer. This hypothesis was not demonstrated by measurements.

Carbonic acid, which is a weak acid, dissociates weakly; the pH of saturated solution under normal atmospheric pCO₂ pressure is about 6. This explains why the presence of CO₂ does not acidify its environment significantly.

During decomposition processes SiO₂ - its solubility is independent of pH conditions - also gets into the solution. The presence of SiO₂ in water samples was proved several times; therefore, the residuance of the active decomposition processes forms new minerals with the CO₂ /and O₂/ content of soil air; this means that a part of the CO₂ content of the soil is used this way as well. This is a partial explanation of the fact that the CO₂ content of soil air and the corrosion in the depth do not necessarily correspond to each other. Therefore, the measurements of the CO₂ content

Table 1. Annual average values of the components of the aerial and liquid phases of characteristic karstic soils and of environment factors.

Observation site	CO ₂ content of water			Soil air	Precipitation			Infiltrating water								
	refer-ence	depth	total	fixed	CO ₂	amount	inten-sity	mois-ture	tem-per-ature	Fe ₂ O ₃	NaO	K ₂ O	CaO	MgO	P ₂ O ₅	TiO ₂
	/m/		mmol/l	aggressive	/%	/l/m ² /	mm per minute	/%	/°C/							
1/1	0.8	2.56	0.67	1.27	0.72	505	0.27	57.5	8.0	1.03	1.13	0.47	37.0	2.29	0.21	1.60
1/2	1.6	4.19	0.82	2.09	0.77	505	0.27	61.4	7.6	0.02	1.50	0.46	20.8	2.49	0.08	0.24
2/1	0.2	1.99	0.45	1.20	0.27	505	0.27	64.7	8.6	1.91	0.39	0.55	18.4	2.78	0.18	1.85
3/1	0.2	2.11	0.40	1.31	0.15	505	0.27	61.7	9.0	0.46	1.01	1.67	21.2	3.81	0.39	1.71
4/1	0.2	1.88	0.46	1.10	0.19	505	0.27	55.5	9.0	0.17	0.77	1.75	20.1	3.16	0.44	1.80
6/1	0.2	3.99	1.51	1.23	0.72	505	0.27	64.8	8.1	0.08	1.14	0.86	97.9	3.84	0.66	0.52
6/2	2.0	4.64	1.40	1.60	0.85	505	0.27	76.7	7.1	0.03	1.16	0.33	92.3	6.25	0.30	0.36
6/3	3.5	2.99	0.67	1.60	0.87	505	0.27	76.7	5.9	0.10	2.05	0.58	40.2	2.17	0.25	0.40
7/1	0.2	2.30	0.90	1.09	0.22	505	0.27	51.7	7.6	0.24	0.66	1.32	38.8	3.12	0.15	1.44
8/1	0.2	2.25	0.55	1.37	0.28	505	0.27	62.5	8.3	0.45	0.82	1.56	21.8	2.60	0.28	1.97
11/1	0.5	2.18	0.32	1.43	0.41	535	0.27	75.0	7.9	19.27	1.21	3.20	13.2	4.98	0.22	4.50
11/2	2.5	2.35	0.42	1.47	0.24	535	0.27	79.8	7.6	11.55	1.21	2.74	14.5	4.47	0.13	0.40
11/3	5.0	2.89	0.63	1.62	0.33	535	0.27	78.2	8.0	0.30	1.54	0.54	47.9	11.69	0.60	3.70
11/4	7.5	3.43	0.98	1.71	0.46	535	0.27	70.1	8.1	0.02	5.20	1.35	47.5	9.58	0.15	0.42
15/1	0.5	1.58	0.45	1.02	0.38	469	0.27	61.4	8.6	6.96	0.65	2.15	14.4	2.05	0.24	2.10
15/2	2.5	2.05	0.61	1.15	0.25	469	0.27	78.4	7.0	3.94	1.71	0.61	21.8	2.59	0.15	2.29
15/3	5.0	3.05	1.02	1.43	0.29	469	0.27	78.3	6.8	0.30	2.77	0.39	47.7	5.66	0.46	0.46
15/4	7.5	2.83	0.78	1.46	0.27	469	0.27	72.2	6.1	1.11	2.98	1.05	41.8	5.32	0.31	0.91
Total		2.54	0.70	1.32	0.43	503	0.27	68.3	7.7	2.26	1.42	1.15	34.0	3.55	0.27	1.47

of soil can not be fully accepted for drawing conclusions concerning the development of corrosion forms; this is only possible on the basis of the actual limestone solution capacity of infiltrating water.

3. CO₂ CONTENT OF INFILTRATING WATER OF OBSERVATION SITES

CO₂ - the most important factor in the development of corrosion capacity - is solved in water in the form of CO_{2(aq)} and is in equilibrium forming a weak acid /H₂CO₃/ with the CO₂ content of soil air. The existence of equilibrium requires a constant CO₂ diffusion between the soil solution and soil air, because the conditions change from place to place. The migration of CO₂ expresses the changes of the factors that determine the aggressivity of the soil solution. The basic hypothesis is thus justified: the soil and its inner conditions, the processes of soil dynamism basically affect the material of limestone base by forming the CO₂ content of the soil solution /that is by its limestone solution impact/.

LITERATURE

1. BALÁZS, D. /1969/: Kísérletek a talaj alatti karsztos korrózióról. Karszt és Barlang 2, pp. 57-60.
2. BIROT, P. /1954/: Probléms de morphologie karstique. Ann. de Géographie 63, pp. 161-192.
3. TRUDGILL, S.T. /1977/: The role of a soil cover in limestone weathering, cockpit country, Jamaica. Proc. of the 7th Spel. Cong. pp. 401-404.
4. TRUDGILL, S.T. /1979/: An investigation into the relationship between solvent motion and the solutional erosion of an inclined limestone surface. Trans. Brit. Cave Res. Assoc. 1, pp. 18-29.
5. ZÁMBÓ, L. /1986/: Relationship of karst red clay CO₂ production and karst corrosion. Ann. Univ. Sci. Budapest, Sectio Geogr., p. 113.

ZÁMBÓ, László
Berkenye u. 9.
1025 Budapest
Hungary

PALEOKARST OF CENTRAL ASIA

MAMATKULOV, M. M.

Карст на территории Средней Азии при благоприятных литолого-тектонических, геоморфологических, гидрогеологических и климатических условиях формировался в большинстве длительных континентальных эпох, начиная с среднего девона до четвертичного включительно. Сведения о древних эпохах карстообразования мало. Следы древнего карста выявлены на отдельных участках горной области Средней Азии при производстве геолого-поисковых, горнопроходческих и геофизических работ и представлены в виде ископаемых карстовых воронок, котловин, каверн, подземных полостей разнообразной формы и размера, полностью или частично заполненные рыхлым и рыхлообломочным материалом, а также различными видами полезных ископаемых. Карстовые процессы в пространстве и во времени не везде протекали одинаково. Современный карст, протекающий с плиоцен-четвертичного времени, пользуется широким распространением. Его развитие происходит на фоне общих тектонических поднятий и оно неоднократно изменялось во времени, что связано в первую очередь с изменением тектонического режима и климатических условий.

Территория Средней Азии в палеогеографическом аспекте пережила неоднократные смены морских и континентальных режимов. Карстовые процессы развивались в течение длительных континентальных эпох при благоприятных литолого-тектонических, геоморфологических, климатических и гидрогеологических условиях.

А.В.Ступишин (17) справедливо отмечает, что карст можно назвать детищем континентальных эпох. Карстующиеся породы формировались в условиях морского или лагуно-водного режима, причем накопление их неоднократно прерывалось континентальными эпохами. Последние обусловлены тектоническими поднятиями. В это время карстовые процессы активизировались. На активность карстовых процессов большое влияние оказывали и климатические условия.

Карстовые процессы в Средней Азии ввиду обширности ее территории в пространстве и во времени не везде протекали одинаково. Следы древних карстовых образований наблюдаются в различных по возрасту породах и представлены своеобразным ископаемым рельефом в виде воронок, котловин и подземных полостей, которые выявлены геолого-поисковыми, горнопроходческими и геофизическими работами в некоторых районах рассматриваемой территории.

Анализ имеющихся материалов позволяет в схематической форме наметить палеогеографические условия развития карста Средней Азии.

Следы карста континентальных эпох в палеозое

Развитие карста в палеозое связано с континентальными эпохами, которые возникли в процессе формирования складчатой горной структуры в течение герцинского орогенеза.

Благоприятные континентальные условия для развития карста начинаются, по-видимому, с живецкого века среднего девона, так как в это время в Центральных Кызылкумах наблюдается рост тектонических поднятий и регрессия морского бассейна. Это привело к образованию суши в виде островов и полуостровов. К началу франского века верхнего девона началось интенсивное воздымание территории, что вызвало окончательную регрессию морского бассейна. Территория превратилась в сушу с низкорным рельефом. В это время природная обстановка способствовала развитию карстовых процессов. Однако, к концу франского века вновь последовала трансгрессия моря, в результате процессы карстообразования прекратились. Позднефранская трансгрес-

In favourable lithological, geomorphological, hydrogeological and climatic conditions karst on the territory of the Central Asia was formed during long term continental epochs from Middle Devonian up to Quaternary. Data about ancient epochs of the karst formation are rare. Traces of the ancient karst in some places of the mountain region of the Central Asia are revealed during geological prospecting and geophysical works. They are shown in the form of karstic sink holes, troughs, caverns, underground cavities of different shapes and sizes, which are fully or partially fulfilled with loose and clastic material and different kinds of minerals. Karstic processes in space and time were different. Modern karst from Pliocene-Quaternary are mostly common. Its development occurs in general tectonic uplifts and often changes in time. It is connected with the change of tectonical regime and climatic conditions.

сия моря продолжалась до начала турнейского века.

В позднефранской-ранневизейское время тектонические поднятия вновь предопределили возобновление карстовых процессов. В конце турнейского века с усилением складкообразовательных движений на поверхность выводились растворимые породы. Одновременно осадочные породы подвергались денудации и размыву с неизбежным развитием карста. Этому способствовало и то, что климат в это время был влажный тропический и гумидный (8). В конце ранневизейского времени климатические условия становятся жаркими гумидными (10). Складкообразовательные движения, абразионные и эрозионные процессы создавали неровности рельефа. В этих условиях развивались поверхностные формы карста - понижения в виде воронок, котловин и поноров. На современной территории Алайского и Туркестанского хребтов (в районах Сох, Варух, Шахристан, Иштемтау) они служили своего рода "ловушками" для накопления бокситов. Здесь бокситы залегают на закарстованной поверхности раннего карбона и перекрываются среднекарбовыми известняками. В районе Шахристана они залегают непосредственно в пещерообразных углублениях.

В поздневизейское время в пределах западной части современных горных районов Средней Азии вновь наступает трансгрессия ^{моря} карстообразовательные процессы затухают.

Намарский век нижнего карбона характеризуется повсеместно в пределах гор Западного Тянь-Шаня непродолжительным перерывом в осадконакоплении. Он охватывает и раннебахкирский век среднего карбона. В это время в результате тектонических поднятий породы были смяты, на поверхность обнажались растворимые породы. Воздымание этой территории сопровождалось карстообразованием с развитием многочисленных ныне погребенных карстовых полостей, заполненных рыхлыми и рыхлообломочными отложениями.

Анализируя условия формирования бокситов Актауского рудопроявления в Центральных Кызылкумах О.Л.Гентшке (4) считает, что в это время возникли благоприятные условия для развития в толще верхневизейских известняков обнаженного карста. По ее сведениям формировались два типа карста - поверхностный и подземный. Это поноры глубиной до 10-15 м, карры шириной до 0,5-1,0 м, воронки размером в поперечнике 1-5 м, резе 10-12 м и подземные полости различной конфигурации, размером до 2,0 м. Они служили вместилищами бокситовых

пород. Бокситовые рудные тела, залегающие на закарстованных поверхностях известняков, известны в Нуратинском хребте в районе Нарван (9). Бокситы здесь залегают в закарстованных трещинах и пещерообразных углублениях. Крупные закарстованные трещины с бокситами проникают в известняки до глубины 20–30 м. В районе выявлены многочисленные пещеры длиной 5–30 м, выполненные бокситом мощностью от 1,0–1,5 до 3,0–5,0 м (7,8,13). С трансгрессией позднебашкирского моря процессы карстообразования прекращаются.

О карсте мезозоя

В континентальные периоды мезозоя большая часть территории Средней Азии представляла пенепленизированную страну. В это время господствует преимущественно теплый влажный климат, создаются благоприятные условия для развития карста.

Карстовые процессы широко развиваются в позднепермо-триасовое время. Этому благоприятствовало превращение некоторых регионов Средней Азии (Центральные Кызылкумы и др.) в горную страну, а также теплый влажный климат. Тектонические движения привели к дифференциации рельефа, усилению циркуляции подземных вод. В условиях влажного климата формировались также речные долины. Многочисленные карстовые полости в районе Чарвакского ущелья (Западный Тянь-Шань), заподненные юрскими песчано-глинистыми и обломочными образованиями, формировались, по-видимому, в это время.

Юрский период почти повсеместно представлен оживлением тектонических движений и дифференциацией рельефа. Усилилась циркуляция подземных вод, развивались карстовые процессы. Этому способствовал теплый влажный климат конца триасового – начала юрского времени (3). Об этом свидетельствуют многочисленные древние карстовые воронки, погребенных под красноцветными глинами нижнего мела в районе гор Каратау, где интенсивное развитие карста имело место в раннеюрское и, возможно, позднетриасовое время (14). В пределах Центральных Кызылкумов в юрское время карстообразование несколько ослабилось, так как район превратился в пенепленизированную страну и приобрел характер возвышенного плато со сравнительно невысокой и сглаженной поверхностью. Климат был влажный жаркий, движение подземных вод – замедленное (15). В верхнеюрское время территория была полностью пенепленизирована и представляла собой равнину со слабо расчлененной поверхностью и аридным климатом, неблагоприятным для развития карста. Аналогичная картина во второй половине юрской эпохи была в Каратау. В юго-западных отрогах Гиссарского хребта континентальные эпохи с интенсивным поднятием территории начинаются с первой половины средней юры. В условиях субтропического климата интенсивно протекают карстовые процессы. Континентальный режим во второй половине средней юры и верхней юре сменился длительным морским режимом, благоприятным для накопления мощных карбонатных пород. В конце верхней юры вследствие аридности климата кроме карбонатных откладывались сульфатные породы.

В начале мела поверхность гор Каратау представляла собой денудационную равнину с пологими депрессиями. В это время идет накопление красноцветных глин в карстовых воронках, образованных в юрское время. В раннем меловом периоде территория Центральных Кызылкумов также приобрела характер равнины с плоскорасчлененным рельефом с умеренно теплым и влажным климатом. В поднятиях были широко развиты трещинно-карстовые воды (15). В конце раннемелового периода в результате тектонических движений на этой территории образуются воздымающиеся и прогибающиеся участки, появляются выступы палеозойского фундамента, сложенные карбонатными породами. Климат становится теплым и влажным, близким к субтропическому (22). Карстовые процессы оживляются, а затем с трансгрессией верхнемелового моря прекращаются.

Юго-западные отроги Гиссарского хребта в раннем меловом периоде (начало валанжина) в результате поднятий испытывают континентальный режим. Эрозионное расчленение в растворимых горных породах сопровождается карстовыми процессами. Эта благоприятная палеогеографическая среда для карстования растворимых горных пород прервана в конце валанжина. Наступает озерный режим, в условиях которого шло накопление толщ глины с прослойками гипсов, алевролитов и карбонатных пород. Новый континентальный режим наступил в позднем мелу. Возникли условия для оживления карстовых процессов в карбонатных породах юры, выведенных на дневную поверхность тектоническими поднятиями. В конце беррема отмечается трансгрессия моря. В условиях морского режима происходит отложение разнообразных типов известняков, песчано-глинистых осадков. В связи с постепенным уходом эпиконтинентального бассейна в лагуне образовались пласты гипсов.

Кайнозойский карст

С проявлением ларамийской фазы складчатости (начало палеоцена)

образуется Приаральско-Кызылкумская суша и Нурата-Туркестанское поднятие (1), с относительно расчлененным рельефом. На возвышенных участках наряду с меловыми отложениями размывались и палеозойские, обнажались карбонатные породы палеозоя и создавались условия для их карстования. Климат был в целом жаркий и сухой, но непостоянный. Порой становился более сухим и по степени увлажнения относился к степному или саванному типу с периодическими дождями (16). Климатические условия, тектонический режим, расчлененный рельеф и обилие растворимых горных пород палеозойского возраста создали предпосылки для развития карстовых процессов.

В юго-западных отрогах Гиссарского хребта в начале палеоцена также начинается регрессия моря и стали вырисовываться структурно-орографические элементы. В условиях континентального режима происходит эрозионное расчленение поверхности с неизбежным процессом карстования растворимых горных пород. В середине эоцена произошла морфоструктурная дифференциация территории. Сформировавшийся морфоструктурный план временно маскируется в позднем эоцене трансгрессией моря, которая на рубеже с олигоценом регрессирует. Наступает континентальный режим с климатической обстановкой, сходной с современными тропическими степями. В олигоцене и миоцене существовали благоприятные условия для развития карста.

В Центральных Кызылкумах в олигоцене на месте современных хребтов располагались островные поднятия. От раннего к позднему олигоцену в результате усиления тектонических поднятий размеры островных поднятий увеличивались. С этого времени территория не покрывалась морем, на отдельных площадях создавались благоприятные условия для карстообразования.

На Устурте развитие карста начинается на рубеже среднего и начала верхнего миоцена (11,21). Бессточные впадины и чинковые полосы становятся дренами для подземных вод. Это приводит к резкому колебанию их уровня и усилению карстообразования (2). В послесарматское время, после регрессии среднесарматского моря, на слабонаклонной равнине в условиях влажного морского климата карстообразовательные процессы усиливаются. Но в северном Устурте в раннепонтическое время наблюдалась трансгрессия моря, развитие карста прерывалось. На остальной части развитие карста продолжалось, так как территория не покрывалась морем. С уходом раннепонтического моря и усилением на всем Устурте континентального режима развитие карста усиливается, чему способствует относительно влажный и теплый климат понтического времени (11).

С послепонтического времени после регрессии моря карстовые процессы развиваются и на территории Мангышлака. Карстованию подвергается вся толща растворимых горных пород неогенового возраста.

Развитие карста плиоцен-четвертичного времени связано с геоморфологическими этапами формирования горных систем Средней Азии, когда в результате неотектонических поднятий и эрозионно-денудационного расчленения начал формироваться современный рельеф. В горных системах эрозионно-денудационными процессами были вскрыты разновозрастные растворимые горные породы.

Климатическая обстановка в плиоцене в пределах юго-западных отрогов Гиссарского хребта характеризовалась как субтропическая с благоприятными условиями для карстования растворимых горных пород. Некоторые исследователи (20,21) считают, что на Устурте и Мангышлаке карстовые процессы развивались в среднем плиоцене, что связано с усилением тектонических поднятий, сильным понижением уровня Каспийского моря, а также увеличением количества атмосферных осадков. Этому способствовало резкое колебание уровня подземных вод. Здесь в верхнем плиоцене также существовали благоприятные условия для развития карста, климат был влажный (5,6). Особенно интенсивно процессы карстообразования протекали там, где помимо общих (покров известняков и поток подземных вод) создавались частные (трещиноватость известняков в зоне локальных структур и крупных разломов в подстилающих породах) условия, способствовавшие развитию карста, а также близость моря (6). В результате повышения уровня базиса карстования, вызванного акачагльской трансгрессией, охватившей Западно-Туркестанскую низменность и значительную часть Низменных Карвкумов (12), происходило ослабление карстовых процессов.

В горной области Средней Азии четвертичный период ознаменовался дальнейшим поднятием территории, ее расчленением эрозионной сетью. С развитием гидрографической сети и формированием речных долин развитие карста происходило не только в пределах эрозионных долин, но и водораздельных и приводораздельных частях хребтов, в растворимых горных породах разных возрастов (начиная верхнепротерозойского), залегающих выше местного базиса эрозии в зоне активной циркуляции подземных вод.

В Центральных Кызылкумах в четвертичное время тектонические движения усилились в результате позднеплиоценовой фазы складчатости. Возникли горные поднятия современного облика. В это время здесь происходило чередование влажных и сухих эпох в рамках пустынного климата (19). А.И.Перельман (16) отмечал, что начало четвертичного периода в пустынях Средней Азии характеризуется похолоданием, зимы были холодные, лето влажное и менее жаркое. Это свидетельствует о том, что в раннечетвертичное время были благоприятные условия для карстообразования. В среднечетвертичное время тектонические движения активизируются (18), происходило некоторое увлажнение климата (19). Это же наблюдалось и в позднечетвертичное время, что создавало благоприятные условия для развития карста.

В четвертичном периоде в Устюрт-Менгышлакском регионе интенсивность развития карстовых процессов неоднократно менялась, что было связано в основном со сменой засушливых и влажных климатических условий. С увеличением влажности климата в начале четвертичного периода карстовые процессы усилились. В результате тектонических движений конца бакинских и начала хазарских веков происходило расстрескивание пород сводовых частей брахиантиклинальных структур. Это еще активизировало карстовые процессы. А.Г.Чикишев (21) отмечает, что в связи с иссушением климатических условий в верхнехазарское время карстообразовательные процессы ослабились. В хвалынское время они вновь усилились, так как трансгрессия Каспийского моря проникла на значительную территорию. В условиях сухого климата конца хвалынского времени, когда море сильно регрессировало, карстовые процессы затухают. В новокаспийское время условия развития карста менялись в зависимости от климата. В это время отмечается два периода его увлажнения и похолодания, когда возникли наиболее благоприятные условия для развития карста. В голоцене условия карстообразования неоднократно менялись, вызванные изменением уровня Каспийского моря, временным затоплением Сыркамьшской впадины водами р.Амударьи и частичным изменением влажности климата (21).

Несмотря на сухость климатических условий современной эпохи, карстовые процессы на территории Устюрта и Менгышлака развиваются довольно интенсивно. В связи с малым количеством атмосферных осадков карстовые процессы на поверхности протекают слабо. Более интенсивно они развиваются на глубине в результате растворяющей деятельности подземных вод. При движении подземных вод происходит выщелачивание карбонатных и сульфатных пород, которые становятся кавернозными и закарстованными, образуются подземные и глубинные карстовые полости. Они зафиксированы скважинами и геофизическими исследованиями. Об этом свидетельствует также образование многочисленных современных провалных карстовых форм.

Л и т е р а т у р а

1. Беленькая И.Г., Морозов С.Д. К палеогеографии олигоценца Западного Узбекистана. В кн. Проблемы геологии. Научн. тр. ТашГУ им. В.И. Ленина, вып. 405. Ташкент, 1971, с. 177-181.

2. Вышников А.С. О происхождении бессточных впадин и котловин Устюрта. Проблемы освоения пустынь. 1968, № 6, с. 10-13.
3. Геккер Р.Ф. Ископаемое ярское озеро в хребте Каратау. Тр. палеонтологического ин-та АН СССР, 1948, т. XV, вып. I, 79 с.
4. Гентше О.Л. Условия образования карстовых бокситов рудопроявления Актау. Узб.геол.журн., 1974, № 5, с. 34-38.
5. Герасимов И.П. Основные черты развития современной поверхности Турана. Тр. ин-та географии АН СССР. М.-Л. АН СССР, 1937, вып. 25, 152 с.
6. Клейнер Ю.М. О карсте Устюрта и Менгышлака. Изв. АН СССР, сер. геогр., 1970, № 5, с. 53-55.
7. Коннов Л.П. Генезис месторождений бокситов и их поисковые признаки. Учен. зап. Среднеаз. н.-и. ин-та геол. и минер. сырья, 1959, вып. I, с. 23-30.
8. Коннов Л.П. Геология и генезис бокситов Средней Азии. М., Недра, 1972, 288 с.
9. Коннов Л.П., Капаев В.А., Курбанов А. О перспективах бокситоносности палеозойских отложений Нуратинских гор. В кн. Геология, методы изучения и прогнозирования бокситов Средней Азии. Ташкент, 1972, с. 15-21.
10. Кузнецов Ю.Я. Геологическое строение и происхождение рельефа Юго-Восточной Ферганы. Львов, 1960, 240 с.
11. Кузнецов Ю.Я. Карст Устюрта. Землеведение. Сб. Моск. о-ва испытат. природы. М., МГУ, 1963, т. 6, с. 196-212.
12. Луппов Н.П. О среднеплиоценовом этапе в геологической истории Закаспия. В кн. Проблемы нефтегазоносности Средней Азии. Гостоптехиздат, 1963, нов. серия, т. 109, с. 11-37.
13. Набиев К.А., Мансуров Р.И., Ташпулатов И.Т. О находке бокситовых пород в горах Актау. Узб.геол.журн., 1965, № 3, с. 87-89.
14. Олли Е.И. Карст хребта Большой Каратау. Бюлл. Моск. о-ва испытат. природы, отд. геол., 1958, № 3, с. 73-88.
15. Островский Л.А., Фомин В.М. Подземные воды равнинной части Средней Азии. М., Недра, 1969, 212 с.
16. Перельман А.И. Историческая геохимия (Древние и современные ландшафты Средней Азии). Природа, 1963, № 3, с. 15-23.
17. Ступишин А.В. Равнинный карст и закономерности его развития на примере Среднего Поволжья. Казань, КазГУ, 1967, 291 с.
18. Тетяхин Г.Ф. Палеогеоморфология территории Узбекистана в четвертичный период. Ташкент, Фан УзССР, 1978, 71 с.
19. Федорович Б.А. Вопросы палеогеографии равнин Средней Азии. В кн. Проблемы палеогеографии четвертичного периода. М.-Л., АН СССР, 1946, с. 152-174.
20. Федорович Б.А. О роли карста в рельефе пустынь. В кн. Материалы по геоморфологии и палеогеографии СССР. М.-Л., АН СССР, 1949, с. 124-149.
21. Чикишев А.Г. Карст Устюрта и Менгышлака. Землеведение. Сб. Моск. о-ва испытат. природы. М., МГУ, т. 9, с. 165-194.
22. Эгамбердыев М.Э. Литология верхнемеловых осадочных формаций Кызылкумов. Ташкент, АН УзССР, 1963, 270 с.

Маматкулов Мурат Маматкулович
700041, г. Ташкент-41, СССР
улица Мунинова, 6/7, кв. I

CRYOKARST OF THE VILUJAN PLATEAU

FILIPPOV, Andrey

Under the term "cryokarst" is purported the karst formed or inheritedly developing in the cryolite zone. The peculiarity of Quaternary karst of the Vilujan plateau is that it has been developing and is under development in the environment of "continuous" thick perennial frozen grounds.

The Vilujan plateau locates on the Middle Sibirian upland in the limits of Yakutia and Krasnoyarsk Krai area between 64-67°N latitude and 108-112°E longitude. It is a high, highly desintegrated residual table stepped structure, armored by traps. From the North and East it is framed by the sharp denudation scarp (300 - 600 m height). There are traced several gently undulated surfaces with absolute marks 560 - 960 m.

The sole and slopes are composed by marine carbonate-terrigenous Cambrian, Ordovician and Silurian, sporadically Devonian deposits with tranquil monoclinical folding, slightly submerging (20 - 40') to the South-West.

Middle and Lower Paleozoic rocks are overlying by Carbonaceous and Permian continental terrigenous coal-bearing deposits with total thickness up to 200 m, and Permian-Triassic tuffs with thickness up to 40 m. Together with underlying Middle and Lower Paleozoic strata they are intruded by sills of Permian-Triassic dolerites with thickness up to 180 m and more. In recent time many intrusions are repaired by denudation and compose the flat tops of the plateau. The structure of the plateau is complicated by numerous dykes and stocks of the Permian-Triassic traps, kimberlite Middle Paleozoic diatremes. More recent formations are represented by relics of Dan-Eocene laterite crusts of weathering traps and Quaternary deposits.

The commencement of neotectonic displacements manifestation in the area falls into Oligocene (Вдовин, 1976), but most actively they proceeded in Pleistocene. Total amplitude of Neogene-Quaternary displacements constitutes for positive morphostructures 240 - 280 m, for negative - 80 - 160 m respectively (Немиров, 1981). The neotectonic conditions are of importance for origination and proceeding of karst processes in the zone of perennial frost and formation of their dynamic peculiarities. The parts of karst formation in the cryolite zone are timed to the areas of neotectonic uplifts and zones of their conjugation with the areas of subsidence. The effect of neotectonics is caused mainly by: the amplitude of vertical displacements and activation of ancient faults. Uplifting of the regions of ground water recharge and relative subsidence of the relief regions involve the rearrangement of underground waters, enforcement of their ingress into relatively subsided structures due to the increase of pressure gradients and rise of the ground water table slopes. In that case the neotectonics effects not directly, but via geomorphologic conditions, to say more precisely, via the magnitude of the relief relative dismembering. The rejuvenated faults are used to be the ways of recharge,

movement and discharge for ground waters. The relatively uplifted and subsided structures are hydrogeologically interconnected with each other through them that is conditioned the possibility of karst formation in the areas where massifs susceptible to karstification are intersected by such faults.

The climate of the area is very rigorous, extremely continental and arid. The temperature below 0°C stands for more than 230 days. Summer lasts less than three months: positive daily average temperatures onset 17 - 18 May. Monthly average temperatures of July are +15°C. The duration of warm period is less than 30 days. Annual average temperatures of the air -11 +13°C. The sum of positive air temperatures equals to 1231-1282°C, negative - 5450-5970°C.

The distribution of precipitation is irregular: more distinctly expressed summer maximum of precipitation and arid winter. During cold period (XI-III months) the amount of precipitation is 60 mm in average. During warm period (IV-X months) - 265 mm. Snow cover is about 50-60 cm thick.

Available data on cryolite zone afford us to isolate the region under consideration in frost-geothermal respect as anomalous. According to V.T. Balobaev et al. (Балобаев и др., 1983) here "we have the most intensive zone of negative temperatures, the lowest temperatures of the Earth's crust, the most saline waters and the lowest thermal flow" in cryolite zone of the USSR.

Annual average temperature of rocks on the sole of annual temperature variations (20-30 m from the surface) within the limits of Vilujan plateau varies from -3.5°C to -6.5°C (Девяткин, Шамшурин, 1978). The lower temperature of rocks conditioning the lower temperature of seasonal-melting and interpermafrost fresh waters, that rises their carbonate aggressiveness and influence on the rate of karst corrosion. An exclusion is sublacustrine and river-beds taliks. Annual average temperatures under lakes at depths 20-30m are about 0° to +4°C. The warming effect of the lake with cross section 600*300 m has an effect at a distance to 300 m in horizontal, and to 600 m in vertical directions from the lake. The thickness of talik zone under it is 120 m (Девяткин, Шамшурин, 1980). Rocks susceptible to karstification occur at depths about 60 m in average from the surface, thus the sublacustrine talik very often could reach them. Such taliks produce, if there are ways for water filtration, favorable conditions for karst development because the corrosion may proceed all year round.

Thickness of the negative temperature zone in the range of water-divide spaces of the Vilujan plateau achieves 800-1100 m (Девяткин, Шамшурин, 1980). The morphology and thicknesses of the frost zone (i.e. strata with solid phase) are not well known. Deep frost penetration is followed by ice crystallization probably in the upper 200-300 m of layer.

The rigours of a frozen ground conditioning the locality of

recent karst in the volume of soluble rocks below seasonal-melting layer - only in the limits of water-bearing taliks. The later are rather fairly developed under lakes, river-beds, in zones of "living" faults.

The recent karst develops under influence of superpermafrost and interpermafrost waters. Superpermafrost waters with temperatures below zero (cryopags) due to their high mineralization 50-320 g/l, low migration ability, hindered water-exchange in the recent karst generation do not take part.

Among superpermafrost waters ^{are} isolated waters of seasonal melting layer of interfluvial and valleys, waters of sublacustrine and sublacustrine and subriver-beds of perennial surface recharge taliks. According to chemical content they are hydrocarbonate magnesium-calcic, calcium-magnesian, calcium-sodium-potassic. PH varies in the range of 6.9-7.6, temperature - from fractions of degree to +3.5°C. The mineralization of seasonal-melting waters achieves 0.5 g/l, waters of subriver-bed taliks - 0.5-1 g/l.

The interpermafrost waters are represented by fracture and fracture-karst waters. Fracture waters are tapped by isolated wells in traps, in terrigenous rocks of Upper Paleozoic. Their discharge proceeds into fracture-karst collectors as well as on the surfaces of steep slopes-scarps of plateau. According to composition they are hydrocarbonate calcium-magnesian ultrafresh waters with mineralization 60-115 mg/l, pH - 6.9-8.0.

The fracture-karst interpermafrost waters tapped by the wells are discharging on the surface along the "living" faults. Thus, along the Alakitski fault at distance of 180 km in the river valleys there are 7 ice bodies or so called "taryns", generated by the sources of such waters. Typically, they discharging at the foots of original valley slopes, composed by lower Silurian carbonate rocks, or in the river-bed generating one or several sources of low head waters. The river-beds at the place of sources discharge and above are dry (blind-creeks) being filled only during floods. Above sources in the river-valleys observed cone-shaped subsided-corrosional and, more rare, the solution-collapse sinks with depth up to several meters. Steady run-off locates only at the upper reaches where valleys composed by traps and terrigenous Upper Paleozoic deposits. Sources of fracture-karst waters function annually even in winter time when rivers are frozen to beds. It leads to formation of extensive ice-bodies with thickness 2-3 m and about 2.5 km length. The volume of ice in the ice-body of river Alakit is 1543810 cub.m, river Yuese-Delingde - 165200 cub.m, creek Teplyii - 1560000 cub.m (Рудавин, Федоров, 1969).

According to chemical content waters belong to hydrocarbonate calcium-magnesian type and only in one well the hydrocarbonate sodic waters are met that is probably conditioned by cryogenous metamorphization of hydrocarbonate calcic or calcium-magnesian waters. The ultrafresh varieties are soft and very soft, alkaliescent. The recharge of fracture-karst waters proceeds from fractured zones in traps and terrigenous Upper Paleozoic rocks, from river-beds by filtration of waters through alluvium, by creek waters infiltration into gaping ponors in the bottoms of dolinen and uvalas. On the top of Vilujan plateau karstification rarely forms typical surface karst patterns due to the fact that karst develops under screening blanket of traps, tuffs, Upper Paleozoic terrigenous rocks or under the strata of Quaternary deposits. Many surface

patterns of the relief whose origination is timed to the karst development have not exterior diagnostic features which could help to estimate the role of karst in their generation. Thus, extensive basins are met with the diameter from hundreds meters to first kilometers with gently sloping flanges, composed by dolerites, tuffs, Permian-Carboniferous sandstones and aleurolites. Swamped bottoms are covered by almost impassable brushwoods of dwarf birches and willows. Flanges are overgrown with sparse larch taiga. Basins are intersected by stream channels fancifully meandering and forming numerous lake-shape expansions. Expansions are developed on the sections of flood plain and river-bed alluvium subsidences over centres of actively developing karst. Bottoms of basins have lots of small thermokarstic lakes. The plane accumulative surface of the bottom masks depression of underground solution relief. The depression is a set of conjugated, combined into entity underground holes with different depth (up to 132.5 m) in Silurian carbonate rocks. They are filled by collapse-karst breccias of carbonate rocks (more than 70 m thick), dolerites, sandstones, aleurolites, tuffs (up to 80 m thick) covered by the strata (up to 74 m) of compensatory river-beds, flood plains, lacustrine and swamp deposits. Such breccias were formed by the collapse and subsidence of arches of underground karst cavities. Rocks on a large area (excluding taliks) are frozen and pierced with ice lenses, breccias sometimes have ice cement. The accumulation of unconsolidated sediments proceeds parallel to deepening of holes in a karstifying substrate concurrently and in relation during the Upper Pleistocene-Holocene (Филиппов, Делюх, 1980; Филиппов, Кулагина, 1984).

In the limestone series under depressions with a help of drilling discovered numerous karstic cavities filled by ice, loams with debris of Silurian and Permian-Carboniferous carbonate terrigenous rocks, dolerites, pebble-gravel-sandy deposits.

On the water-divide areas the karst is developed under screening blanket with thickness to 106.5 m (47 m in average for 61 wells). The karstification causes subsidence and brecciation of the overlying insoluble rocks and then subsidence of the surface. In rare cases sinks and conical sinkholes are formed, more often subsidences are compensated by accumulation of Quaternary deposits.

Typical karstic forms - dolinen, uvalas - in the limits of the Vilujan plateau top are rare. They belong to sole covered karst, have corrosional and erosion-corrosional genesis and bedded into Silurian limestones.

In the upper course of the river Morkoka Silurian carbonate rocks compose large part of the plateau surface. Extensive development of the covered and bare karst has lead to formation of steppe on massifs, pervasive distribution of dry valleys. More characteristic features are karren developing under soil-vegetative cover. After removal of this cover the karren became exposed to the surface, demonstrating the potential of karstic corrosion in seasonal melt layer. In some cases when about 50-70% of rock volume are dissolved it acquires a spongy habit. There are Kluffkarren, Rundkarren, Rillenkarren, Rinnekarren. Not so often one could met karstic trenches developed along tectonic fractures. Their length may achieve first hundred meters, width - to 5 m, depth - 1-2 m.

The karst developed on the slopes and at the sole of Vilujan plateau is manifested in fairly small scales. It is represented

by subsidence- and collapse-corrosional sinkholes, dry valleys, forms of subvalley and slope karst relief - depressions of underground solution relief not expressed on the surface and karstic subaerial and subaqueous sources. The most part of karstic phenomena developed on the periphery of plateau in the northern part, and in lesser degree - in central parts of the deep entrenched valley of the river Morkoka. Sinkholes are filled by bouldery-clumpy material of dolerites, have cone-, patelloid- and well-shaped form. They are small - up to 5 m in diameter and shallow.

27 cone-shaped depressions of the underground solution relief not expressed on the surface are discovered when the geophysical anomalies in the basins of rivers Allaraa-Delingde and Yuese-Delingde terminated by prospect holes. Under sole-vegetative cover (sometimes peat-silty) occur rock waste-split off or boulder-pebble-beds sometimes with debris of carbonate rocks with total thickness from 1.7 to 15 m. Sometimes at the sole occur loams and clays 0.4-9.2 m thick with debris of carbonate rocks. The depressions of underground solution relief develop in the regions where neotectonically rejuvenated faults intersected by rivers. Due to large thickness of infilling coarse deposits of alluvial and karstic formations and their excellent filtration properties water from river-beds goes underground and moves into these deposits and also through cavities of karstic carbonate rocks. Rivers for most part of the year represent themselves typical dry valleys on the surface over underground depressions. Their length is 2.4-5.4 km, width - 0.8-1.4 km. The drilled prospect wells have shown that for such depressions are characteristic thick accumulations of pebble-beds and cobble round-stones of dolerites up to 10-18m.

SUMMARY

The karst in the limits of Vilujan plateau develops in seasonal melt layer and more intensively in the limits of fresh water taliks that are characterized by an active water change. The dominating role of taliks in karst generation is that they are accumulators, storage reservoirs and redistributors of ground waters. The karst linked with fresh water taliks is all year round develops in zones of complete saturation and in parts of underground water discharge and also in the limits of those fragments of water pressure systems which are not drained during the autumn-winter period due to exhaustion of underground waters resources.

The cryolite zone is characterized by extremely expressed seasonal development of the surface superpermafrost karst in the seasonal melt layer and, partly, underground superpermafrost talik karst and interpermafrost talik karst on parts of underground waters recharge and transit.

For the cryolite zone karst in comparison to the karst of not frozen zone is characteristic more striking expression of centered, local, sporadic distribution. Owing to deep freezing of the most aquifers only very large streams could survive freezing. The sporadic character of karst distribution is conditioned by the interrupted distribution of aquiferous taliks in the cryolite zone. For North the amount of taliks and, correspondingly, parts of the permafrost karst development under similar neotectonic conditions became lesser due to more rigorous climate and permafrost conditions.

REFERENCES

1. ВДОВИН, В.В.: Основные этапы развития рельефа Сибири и Дальнего Востока.- В кн.: История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск 1976. с. 35-60.
2. НЕМИРОВ, А.А.: Морфоструктурный анализ при решении вопросов коренной и россыпной алмазности.- В кн.: Геология, алмазность и металлогения Сибирской платформы и ее обрамления. Иркутск 1981. с. 58-59.
3. БАЛОВАЕВ, В.Т. и др.: Теплофизические исследования криолитозоны Сибири.- Новосибирск 1983. 213 с.
4. ДЕВЯТКИН, В.Н., ШАМШУРИН, В.Д.: Геотермическая характеристика месторождения Сыткан.- В кн.: Геотеплофизические исследования в Сибири. Новосибирск 1978.с.142-148
5. ДЕВЯТКИН, В.Н., ШАМШУРИН, В.Д.: Геотермические условия кимберлитовой трубки Юбилейная.- В кн.: Мерзлотные исследования в осваиваемых районах СССР. Новосибирск 1980. с. 79-82.
6. РУДАВИН, В.В., ФЕДОРОВ, А.М.: О наледях на востоке Сибирской платформы.- В кн.: Наледи Сибири. Москва 1969. с. 54-60.
7. ФИЛИППОВ, А.Г., ЛЕШЕХ, М.И.: Глубинный, покрытый и бронированный карст верховьев р. Алакит (Икутия). - Докл. АН СССР 1980, т. 253, № 4. с. 942-944.
8. ФИЛИППОВ, А.Г., КУЛАГИНА, Н.В.: Возраст провальено-эрозийно-карстовых котловин и заполняющих их отложений Алакит-Мархинского междуречья.- Докл. АН СССР 1986, т. 289, № 6. с. 1468-1471.

PHILIPPOV, Andrey
Dekabrskich Sobytiy, 29
664026, Irkutsk, USSR

ГЕОЛОГИЯ ПЕЩЕР ПОВЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ

ФИЛИПОВ, Андрей

На полосе суши шириной 30 км, окружающей Байкал, в настоящее время известно 56 карстовых пещер 45 из которых имеют общую протяженность 3658 м, глубину 369 м, амплитуду 419 м, суммарный объем 14950 м³. Они распространены вдоль западного побережья в пределах Приморского хребта, Приольхонского плато и острове Ольхон. По всему побережью Байкала и на островах распространены многочисленные волноприбойные пещеры в различных породах – в том числе и в карстующихся (мраморах и др.), но они не являются объектом настоящего рассмотрения.

Приольхонское плато и Ольхон представляют собой сильно расчлененную высокоподнятую поверхность выравнивания палеогенового возраста с абсолютными отметками 900–1200 м, покрытую степями, частично, сосновыми лесами. Приморский хребет – это покрытое тайгой низко-среднегорное сооружение высотой до 1700 м. Пещеры в пределах хребта вскрываются процессами денудации на различных высотах над Байкалом преимущественно в бортах речных долин. На Приольхонском плато входы в пещеры располагаются на выровненных поверхностях и склонах положительных форм рельефа.

Наиболее древними растворимыми породами, содержащими пещеры, являются мраморы и кальцифиры ольхонской серии верхнего архей-нижнего протерозоя. В кальцитовых мраморах заложено 14 пещер, в том числе крупнейшие – Ая, Мечта, Октябрьская, в кальцифирах – пещеры Тонта, Хурганская, в брекчиевидных доломитовых мраморах – пещера Зундук.

Кальцитовые мраморы мелко- и среднекристаллические белой, светло-желтой, светло-серой окраски, графитсодержащие. Графит рассеян в породе в виде чешуек размером до 3 мм в поперечнике в количествах до 5 %. Очень редко встречаются слои чистых мраморов, не содержащие чешуек графита. На плоскостях напластования нередки сплошные налеты графита. Постоянными второстепенными и акцессорными минералами являются моноклинный пироксен → диопсид, кварц и плагиоклаз (андезин), тремолит, слюда (мусковит или флогопит), апатит. Реже встречаются гранат, сфен, эпидот, циркон, рутил. Большинство образцов мрамора носят следы катаклаза, что отчетливо устанавливается под микроскопом. Структуры пород грано-, микрограно-, гетерограно- и лепидобластовые, иногда брекчиевые; переходящие в катакластовые и милонитовые.

Мраморы Аинского спелеоучастка круто падают под углом 68–85° по азимуту 130–172°. В пещере Ая в стенах ходов обнажаются отпрепарированные растворением будины измененных грязно-серых кварц-полевошпатовых гнейсов, серых кристаллосланцев плагиоклазовых гранитизированных с графитом (до 5 %) и сфеном (1 %). Порода содержит до 30 % микроклина, 20 % кварца и 3 % мусковита. Размеры будин достигают 5–40 см в поперечнике. Характерной особенностью пещер Ая и Вологодского является наличие в мраморах маломощных (10–50 см) послойных согласных интрузий (даек) пегматоидных гранитов. Элементы залегания даек соответствуют или близки элементам залегания

полосчатости. В зальбандах даек интенсивно проявлена графитизация в виде слоев мощностью 0,2–3 см, иногда жилы кварца мощностью до 3–5 см с графитом. На отдельных участках мраморы скарированы, приобретают пятнистую окраску с вишневыми пятнами. В них появляется скаполит, апатит, флогопит в количестве до 2–3 %, микроклин, сфен, рутил. В пещере Октябрьской один из ходов пересекает слой черных кварцитов (азимут падения 190, угол падения 50°) мощностью 0,5 м, обильно насыщенный графитом. Многие ходы пещер заложены вдоль направления простирания карстующихся пород. Нерастворимые породные включения – будины, дайки и слои – являются причиной формирования щелбистых и отломовых осипей и других скоплений обломочного материала.

В пещерах Мечтинского спелеоучастка встречаются редкие будинированные прослои кварцитов мощностью 5–20 м, зоны скарнов мощностью до нескольких м. Кварциты на 70–95 % состоят из зерен кварца, содержат до 15 % карбонатов, 10–12 % плагиоклаза, до 3–5 % графита, магнетита, моноклинного пироксена, мусковита. Скарны состоят из зерен кальцита и диопсида в различных соотношениях, как второстепенные минералы присутствуют плагиоклазы, тремолит, фуксит.

Пещеры Тонта и Хурганская заложены в линзах светло- и желтовато-серых кальцифиров – среднекристаллических породах, состоящих преимущественно из кальцита (до 80–90 %) с диопсидом (до 10–15 %), форстеритом (до 5 %), тремолитом (до 5 %), флогопитом (до 3 %), кварцем (до 12 %), плагиоклазом (до 8–15 %), скаполитом (до 5 %). Из акцессорных постоянно встречается сфен и апатит, из вторичных минералов – альбит, кварц, серицит, эпидот, гидроокислы железа. Породы мелко-среднекристаллические, размеры минералов, как правило, не превышают 5 мм, за исключением полевых шпатов, серые кристаллы которого достигают 3 см в поперечнике. Кальцифиры в районе пещеры Тонта образуют на дневной поверхности линзу с видимой мощностью 35 м. Кальцифиры круто падают по азимуту 150–180° под углом 80–88°. Текстура полосчатая, полосы мощностью 10–20 см. В кальцифирах нередки угловатые и плавно очерченные будины серых кварцитов размерами от нескольких сантиметров до первых десятков сантиметров, а также будины полевошпат-кварц-амфиболовых пород длиной до 3 м, мощностью до 1,5 м. Кальцифиры пещеры Хурганской падают под углом 73° по азимуту 135°. На потолке и стенах много причудливых выступов – отпрепарированных будин полевошпат-диопсид-роговообманковых, плагиоклаз-диопсидовых пород, (ортогаббро). Минеральный состав первых следующий: диопсид 25–35 %, роговая обманка – 20–30%, плагиоклаз – 18–30%, кварц – 7%, биотит – 5–7 %. Из вторичных минералов присутствуют мусковит – до 3 %, амфибол, развитый по трещинам – 3 %, хлорит – до 2 %, карбонат. Из акцессорных – магнетит, апатит, рутил, циркон. Текстура пород гетеро- и лепидогранобластовая. Пещера Зундук образована в брекчиевидных доломитовых мраморах пятнистого желтого и нежно-сиреневого цвета, имеющих хаотическую текстуру.

Пещеры Сарминского, Политехнического, Куртунского, Куртинского и Голоуспенского спелеоучастков заложены в темно-серых известняках, известняках доломитистых и доломитовых известковистых доломитах, доломитах голоуспенской свиты верхнего протерозоя. Голоуспенская свита полосой протягивается вдоль Байкала в центральных частях Приморского хребта. Залегание карстующихся пород непостоянное, углы падения варьируют от 42° до 120° , азимуты падения – от 305° до 120° . Часто встречаются зоны дробления мощностью от нескольких сантиметров до первых десятков сантиметров. Нередко породы катаклазированы либо кинкритизированы. В районе Куртунского спелеоучастка известняки рассланцованы. Пещера Загадай заложена в строматолитовом биогерме верхнепротерозойского возраста. В стенках и сводах ходов коррозией прекрасно отпрепарированы постройки строматолитов. Пещеры Нуган и Трехголова образовались в окварцованных хрусталеносных карбонатных породах верхнего протерозоя, пронизанных сериями жил кварца.

По ассоциациям выполняющих отложений, эволюции пещерного заполнения отчетливо подразделяются пещеры Приольхонского плато и пещеры Приморского хребта. Для первых характерным является наличие в низах разрезов заполнителя аргиллитов мощностью от 1 м (пещера Ая) до 6,5 м (пещера Мечта) предположительно палеогенового возраста, отлагавшихся в подземных озерах со стоячей водой. Аргиллиты имеют среднюю степень литификации красно-коричневый (Мечта), буровато-коричневый (Тонта), белый, светло-желтовато-серый, серый (Ая), ярко-желтый (Большая Байдинская пещера) цвет, обладают тончайшей варвовидной горизонтальной параллельной слоистостью с мощностью слоев от долей миллиметра (темные слойки) до 0,5–2 мм (светлые слойки). По плоскостям наложения в аргиллитах пещеры Мечта обильны чешуйки графита. Для аргиллитов характерным является наличие слоев с относительно высоким содержанием глинозема: кремневый модуль близок к 0,5. Породы не содержат фаунистических остатков, споры и пыльцы растений. В пещере Ая белые и зеленовато-светло-серые аргиллиты залегают на слое поршхообразных гидроокислов марганца. В пещере Большой Байдинской вскрыты разрушенные до щебнистых обломков аргиллиты, сцементированные продуктами разрушения этих же аргиллитов.

Более поздние отложения в каждой из пещер Приольхонского плато различны. В пещере Ая озерные аргиллиты перекрываются олигоцен-миоценовыми аллювиальными песками, песчано-гравийно-галечными отложениями серого, ржаво-серого цвета с мульдобразной изогнутой слоистостью. В отложениях преобладает "речная" галька кварца, кварцитов, пегматитов средней и плохой окатанности. Встречаются также гальки пироксен-амфибол-плагиоклазовых катаклазированных кристаллосланцев, катаклазированных амфиболитов, гранитизированных силлиманит-плагиоклазовых графитсодержащих кристаллосланцев и некоторых других пород. Цемент глинистый, глинисто-железистый, слабый. В отложениях встречены обильные костные остатки неогеновых рыб, земноводных, *Ampylagus* sp., *Sicista* sp. (М.А.Ербаева).

Выше залегает слой субаэральных дресвяно-щебнистых отложений черного цвета, состоящих из обломков темно-бурых алевритов с тончайшей параллельной слоистостью. Обломки состоят из мельчайших слупков (0,01–0,02 мм) глинисто-железистых агрегатов и представляют, по-видимому, фрагменты разрушенных озерных отложений. Мощность слоя до 90 см. Он не содержит органических остатков. Слой перекрывается субаэральными песчано-дресвяными отложениями желтовато-коричневого и светло-бурого цвета. Дресва и песок в

нижних частях слоя представлена светло-серыми, белыми аргиллитами, сверху – кристаллами кальцита дезинтегрированных мраморов. Мощность слоя достигает 0,7 м. В нем обнаружена раковина моллюска *Anisis (Yugalus) sp. (juv.)*, обломки костей летучих мышей, позвонки рыб, лягушки (определение С.М.Поповой, Иркутск).

В пещере Мечта озерные аргиллиты часто перекрываются красно-коричневыми переотложенными песчано-дресвяно-щебнистыми отложениями озерных аргиллитов, сцементированных глиной того же цвета. Встречаются обломки кораллитов, сильно выветрелых пород, растрапшихся в песок пальцами. Микроскопически среди них определены кварц-тремолит-плагиоклазовая метаморфическая порода с мусковитом, рутилом, ильменитом и апатитом, глинистые породы с песчинками кальцита, кварца, слюды, либо с зёрнами кварца, графита, магнетита.

В пещере Большой Байдинской толща разрушенных до обломков слоистых аргиллитов перекрыта костеносной щебнисто (5–10 %) – дресвяно (40 %) – глинистой (50 %) породой мощностью 25 см, бурого цвета с обломочками черного древесного угля, содержащей на отдельных участках скопления отломов и глыб крупнозернистых мраморов. Выше залегает слой светло-желтой рыхлой кальцитовой муки мощностью 5–50 см с обломками кораллитов, мрамора, древесного угля. Мука представляет собой продукт высаливания льдов древней ^{наледь}подземной, некогда заполнявшей большую часть зала. В слое обнаружены многочисленные скопления костей крупных и мелких млекопитающих – лошади (*Equus* sp.), козла сибирского (*Capra sibirica*), козули (*Capreolus* sp.), волка (*Canis lupus*), медведя (*Ursus* sp(?)), полевок – *Clethrionomys* cf. *rufocanus* Sundev., *Alticola* sp., *Microtus* cf. *minutus* /определения Н.П.Калмыкова, М.А.Ербаевой, Геологический институт, Улан-Удэ/. Вероятно, животные, ступая на крутую наледь, соскальзывали по ней вниз и умирали у ее основания, не имея возможности выбраться на поверхность. Разрез отложений венчается темно-бурой переотложенной почвой мощностью 0,1 м, легкой, с обломками лиственницы красного цвета местами обугленной, древесного угля. Породы представляют собой конечную морену отступившей мощной – свыше 6 м – наледи, в нижних частях включающей прослой ископаемой переотложенной почвы с ветками и стволами лиственниц, заостренных человеком. Радиоуглеродная датировка $CO\ AN-2714$, полученная В.А.Панчевым и Л.А.Орловой на двуканальной установке по бензолно-сцинтилляционному варианту по обломкам лиственницы из древнего кострища, располагавшегося у края наледи, позволяет считать возраст этого слоя равным 3420 ± 25 лет. Основанием этому является наличие обугленных обломков аналогичной древесины в слое переотложенной почвы.

Во всех крупных пещерах Приольхонского плато отмечается сходство в отложении наиболее древних генераций хомогенного кальцита. Первая генерация кальцита представлена бесцветными, белыми кристаллами кальцита ромбоэдрического габитуса, размером 1–2 см в поперечнике, нарастающими на стенки на высоту 2–2,5 м от пола, реже – потолки низких ходов. Мощность коры кристаллитов – от 0,1 до 30 см. Кальцит второй генерации образует белоснежные шестоватые изогнутые агрегаты типа гриба "оленьи рожки" мощностью 10–20 см. Иногда отдельные участки пятнами окрашены в бурый цвет – вероятно, битумами. Сверху нарастает – иногда с линзообразными пустотами – кора прекрасно образованных кораллитов мощностью 10–30 см. Если кальциты первых двух генераций имеют бесспорно аквальный генезис, то происхождение кораллитов проблематично. Предпочтительней гипотеза об образовании их в результате конденсации. Перечис-

ленные генерации кальцита свойственны лишь пещерам выступа архейского фундамента и не встречаются в полостях Приморского хребта. Четвертая генерация кальцита – массивные отмершие натечные образования – сталагмиты имеющие форму "медузы". Пятая генерация представлена современными маломощными натечными корами, короткими брчками. Особенностью Шаманской пещеры является отложение в ассоциации с кристаллитами кальцита плотных агрегатов лимонита мощностью до 10 и более сантиметров.

Характерным для пещер в верхнепротерозойских породах Приморского хребта является наличие в основании разрезов выполняющих отложений подземного аллювия – галечников и гравелитов. В составе гальки, как правило, отмечаются измененные сланцы и алевриты из кор выветривания. Цементом являются пестрые (зеленые с красно-бурыми, коричневыми, вишневыми пятнами) ^{глины}. Аллювий перекрывается в большинстве случаев толщей алевритовых глин оранжевого, светло-коричневого, коричневого цветов мощностью до 3–6 м. Толщи глины сложены гидрослюдой, каолинитом, хлоритом и монтмориллонитом, в пещере Сарминской – в отдельных слоях – с вермикулитом, тальком. Накопление таких толщ глинистых отложений происходило в субэвaporальных условиях благодаря перемещению глин в вязко-пластичном, а также во взвешенном состоянии в водах временных потоков через трещины и каналы из поверхностных кор выветривания при периодических увлажнениях. Отложения, как правило, палеонтологически немые.

Более молодые верхнеэоценовые и четвертичные породы представлены преимущественно различными разновидностями гравитационных, биогенных отложений, содержащих обильные палеонтологические остатки, спорово-пыльцевые комплексы, немногочисленные продукты жизнедеятельности человека. Наиболее интересными являются находки ныне вымерших на территории Восточной Сибири костных остатков пещерного льва – *Pantera speleae*, черепа гиены – *Crocuta crocuta* (определения И. Гребнева, Иркутский государственный университет), а также *Prolagurus (Lagurodon) cf. arankaе Kretzoi* (определение М. А. Ермаевой, Геологический институт, Улан-Удэ) в от-

ложениях пещеры Куртун-I. Пещеры Приморского хребта характеризуются относительно широким распространением субтерральных кальцитовых форм: натечных кор, сталактитов, сталагмитов, мондмилха, капельников в глине на полу, редко встречаются субкавальные и аквальные образования.

Во вмещающих породах II пещер побережья Байкала распространены участки многолетнемерзлых пород. Формирование многолетней мерзлоты обусловлено мешкообразной формой пещер, либо их участков. В наиболее крупных карстовых полостях образуются мощные многолетние наледы (пещеры Нуган, Большая Байдинская, Мечта, Ая).

Пещеры Приольхонского плато и о. Лихон сформировались во фреатической зоне напорными восходящими водами о чем свидетельствует их морфология: широкое распространение "подвесок", крупных полусфер на потолках и стенах, объемная проработанность систем карстовых каналов, отсутствие на дне ходов аллювия. Пещеры в верхнепротерозойских породах Приморского хребта формировались преимущественно в вадозной зоне и относятся к коррозионно-эрозионному классу. Доказательством является меандрирующий план галерей, их каскадное строение, наличие подземного аллювия. Различия в образовании и эволюции пещер обусловлены различиями в неотектонических условиях развития территорий: быстрое воздымание Приморского хребта и формирование сильно расчлененного рельефа обусловило появление и функционирование сосредоточенных водных потоков выше зеркала грунтовых вод, тогда как стабильный тектонический режим и низкое гипсометрическое положение Приольхонского плато в палеогене предопределили зарождение и развитие карстовых полостей на больших глубинах восходящими предположительно термальными водами. О существовании гипотермальных вод на стадии осушения пещер Мечта, Ая, Шаманская и некоторых других можно судить по наличию крупных – до 2–3 см в длину – прекрасно огранных ромбоэдрических кристаллов кальцита и белоснежных сферолитов диаметром до 1 см. Вместе с тем, температуры кальцитобразующих растворов по данным изучения газово-жидких включений были менее 50°C.

ФИЛИПОВ, Андрей
ВостСибНИИГТимС, Декабрьских Событий 29,
664026 Иркутск, СССР

ИММУНОКОРРЕГИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ МИКРОКЛИМАТА КАРСТОВОЙ ПЕЩЕРЫ

ЧИКВАШВИЛИ, Г. А.

Клинические наблюдения о положительном действии спелеотерапии в условиях карстовых пещер при целом ряде хронических заболеваний легких поставили вопрос об изучении терапевтических механизмов этого вида курортного лечения.

С этой целью проводили иммунологическое обследование больных хроническим бронхитом, хронической пневмонией и бронхиальной астмой в процессе спелеотерапии в карстовой пещере "Тетри Мгвие", расположенной в Цхалтубо.

В результате курортного лечения отмечалось усиление фагоцитарной способности лейкоцитов, увеличение количества Т-лимфоцитов в периферической крови, нормализация сывороточных иммуноглобулинов классов G, A и M; снижение общего IgE.

Динамика иммунологических показателей в процессе спелеотерапии соответствовала улучшению клинического состояния больных, функции внешнего дыхания и биохимических показателей.

Иммунокорректирующее действие спелеотерапии уменьшалось по мере прогрессирования заболевания и соответствовало эффективности проведенного лечения.

Начиная со второй половины XX века спелеотерапия в условиях карстовых пещер заняла достойное место в комплексе реабилитационных мероприятий у больных бронхиальной астмой, о чем свидетельствуют высокая эффективность этого вида курортного лечения при различных формах заболевания /1,5,15,16/. Позднее появились единичные сообщения о благоприятном влиянии микроклимата карстовой на больных другими хроническими неспецифическими заболеваниями легких /12,13/. Все это поставило вопрос об изучении терапевтических механизмов этого вида курортного лечения.

Вместе с тем многочисленными авторами доказывается участие иммунологических механизмов в патогенезе таких заболеваний как хронический бронхит и хроническая пневмония, а роль иммунологических механизмов в патогенезе бронхиальной астмы, по мнению большинства исследователей, является решающей /3,4,6,8/. Тем не менее крайне мало изучено влияние микроклимата карстовой пещеры на иммунную систему организма /17/, в том время как имеются работы по комплексному исследованию иммунного статуса под влиянием микроклимата соляных копей /2,7/.

Исходя из вышесказанного, с целью изучения влияния микроклимата карстовой пещеры на иммунную систему организма мы проводили иммунологическое обследование 311 больных бронхиальной астмой, 84 больных хронической пневмонией и 64 больных хроническим бронхитом в процессе спелеотерапии в карстовой пещере "Тетри Мгвие", расположенной в Цхалтубо (Грузинская ССР).

Из 311 больных бронхиальной астмой 22 страдали атопической формой заболевания, а остальные - инфекционно-аллергической ее

CARST CAVE MICROCLIMATE IMMUNOCORRECTION EFFECT

In spite of carst cave speleotherapy high efficiency in chronic non-specific lung diseases therapeutic mechanisms haven't been known yet.

Immunological investigations in bronchial asthma, chronic bronchitis and chronic pneumonia patients were determined during speleotherapy in carst cave "Tetry Mgvime" in Tskhaltubo.

Intensification of leucocytes' phagocytic activity, T-lymphocytes increase, serum IgA, IgG and IgM normalization and IgE level decrease during climatotherapy were obtained.

Positive changes in immunological indexes were accompanied with symptom's relief and/or removal, breathing function and biochemical dates improvement.

Speleotherapy immunocorrection effect was closely correlated with severity of the disease and treatment efficiency.

We tend to think that this type of climatotherapy is a very perspective new method of immunocorrection in chronic non-specific lung diseases.

формой. Из 64 больных хроническим бронхитом у 35 был диагностирован хронический необструктивный бронхит, а у 29 - хронический обструктивный бронхит.

Иммунологическое обследование включало определение спонтанных Е-РОК, теофиллин-чувствительных Е-РОК и ЕАС-РОК в периферической крови /11/; сывороточных иммуноглобулинов классов G, A, M и D в реакции радиальной иммунодиффузии /14/; уровня общего и, при атопической бронхиальной астме, аллергенспецифического IgE радиоиммунным или иммуноферментным методом; а также исследование фагоцитарной активности нейтрофилов путем определения фагоцитарного числа и фагоцитарного индекса.

Результаты исследования выявили угнетение клеточного иммунитета у всех больных, что выражалось в снижении как процентного, так и абсолютного числа спонтанных Е-РОК в периферической крови больных. Снижение Т-лимфоцитов, в основном, происходило за счет уменьшения теофиллин-чувствительных Е-РОК, что свидетельствует о дефиците супрессорной субпопуляции Т-лимфоцитов у больных хроническими неспецифическими заболеваниями легких. Содержание же ЕАС-РОК, которые нами квалифицировались как В-лимфоциты, у больных бронхиальной астмой практически не отличалось от нормы. Лишь при тяжелом течении заболевания отмечалось снижение этого показателя. Процентное содержание В-лимфоцитов у больных хронической пневмонией и, особенно, хроническим бронхитом было несколько повышено, хотя абсолютные значения ЕАС-РОК в периферической крови этих больных не превышали нормальный уровень.

Нами также установлено угнетение фагоцитарной активности нейтрофилов во всех группах больных хроническими неспецифически-

ми заболеваниями легких, что выражалось в снижении как фагоцитарного числа, так и фагоцитарного индекса.

Спелеотерапия оказывала стимулирующее воздействие на неспецифические факторы защиты и на Т-систему иммунитета. Так, нами показана возросшая фагоцитарная активность нейтрофилов в процессе курортного лечения больных бронхиальной астмой, хроническим бронхитом и хронической пневмонией. Увеличение фагоцитарного числа и фагоцитарного индекса коррелировали с тяжестью заболевания и эффективностью проведенного лечения.

В процессе спелеотерапии также резко увеличивалось процентное и абсолютное число спонтанных и теофиллин-чувствительных Е-РОК в периферической крови больных неспецифическими заболеваниями легких. Хотя содержание спонтанных Е-РОК в периферической крови больных легкой формой бронхиальной астмы и хроническим бронхитом достигало нормального уровня, количество теофиллин-чувствительных Т-лимфоцитов оставалось сниженным во всех группах больных.

Описанное иммуностимулирующее действие микроклимата карстовой пещеры, по видимому, объясняется непосредственным влиянием ее лечебных факторов на иммунную систему организма. В пользу этого предположения говорит и тот факт, что нами была отмечена тенденция увеличения Т-лимфоцитов и усиления фагоцитарной способности нейтрофилов в процессе однократной спелеопроцедуры. Кроме того, имевшиеся клиничко-экспериментальные данные об иммунокорректирующем действии аэрозольтерапии радоновой водой /9,10/ также подтверждают это мнение.

Исследование сывороточных иммуноглобулинов выявило снижение концентрации IgG и IgA у больных бронхиальной астмой, хроническим обструктивным бронхитом и у части больных хронической пневмонией (в основном у больных интерстициальной формой хронической пневмонии). У больных хроническим бронхитом (необструктивным) и у больных хронической пневмонией отмечалось возрастание уровня IgG и IgM, а в некоторых случаях снижение концентрации IgA. В процессе спелеотерапии происходило выравнивание содержания сывороточных иммуноглобулинов соответственно эффективности проведенного лечения и тяжести заболевания.

Нормализация содержания сывороточных иммуноглобулинов в процессе курортного лечения, по видимому, является следствием нормализации субпопуляций Т-лимфоцитов, ответственных за гуморальный ответ, а также - противовоспалительного действия микроклимата карстовой пещеры на больных хронической пневмонией, хроническим бронхитом и инфекционно-аллергической формой бронхиальной астмы.

Что же касается результатов исследования общего IgE, то его содержание было резко повышено у больных атопической формой бронхиальной астмы, умеренно повышено у больных инфекционно-аллергической ее формой и хроническим обструктивным бронхитом, а у остальных больных уровень этого иммуноглобулина находился в пределах нормы.

После спелеотерапии отмечалось снижение содержания общего IgE, хотя в группе больных атопической формой бронхиальной астмы его содержание ни в одном случае не достигало нормального уровня. Снижение общего IgE может быть связано, с одной стороны, с высокой степенью чистоты воздуха карстовой пещеры и отсутствием в нем аллергенов, а с другой стороны - с иммуностимулирующим эффектом лечебных факторов карстовых

пещер. При стимуляции иммунной системы вообще происходит и Т-клеток-супрессоров, что может вести к снижению продукции этого иммуноглобулина.

Что же касается аллергенспецифического IgE, то его уровень в процессе спелеотерапии практически не менялся.

Таким образом, спелеотерапия оказывала выраженный иммунокорректирующий эффект на больных хроническими неспецифическими заболеваниями легких.

Учитывая доказанную спелеологическими наблюдениями идентичность микроклимата карстовых пещер, при анализе полученных данных можно говорить не только о карстовой пещере "Тетри Мгвие", а вообще о карстовых пещерах этого типа, что позволяет рекомендовать этот вид курортного лечения как один из новых, перспективных и эффективных методов иммунокоррекции у больных бронхиальной астмой, хронической пневмонией и хроническим бронхитом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильин А.А., Комаров Г.А., Попова Г.М.: "Актуальные проблемы аллергологии и иммунологии", 1983, с. 86-87.
2. Казанкевич В.П.: "Влияние микроклимата соляных шахт на иммунологическую реактивность организма в эксперименте и клинике", 1984.
3. Лебедев К.А., Бабайцев В.А.: "Иммунология", 1986, №5, с. 53.
4. Севериенко Р.М.: "Сборник научных трудов Владивостокского медицинского института", 1972, т.7, с. 136-137.
5. Тархнишвили И.Д.: "Патогенез и курортное лечение аллергических заболеваний органов дыхания", 1977, с. 105.
6. Ташиев А.Р., Дратвин С.А.: "Здравоохранение Туркменистана", 1984, №9, с. 25-27.
7. Торохтин М.Д., Желтвай В.В., Мальцева О.Б.: "Коррекция нарушений иммунологической реактивности", 1983, с.211-212.
8. Царев В.Н., Бородинов Н.В.: "Диагностика и лечение заболеваний легких", 1980, с. 13-14.
9. Цветкова Л., Лишев Н., Кузмджиев Г., Попов А.: "Курортол. физиотер.", 1983, №4, с.160-164.
10. Цветкова Л., Станева Н., Манова Ек.: "Курортол. физиотер.", 1983, №3, с. 113-116.
11. Jondal M., Holm G., Wigzell H.: "J. exp. Med.", 1972, p. 207-222.
12. Horvath T.A.: "Pneumol. hang.", 1983, p. 343-346.
13. Kraszko P.: "Pneumol. hang.", 1983, p. 337-342.
14. Mancini G., Carbonara A., Heremans J.: "Immunochimistry", 1965, p. 235-254.
15. Rajman I.L.: "Moznosti speleoklimatickej terapie v gombaseckej jaskyni", 1971.
16. Spannagel K.H.: "Symposium pre speleo-mikroklimu-chemiu a mikrobiologii. Vychodoslovenskë múzeum v Kosiach", 1968, p. 81-85.
17. Wiedermann D., Ričny D., Zavázal V., Slavik P.: "Čas. Lek. Čes.", 1982, p. 1612-1615.

Чиквашвили Гольда,

380005 СССР Тбилиси
ул. Горгасали 9
НИИ курортологии и физиотерапии
Грузии

ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ СПЕЛЕОТЕРАПИИ В ГРУЗИНСКОЙ ССР

УШВЕРИДЗЕ, Г. А.

В Грузинской ССР изучение микроклимата карстовых пещер и его терапевтического действия началось с 1971 года. Исследования проводились институтом курортологии Грузии. Выявлены действующие факторы микроклимата карстовой пещеры, в том числе: высокая концентрация легких аэроионов, увеличенная радиактивность воздуха, повышенная концентрация CO_2 , наличие в воздухе аэрозолей кальция, магния и гидрокарбоната, отсутствие аллергенов.

Выявлено, что указанный природный фактор оказывает выраженное терапевтическое действие на больных бронхиальной астмой, гипертонической и гипотонической болезнью, нейро-циркуляторной дистонией, хронической пневмонией.

Доказано, что лечебный эффект обусловлен стимулирующей иммунной системы, гипосенсибилизацией организма в отношении аллергенов и нормализацией ряда обменных процессов.

В Грузии описано более 600 карстовых пещер и имеется большая перспектива широкого развития спелеотерапии в нашей республике.

Грузинская ССР исключительно богата курортными ресурсами, как климатическими, так и бальнеологическими. На сравнительно небольшой территории, которую занимает республика (70 тыс. кв. м.) имеются почти все типы климатов и более 2 тыс. минеральных источников различного химического состава, с общим их дебитом более 120 мил. л. в сутки.

За последние годы курортные ресурсы Грузии пополнились новым природным лечебным фактором — микроклиматом карстовых пещер, оказавшимся исключительно эффективным средством профилактики, лечения и реабилитации ряда заболеваний.

Изучению терапевтических свойств микроклимата карстовых пещер предшествовали спелеологические исследования, проводимые Институтом Географии АН ИУСР под руководством Э.К. Тинтилозова.

Наиболее интенсивные, систематические спелеологические исследования в Грузии начались с 1959 года и продолжаются в настоящее время, в результате которых собран богатый материал, характеризующий условия и факторы пещерообразования, морфологические и физико-географические черты горных карстовых полостей Грузии.

На первом этапе указанных исследований (начало 70-х годов) было установлено, что Грузинская ССР исключительно богата карстовыми пещерами, количество которых превышает 600, среди которых выявлено множество крупных и исключительно красивых, заслуживающих особого внимания. К их числу относится знаменитая Новоафонская пещера.

В этом же периоде были проведены микроклиматические исследования некоторых карстовых пещер, выявившие их особенности.

Среди микроклиматических особенностей карстовых пещер Грузии наше внимание привлекли такие показатели, как очень высокая

RESULTS AND PROSPECTS OF SPELEOTHERAPY IN THE GEORGIAN SOVIET SOCIALIST REPUBLIC

The study of carst cave microclimate in Georgia began from 1971. The investigations were held by the Georgian Institute of Kurortology and Physiotherapy.

The main active factors of carst cave microclimate are high concentration of light aeroions, moderate increased radioactivity and carbon dioxide high concentration in cave air, existence of Ca and Mg aerosols and absence of allergens.

The abovementioned natural factor exerts a marked therapeutic effect on bronchial asthma, hypertension, hypotension, neurocirculatory dystonia and chronic pneumonia patients.

Carst cave microclimate immunostimulatory, hyposensibilizatory and metabolism normalizatory effect was proved, thus causing speleotherapy high efficiency.

There are large perspectives of speleotherapy development in our Republic, because more than 600 carst caves were described there.

концентрация легких аэроионов пещерного воздуха, несколько повышенная радиактивность, наличие в воздухе аэрозолей кальция, магния и гидрокарбоната, повышенное содержание углекислого газа, постоянная субкомфортная температура.

Наличие такого сочетания климатических элементов, особенно высокая концентрация легких аэроионов, послужило предпосылкой, побудившей нас исследовать влияние микроклимата карстовых пещер на больных бронхиальной астмой.

Наш выбор к проведению таких исследований подкреплялся анамнестическими данными некоторых членов спелеологических экспедиций, отмечавших исключительно благотворное влияние микроклимата карстовых пещер на органы дыхания, особенно при наличии симптомов хронического их заболевания (бронхиты).

Спелеотерапевтические исследования были начаты с 1973 года. Они главным образом проводились в Цхалтубской "Белой пещере", а параллельные наблюдения — в Новоафонской пещере.

На первом этапе изучалось действие микроклимата карстовых пещер на больных бронхиальной астмой. Эти исследования в 1979 г. завершились оформлением и защитой кандидатской диссертации (И.Д. Тархнишвили), результаты которой кратко сводятся к следующему:

Основные показатели микроклимата "Белой пещеры": температура воздуха — 13,8–14,0°C., абсолютная влажность — 10,4–10,5 г/м³, содержание CO_2 — 0,30–0,40 об%, радиактивность воздуха — $2,1 \cdot 10^{-11}$ — $5,7 \cdot 10^{-11}$ Ки/л. Количество легких аэроионов обоих знаков — 9.000–13.000 см³
аэрозоли: ионы кальция — 0,02–0,03 мг/м³
ионы магния — 0,07–0,08 мг/м³
ионы гидрокарбоната — 0,07–0,09 мг/м³.

эффективность и методика спелеотерапии:

а) Спелеотерапия в условиях карстовой пещеры является эффективным лечебным средством в отношении больных бронхиальной астмой.

б) Показанными для спелеотерапии являются больные инфекционно-аллергической формой астмы, преимущественно с легким и среднетяжелым течением заболевания.

в) Оптимальной методикой спелеотерапии является ежедневная 3-х часовая экспозиция пребывания в пещере; на курс лечения 20-25 процедур.

г) Наряду с улучшением клинической картины заболевания наблюдаются благоприятные сдвиги со стороны функции внешнего дыхания, ряда биохимических показателей, и, что особенно примечательно, наступает снижение кожной реактивности к специфическим аллергенам, что свидетельствует о гипосенсибилизирующем действии микроклимата карстовой пещеры на организм больных бронхиальной астмой.

Указанные исследования послужили научным обоснованием для организации спелеотерапии при бронхиальной астме. В настоящее время этот вид курортного лечения проводится на базе Цхалтубского филиала НИИ курортологии Грузии в условиях карстовой "Белой пещеры" курорта Цхалтубо.

Особенно эффективной спелеотерапия при бронхиальной астме оказалась в детском возрасте, с начальными, недалекозастывшими формами заболевания, о чем свидетельствуют исследования О.Н.Шавианидзе.

На втором этапе спелеотерапевтических исследований предметом наблюдений служили больные гипертонической болезнью.

Эти исследования также проводились в "Белой пещере", на базе Цхалтубского филиала НИИ курортологии Грузии, с 1974 г. и завершились в 1982 г. оформлением и защитой кандидатской диссертации (И.С.Павлишвили).

Результаты проведенных исследований кратко сводятся к следующему:

а) Спелеотерапия - эффективный способ лечения больных гипертонической болезнью с лабильно повышенным артериальным давлением. Наиболее выраженный терапевтический эффект наблюдается при IБ стадии заболевания. Под влиянием лечения в условиях микроклимата карстовой пещеры положительный результат выявлен у 96,9% больных с IБ и 80,3% - при IIА стадии гипертонической болезни.

б) Улучшение клинической картины сопровождается положительными сдвигами со стороны гемодинамики, а именно, снижением общего периферического сосудистого сопротивления, нормализацией пульса, сердечного и ударного индексов, улучшением сократительной функции миокарда и биоэлектрической активности мышцы сердца, улучшением ЭКГ показателей.

в) Улучшается функция внешнего дыхания, выражающаяся в увеличении резервных возможностей легких, улучшении качественных показателей легочной вентиляции, нарастании коэффициента использования кислорода.

г) После проведенной спелеотерапии на длительный период снижается метеочувствительность больных, что приводит к значительному урежению и ослаблению у них метеопатологических реакций.

д) Орднократная трехчасовая спелеопроцедура положительно сказывается как на функции кровообращения, так и дыхания.

Исключительно благоприятной оказалась спелеотерапия при гипотонических состояниях (первичная гипотония, гипотоническая болезнь). Как показали наблюдения, курс спелеотерапевтических процедур вызывает у таких больных не только улучшение клинической картины заболевания, но и нормализацию ряда гемодинамических и биохимических показателей. На указанный способ лечения гипотонической болезни выдано авторское свидетельство (авторы: Г.А.Ушверидзе, Н.М.Хатиашвили, И.Д.Тархнишвили).

Показания к спелеотерапии заметно расширились после того, когда было установлено клиническими и экспериментальными исследованиями, что микроклимат карстовой пещеры оказывает выраженное целебное действие на больных неврозом, и, в частности, на больных нейро-циркуляторной дистонией (Н.М.Хатиашвили).

Новым этапом в изучении терапевтического действия микроклимата карстовой пещеры являются иммунологические исследования у больных бронхиальной астмой, начатые в 1980 г. и оформленные в виде кандидатской диссертации в 1986 г. (Г.А.Чиквашвили).

Результаты этих исследований сводятся к следующему:

а) Спелеотерапия оказывает выраженное иммунокорректирующее действие на больных бронхиальной астмой.

б) Под влиянием спелеотерапии происходит возрастание количественного содержания Т- и В-лимфоцитов в периферической крови; увеличение функциональной способности В-лимфоцитов, что выражается в нормализации уровня сывороточных иммуноглобулинов; усиление фагоцитирующей активности лейкоцитов, которое проявляется в возрастании фагоцитарного числа и фагоцитарного индекса.

в) Спелеотерапия вызывает гипосенсибилизирующий эффект, что выражается в снижении концентрации общего IgE - Е в сыворотке крови и уменьшении кожной реакции на гистамин.

Более поздними исследованиями (О.Н.Шавианидзе, И.Д.Тархнишвили, Э.Я.Губеладзе, 1988) были установлены некоторые особенности реакции иммунной системы у детей и взрослых при инфекционно-аллергической и атопической форме бронхиальной астмы, что может служить научным обоснованием для более дифференцированного использования указанного природного лечебного фактора при разных формах данной патологии.

Суммируя полученные данные можно заключить, что микроклимат карстовых пещер является эффективным средством терапии и вторичной профилактики ряда заболеваний.

Многогранность лечебно-профилактического действия указанного природного фактора, по нашему мнению, обусловлена следующими тремя особенностями его влияния на организм человека:

а) Происходит нормализация реактивности организма, гипосенсибилизация, снижение повышенной его чувствительности к специфическим и неспецифическим физическим и химическим раздражителям, что приводит к улучшению клинической картины тех заболеваний, при которых аллергия играет ведущую роль.

б) Возрастает активность иммунной системы, что сопровождается повышением устойчивости организма к различным инфекциям.

в) Улучшаются различные обменные процессы, что также играет важную роль в обратном развитии патологического процесса.

Учитывая вышеуказанные особенности действия микроклимата карстовых пещер на организм человека, можно значительно расширить показания применения этого природного лечебного фактора.

Поскольку Грузия исключительно богата карстовыми пещерами, имеются все основания для широкого развития спелеотерапии в Грузинской ССР.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕЖИМА ВОКЛЮЗА МЧИШТА

ДУВЛЯНСКИЙ, Виктор - МИЛУЧИХИН, Андрей - РЕЗВАН, Владимир - ШУЛИК, Натай - ШЛЯКОВА, Лариса

SOLE PECULIARITIES OF VAUCLUSE MCHISHTA REGIME

Крупнейший карстовый источник СССР - воклюз Мчишта (Q ср. = 9.5 куб.м/с, Q max = 197 куб.м/с) расположен на южном склоне Бзыбского хребта (З.Кавказ) и является дальней областью питания разгрузки карстовой водоносной системы Снежная-Меженного-Хипста-Мчишта. По результатам режимных наблюдений 1985-1987 г.г. установлены корреляционные зависимости между атмосферными осадками, расходом, температурой воды и воздуха, химическим составом и минерализацией подземных вод; рассчитана карстовая денудация.

Largest karst spring of the USSR - vauclose Mchishta (9.5 m³/s, max - 197 cub.m per s) is located on south slope of Bzybiskij ridge (W.Caucasus). It is remote drainage zone of karst water system Sniezhnaja-Mezhnogo-Khipsta-Mchishta. On results of regime observations during 1985-1987 years correspondences between atmosphere precipitation, discharge, water and air temperatures, chemical composition and mineralization of underground waters are determined; karst denudation is calculated.

Крупнейший карстовый источник СССР - воклюз Мчишта (Q ср. = 9.5 м³/с, Q max = 197 м³/с) расположен на южном склоне Бзыбского массива (Кавказ) и является нижним звеном Мчиштинской карстовой водоносной системы (КВС), дренирующей 34% общего стока Бзыбского массива с площади 170 км² (1,3).

Западная ветвь этой КВС, включающая пещеры Снежная-Меженного (- 1370 м), Каньон (- 320 м), воклюзы и аставеллу в долине р.Хипста (доказано индикаторными опытами 1986-1988 гг. - 1,2,4) и восточная часть системы, включающая пещеру Напра глубиной 970 м (доказано индикаторными опытами 1988 г.) и, очевидно, пещеры Студенческая (-360 м), Пионерская (-815 м) и Весенняя (-550 м), имеет общий фокус разгрузки - воклюз Мчишта. Максимальная амплитуда КВС - 2345 м, суммарная протяженность - не менее 75000 м.

В настоящей работе обобщены результаты статистической обработки данных режимных наблюдений (расход, химический состав, температура, рН) на воклюзе Мчишта в период с 1968 по 1988 гг.

При обработке были использованы следующие формулы:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}$$

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$$

$$V_{\bar{x}} = \frac{\sigma_{\bar{x}}}{\bar{x}} \cdot 100$$

$$\Delta \bar{x}_{н(в)} = \bar{x} \pm t \sigma_{\bar{x}}$$

Результаты статистической обработки приведены в таблице I.

Таблица I

Результаты статистической обработки основных параметров воклюза Мчишта

Параметры	\bar{X}	$\sigma_{\bar{x}}$	$V_{\bar{x}}$	$\Delta \bar{x}_{н} \dots \Delta \bar{x}_{в}$
Расход, Q , м ³ /с	7.43	0.607	8.0	6.44.....8.43
Минерализация,				
М, мг/л	203.9	2.63	1.3	199.6.....208.2
Температура, t , °C	9.7	0.141	1.4	9.5..... 9.9
рН	7.42	0.018	0.2	7.39.....7.45

\bar{X} - среднее арифметическое значение;

$\sigma_{\bar{x}}$ - среднее квадратическое отклонение;

V - коэффициент вариации;

$\Delta \bar{x}_{н(в)}$ - нижний и верхний доверительные пределы.

Характер распределения гидрохимических параметров воклюза Мчишта показаны на рис.1,2.

Из таблицы I видно, что наибольшие флуктуации характерны для расхода источника (коэффициент вариации 8%). Это связано, видимо, с четкой зависимостью расхода от атмосферной инфильтрации, так как для района исследований характерно чередование чрезвычайно обильных осадков с засушливыми периодами.

Сравнительно небольшая степень изменчивости минерализации вод источника объясняется смешанным типом питания - конденсационно-инфильтрационно-инфильтрационным, когда очаги инфильтрационного питания располагаются на разных расстояниях и высотах. Это опре-

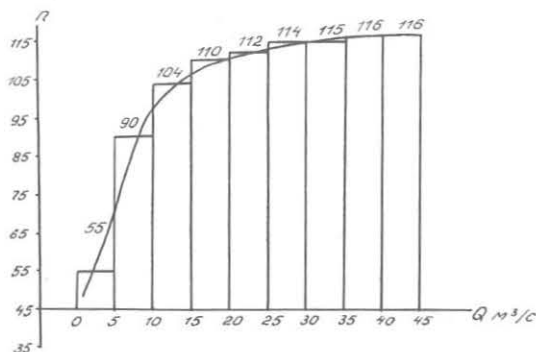
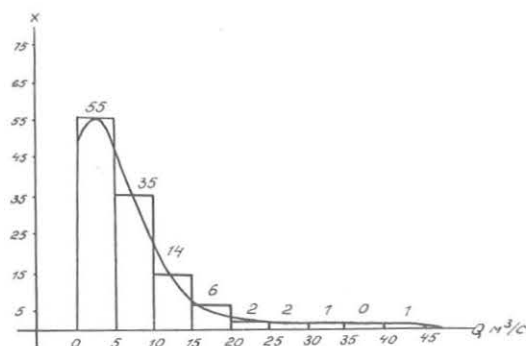


Рис. 1. Дифференциальная и интегральная кривые распределения расхода карстового источника Мчишта (1968-1986 гг.)

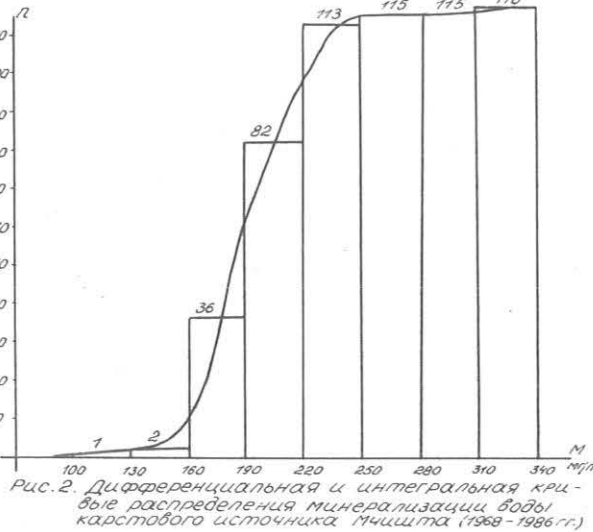
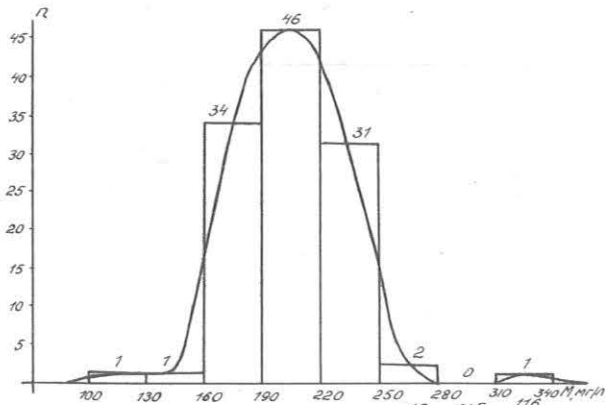


Рис. 2. Дифференциальная и интегральная кривые распределения минерализации воды карстового источника Мчишты (1968-1986 гг.)

делает разное время добегания и "наложения" друг на друга паводковых вод.

Оценка тесноты связи параметров была проверена экспериментальным путем по методу наименьших квадратов.

Экспериментальным путем подобрано следующее уравнение с наибольшей теснотой связи минерализации и расхода (рис. 3)

$$M = 185.01 + \frac{85.43}{Q}$$

с коэффициентом корреляции $r = 0.611$.

Разброс точек (рис. 4), отражающих зависимость минерализации (M) и температуры (t) не позволяет графическим путем определить характер связи. Аналитические расчеты показали очень слабую связь, описываемую уравнением $M = 87.72 t - 638.6$ с коэффициентом корреляции $r = 0.201$.

По ионному составу наиболее тесная связь между минерализацией и содержанием ионов Ca^{2+} и HCO_3^- (рис. 5, 6). Ярко выраженная прямолнейная зависимость описывается уравнениями:

$$M = 107.37 + 2.40 Ca ; r = 0.684$$

$$M = 9.27 + 1.34 HCO_3 ; r = 0.864$$

Ионы Ca^{2+} и HCO_3^- являются определяющими в формировании химического состава вод источника.

Анализ связи между минерализацией и другими основными ионами (Mg^{2+} , $Na^+ + K^+$, SO_4^{2-} , Cl^-) показал очень слабую зависимость с низкими коэффициентами корреляции.

Расчет карстовой денудации КВС проводился по наиболее полным данным наблюдений за 1985-1986 гг. (таблица 2). Была принята следующая расчетная схема:

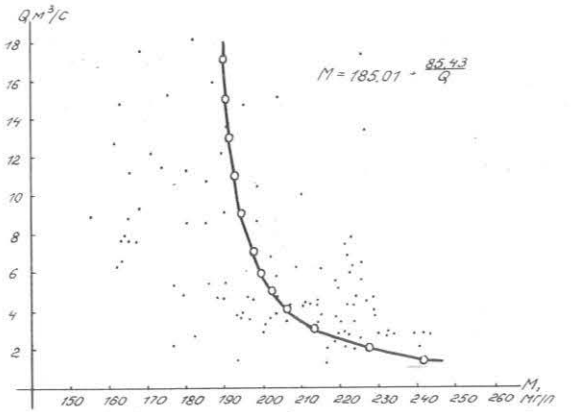


Рис. 3. Зависимость между минерализацией и расходом воды карстового источника Мчишты (1968-1986 гг.)

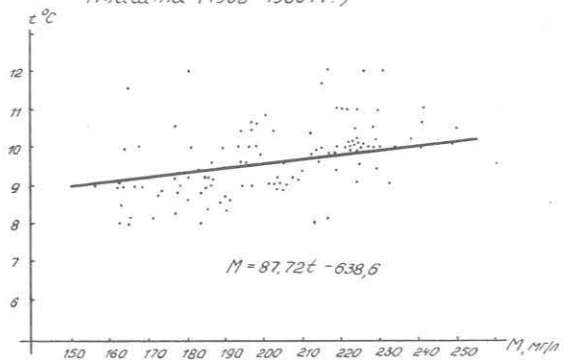


Рис. 4. Зависимость между минерализацией и температурой воды карстового источника Мчишты (1968-1986 гг.)

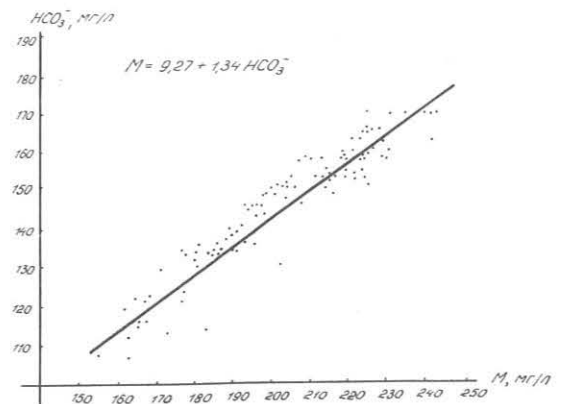


Рис. 5. Зависимость между минерализацией и содержанием иона HCO_3^- в водах карстового источника Мчишты (1968-1986 гг.)

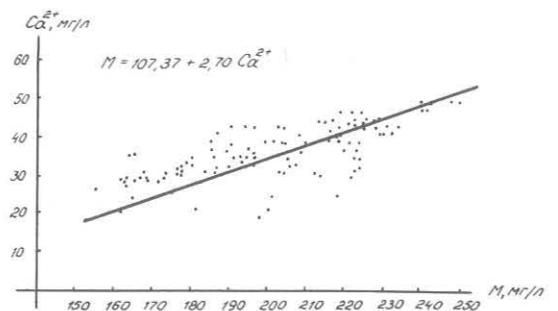


Рис. 6. Зависимость между минерализацией и содержанием иона Ca^{2+} в водах карстового источника Мчишты (1968-1986 гг.)

1. На основании ежедневных наблюдений расхода источника Мчиш-та определяется среднее значение Q ($\text{м}^3/\text{с}$).

2. По уравнению $M = 185.01 + \frac{85.43}{Q}$ определяется средняя минерализация воды M ($\text{мг}/\text{л}$).

3. На основании многолетних данных рассчитывалась средняя величина минерализации атмосферных осадков $M_{\text{атм}}$ ($\text{мг}/\text{л}$).

4. Определялся прирост минерализации в недрах Бзыбского массива $\Delta M' = M - M_{\text{атм}}$ ($\text{мг}/\text{л}$).

5. Умножением на коэффициент 0.64 определена расчетная $\Delta M'$ ($\text{мг}/\text{л}$). При этом НСO_3^- переводится в форму CO_3^{2-} .

6. Определяется значение $R_i = Q \cdot \Delta M'$ (Q , $\text{м}^3/\text{с}$; $\Delta M'$, $\text{г}/\text{м}^3$).

7. Определяется вынос минеральных веществ из массива V (т).

8. Определяется вынос минеральных веществ из массива V (м^3), делением V (т) на объемный вес известняка ($2.7 \text{ т}/\text{м}^3$).

Суммарный вынос растворенных веществ из КВС составил в 1985 г. 9.827 тыс. м^3 , в 1986 году - 7.648 тыс. м^3 .

Анализ таблицы 2 свидетельствует о значительных колебаниях месячных значений выноса растворенных веществ. Среднемесячный вынос за 1985-1986 гг. составил 728 м^3 . Абсолютные максимумы, достигающие 1200-1300 м^3 приходятся на период весеннего снеготаяния (апрель-июнь в 1985 году и апрель-май в 1986 году). Абсолютный минимум наблюдался в августе 1985 года (381.4 м^3) и в сентябре 1986 года (323.7 м^3). Величина месячного выноса составляет 3.9-15.1% от годового.

По сезонам вынос распределяется сравнительно равномерно: 42% выноса приходится на теплый, 58% - на холодный период.

Таблица 2

Расчет параметров карстовой денудации Мчиштинской КВС

Месяц/год	Q , $\text{м}^3/\text{с}$	M , $\text{мг}/\text{л}$	$M_{\text{атм}}$, $\text{мг}/\text{л}$	ΔM , $\text{мг}/\text{л}$	$\Delta M'$, $\text{мг}/\text{л}$	R_i , $\text{г}/\text{с}$	V , т	V , м^3
I	21.48	596	129	467	296	2115	1883.9	697.8
II	23.88	592	163	429	274	2161	1788.0	661.4
III	20.97	593	180	413	265	1841	2581.2	613.7
IV	42.00	573	156	417	267	3430	2963.4	1097.5
V	50.90	570	192	377	242	4105	3657.2	1773.5
VI	42.50	574	147	428	273	3863	3337.5	1236.2
VII	32.39	580	207	373	238	2568	2289.2	847.9
VIII	11.91	619	150	469	301	1192	1029.8	381.4
IX	15.67	619	114	505	323	1639	1416.0	608.2
X	17.55	599	126	474	303	1770	1587.1	587.8
XI	31.91	581	141	440	282	2982	2576.5	954.2
XII	26.97	588	126	462	296	2632	2348.7	869.8
1985	-	-	-	-	-	30298	29807.2	11199.2
I	15.52	605	129	476	304	1574	1399.0	518.2
II	23.56	590	162	428	274	2139	1683.4	623.4
III	21.47	594	180	414	264	1881	1690.6	626.0
IV	40.20	574	156	418	267	3585	3097.4	1147.1
V	41.10	573	192	382	244	3347	2978.0	1102.3
VI	20.34	598	147	450	287	1934	1672.1	620.1
VII	15.23	608	207	401	256	1257	1130.8	419.0
VIII	11.07	625	150	475	303	1120	1358.9	369.1
IX	9.01	640	114	526	336	1012	874.2	323.7
X	10.46	633	126	507	324	1121	1010.9	374.4
XI	19.68	602	141	462	295	1902	1643.5	608.7
XII	28.16	584	126	458	293	3552	2472.5	915.7
1986	-	-	-	-	-	27976	23483.8	8563.4

ЛИТЕРАТУРА

1. ДУБЛЯНСКИЙ, В. Н., КЛИМЕНКО, В. И., ВАХРУШЕВ, Б. А., РЕЗВАН, В. Д.: Комплексные карстолого-спелеологические исследования и охрана геологической среды Западного Кавказа. Сочи, 1987, с. 98-101.
2. РЕЗВАН, В. Д., КИСЕЛЕВ, В. Э.: Уникальные спелеогеографические явления Западного Кавказа - карстовые эставеллы

Грузии. Проблемы изучения, экологии и охраны пещер. Киев, 1987, с. 90-92.

3. ТИМТИЛОВ, Э. К.: Подземный карст Грузии. Проблемы спелеологии Грузии. Тбилиси: Мецниереба, 1985, с. 24-25.
4. ТИМТИЛОВ, Э. К., РЕЗВАН, В. Д., ДУБЛЯНСКИЙ, В. Н., КЛИМЧУК, А. Б.: Спелеологические и гидрологические особенности Бзыбского массива. Сообщения Академии наук Грузинской ССР, 127, №3, 1987, с. 569-572.

ДУБЛЯНСКИЙ, Виктор
СССР, 333017, Симферополь
ул. Фрунзе 43/2, кв. 66

РЕЗВАН, ВЛАДИМИР
СССР, 354348, Сочи-А-348
Бреванский пер. II-А, кв. 7

ТРИДЦАТЬ ЛЕТ СОВЕТСКОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ СПЕЛЕОЛОГИИ

ВЯТЧИН, Андрей - РЕЗВАН, Владимир

В докладе обобщены основные результаты деятельности спелеологов СССР за 30 лет (1958-1988 г.г.). Составлена хроника важнейших спелеологических событий, мероприятий и результатов исследований, представляющая собой упорядоченный по годам набор сообщений об экспедициях, походах, семинарах, школах, слетах, совещаниях, конференциях и других мероприятиях, имеющих международное, всесоюзное и региональное значение.

Выделены 6 этапов в развитии советской "технической" спелеологии. Рассмотрены особенности организационных форм, тактика, снаряжение, техника, средства жизнеобеспечения на каждом этапе, обеспечивающие рост результатов в вертикальной спелеологии:

1958-1964 г.г.	- 260 м	- п. Молодежная, Крым;
1965-1969 г.г.	- 500 м	- п. Назаровская, Кавказ;
1970-1974 г.г.	- 700 м	- п. Снежная, Кавказ;
1975-1977 г.г.	- 990 м	- п. Киевская, Средняя Азия;
1978-1983 г.г.	- 1370 м	- п. Снежная-Меженного, Кавказ;
1984-1988 г.г.	- 1508 м	- п. В.Пантьихина, Кавказ.

THIRTY YEARS OF SOVIET CAVING

Main results of soviet cavers activity during 30 years (1958-1988) are generalized. The chronicle of most important speleological expeditions, meetings, educational courses, conferences, congresses, etc. are compiled. There are 6 stages in the development of soviet caving with own peculiarities of organizational forms, logistics, technique, equipment and other aspects led up to new results in vertical caves:

1958-1964	- 260 m	- Molodezhnaja shaft, Crimea
1965-1969	- 500 m	- Nazarovskaja cave, Caucasus
1970-1974	- 700 m	- Sniezhnaja cave, Caucasus
1975-1977	- 990 m	- Kievskaja shaft, Central Asia
1978-1983	- 1370 m	- Sniezhnaja-Mezhonnoho cave, Caucasus
1984-1988	- 1508 m	- V. Pantjukhina cave, Caucasus.

В истории спортивной (технической) спелеологии в СССР выделяются следующие этапы с характерными особенностями техники, тактики, снаряжения, средств жизнеобеспечения, обусловившими рост результатов в первую очередь в вертикальной спелеологии:

- I этап - 1958-1964 г.г. - 260 м (пещера Молодежная, Крым);
- II этап - 1965-1969 г.г. - 500 м (Назаровская, Кавказ);
- III этап - 1970-1974 г.г. - 700 м (Снежная, Кавказ);
- IV этап - 1975-1977 г.г. - 990 м (Киевская, Средняя Азия);
- V этап - 1978-1983 г.г. - 1370 м (Снежная-Меженного, Кавказ);
- VI этап - 1984-1988 г.г. - 1508 м (В.Пантьихина, Кавказ).

Первый этап (1958-1964 г.г.): становление организационных форм, исследование относительно неглубоких сухих пещер Крыма с минимумом снаряжения, техника двух опор: лестница и страховочная веревка, оставление на отвесах страхующих, навеска за естественные опоры. Открытия Крым: Долгоруковский массив - пещеры Аверкиева (-146 м) и Провал (-104 м); Ай-Петри: Каскадная (-246 м), Камнепадная (-105 м), Караби: Мира (-135 м), Молодежная (-260 м), Гвоздецкого (-190 м), Кара-Мурза (-130 м), Карабийская-3 (-126 м) - Крымские спелеологи, руководитель В.Н.Дублянский (Симферополь); Бабуганский массив: Бабуганская (-103) - московские спелеологи, В.В.Илхкин, Кавказ: Новофонская (-139 м, З.К.Тинтилов, Тбилиси), Ткибула-Дзеврула (-215 м, В.Габелашвили), Вахушти Багратиони (-130 м, Т.З.Кикнадзе, Тбилиси). Сибирь: Торгашинская (-170 м, И.П.Ефремов, Красноярск). Мероприятия: I Всесоюзный слет спелеологов (август 1962 г, Крым, Ай-Петри, 110 чел., В.В.Илхкин, В.Н.Дублянский); I Всесоюзная спелеоэкспедиция (август 1962 г., Крым, Долгоруковский массив, В.В.Илхкин, В.Н.Дублянский); I Всесоюзный семинар руководителей спелеосекций (март 1963 г., Свердловская область, 30 чел., В.В.Илхкин); I Всесоюзный сбор младших инструкторов-спелеологов (июль 1963, Крым, Караби, 20 чел., В.Н.Дублянский, Симферополь, Б.С.Коган, Севастополь), на котором были исследованы пещеры Визовская (-126 м), Монастырь-Чокрак (-150 м), Карабийская-2 (-109 м), Карабийская-1 (-107 м), Профсоюзная (-135 м); Всесоюзный сбор младших инструкторов спелеотуризма (июль 1964 г, Южный Урал, 27 чел., Ю.Е.Лобанов, Свердловск, Р.Н.Сайфи, Москва); участие в работе I (февраль 1959 г), II (апрель 1960 г) и III (апрель 1961 г) пленумов между-

домственной комиссии по геологии и географии карста.

Второй этап (1965-1969 г.г.) - исследование более глубоких обводненных пещер; техника трех опор: две веревки и лестница; спуск по веревке на карабине, шайбе, рогатке; подъем по лестнице; верхняя страховка, иногда - самостраховка пруссиком; навеска за искусственные опоры; гидрокостымы, телефонная связь; экспедиции на базе учебных мероприятий. Открытия Кавказ: массив Алек: пещеры Девичья (-160 м) и Величественная (-230 м, Д.А.Усиков, Москва), Медвежья (-205 м), Градовая (-130 м) и Ручейная до - 130 м (Москва, М.В.Эйгель, М.П.Аронов, Ю.В.Колесников), Школьная до - 320 м (Москва, О.В.Падалко), Географическая (-310 м, Сибирская экспедиция, Н.К.Мороз, Новосибирск), Назаровская до - 310 м (Всесоюзный инструкторский сбор, 1965, П.К.Скобелев, Краснодар), ТЕП до - 400 м (Всесоюзная экспедиция, 1967, Е.И.Черенков, Москва), Гигантов до - 200 м (Всесоюзный спелеолагерь, 1969, В.В.Илхкин), Заблудших до - 300 м (Всесоюзный сбор инструкторов спелеотуризма, 1969, В.В.Илхкин, Ю.И.Ковалев), Назаровская до - 500 м (Всесоюзная экспедиция, 1969, В.Д.Бобрин, Дивногорск, Ю.И.Ковалев, Красноярск). Урал: Сумган - Кутук (-130 м, Е.Д.Богданович, Уфа). Крым: Ход конем (-210 м, Четырдаг, Д.Корньс, Симферополь), Вдовиченко (-146 м, Ай-Петри, В.П.Шерапов, Севастополь). Мероприятия: Всесоюзный семинар председателей спелеосекций (февраль 1965, Урал, Кунгур, В.В.Илхкин), Всесоюзные спелеолагеря (февраль 1966, Красноярск, -И.П.Ефремов, В.Д.Бобрин; июль 1966 г, Крым, В.Арсеньев, Москва; июль-август 1966 г, Крым, В.П.Шерапов; июль 1968, Крым, В.А.Михайловский, Симферополь, Б.С.Коган, Севастополь); Всесоюзный (ноябрь 1967 г, Крым, Ай-Петри, 33 чел, О.И.Гриппа, Симферополь, Л.А.Тибейкин, Красноярск) и зональные (июль-июль 1968 г, Красноярск, 15 чел, И.П.Ефремов; октябрь 1968, Кутаис-Сухуми, 15 чел, Р.А.Джанашвили, Тбилиси; апрель-май 1969 г, Красноярск, 28 чел, И.П.Ефремов) семинары спасателей; Всесоюзное совещание председателей секций спелеотуризма (сентябрь 1969 г, Пермь, В.В.Илхкин), участие в работе карстово-спелеологического совещания в Московском обществе испытателей природы (январь 1965). Международные контакты: участие в работе IV Международного спелеологического конгресса (август 1965 г, Югославия), международная (СССР - ПНР) экспедиция (июль-август 1969 г, Кавказ, Арабика, И.П.Ефре-

мов), сибирская экспедиция в Польшу (февраль 1969 г, Татры, Б.Снежная, И.П.Ефремов, Н.К.Мороз), участие в экспедиции "Пирин-68" в Болгарии (Львов, М.П.Савчин).

Третий этап (1970-1974 гг.) - исследование сильно обводненных пещер в высокогорье, лестнично-веревочная техника, попытки использования самохватов, работа автономными группами, подземные лагеря, прохождение сифонов с использованием аквалангов. Открытия. Западный Кавказ: Хипстинский массив: Снежная до - 700 м (МГУ, М.М.Зверев, Н.Г.Чеботарев); Бзыбский массив: Шацкоцинская (-180 м), Чипширинская (-147 м) и Химсульская (-120 м, Томск, В.Д.Чуйков); массив Адзуста: Стометровая (-200 м) и Семидесятиметровая (-150 м, Ленинград, В.Я.Демченко). Арабика: Ахтиарская (-410 м, Севастополь, В.П.Шарапов), сифон (с=100 м) в Гегской (Красноярск, Ю.Э.Кромм). Алек: Соколова (2 сифона, Москва, Д.А.Усиков), ТЭП (-450 м, МГУ, М.М.Зверев), Заблудших до - 370 м (Москва, А.Е.Петров), затем до - 470 м и Гигантов (-220 м, Москва+Сочи, М.В.Эйгель), сифоны на дне Назаровской и Географической (Красноярск, Ю.И.Ковалев). Ахцу: Поисковая (-205 м, Сочи, Л.А.Плоткин), Федоровская (-220 м) и Нежданная (-420 м, Ленинград, Д.Н.Куклин). Северо-Западный Кавказ: Фишт: Парящая птица до - 300 м (МГУ, М.М.Зверев) и Бегемот (-120 м, Москва, А.Е.Петров). Крым: Караби: Солдатская до - 480 м (Феодосия, С.С.Пикулькин). Средняя Азия: Кырктау: Абдужабарова (-137) и Киевская до - 500 м (Киев, В.Я.Рогожников, А.Б.Климчук). Учебные мероприятия. Всесоюзные спелеолагеря: июль 1970 г, Алек, 40 чел, А.Ф.Рыжков (Свердловск), А.П.Федоров (Севастополь); июль 1970 г, Алек, 25 чел, В.И.Полуэктов (Ростов-на-Дону), Ю.Е.Лобанов (Свердловск). Украинские республиканские спелеолагеря (в Крыму): август 1970 г, Караби, июль 1971 г, Чатырдаг, Г.С.Пантхкин и В.П.Душевский (Симферополь). Всесоюзные инструкторские сборы (на массиве Алек): август 1970 г, В.И.Никитин, О.В.Падалко, соединения Осенней и Назаровской; август 1971, 40 чел, В.И.Полуэктов, М.Т.Загидуллин (Свердловск), соединения Примусной и Назаровской; август 1972 г, 30 чел, А.Ф.Рыжков (Свердловск), А.П.Пилунский (Симферополь), август 1972, 36 чел; август 1974 г, 46 чел, В.К.Волков (Ленинград), Е.Г.Юрашанский (Томск). Всесоюзные экспедиции: май 1972 г, Крым, Караби, Солдатская (-500 м), В.В.Илхкин; июль-август 1974 г, Кавказ, Хипстинский массив, Снежная, 43 чел, В.В.Илхкин, А.Ф.Рыжков. Международные экспедиции: август 1970 г, СССР-НРБ, Родопы, 4 чел от СССР, В.В.Илхкин; август 1970, СССР-НРБ, "Котел-70", К.Спасов (София), В.А.Овчаренко (Львов); "Снежная-71", июль, ПНР-СССР, Татры, К.Парма (Закопане), М.П.Савчин (Львов); август 1971, СССР-НРБ, Кавказ, Арабика, И.Г.Космын (Томск); август 1971, СССР-НРБ, Алек, 60 чел, В.К.Шашурин, М.В.Эйгель (Москва), "Памиро-Алтай-72", СССР-ПНР, В.Н.Остьянов (Львов), А.Райва (Закопане). Участие в работе УИ Международного спелеологического конгресса (август-сентябрь 1973 г, Оломоуц, ЧССР).

Четвертый этап (1975-1977 гг.) характеризуется достижением километровой отметки в пещере Киевская, расширением географии исследований, переходом от лестнично-веревочной к веревочно-веревочной технике, использованием самохватов для подъема и самостраховки. Эксперименты с тросом. Тактика - поэтапное исследование пещеры с несколькими подземными лагерями. Открытия. Западный Кавказ: Охачкуэ: Новая (-106 м, Москва, В.Трусов). Адзуста: Матерая (-150 м) и Незабудка (-180 м, Ленинград, В.Я.Демченко). Бзыбский массив: Чипширинская-2 (-140 м), Жога (-110 м), Радужная (-130 м), Пилугская (-103 м, Томск, В.Л.Леринман), Студенческая до -300 м (Красноярск, В.И.Семиченко). Хипстинский массив: Не в коня корм (-155 м), Сувенир до - 160 м (МГУ, М.Н.Ноздрачев), Снежная за Пятый завал до

- 780 м (Москва, Д.А.Усиков). Ачибах: Вивосапе (-160 м, Сочи, Л.А.Плоткин). Арабика: Вахушти Багратиони (-240 м, Крымские спелеологи), Северо-Западный Кавказ: Фишт: Большой приз до - 115 м, Москва, С.Т.Рудев, Филевская (-102 м) и Кунцевская (-180 м, Москва, Д.Л.Никифоров). Северный Кавказ: Дженту: Галочья (-107 м) и Майская до - 230 м (Новочеркасск). Крым: Караби: Дружба (-270 м, Феодосия, С.С.Пикулькин). Ай-Петри: Каскадная до - 310 м (Ялта, В.А.Дворянинов); Вдовиченко до - 200 м. Арнк-Башская (-103 м, Басман, Севастополь, В.П.Шарапов). Средняя Азия: Кырктау: Киевская до - 700 м (Киев, Т.И.Крапивникова), Олимпийская (-160 м) и Кульская (Университетская) до - 220 м (Томск, В.Д.Чуйков). Всесоюзные экспедиции: июль-август 1975 г. Фишт. 41 чел. А.Е.Петров (Москва), А.Ф.Рыжков (Свердловск), Парящая птица до - 450 м, Бегемот до - 180 м; Всесоюзная экспедиция в пещеру Киевская: I этап - июль-август 1976 г, 34 чел, В.Д.Чуйков (Томск), А.Н.Резников (Киев) - до - 970 м, II этап - август 1976 г, 50 чел, Г.С.Пантхкин, Симферополь, до дна (-990 м); III этап - июль 1977 г, 60 чел, В.В.Илхкин, О.В.Падалко, погружением в донный сифон (Красноярск, Ю.Э.Кромм, В.В.Коносов). Учебные мероприятия: Всесоюзные спелеолагеря (август 1975 г: Алек, 43 чел, В.А.Шкрбихов, В.Н.Поповичев, Красноярск; Воронцовский массив, Н.А.Коврижных (Ленинград), В.Н.Патраков (Москва); август 1977 г, Алек, 60 чел, А.С.Вишневский (Свердловск), И.П.Абрамов (Томск); Всесоюзный инструкторский сбор (август 1976 г, Алек, 65 чел, О.В.Падалко, В.Л.Леринман); Всесоюзные семинары спасателей: ноябрь 1976 г, Кавказ, Н.Афон, 40 чел, В.В.Илхкин, апрель-май 1977 г, Воронцовка-Алек, 70 чел, А.Ф.Рыжков, М.Т.Загидуллин; Украинские республиканские спелеолагеря ("Караби - 75", Г.С.Пантхкин; июль 1977, Алек, 40 чел, М.П.Савчин (Львов), В.И.Павличенко (Киев). Слеты и совещания: Всесоюзные семинары председателей спелеосекций (февраль 1975 г, Ленинград, 55 чел, В.М.Голод; февраль 1976, Москва, 50 чел, В.В.Илхкин), Всесоюзное карстолого-спелеологическое совещание (февраль 1975 г, Ленинград, 250 чел), I Матч городов Урала по спелеотуризму (сентябрь 1976 г, Челябинская область, 70 чел, С.М.Баранов, Н.А.Красикова, Челябинск), I Украинская республиканская конференция спелеотуристов (ноябрь 1976 г, Львов, 50 чел, М.П.Савчин). Участие в работе УП Международного спелеологического конгресса (сентябрь 1977 г, Шеффилд, Великобритания, В.В.Илхкин).

Пятый этап (1978-1983 гг.) - сроки посещения пещер возросли до месяца и более. Тактика - "турпоход" без выхода группы на поверхность. "Модульная" система жизнеобеспечения. Широкое распространение тросово-веревочной техники, попытки использования динамической техники ("корделет") и одной опоры без учета требований SRT. Дальнейшее расширение географии, глубины и высоты пещерных исследований. Открытия. Западный Кавказ: Хипстинский массив: Меженого до - 520 м (МГУ, Ю.А.Шакир, М.Н.Ноздрачев, Н.Г.Чеботарев, А.В.Михалин, Ю.С.Косоруков), Снежная-Меженого до - 1370 м (Москва, Д.А.Усиков, А.И.Морозов, Т.А.Немченко; Ленинград, В.Я.Демченко), Сувенир до - 430 м (Москва, В.Д.Козлов). Бзыбский массив: Багьянская до - 160 м (Томск, А.Н.Шурьгин), В.Пантхкина до - 600 м (Крым, Г.С.Пантхкин), Студенческая до - 370 м (Красноярск, В.Анисов, В.П.Мельников), Напра (-970 м, Красноярск, З.З.Залиев), Белорусская до - 240 м (Минск, М.В.Вальков), Форельная до -200 м (Москва, Е.Ю.Снетков), Весенняя до - 403 м (Томск, А.Н.Шурьгин), Графский провал до - 145 м (Томск, Л.П.Смирнова), Изабелла до - 235 м (Томск, К.Л.Косицын), Пинонерская до - 700 м (Красноярск, З.З.Залиев), Дзышра: Алексинского до - 450 м (МГУ, А.В.Михалин). Алек: соединение Ручейной и Заблудших (-510 м, Москва, С.Князев). Арабика: Куйбышевская до - 740 м

(Куйбышев, Дичинский, Киев, В.Я.Рогожников, А.Б.Климчук), Генриховна бездна до - 300 м (Киев, А.Б.Климчук), Юбилейная до - 255 м с двумя сифонами $c_1 = 45$, $c_2 = 80$ м, Красноярск, В.Н.Плотников, В.Илихина до - 600 м (Москва, О.В.Падалко). Аски: Суворовская (-200 м) и 5-03 (-140 м, Челябинск, С.М.Баранов). Северо-Западный Кавказ: Фитт: Турист до - 183 м (Москва, Д.Л.Никифоров), погружение в донный сифон Парящей птицы (Красноярск, П.В.Миненков). Лагонаки: Отвесная до - 200 м (Ленинград, П.С.Иванов), Каньон до - 214 м (Краснодар, В.М.Коваленко), Абсолютная до - 315 м (Днепропетровск). Северный Кавказ: Дзенту: Майская до - 500 м (Москва, М.Н.Дякин, В.Э.Киселев). Крым: Ай-Петри: Каскадная до - 400 м (Симферополь, А.Ф.Козлов). Караби: Суворовская (-140 м) и Ушаковская (-146 м, Севастополь, В.П.Шарапов). Караби: Вента (-140 м, Вильнюс, Р.Б.Данкнас, Каунас). Средняя Азия: Западный Тянь-Шань: Улчукурская до - 270 м (Свердловск, С.И.Голубев). Байсунтау до - 480 м (Свердловск, А.С.Вишневицкий, И.С.Новиков). Боролдай: Ленинская до - 160 м (Свердловск + Алма-Ата), Весенняя до - 110 м (Ташкент, В.Ф.Долгий). Кырктау: Розовый дьявол до - 220 м (Киев, Т.И.Крепивицкая), Пороховая бочка (-100 м, Ташкент, П.С.Иванов). Всесоюзные экспедиции: "Фитт-78", июль-август, 21 чел., Парящая птица до - 510 м, А.Ф.Рыжков, Свердловск), Г.Б.Барманов (Челябинск); июль 1979 г, Кырктау, Р.А.Шыкин (Красноярск); август 1979 г, Снежная, О.В.Падалко, А.П.Щеремов (Москва); август 1971 г, Бзыбский массив, 85 чел, В.П.Мельников (Красноярск), Напра до - 970 м, Ноктирн до - 450 м, Пионерская до - 160 м; август 1982 Бзыбский массив, В.П.Мельников; август 1983 г, Бзыбский массив, 89 чел, Ю.И.Ковалев (Красноярск). Учебные мероприятия: Всесоюзный семинар повышения квалификации инструкторов спелеотуризма (июль 1978 г, Воронцовка-Ахцу, 24 чел, В.Н.Дублянский, В.В.Илихин); спелеолагерь "Караби-78" (июль 1978 г, 50 чел, В.Л.Васильев (Львов), Ю.И.Костенко (Киев)); Всесоюзный семинар инструкторов спелеотуризма (август 1979 г, Алек, 70 чел, А.С.Вишневицкий (Свердловск), Г.И.Ткачук (Львов)); Всесоюзный семинар высшей туристской подготовки (ВТП) по спелеотуризму (сентябрь 1982 г, Хипстинский массив, 50 чел, Н.Г.Чеботарев (Москва), С.С.Евдокимов (Пермь)); Всесоюзный семинар средней инструкторской подготовки (СИП) по спелеотуризму (сентябрь 1982 г, Алек, 50 чел, В.Д.Резван (Сочи), Э.Э.Лайцонас (Каунас)); Первый всесоюзный семинар спелеоподводников (июль 1983 г, Пермь, 18 чел, С.С.Евдокимов), Всесоюзный семинар СИП по спелеотуризму (сентябрь 1983 г, Алек, 40 чел, В.Д.Резван, Э.Э.Лайцонас). Слеты, соревнования, совещания: Всесоюзные карстолого-спелеологические совещания (ноябрь 1978 г, Сухуми; октябрь 1982 г, Алушта); I всесоюзный слет спелеотуристов (октябрь 1979 г, Тернополь, 300 чел, В.П.Старичков (Тернополь), В.И.Павлюченко (Киев)); I Всероссийский слет спелеотуристов (сентябрь 1983 г, Пермская область, Губаха, 260 чел, С.С.Евдокимов (Пермь), Н.А.Марченко (Москва)); ежегодные (с 1981 г) Всесоюзные семинары председателей комиссий спелеотуризма (А.И.Морозов); участие в I Всесоюзном слете туристов (сентябрь 1981 г, Северная Осетия, Дзынага, 100 чел, В.П.Старичков, Н.А.Марченко), участие во 2-й и 3-й международной встрече спелеологов социалистических стран (Брно, ЧССР) "Моравский карст", июль 1978 г, август 1971 г, Львов, М.П.Савчин; визит в СССР председателя Национальной ассоциации спелеологов США Р.Гарни (сентябрь 1979 г), президента Международного союза спелеологов (апрель 1982 г) А.Эриво (Испания), Генерального секретаря МСС (июль 1983 г) Г.Триммеля (Австрия).

Шестой этап (1984-1988 гг.) - дальнейшее увеличение количества и денивелиации (до 1500 м) исследуемых пещер, глубины и протяженности сифонов; применение современной техники (SRT,

"корделет"), тактики (парные и сольные прохождения) и снаряжения (ацетиленовые светильники, бескарабинная навеска, подвесные лаче-ря), широкие международные контакты и обмен опытом; формирование системы спелеологических клубов. Открытие Западный Кавказ: урочище Цикурия: Земшная (-310 м), Листопадная (-280 м), Красавица (-140 м, Москва, Е.Ю.Снетков). Дзыбра: Крокодил (-300 м, МГУ, Н.Г.Чеботарев), Алексинского (-450 м, МГУ, А.Н.Крот). Хипстинский массив: Каньон (-320 м, Харьков), Вулкан (-300 м, МГУ, Н.Г.Чеботарев). Бзыбский массив: Надежда (-280 м, Красноярск, В.Ф.Савина), Графский провал (-780 м, Томск, К.Л.Косицын, В.Д.Чуйков), В.Пантихина (-1508 м, Крым, Г.С.Пантихин, Украина, В.И.Костенко, Пермь, С.С.Евдокимов), Пионерская (-815 м, Красноярск+Томск, Э.Э.Зелиев), Фореальная (-740 м, Москва, Е.Ю.Снетков, Красноярск+Томск, В.Н.Плотников, П.В.Миненков), Мчишта (сифон 250/-45 м, П.В.Миненков, Красноярск), Весенняя (-550 м, Тбилиси + Рязань+Томск, В.В.Вилисов, Тбилиси). Арабика: Черепашья (-450 м) и Минская (-250 м, Минск, С.В.Щурок), Московская (-970 м, Москва, Е.М.Стародубов, Е.В.Войдаков), Вербкина (-427 м) и Святое чудо (-260 м, Москва, А.М.Игнатов), Ганди (-510 м, Красноярск, В.П.Мельников), В.Илихина (-1240 м, Москва, Ленинград, Свердловск, Ростов-на-Дону, О.В.Падалко, В.Э.Киселев, М.Н.Дякин, В.В.Яшкин; $c_1 = 40/-10$ м, $c_2 = 55/-15$ м, $c_3 = 60/-13$ м, $c_4 = 105/-22$ м), Юбилейная (-450 м, $c_3 = 130/-6$ м, $c_4 = 15$ м, Красноярск, П.В.Миненков), Крубера (-340 м), Берчильская (-260 м), Гельгелудская (-220 м), Генриховна бездна (-780 м) и Куйбышевская (-1110 м, Киев, А.Б.Климчук, В.Я.Рогожников, Н.Л.Яблокова). Северный Кавказ: Загедан: Черкесская (-280 м), Ростовская (-320 м) и Урупская (-270 м, Ростов-на-Дону, В.К.Валков, И.А.Зенина), Сверхтлубокая (-287 м, Москва, А.В.Вердяниц). Крым: Караби: Нехимовская (-372 м, Севастополь, В.П.Шарапов). Ай-Петри: Каскадная (-630 м, Москва). Средняя Азия: Байсунтау: Фестивальная-Листопадная (-580 м), Исетская (-280 м) и Бойбулок (-870 м, Свердловск, А.А.Бабанин, А.С.Вишневицкий). Боролдай: Ленинская (-200 м), Весенняя (-135 м, Ташкент, В.Ф.Долгий). Вост.Памир: Рангкульская (-240 м, Москва, О.Р.Красновская). Сибирь: Туткушская (-218 м) и Новосибирская (СОАНтехническая, - 230 м, Новосибирск, В.В.Ширкин). Всесоюзные экспедиции: "Кугитангтау-85" (Н.А.Марченко), "Московская-88" (Н.Г.Чеботарев). Учебные мероприятия: Всесоюзные семинары СИП (октябрь 1984 г, Крым, Караби, Г.С.Пантихин, Симферополь, Е.В.Павленко, Киев), ВИП (октябрь 1985 г, Алек, 40 чел, В.Д.Резван, Э.Э.Лайцонас; спасателей (октябрь 1987, Воронцовка-Алек, В.Д.Козлов, Москва, В.Д.Резван, Сочи); спелеоподводников (декабрь 1987 - январь 1988) Бзыбский массив, В.Э.Киселев) ВТП (сентябрь 1988 г, Арабика, В.Э.Киселев, Москва, П.В.Миненков, Красноярск). Слеты и соревнования: II Всесоюзный слет спелеотуристов (сентябрь 1984 г, Сухуми, 300 чел, С.С.Евдокимов, Пермь, Н.А.Марченко, Москва), П (сентябрь 1985 г, Башкирия, 150 чел, В.А.Ануфриев, Салават, Кучук, Уфа) и III (июль 1988 г, Челябинская область, 150 чел, С.М.Баранов, Челябинск) Всероссийский слет спелеотуристов, Всесоюзные соревнования по спелеотуризму (октябрь 1988 г, Крым, 300 чел, В.А.Шорохов, Красноярск, Г.С.Пантихин, Симферополь), участие во II Всесоюзном слете туристов (май 1985 г, Украина, Яремча, 150 чел, Н.А.Марченко, Москва, В.И.Павлюченко, Киев). Совещания: Международный симпозиум по карсту горных стран (октябрь 1987 г, Тбилиси, Т.Э.Кикадзе, Тбилиси, В.Н.Дублянский, Симферополь), V Всесоюзное карстово-спелеологическое совещание (октябрь 1988 г, Киев, В.Н.Дублянский, А.Б.Климчук), региональное совещание (СССР - ПНР - ЧССР - НРБ) по карсту и спелеологии Западного Кавказа (май 1988, Сочи). Международные экспедиции: август с 1986 г, НРБ - СССР, Снежная, Ф.Филипов (София), К.Б.Серафимов (Усть-Каменно-

горск); сентябрь-октябрь 1986 г, СССР - НРБ, Снежная - Л.А.Плоткин (Сочи), К.Иванов (Варна); июль 1987 г, СССР - НРБ, Киевская, К.Б.Серафимов, Ф.Филипов; май 1988 г, СССР - ПНР, Алек, К.Б.Серафимов, А.Чишевский; июль 1988 г, СССР-ПНР, Илехинская, М.Н.Дякин (Мос-

ква), А.Чишевский (Краков); август -1988 г, СССР - НРБ, Пионерская и Весенняя, В.В.Вилисов (Тбилиси), Т.Даалиев (София); август 1988 г, СССР - ЧССР, Илехинская, В.В.Яшкин (Ростов-на-Дону); август-сентябрь 1988 г, СССР - ГДР, Напра, Р.Б.Данжас (Каунас).

ВЯТЧИН, Андрей
606130, СССР, Горьковская обл.
г.Павлово, ул.Красный металлист, 36

РЕЗВАН, Владимир
354348, Сочи, Ереванский пер.
д.11-А, кв.7

ТРЕТИЧНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ В ПЕЩЕРНОЙ СИСТЕМЕ СТРАТЕНСКОЙ ПЕЩЕРЫ

НОВОТНИ, Ладислав

В восточной части Словакии /Чехословакия/, в Национальном парке Словацкий рай /196,7 км²/ находится пещерная система Стратенской пещеры длиной 21.797 м. Она состоит главным образом из Стратенской пещеры /18.545 м/, аналогичной благоустроенной Добшинской ледяной пещеры /1.232 м/, пещеры Псие дьеры /1.800 м/ и других небольших пещер. Система находится в южной части этой карстовой области, в карстовом массиве Дуча, образованном ветерштайнскими и тайнальскими триасовыми известняками. От запада, из некарстовых пород, притекает аллохтонная река Гнилец и от юга короткие аллохтонные потоки, преимущественно ручей Тиеснявья.

Пещерная система имеет вертикальное расстояние 194 м. В системе возможно различить /Tulis J.-Novotný L., 1989/ 5 пещерных этажей и 2 горизонта. Современную эрозионную базу представляет I. этаж /868-855 м н.у.м./, более древние пространства принадлежат В. горизонту /995-977 м н.у.м./, который образовался в верхнем палеоцене и понтий. Большое значение имеет IV. пещерный этаж. Его образование коррелирует с образованием надречной равнины - эрозионно-денудационной поверхности выравнивания распространенной в Западных Карпатах. Надречная равнина лежит 150 м над дном долины Гнильца и также Горнада. Образовалась в верхнем плиocene-румане, совместно с формированием IV. пещерного этажа.

Пещерные пространства IV. этажа представляют 35,5% из всей длины пещеры. Одновременно представляют самые большие коридоры и пространства в пещере, которые образовала в верхнем плиocene попорная река палео-Гнилец и ручей палео-Тиеснявья. Коридоры и пространства, которые образовал палео-Гнилец имеют однозначно большие размеры и другие профили как коридоры, которые образовал ручей палео-Тиеснявья. Пустоты гнилецкого коридора имеют минимальный наклон кровлей /3%./ и сложно мевандрирует в больших изгибах. Ширины поперечных профилей коридоров достигают 10-60 м. Первоначальные

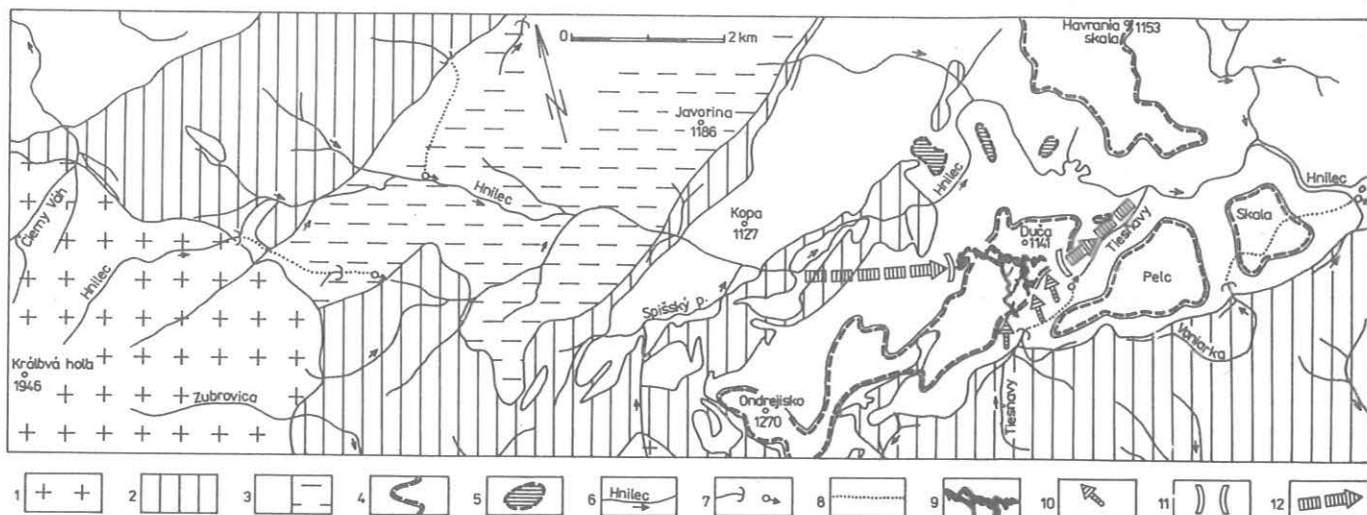
высоты достигали размер 4-8 раза меньше как ширины. Кровли почти идеально эрозионно выравненные, на боках с наличием ступенчатых боковых террас. Дно имеет очень сложную форму - как результат деструкции четвертичного периода. Коридоры, которые формировал эрозией ручей Тиеснявья имеют меньшие поперечные профили, что отвечает энергии водотока. Коридоры имеют прямоугольный или треугольный профиль с приблизительно одинаковой шириной и высотой. Находятся выравненные кровли, боковые терраски и часто каналы в кровлях. Дно тоже имеет сложную форму.

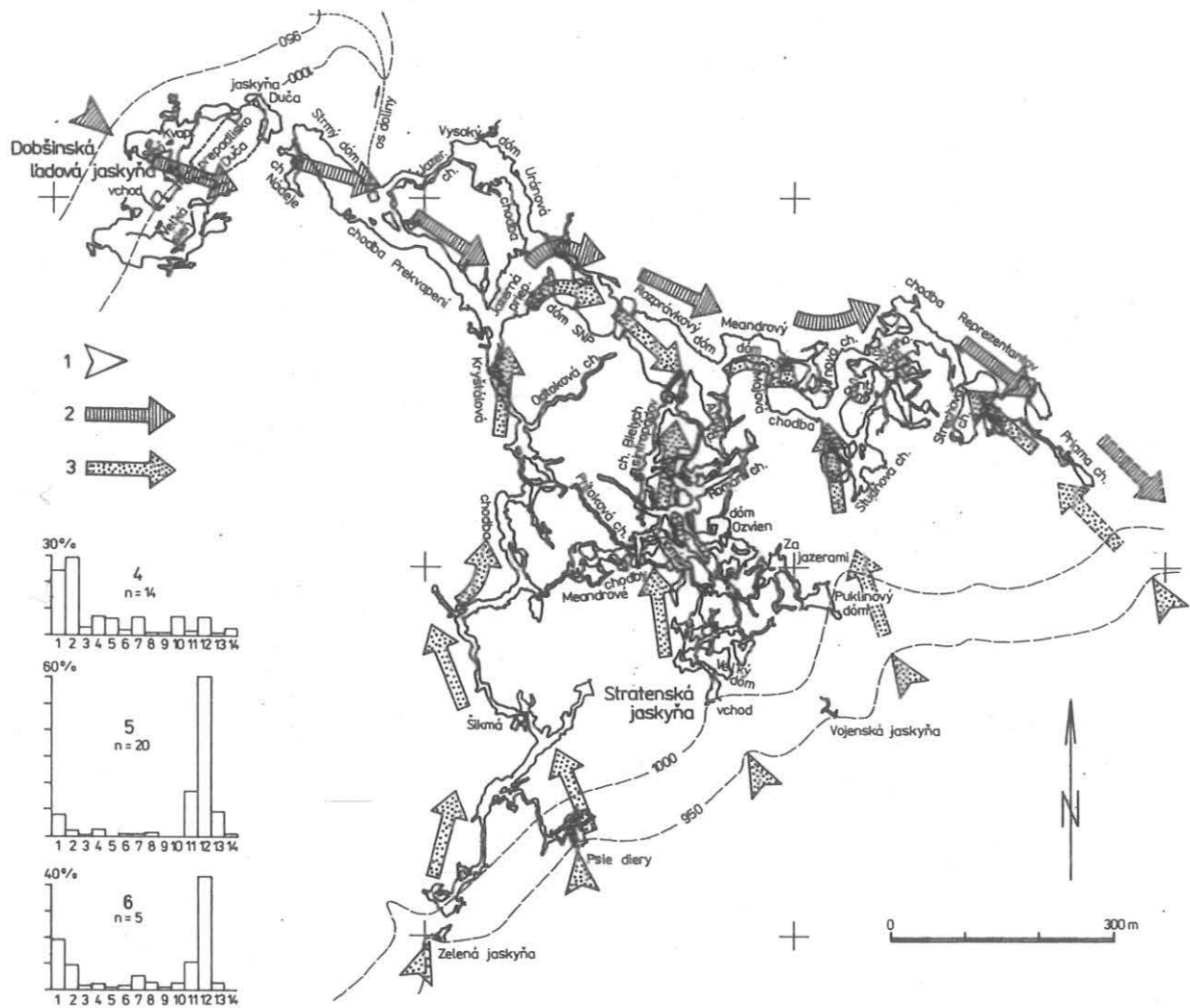
В этих коридорах на дне и на боковых террасках, в некоторых местах сохранились аккумуляции речных галек, песков и глин мощностью 4-6 м. Эти отложения были подробно проанализированы. Большое внимание было уделено речным галечникам, которые были анализированы в 48 пунктах в Стратенской пещере, Добшинской ледяной пещере, пещере Псие дьеры и в современных водотоках Гнилец и Тиеснявья. Со всех образцов галечников /4079 штук галек/ был установлен петрографический состав, морфометрические и морфологические характеристики с статистической и графической обработкой. На этих, но и на других местах было уделено внимание взаимным отношениям сложен и наконец текстурам палеоотложений - ориентировке галек и косой слоистости.

на основании петрографического состава галек были установлены 3 группы галек аллохтонных токов:

1. гнилецкий тип
2. тиеснявский тип
3. смешанный тип

Эти типы четко отличаются петрографическим составом, морфологическими и морфометрическими характеристиками, горизонтальным и вертикальным /суперпозиция/ размещением в коридорах IV. пещерного этажа.





В гальках были определены следующие породы /рис.2/: 1 - кварц, 2 - кварцит, 3 - гранитоиды, 4 - палеоролит, 5 - гнейс, 6 - слюдяный сланец, 7 - фyllит, 8 - серпентинит, 9 - амфиболит, 10 - метепесчаник, 11 - алевролит, 12 - песчаник, 13 - конгломерат, 14 - известняк.

Гнилецкий тип галечников был транспортирован в пещеру /рис. 1/ Рекой палео-Гнилец из восточной части гор Низке Татры /12 км/, где имеет исток река Гнилец. Петрографический состав галечников одинаковый как породы, которые слагают эту часть гор. До 54,22% принадлежит кварцу и кварциту, обыкновенно присутствуют гранитоиды и метаморфизированные породы. Гальки имеют более высокую сферичность / $Md \text{ sf} = 4,46$ /, главным образом у кварца и кварцита и низший ступень округленности / $Md \text{ Ro} = 2,77$ /, главным образом у других пород, в сравнении с гальками тиеснявского типа. Формы галек преимущественно уплощенные, округлые и уплощенно-цилиндрические. На поверхности галек темная пленка Fe, Mn окисью. Гнилецкий тип галечников распространён в Добшинской ледяной пещере и в Стратенской пещере в гнилецком коридоре /ходба Преквалени, Язерна припесть, Розправкови дом, Майова ходба/. С точки зрения суперпозиции гальки гнилецкого типа образовались раньше как тиеснявского типа.

Тиеснявский тип гальки был транспортирован в пещеру водотоком палео-Тиеснявы из близкого района /1-3 км/ на вг от Словацкого Раја, где находятся породы верхнего палеозоя. Только 9,79% гальки состоит из кварца и кварцита. До 85,8% представляет песчаник, але-

вролит и конгломерат. Галечники имеют низшую сферичность / $Md \text{ sf} = 6,15$ /, но более высокий ступень округленности / $Md \text{ Ro} = 3,05$ /, главным образом у преобладающих пород, в сравнении с гальками гнилецкого типа. Формы галек уплощенные и уплощенно-цилиндрические. На поверхности галек редко встречается темная пленка Fe, Mn окисью. Тиеснявский тип гальки находится в коридорах IV. пещерного этажа в Стратенской пещере и в Псих дieraх. Эти аккумуляции находятся в коридорах, которые образовал поток палео-Тиеснявы /Кришталова ходба, Главна ходба и другие/. Гальки находятся тоже и в коридорах, которые образовала река палео-Гнилец, восточнее от контакта с Кришталовой ходбой /Язерна припесть, Розправкови дом, Майова ходба, Студньова ходба и ходба Репрезентантов/. В этих коридорах галечники тиеснявского типа находятся в всяком воку галечников смешанного типа и гнилецкого типа. Эти галечники наиболее молодые.

Галечники смешанного типа имеют свои характеристики в середине между вышеприведенными типами, потому что образовались перемещением галечников гнилецкого типа потоком палео-Тиеснявы. Находятся восточнее от Кришталовой ходбы в коридорах, которые образовал палео-Гнипец /Язерна припесть, Дом СНП, Майова ходба/.

Кроме петрографического состава были в галечниках установлены изменения в размерах галек, изменения в содержании кварца и кварцита /как более устойчивых пород в процессе транспорта/, изменения

в сферичности, округленности и форме галек.

Данные о характере и направлении транспорта отложений были определены при помощи изучения ориентировки галек на 20 местах. Ориентировка галек - наклон длинных осей /а/ галек против направлению транспортирующего потока отчетливо наблюдается у уплощенных и уплощенно-цилиндрических галек. При помощи изучения ориентировки наклонов галек были получены векторы палеотоков пещерных рек и потоков в подземных коридорах. Изучение кривой слоистости было ограничено на немногие места в песчаных отложениях и Галечниках.

На основе фактов, которые были получены при изучении отложений, особенно галечников, размещения пещерных пустот и их морфологии, интерпретируем режим палеотечений /рис. 2 / карстовых потоков и рек во время аккумуляции отложений и образований пространств в IV. пещерном этаже. Интерпретируем следующую последовательность поноров аллохтонных потоков в пещерную систему.

Под землей первый поступил палео-Гнилец от СЗ в карстовое плато Дуча. Через пространства современной Добшинской ледяной пещеры, протекал Стратенской пещерой коридором Преквапени, через Розправков дом, Майову ходбу до ходбы Репрезентантов и далее через до сих пор неизвестные пространства на ЮВ, на поверхность в долину Тиесньявы.

Вероятно в периоде, когда палео-Гнилец покинул пещерную систему, наступает период действия потока палео-Тиесньявы. Самый старший понор в IV. пещерный этаж является понор через Зелену пещеру в Кришталову ходбу и дальше на восток через гнилецкие коридоры /Яверна приепасть, Дом СНП/. В гнилецких коридорах местами сохранилась суперпозиция - в лежащем боку залегают галечник гнилецкого типа, в середине смешанного типа и в кровли тиесньявского типа. Потом следуют пространственно и временно изолированные поноры потока палео-Тиесньявы в ходбу Репрезентантов, значительной понор в Студньову ходбу и наконец последний понор в IV. этаж, в Главну ходбу. Деятельность потоков в пещерных коридорах кончается тектонической фазой на границе между третичным и четвертичным периодом.

Кроме IV. пещерного этажа, поток палео-Тиесньявы поступал в плато Дуча тоже в старший /верхний панон - пантий/ и высший пещерный Б. горизонт /вход Стратенской пещеры/ и тоже в более молодые /ледниковый период миндел/ пространства II. пещерного этажа /907 -890 м н.у.м./ Стратенской пещеры.

Эрозивная и аккумуляционная деятельность карстовых потоков в пе-

щерной системе Стратенской пещеры, образовала во верхнем плиоцене большие карстовые пространства IV. этажа на высоте 950-930 м н.у.м. Третичный период является главным периодом образования пещерных пространств системы. Четвертичный период отличается деятельностью преимущественно автохтонных пещерных течений, образованием натечно-капельных образований и процессами разрушения.

В настоящее время воды реки Гнилец активно действуют в западной части карстовой области, где при поступлении в известняки погружается в подземье и образует до сих пор неизвестную систему в длине более 2 км с денивеляцией 180 м. Аллохтонный поток Тиесньявы погружается при вступлении на известняки в долине Тиесньявы и в длине около 0,8 км формирует неизвестные подземные пустоты.

ЛИТЕРАТУРА

1. TULIS, J.- NOVOTNÝ, L.: Jaskynný systém Stratenskej jaskyne. Monografia, 1989.

Рис.1. Карстовая река Гнилец и ручей Тиесньявы сегодня и в верхнем плиоцене в южной части Словацкого рая.

Условные обозначения: 1 -гранитоиды, метаморфические породы, 2 -другие некарбонатные породы, 3 -в большинстве известняки и доломиты, 4 -карстовые плато - среднегорное плоскогорье, 5 -надречная равнина, 6 -река, ручей, 7 -понор, карстовый источник, 8 -течение реки, ручья в подземелье, 9 -пещерная система Стратенской пещеры, 10 -поноры ручья Тиесньявы, 11 -понор и карстовый источник реки Гнилец, 12 -течение реки Гнилец, 10-12 всё в верхнем плиоцене.

Рис.2. Направления плиоценовых палеотечений Гнилец и Тиесньявы в IV. пещерном этаже в пещерной системе Стратенской пещеры.

Условные обозначения: 1 -палеопонор, 2 -палео-Гнилец, 3 -палео-Тиесньявы. Состав галечников графически: 4 -гнилецкий тип, 5 -тиесньявский тип, 6 -смешанный тип.

RNDr. NOVOTNÝ, Ladislav
Šarišská 31
052 01 Spišská Nová Ves

ТРЕТИЧНЫЕ ПЕЩЕРНЫЕ ЭТАЖИ И ПОВЕРХНОСТИ ВЫРАВНИВАНИЯ В СЛОВАЦКОМ РАЙЕ

НОВОТНЫ, Ладислав

В восточной части Словакии/Чехословакия/, находится на площади 151,5 км² карстовая область Словацкий рай, в рамках равноименного Национального парка /196,7 км²/. В большинстве здесь развит полный плоскогорный карст с сплошным почвенным и растительным покровом. Карстовый рельеф состоит из карстовых плато и хребтов которые отделены глубокими каньонами, ущельями, сухими долинами и широкими речными долинами. В подземелии карстовых плато богато развинуты подземные карстовые явления. Большое значение имеет пещерная система Стратенской пещеры с длиной 21.797 м, в южной части региона в карстовом плато Дуча.

Территория представляет асимметрически, к северу наклоненный блок мезозойских пород. Южную часть области выдвинуто на высоту 1100 - 1270 м дренирует к востоку река Гнилец, северную, пониженную часть с высотой 600 - 700 м дренирует река Горнад.

Карстовые явления развиты преимущественно в ветерштайских и штанинских известняках среднего триаса, меньше в известняках верхнего триаса. Карст в триасовых доломитах встречается очень редко. Карбонатные породы подстилают сланцы, песчаники и конгломераты нижнего триаса и перьми. Породы смяты в складки и дизъюнктивно разрушены. На более широких синклиналиях находятся карстовое плато Скала, Пелц, Дуча, Геравы и Глац. В узких и крутых антиклиналях выступают некарстуемые породы. Здесь обычно развиты речные долины. Для развития пещер в южной части области имеет первостепенное значение разлом СЗ направления - штитницкой разрывной системы. Они проявляются особенно в морфологии и генезисе пещерной системы Стратенской пещеры.

Кроме аллохтонных рек Гнилец и Горнад, остальные ручьи преимущественно автохтонные. Некоторые течения в этой области образовали в прошлом пещеры значительных размеров.

Кроме геологических условий развития карста, как большое пространство и мощность известняков, их тектоническая проработка, существование аллохтонных водных токов с низкой минерализацией и поэтому с высокой агрессивностью, в этой карстовой области Западных Карпат, для образования подземных пустот является важным фактором их связь с образованием поверхностей выравнивания. К основным познанным в карстовой области Словацкий рай принадлежит факт, что вся область совместно с тенденцией Западных Карпат постепенно с перерывами поднималась, причём поднимать была прерывание фазами относительной стабилизации гор. Эта активность связана с неотектоническими фазами альпийского орогена. Этот тренд характерен для неогена, когда во время фаз стабилизации формировались эрозивно-денудационные поверхности, которые благодаря хорошей консервирующей способности известняков сохранились до сих пор. Как показали исследования в пещерной системе Стратенской пещеры /Tulis J.-Novotný L., 1989/ но и в других пещерах Словацкого рая, имели некоторые фазы стабилизации решающее значение в образовании пещерных этажей, в определённых высотных уровнях. Наоборот фазы поднятия

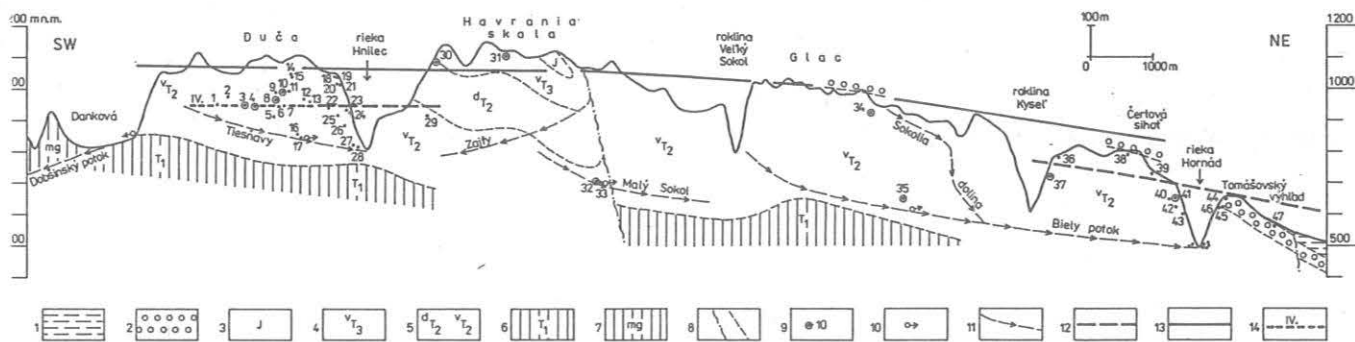
карстовой области отвечают главным образом тектонические фазы атичская, роданская и валашская. Они на поверхности отразились в глубинной эрозии и против направлением течений водных токов - в омолаживании рельефа и в подземелии врезанием потоков в нижние горизонты.

К более древним поверхностям выравнивания возможно отнести остатки рельефа, который выступает из-под конгломератов эоцена в центральной части Словацкого рая на карстовом плато Глац /Lukniš M., 1945/. На восток от Словацкого рая нам известна до эоценовая пещера /Novotný L., 1987/. Также в Стратенской пещере нам известны карстовые формы /Tulis J.-Novotný L., 1989/ у которых предполагаем подобный возраст.

Вершинная система выравнивания, как наиболее древняя, известная неогенная поверхность выравнивания, установленная в Западных Карпатах, не имеет надежного эквивалента в карстовой области Словацкий рай. Формирование этой поверхности произошло в течении с верхнего бадена до нижнего панона /-15 до 10 мил.г./ Вероятными реликтами этой поверхности в Словацком рае могут быть небольшие вершины выше отметки 1150 м на юге области, которые выступают над среднегорное плоскогорье. Из знакомых речных пещер, этой фазе принадлежат Конярова пещера /1090 м н.у.м./ и пещеры Гавраней скали /1100-1120 м/.

Среднегорное плоскогорье - его поверхностные формы, хорошо сохранились на юге и в центральной части карстовой области. Образовалось в верхнем паноне и в пантих /-7 до 5,6 мил.г./ Среднегорное плоскогорье представлено /рис. 1/ карстовыми плато, которые на юге области имеют высоту 1150-1000 м н.у.м. /плато Скала, Пелц, Дуча, Геравы/, в центральной части области высоту 1050-1000 м /плато Глац/ и на севере 925-850 м. Понижение поверхности в северной части связано с асимметрическим наклоном мезозойского блока карстовой области. По окраине карстовых плато сохранились реликты мелких древних долин, принадлежащих к среднегорному плоскогорью. Склоны плато круто падают в ущелья и в глубокие долины, в которых водные токи эрозией поступают в центральные части карстовых плато и таким образом омолаживают и ликвидируют среднегорное плоскогорье. Входы и горизонтальные коридоры многих пещер которые лежат 30-80 м под уровнем среднегорного плоскогорья, аккумулирующие аллохтонных речных галечников в этих пещерах, эрозивные профили коридоров с боковыми террасами и кровлянными каналами однозначно показывают, что образование этих пещер связано преимущественно с горизонтальной циркуляцией карстовых вод, связанных с формированием среднегорной поверхности. Наглядным примером могут быть речные коридоры В. горизонта Стратенской пещеры на юге области и Медвежьей пещеры в центре области, и другие небольшие пещеры.

Надпочечная равнина представляет самую молодую /неогенного возраста/ эрозивно-денудационную поверхность, малые остатки которой сохранились на юге области в долине реки Гнилец, на высоте 950 м, но шире развита на севере области на высоте 650 м при реке Горнад



/Mišian L., 1962/. Образование этой поверхности происходило в верхнем плиоцене-румане /-3,7 до 1,6 мил.г./. Эта поверхность общее образована при больших словацких реках. В Словацком райе она находится на высоте приблизительно 150 м над эрозионной базой рек Гнилец и Горнад /рис. 1 /.

Длинный период /1,5 - 2 мил.г./ вертикальной стабилизации области в румане позволило поверхностным водным током не только долговременную боковую эрозию и образование рельефа выравнивания, но и также в карстовой области формирование значительного количества пещер и больших подземных пустот, образованных преимущественно автохтонными водными токами. Самые большие пещерные пустоты принадлежащие надречной равнине, развиты на юге области в карстовом плато Дуча. Принадлежат в пещерную систему Стратенской пещеры, в которую генетически входят Статенская пещера /18.545,3 м/, Психе диер /1600 м/, Добшинская ледяная пещера /1.232 м/ и другие небольшие пещеры. Главные, самые длинные и самые крупные пустоты находятся на высоте 930-950 м н.у.м. с минимальным падением /3‰/ коридоров. Эти пустоты принадлежат IV. пещерному этажу. Для них характерны ровные эрозионные кровли, ступенчатые боковые русла - каналы и аккумуляции галечников, песков и глин. Самые большие пустоты выработала погонная река палео-Гнилец в Добшинской ледяной пещере и Стратенской пещере. Понорный ручей палео-Тиснявы образовал пустоты с меньшими размерами, но также с каналами в кровле. Этот ручей поступал в массив Дуча в нескольких понорах в разное время и пространства. Образовал многочисленные пещерные коридоры Стратенской пещеры, Психе диер и многих других пещер в массиве Дуча с аккумуляциями автохтонных отложений. В одном из коридоров было обнаружено большое количество скелетных остатков пещерных медведей и следы их деятельности. Образование IV. пещерного этажа было необыкновенно сложное и надо критически сказать, что её более древние фазы /протофазы/ мы только установили из прямых данных - взаимного отношения более молодых морфологических форм, которые находятся в IV. этаже и других этажах. Хотя главное формирование пещерных пустот произошло в румане, их дальнейшее развитие продолжается до сих пор.

В северной части Словацкого райа, на высотной отметке надречной равнины находится небольшое количество эрозионных пещер, которые образовали автохтонные водные токи. К этим пещерам относятся Клашторная, Ружовая, Втача и другие. В центральной части области, где известны только автохтонные водные токи, не была установлена надречная равнина, и тоже не были обнаружены значительные пещеры.

В течении четвертичного периода в долинах рек Западных Карпат формировались 3 группы /Mazúrová V., 1978/ речных террас. На возможность корреляции некоторых речных террас с образованием горизонтальных

коридоров в Пещере Слободы показал /Droppa A., 1963/. В пещерной системе Стратенской пещеры установлено, что здесь возможна /Tulis J.-Novotný L., 1989/ корреляция II. пещерного этажа и 3. высокой террасы /около 900 м н.у.м./ реки Гнилец, которая формировалась в ледниковый период миндель. Наконец есть здесь на всей карстовой области ясная корреляция образовавшихся в настоящее время пещер на уровне современной эрозионной базы поверхностных водных токов. Примером могут быть пещеры Злата диера, Дыха пещера, I. пещерный этаж Стратенской пещеры и другие.

С точки зрения генезиса пещерной системы Стратенской пещеры является важным моментом отделение части пещерной системы обрушением пространств и образование самостоятельной части - Добшинской ледяной пещеры. Разделение на две самостоятельные пещеры произошло в ледниковый период ресс. С тех пор здесь начался образовывать пещерный лёд, вследствие чего мы здесь имеем Добшинскую ледяную пещеру.

Мы думаем, что более значительный период формирования пещер в карстовой области Словацкий рай, принадлежит этапу образования надречной равнины в верхнем плиоцене /-3,7 - 1,8 мил.г./. Старшие третичные этапы /среднегорная/ образования поверхностей выравнивания и четвертичные /террасы/, имеют меньшее значение при формировании подземного карста. Предполагаем, что подобное развитие пещер в связи с образованием поверхностей выравнивания, возможно ожидать также и в других карстовых территориях Западных Карпат.

ЛИТЕРАТУРА

1. DROPPA, A.: Paralelizácia riečnych terás a horizontálnych jaskýň. Geologické práce, Zôžit 64, 1963. p. 93-96.
2. MAZÚROVÁ, V.: Terasy riek Ťs. Karpát a ich vzťah k terasám Dunaja. Geograf. čas., roč. XXX., č. 4, 1978. p. 281-301.
3. MIŠIAN, L.: Niekoľko poznámok k prielomu Hornádu v Stratenskej hornatine a morfológii jeho okolia. Geografický časopis, roč. XIV., č. 1, 1962. p. 57-65.
4. NOVOTNÝ, L.: Fosílny kras pri Novoveskej Hute. Slovenský kras, roč. XXV., 1987. p. 145-152.
5. TULIS, J.- NOVOTNÝ, L.: Jaskynný systém Stratenskej jaskyne. Monografia, 1989.

RNDr. NOVOTNÝ, Ladislav
Šarišská 31
052 01 Spišská Nová Ves
ČSSR

СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОИСШЕСТВИЯ В СССР: 1962-1988 ГОДЫ

РЕЗВАН, Владимир - КИСЕЛЕВ, Владимир

Авторы располагают сведениями о 190 происшествиях на территории СССР в период с 1962 по 1988 год в пещерах, на подходах к пещерам и на поверхности во время пещерных походов и экспедиций.

С 1962 по 1970 г. имеется информация, в основном, о происшествиях с фатальными последствиями. С 1980 г. налажен учет практически каждого происшествия. В сводке учтены все происшествия с тяжелыми (43) и необратимыми (50) последствиями.

Нам представляется правомерным отказаться от использования термина "несчастный случай", так как анализ имеющихся данных показывает, что все "случайности" происходили по вине (прямой или косвенной) участников спелеопутешествий. Мы предлагаем употреблять термин "происшествие", означающий всякое нарушение равновесия в системе "пещера - снаряжение - человек", повлекшее любые неблагоприятные последствия для человека.

Большинство зарегистрированных происшествий приходится на Кавказ, а также Урал и Крым, и связано с наибольшим количеством пещер в этих регионах (Таблица 1). Аналогичная картина наблюдается и в распределении происшествий с летальным исходом (Таблица 2).

"Пики" происшествий приходятся на февраль, июль и август - периоды наиболее интенсивного посещения пещер. Массовым летним посещением пещер объясняется и августовский максимум (16%) летальных происшествий. Их экстремальные значения в марте и ноябре связаны, очевидно, с повышенной обводненностью пещер.

Нами выделена 21 причина происшествий (таблица 3). Наибольшее число происшествий происходит из-за потери контроля за спуском (19,5%), из-за падений (12,1%) и из-за падающих камней или предметов (10%). Немало происшествий вызывается срывами при

скалолазании без страховки и переохлаждением.

Основными причинами летальных исходов (таблица 4) являются: утопление в сифоне, переохлаждение, утопление в озере, реке, водопаде, потеря контроля за спуском, падение камня или предмета, обрыв линейной опоры.

Максимумы происшествий выпали на следующие годы (таблица 5) - 1963, 1982, 1986, 1987, а также 1961, 1984, 1985. На 1983 и 1985 годы приходится и "пики" летальных исходов (7 и 6 случаев).

20 происшествий закончились без последствий (10,5%), 41 - вызвали легкие последствия (21,6%). К последствиям средней тяжести и к тяжелым последствиям привели 36 (19%) и 43 (22,6%) случая. Происшествия с летальным исходом составили 26,3% от общего числа происшествий. (таблица 7).

Характерной особенностью последнего десятилетия является то обстоятельство, что увеличилось не только общее число учтенных происшествий по сравнению с предыдущим десятилетием (128 происшествий в период 1979-1988 г.г. против 53 в 1969-1978 г.г.), но и число происшествий с летальным исходом (9 случаев за период 69-78 г.г. и 34 - за 79-88 г.г.). Налицо и рост удельного веса происшествий с необратимыми последствиями: 0,9 случая в год за период 1969 - 1978 г.г. и 3,4 - за 1979-88 г.г. За общее время учета (1962-88 г.г.) происходило в среднем 1,8 летальных случая в год. Примечателен тот факт, что 14 происшествия (из них 12 летальных) произошли на поверхности - на подходах, на биваке, при поиске пещер. Кажущееся очевидным предположение о том, что общий рост числа происшествий, а также и рост числа летальных случаев связаны с увеличением глубины и сложности исследуемых пещер, не подтверждается данными анализа распределения происшествий по удаленности (глубине)

Таблица 1

Распределение происшествий по регионам и месяцам

Месяц Регионы	нет данных												всего	%	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
Крым	1	3	4	2	6	2	5	4	1	-	3	1	-	30	15,8
Кавказ	3	20	2	2	4	-	13	22	7	4	11	-	2	90	47,4
Урал	1	2	7	3	5	1	4	1	-	-	3	2	3	32	16,6
Сибирь	1	5	-	1	3	1	-	3	-	1	5	1	2	23	12,1
Средняя Азия	-	-	-	-	-	1	6	4	-	-	1	-	2	14	7,4
Прочие	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	0,5
Всего	6	30	13	6	18	5	28	34	8	5	23	5	9	190	
%	3,2	15,8	6,9	3,2	9,5	2,6	14,7	17,9	4,2	2,6	12,1	2,6	4,7	100	100,0

Таблица 2

Распределение происшествий с летальным исходом по регионам и месяцам

Регионы	нет данных												всего	%	
	Месяцы I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
Крым	-	1	2	-	1	1	2	-	-	-	1	-	-	8	16,0
Кавказ	1	5	1	2	1	-	1	4	2	2	5	-	-	24	48,0
Урал	-	-	4	1	-	-	3	-	-	-	-	-	-	8	16,0
Сибирь	-	-	-	1	-	1	-	2	-	-	2	-	1	7	14,0
Средняя Азия	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	4,0
Прочие	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	2,0
Всего	1	6	7	4	2	2	6	8	2	2	8	1	1	50	100,0
%	2,0	12,0	14,0	8,0	4,0	4,0	12,0	16,0	4,0	4,0	16,0	2,0	2,0	100	100,0

Таблица 3
Распределение происшествий по причинам и регионам

№ п/п	Причина	Регион						Итого	
		Крым	Кав-каз	Урал	Сибирь	Сред. Азия	Прочие	число	%
1.	Падение камня или предмета	1	10	3	1	4	-	19	10,0
2.	Сход лавины	-	4	-	-	-	-	4	2,1
3.	Потеря контроля за спуском	8	14	5	5	5	-	37	19,5
4.	Срыв при скалолазании (без страховки)	3	9	3	2	-	-	17	8,9
5.	Ошибка в маневрировании на отвесе	-	5	2	-	2	-	9	4,8
6.	Падение с лестницы (без страховки)	-	1	-	3	1	-	5	2,6
7.	Падение с обрыва, уступа, глыбы, края колодца	3	9	6	5	-	-	23	12,1
8.	Неэффективная страховка	-	3	-	2	-	-	5	2,6
9.	Потеря ориентации	4	-	1	-	-	-	5	2,6
10.	Ненадежная навеска	-	5	2	3	-	-	10	5,3
11.	Обрыв линейной опоры	2	8	1	-	-	-	11	5,8
12.	Поломка, отказ снаряжения	-	2	1	-	-	-	3	1,6
13.	Блокирование из-за взятия снаряжения	-	1	1	-	-	-	2	1,1
14.	Переохлаждение	3	11	2	-	-	-	16	8,4
15.	Утопление в реке, озере, водопаде	-	2	2	-	-	-	4	2,1
16.	Утопление в сифоне	-	3	2	2	-	1	8	4,2
17.	Болезнь, пищевое отравление	-	3	-	-	1	-	4	2,1
18.	Отравление газами, парами бензина	3	-	1	-	-	-	4	2,1
19.	Убийство	1	-	-	-	-	-	1	0,5
20.	Блокирование паводком	1	-	-	-	-	-	1	0,5
21.	Неизвестная причина	1	-	-	-	1	-	2	1,1
Всего		30	90	32	23	14	1	190	100,0
%		15,8	47,4	16,8	12,1	7,4	0,5	100	

Таблица 4
Распределение происшествий с летальным исходом по причинам и регионам

№ п/п	Причина	Регион					Итого		
		Крым	Кав-каз	Урал	Сибирь	Сред. Азия	Прочие	число	%
1.	Падение камня или предмета	-	3	1	-	-	-	4	8
2.	Сход лавины	-	3	-	-	-	-	3	6
3.	Потеря контроля за спуском	2	-	-	1	1	-	4	8
4.	Срыв при скалолазании (без страховки)	-	1	-	-	-	-	1	2
5.	Ошибка в маневрировании на отвесе	-	1	-	-	-	-	1	2
6.	Падение с лестницы (без страховки)	-	-	-	2	-	-	2	4
7.	Падение с обрыва, уступа, глыбы, края колодца	1	1	1	-	-	-	3	6
8.	Неэффективная страховка	-	1	-	-	-	-	1	2
9.	Потеря ориентации	-	-	-	-	-	-	-	-
10.	Ненадежная навеска	-	-	-	2	-	-	2	4
11.	Обрыв линейной опоры	1	3	-	-	-	-	4	8
12.	Поломка, отказ снаряжения	-	-	-	-	-	-	-	-
13.	Блокирование из-за взятия снаряжения	-	-	-	-	-	-	-	-
14.	Переохлаждение	-	5	2	-	-	-	7	14
15.	Утопление в реке, озере, водопаде	-	2	2	-	-	-	4	8
16.	Утопление в сифоне	-	3	2	2	-	1	8	16
17.	Болезнь, пищевое отравление	-	1	-	-	1	-	2	4
18.	Отравление газами, парами бензина	2	-	-	-	-	-	2	4
19.	Убийство	1	-	-	-	-	-	1	2
20.	Блокирование паводком	-	-	-	-	-	-	-	-
21.	Причина неизвестна	1	-	-	-	-	-	1	2
Всего		8	24	8	7	2	1	50	100
%		16	48	16	14	4	2	100	

Распределение происшествий по годам и причинам

Таблица 5

№ п/п	Причины	Годы									Итого	%									
		1960-е			1970-е			1980-е													
		2!	3!	4!	5!	6!	7!	8!	9!	0!	1!	2!	3!	4!	5!	6!	7!	8!	9!		
1.	Падение камня или предмета	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	1	1	1	1	1	19	10,0
2.	Сход лавины	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2,1
3.	Потеря контроля за спуском	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	4	6	2	1	2	1	37	19,5
4.	Срыв при скалолазании	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	2	1	1	3	17	9,0
5.	Ошибка в маневрировании	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	-	-	-	-	9	4,7
6.	Падение с лестницы	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	5	2,6
7.	Падение с обрыва уступа, глыбы...	-	-	-	1	-	-	-	-	1	2	1	1	1	1	1	-	-	1	23	12,1
8.	Неэффективная страховка	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	5	2,6
9.	Потеря ориентации	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1	-	-	-	-	5	2,6
10.	Ненадежная навеска	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	1	-	-	10	5,3
11.	Обрыв линейной опоры	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	3	-	11	5,8
12.	Поломка, отказ снаряжения	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	3	1,6
13.	Взятие снаряжения	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1,1
14.	Переохлаждение	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	2	1	-	-	-	-	16	8,4
15.	Утопление в озере, реке...	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2,1
16.	Утопление в сифоне	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	8	4,2
17.	Болезнь, пищевое отравление	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	4	2,1
18.	Отравление газами, бензином	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	4	2,1

№ пп	Причины	1960-е								1970-е								1980-е								Итого	%			
		2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5			6	7	8
19.	Убийство	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I	0,5
20.	Блокирование паводком	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I	0,5
21.	Причина неизвестна	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Всего		I	I	I	I	I	2	2	-	I	4	3	4	4	8	9	10	10	9	10	11	16	21	11	9	13	14	190	100	

Таблица 6

Распределение происшествий с летальным исходом по годам и причинам

№ пп	Причины	1960-е								1970-е								1980-е								Итого	%			
		2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5			6	7	8
1.	Падение камня или предмета																												4	8,0
2.	Сход лавины																												3	6,0
3.	Потеря контроля за спуском																												4	8,0
4.	Срыв при скалолазании																												I	2,0
5.	Ошибки в маневрировании на отвесе																												I	2,0
6.	Падение с лестницы (без страховки)																												2	4,0
7.	Падение с обрыва, уступа, глыбы ...																												3	6,0
8.	Неактивная страховка																												I	2,0
9.	Потеря ориентации																												-	-
10.	Менеджерная стена																												2	4,0
11.	Обрыв линейной опоры																												4	8,0
12.	Поломка, отказ снаряжения																												-	-
13.	Съемка снаряжения																												-	-
14.	Переохлаждение																												7	14,0
15.	Утопление в озере, реке, водопаде																												4	8,0
16.	Утопление в сифоне																												8	16,0
17.	Болезнь, пищевое отравление																												2	4,0
18.	Отравление газами																												2	4,0
19.	Убийство																												1	2,0
20.	Блокирование паводком																												-	-
21.	Причина неизвестна																												I	2,0
Всего		-	I	I	I	I	2	2	-	-	I	I	I	2	4	2	4	2	I	4	4	7	4	6	1	2	3	50	100,0	

Распределение происшествий по годам и последствиям

Характер последствий	1960-е								1970-е								1980-е								Итого	%		
	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5			6	7
Без последствий	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	-	2	-	I	1	3	3	1	-	-	I	3	20	10,5
Легкие последствия	-	-	-	-	-	-	-	-	1	I	-	I	3	2	2	3	4	2	3	4	5	1	I	3	3	2	41	21,6
Средней тяжести посл.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	I	I	I	2	2	2	-	3	2	2	5	3	1	3	2	3	36	19,0
Тяжелые последствия	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	I	4	2	3	3	3	I	3	4	2	3	2	5	3	43	22,6
Необратимые последствия	-	I	I	I	I	2	I	-	-	I	I	I	2	-	4	-	2	I	4	4	6	4	6	I	2	3	50	26,3
Всего:	I	I	I	I	I	2	2	-	I	4	3	4	4	8	9	10	9	10	11	16	21	11	9	13	14	190	100	

Таблица 8

Распределение происшествий по последствиям и глубине

Последствия Глубина	Без последствий	Легкие последствия	Последствия средней тяжести	Тяжелые последствия	Необратимые последствия	Итого	%
- (подходы)	-	-	1	1	12	14	7,4
0 - 100	13	31	20	30	24	118	62,1
100-200	5	5	7	9	10	36	19,0
200-300	2	4	3	1	2	12	6,3
300-400	-	-	3	1	2	6	3,2
400-500	-	-	1	-	-	1	0,5
500-600	-	-	-	1	-	1	0,5
600-900	-	1	-	-	-	1	0,5
900-1000	-	-	1	-	-	1	0,5
1000-1500	-	-	-	-	-	-	-
Всего:	20	41	36	43	50	190	100
%	10,5	21,6	19,0	22,6	26,3	100	

от входа (таблица 8). Подавляющее число происшествий (62,1%) реализуется в диапазоне глубин от 0 до 100 м. 19% происшествий приурочено к глубинам 100 - 200 м. На глубине 200-300 м зарегистрировано 6,3% происшествий, на 300-400 м - 3,2%, 400-500, 500-600, 800-900 и 900-1000 м - по одному происшествию (0,5%). На глубинах 600-800 м и 1000-1500 м не зафиксировано ни одного происшествия. "Зона смерти" простирается от 0 до 400 м, причем практически все летальные исходы в пещерах имеют место на первых 200 м от поверхности (0-100 м - 24 случая, 100-200 м - 10, 200-300 и 300-400 м - по 2 случая).

На наш взгляд, основными мерами предотвращения происшествий

должны быть: разработка новых и совершенствование известных спусковых устройств с автоматической фиксацией при срыве; отработка приемов скалолазания; тщательный выбор точек навески и её качественное исполнение; обязательность умения плавать; разработка эффективных средств теплоизоляции и разогрева; специальная подготовка спелеопоходников; усиление мер безопасности при передвижении по карстовому рельефу; учебное моделирование экстремальных и аварийных ситуаций с отработкой приемов выхода из них; постоянный разбор и анализ причин каждого происшествия в пещерах с доведением информации до сведения всех спелеологов.

РБЗЯН, Владимир
СССР, 354348, Сочи
Бреванский пер., 11А, кв. 7

КИСЕЛЬ, Владимир
СССР, Москва, 107564
Краснобогатирская 21-79

PARADOXICAL CONSEQUENCES OF THE IMPACT BETWEEN MAN AND CAVE

KOVACS, Hajnal

The paper presents the consequences of the man's presence in caves in four different hypostases:

1. Experiments on caves fauna;
2. The effects of an intensive visiting period;
3. The elimination of the cave fauna by long-term touristic visits;
4. Modifications upon underground water caused by touristic visits.

These observations had been made in four caves from which one is an ice cave, two are grown along underground courses and one is of tectonic origin.

Parts of the results are unusual or new in the impact between man - cave.

The paper presents the consequences of man's presence in cave in four different hypostases:

- the undertaking of experiences upon the dynamics of coleopter's population in an ice cave;
- the mineralogical effects of an intense period of visits in the cave;
- the elimination of the cavernicolous fauna by intense touristic visitation;
- bacteriological modifications of the underground waters, determined by involuntary actions of inhabitants.

The experiences concerning coleopteres had been realized in the Sodrigoara Ice Cave (Bihar Mountains) between 1964-1968. The studied species in the cave's reservations was PHOLEUON PROSERPINAE GLACIALE, and the experiences upon these species were divided into two longer periods:

- the first period consists of collecting and removing of fauna, revealing a decrease in the number of the coleopteres. There had been installed two watching stations in the deep zone of the cave, where pholeuons were monthly fed with salami. In the periods when there were about 200-300 around the stations, 20-60 individuals were collected for lab studies.
- during the next period the removal of coleopteres was stopped, and in a short time it was ascertained an increase in individuals. The total number of observed individuals during the period mentioned above was about 1,300. (Gh. Racoviță, 1982).

Thus, for maintaining a populational equilibrium during a biospeleological experience it is necessary the simultaneous action of feeding and collecting.

As for the study of mineralogical effects due to intense exploration-visitiation activities, the cave Izvorul Tăușoarelor (Rodnei Mountains) was taken into account. The cave was discovered in 1977. 19 years after its discovery a new mineral - mirabilite - occurred in the cave.

Mirabilite ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) appears as transparent, shiny needle-like crystals with a bitter-salty taste. Highly soluble it easily loses its crystallization water transforming into thenardite (Na_2SO_4).

Mirabilite appears in very few caves of the world, such as: Crystal Cave, Flint Ridge-Mammoth Cave System, Fort Stanton, Wipple Cave, Torgue Cave, Cottonwood, Piton Cave, Ellison Cave (all from U.S.), the caves near Modena (Italy), Garra Ciega, Torea de la Baroa Pothole (Spain).

There have been proposed three possible explanations for the appearance of mirabilite in Izvorul Tăușoarelor Cave:

1. A. Moțiu, R. Strusievici, I. Viehmann (1977) consider that mirabilite could appear by alteration of mica-schists and gritstone within the cave alluvia.

Die paradoxalen Folgen des Zusammenstosses Mensch - Höhle

Die Arbeit bezieht sich auf die Folgen des Vorhandenseins des Menschen in der Höhle von vier verschiedenen Gesichtspunkten aus:

1. Experimente mit unterirdische Käfer;
2. Einflüsse der langandauernden intensiven Forschungsbesuche;
3. Ausschliessung der Höhlenfauna durch langanhaltende Touristenbesuche;
4. Veränderungen der unterirdischen Gewässer, bedingt durch die Touristenbesuche.

Die Beobachtungen wurden in vier Höhlen unternommen, davon: eine Eishöhle, zwei Höhlen entlang unterirdischer Gewässer und eine Höhle tektonischen Ursprungs.

Ein Teil der erhaltenen Ergebnisse sind ungewöhnlich oder neu in Bezug auf den Zusammenstoss Mensch - Höhle!

2. E. Silvestru (1936) considers that at least one of the crystallization germs were airborne and locally retained by natural electric potentials accidentally generated in constantly air-circulated sections of the cave.

3. M. Dompa (1980) believes that the sodium necessary for the genesis of mirabilite was brought by seepage water.

This paper tries a correlation between the intensity of visits and the appearance of mirabilite on one hand and the diminution of visits and the withdrawal of mirabilite, on the other hand. Between 1970-1975 there had been lots of expeditions with a great number of participants, who could introduce sodium ions which combined 304 ions to gypsum. After 1982 when visits began to diminish the mirabilite-bearing areas entered a decrease and withdrawal phase.

Concerning the elimination of cavernicolous fauna by intense touristic visitation, observations were made in Vadu-Grigului Cave (Pădurea Grigului Mountains). In the dynamics of the creatures from this cave, three great stages were noticed:

- the first stage (1948-1967) corresponds to rare visits, because the cave wasn't arranged. The fauna was very rich, being noticed: coleopteres, isopodes, dipteros, diplopeda and pseudoscorpions.
- the second stage (1968-1978) corresponds to a period of more intense visits, because the cave was arranged (bridges, wooden stairs, electrification).

The research from that period pointed out that the number of individuals had diminished, the coleopteres withdrew, except the isopodes.

- the third period (1978-1988) corresponds to a period of intense touristic visits.

In October 1988 from the three experimental stations which were installed with mixt food (salami, cheese, green fruits) only in one station cave fauna (isopodes) was present.

The bacteriological observations had been undertaken in Huda lui Păpără Cave (Trascău Mountains). There had been taken five samples of water from different locations: three samples from the water which enter the cave; one sample from the underground tributary and one sample from the issue of the cave.

The bacteriological analysis indicate the presence in the water of fecals, germs and coliform bacilli with a greater concentration in the issuing water. The fact that the water issuing the cave is more polluted than the other four waters analyzed, permits us to presume that along the underground course takes place a gathering of bacteria flora. The bacterium concentration could be so great that the cave's possibility to clean the water by the underground elements remained without effect (the cave is 2022 m in length, and the active part is 1214 m).

The meaning of this rare case in limestone hydrology should be kept in mind since the waters entering the cave are less polluted than the same waters at the issue from the cave.

BIBLIOGRAPHY

- MOTIU, A., STRUSIEVICI, R., VIEHMANN, I.: Decouverte de nouveaux mineraux dans la Grotte de Tăușoare (Monts Rodna), Trav. Inst. Speol. "E. Racovitza", t XVI, 1977, p. 211-216
- SILVESTRU, E.: Geneza mirabilitului din Peștera Tăușoare, simpoz. "Carstologia teoretică și aplicată", comunicare verbală, 1986
- DOMSA, M.: Geneza mirabilitului din Peștera Tăușoare (M-ții Rodnei), Bul. Club Studențesc de speologie "Peștera", nr. 2, 1988
- RACOVITA, Gh.: Etude ecologique sur les coleopteres bathyscolinae cavernicoles, Paris, 1982

KOVACS, Hajnal
Str. Moșilor nr. 97
Cluj-Napoca/Romania

HYDROTHERMAL KARST IN THE DESERTS OF ISRAEL

ISSAR, A.

Abstract

Karstification connected with calcite, iron and mineralization were found in the southern arid part of Israel.

The ^{18}O , and ^{13}C content of the calcites associated with the mineralization areas indicate that calcification was caused by meteoric water. These phenomena can be explained by the emergence of paleo-groundwater from the Nubian sandstone aquifers of Lower Cretaceous, Jura and Paleozoic ages underlying this region, due to a piston action model causing the flushing of these aquifers by paleo-meteoric water flowing from the outcrops of the Nubian sandstone in Sinai to the Rift valley of the Dead Sea and Suez. This flushing by paleo-meteoric water was probably preceded by an outflow of hypersaline water causing dolomitization and iron mineralization.

Introduction

The Negev, which forms the southern arid part of Israel, forms from the geological point of view, a transition zone between the Arab-Nubian massif to the geosyncline of the Thetys. Its southern part is still in the stable shelf bordering the massif, while its northern part is in the unstable shelf.

The sedimentary sequence overlying the crystalline massif can be divided into three sections (Said, 1962).

1) The Lower Clastic Division, a sequence of mainly rocks sandstone overlying the igneous basement of pre-Cambrian age. The age of these layers range from Cambrian to Lower Cretaceous. The thickness of this division ranges from 200 to 300 meters. The Jurassic layers in the northern part of the Negev become more calcareous due to marine transgression.

2) The Middle Calcareous Division, a sequence of limestones, dolomites and marls ranging in age from Cenomanian to Eocene. The thickness ranges from 500 meters in the south to 1500 meters in the north.

3) The Upper Clastic Division of conglomerates, gravels and sands from Neogene to Holocene age. Its thickness ranges from a few tens of meters in the small intermountain basins and a few thousands of meters in the Rift valley.

A regional aquifer was found to exist in the Lower Clastic Division, the so-called Nubian sandstone aquifer, which was filled up by paleo-water flowing from the outcrops along the margins of the crystalline massif in the south towards the Rift valley of Suez and the Dead Sea in the Arava (Issar et al. 1972). The paleo-regime of the flow was found to be a function of the paleoclimates (mainly Pleistocene) and the spatial configuration of recharge and discharge zones (Issar, 1979). This flow has flushed out any saline water which may have saturated the subsurface as a result of Cretaceous and Tertiary marine transgressions (Issar, 1981). This flow and flushing mechanism consists of a piston action model by the fresh water. The water infiltrating the Nubian sandstone outcrops in Sinai floated on the formation of saline water and pushed it, by its weight, through the outlets along the regional faults bordering the region. Thus, replacing the saline water of marine origin in the southern and southwestern parts of the Negev by relatively fresh water of meteoric origin. The same model forecasted that the emergence of the water started first along the

transversal faults (W-E and NE-SW) of Neogene age and continued along the longitudinal faults of the Dead Sea and Red Sea Rift valleys of Quaternary age. This emergence was suggested to have caused dolomitization (Magaritz and Issar, 1973; Magaritz et al., 1983) as well as dissolution phenomena ("karst"), calcite deposition together with manganese and other metals (Issar and Gross, 1969; Shraga, 1971). The dissolution phenomena were suggested to be the triggering factor in the formation of the erosion cirques (Makhteshim) of the Negev and northern Sinai (Issar, 1983).

It can be assumed that prior to the Neogene uplift (Picard, 1947; Bentor and Vroman, 1954) and faulting (Bartov, 1974) the Mesozoic sequence in southern Israel was saturated with sea water or formation water. The evidence that such water did saturate the rock sequence is the remnants of saline water found in deep oil wells in non-flushed areas (Issar, 1983), while most of the sequence is saturated today with meteoric water (Issar et al., 1972; Issar, 1979, 1981). The flushing started when outlets along the transversal faults enabled the release of hydraulic pressure. This release was probably connected with the dolomitization phenomena associated with many of those transversal faultings (Shraga, 1971; Magaritz and Issar, 1973; Bartov, 1974; Magaritz et al., 1983).

The fact that this region lies on the margins of Arabo-Nubian shield and that the Lower Clastic Division was exposed along these margins at a higher elevation than the outlet regions to the north, allows for the assumption that the hydraulic gradient was always from south to north. The same direction is observed all along the other margins of the Arabo-Nubian Massif, namely, in Arabia and in northern Africa (Burdon, 1977).

The replacement of the formation water by meteoric water was from south to north, thus while meteoric water already flowed through the southernmost faults, the northern faults were still outlet areas for formation water. This explains the difference in age between the southern and northern regions.

The deposition of calcites could have taken place by saline formation water after the dolomitization phase by deep Mg rich water was finished, as was shown in the case of the thermal spring of Hamam Farun in Sinai (Magaritz and Issar, 1973). In this case one has to assume that the ^{18}O and ^{13}C values were replaced by the steady flux of meteoric water. It seems, however, more probable that the calcites were deposited by meteoric water, which was slightly mineralized due to their flow through the thick column of sandstone containing base metals.

In some cases, such as Har-Eshet, Maale Hameshar and Maale Arod Ramon thermo-mineral phenomena connected with a magmatic source of heat and minerals in depth may be considered.

The down faulting of the Rift valley at the end of the Neogene age beginning of the Pleistocene age lowered the drainage basis and, by this, enlarged the piezometric gradient, which caused the eastern outlets to dry out.

The northwestern outlets, namely, Makhtesh Katan and Nahal Zefit, which are nearest the Dead Sea and lowest area in the Rift valley still continued to flow after the more southern outlets dried out enabling rather young meteoric water to flow out and deposit its calcium carbonate with a Middle to upper Pleistocene isotopic imprint.

- Avigour, A., 1987. The geochemistry of trace elements and isotopes in the secondary carbonates of the Negev. Ph.D. Thesis Department of Geology and Mineralogy, Ben-Gurion University of the Negev, Beer-Sheva (In Hebrew with English abstract).
- Bartov, J., 1974. A Structural and Paleogeographical Study of the Central Sinai Faults and Domes. Ph.D. Thesis, The Hebrew University, Jerusalem (In Hebrew).
- Bentor, Y.K., Vroman, A., 1954a. The Geological Map of the Negev 1:100,000. Sheet 21: Mount Omer, Geol. Surv. of Israel.
- Burdon, D.J., 1977. Flow of fossil ground water. Q. J. Eng. Geol. 10:97-124.
- Issar, A., Gross, S., 1969. A Note on the Possible Origin of the So-called Karstic Caves at Ma'ale Hameshar in the Central Negev. Isr. J. Earth Sci., 18:29-32.
- Issar, A., Eckstein, Y. and Bogoch, R., 1969. A possible thermal spring deposit in the Arad area, Israel. Isr. J. Earth Sci. 18:17-20.
- Issar, A., Bein, A., Michaeli, A., 1972. On the Ancient Water of the Upper Nubian Sandstone in Central Sinai and Southern Israel. J. of Hydro. 17: 353-374.
- Issar, A., 1979. The Paleohydrology of Southern Sinai and its influence on the flushing of the Kurnub and Arad Groups (L. Cretaceous and Jurassic). J. of Hydro. 44:289-303.
- Issar, A., 1981. The Rate of Flushing as a Factor in Deciding the Chemistry of Water in Fossil Aquifers in Southern Israel. J. of Hydro. 54(1/3):285-296.
- Issar, A., 1983. Emerging Groundwater, A Triggering in the Formation of Desert Erosional Cirques (Makhteshim).
- Magaritz, M., Issar, A., 1973. Carbon and Oxygen Isotope Measurements on Rocks from Hamam-El Farun - Sinai. Chem. Geol., 12:137-146.
- Magaritz, M., Issar, A., Azmon, E., 1983. On the Genesis of Discordant Dolostone Bodies in the Northern Negev, Israel. Chem. Geol., 39.
- Picard, L., 1947. Geomorphology of Israel, I. The Negev. Bull. Rev. Connec. of Israel, V. 1-2.
- Said, R., 1962. The Geology of Egypt. Elsevier Pub. Co., Amsterdam-New-York.
- Straga, M.G., 1971. The Hydrothermal Iron Deposits of the Menuha Ridge. Isr. J. Earth Sci., 20:51-88.

The J. Blaustein Institute for Desert Research and Geological Department,
Ben-Gurion University of the Negev, Beer-Sheva, Israel.

TROPICAL KARSTIC AREAS - HYDROLOGICAL AND HYDROGEOLOGICAL EXPLORATION AIDED BY AEROSPACE METHODS

RADAI, Odón

Abstract

Tropical karstic areas are of great scientific-, social- and economical importance - and in most cases hardly developed, in terms of water resources development.

Aerospace methods - also referred to as remote sensing - can aid exploratory and exploitation works in areas of difficult access.

Subsurface water resources are of ever growing importance - because of their qualitative- and quantitative characteristics. The paper is dealing with the possibilities of more reasonable management of karstic water resources in tropical areas - based on surface- and subsurface storage thereof.

1. ECONOMIC CONSIDERATIONS

Huge areas of the Earth are covered (either on the surface or under the surface) by karst-regions. Consequently large amounts of karstwater are still available for the benefit of mankind - we only have to explore and exploit the resources. In the mean time it has to be kept in mind, that - though it is a natural resource which is recharged through the hydrological cycle - it is by far not inexhaustible and without a proper economical and technical approach it will be destroyed and wasted.

Two big advantages are to be mentioned here about karstwater: its mostly excellent quality (as regarding bacterial, chemical and physical characteristics) and the possibility of artificial subsurface-storage. Subsurface-storage of karstwater is extremely important in tropical areas with a marked dry season (e.g. in monsoon-influenced areas). Subsurface storage of karstwater has again two advantages. One is economical (it is relatively cheap to construct subsurface water-storage installations) and the other is the fact, that the good quality of the water - e.g. for drinking purposes - can be saved under the surface.

Tropical karstic areas are probably the most important ones - for several reasons. One is the fact, that these regions of the world (or their surroundings) are often very densely populated, or rich in natural resources (like minerals, ores, timber etc.). On the other hand: these karstic areas have a large recharge from the very heavy rains falling throughout the year. Because of the large amounts of rain-water and the more or less permanent existence of green vegetation: tropical karstic areas are well-developed (that is waste cavern-systems developed in the karstified rock-masses and these systems are very densely distributed).

Among the tropical karstic areas the world: probably the most important ones are those of the humid tropical belt. But on the other hand these terrains are those being the less-explored surfaces. It comes first of all from the fact, that it is mostly almost impossible to move in such areas - because of the climatic conditions, the great distances, the very dense vegetation and last but not-least because of the highly dissected character of these areas. Another difficulty is that since the above: almost never do exist reliable maps in these regions. Just recently are maps available on karstic terrains of the tropical rain forest zone - being hidden under cloud-cover over almost the whole year. The new method which gives the possibility for preparing maps by "photogrammetric" methods is: radar.

("Photogrammetric" is put into quotation marks since radar has basically nothing to do with photographs - it is making use of electromagnetic waves - but out of the visible band of the spectrum. Radar is just a general name properly speaking we have to say SLAR, an acronym of: Side Looking Airborne Radar.)

In tropical karstic areas not covered throughout the whole year by clouds: also "conventional" airphotos, or non-conventional photomaterials (like: false colour, or B&W IR) may be used.

The methods used for the evaluation of these images (no matter whether SLAR, satellite-shot pictures or airphotos) is either visual interpretation, or interpretation aided by automation and computerization. Images taken in different spectral wave bands are often displayed as colour composites - to enhance their information content.

2. MAIN FEATURES OF TROPICAL KARSTIC TERRAINS

Tropical karstic areas differ from those of e.g. the temperate humid climatic belt in their appearance.

In general three main types of tropical karstic areas can be distinguished:

- a. karstic plateaus,
- b. karstic mountain-ranges (belts) and
- c. cone-, or tower-karst regions (Fig.1).

Of course, between these basic types several transitional forms can exist. To mention just one extreme example: towers can be situated in sea-covered areas; in that case we speak about a karstic archipelago.

The main thing is still: all these main- and transitional forms are differentiated according to the more-or-less dissected character of the karstic regions. And thus we have to stress the importance of the factors which are responsible for the dissection of the rock-masses exposed to karstification. All these phenomena will be dealt with in details later-on.

Verstappen introduced a fourth type of tropical karstic main forms to the above three types. The suggested expression for the new type is: labyrinth-karst. Roughly speaking the fourth type is a transitional form between plateaus and belts. The classical ter-

rain for its seems to be Indonesia, Central New Guinea (Verstappen 1964).

Numerous experts dealt with the topics of tropical karst-forms just because of its interesting character. Hungarian specialists (mainly Balázs) achieved significant results.

It has to be stated that the expression of tropical karst development has to be used in a rather broad sense. There are, however, differences within this range. The following areas are assigned to belong to the tropics: the zone of the double rain maxima, the tropical savannah zone with one periode of summer rains as well as the tropical and subtropical areas of monsoon character.

Surely, the tropical karst proper as well as the karst of the tropical monsoon zone is a morphological type determined mainly by climate. For the formation of it first of all a minimal temperature and a certain amount of precipitation is needed. According to the concurrent opinions of several authors this can be limited as at least an annual average temperature of 17 to 18 °C and an amount of precipitation over 1000 to 1200 mm per year. It has to be stressed that in itself none of the factors is sufficient. I.e. the amount of precipitation can be high in vain if the annual average temperature does not reach the required value - e.g. just because of the high altitude above sea level - in spite of the fact that the mountains are in the tropical zone. (The fact, that high temperature is insufficient without the required precipitation amount is fairly demonstrated by the arid- or semiarid areas, resp. their limestone surfaces not karstified.)

But factors: precipitation and temperature affect mostly indirectly the karstification; that is through the biosphere. The climate makes it possible that even in the areas of deciduous tropical forests, the presence of vegetation is not interrupted. In this way the luxuriant vegetation assures the high biogenic CO₂ level and the level of organic humic-acid content of the soil. Nevertheless, regarding the average temperature of the soil it is often higher than that of the atmosphere.

The high temperature of the water (precipitation and groundwater) is added to this and results in a considerable near-surface dissolution. Thus, the subsurface waters may become saturated within a relatively short time. This, however, may result in the fact, that considerable differences may exist in the chemical concentration of the precipitation reaching the barren limestone surface and of the water infiltrating through the soil covered by plants (through the root-zone) and supplied by large quantities of CO₂ from the air-content of the soil.

In the regions of the subtropical, tropical and monsoon climates the corrosive denudation leads to the karst formation of "inselbergs" (isolated hills). The denudating karst plateau (see: "a" in Fig.1) is dissected into hills, separated cones and towers bordered sometimes by broad and flat-bottomed valley plains, the so-called karst plains (see: "c" in Fig.1). The peak level of the "inselbergs" shows approximately the level of the former continuous karst plateau, while the intermontane plains correspond mostly to the local base of erosion. In the English technical literature the karst of isolated hills is referred to as cockpit karst. Balázs suggested the uniform term of "inselberg" karst.

The classical and most known cockpit karst of the Earth are in South-China, North-Vietnam, Cuba, Puerto Rico, Jamaica etc. Balázs (in Jakucs 1971) mentions three forms as basic types of the karstic cone- and tower-hills:

1. primary corrosion cone-hill,
2. karstic tower-hill, and
3. karstic cone-hill (covered by clastic mantle) or secondary cone-hill (Fig.2).

According to his statement the tower-karst develops from the cone-karst form and in that stage of erosion when the denudation of the intermontane plains reached the local base of erosion and as a result of this the stream courses flow on its surface. The stream is forming the tower from the cone mainly by lateral erosion. In the forming of the vertical walls corrosion, splitting-up of caves, fractures and the joints along bedding-planes etc. play also important role.

He later continues: "the intermontane karstic plain may be entirely enclosed. In this case it is a polye-like basin, or it can be open along several sides. In the latter case it is a so-called marginal karstic plain". The forming of the karstic plain is similar to the development of the denudation polye of the temperate zone, only its degree of denudation is higher. The denudation state is regarded by Balázs (1959) as to be a tropical polye.

If the intermontane karstic plain or the marginal karstic plain is inundated by the sea, karstic archipelago develops.

It is obvious that there is a direct relation between the temperature and amount of precipitation as well as the passing of karstic processes. Main and direct effects have the evergreen vegetation and the high temperature of rainwater, the high soil temperature plays an indirect role.

By what factors are determined the sites of the cone-, tower- and crest formation in the karstic areas? According to the author's observations, and these are unambiguously verified by the maps prepared by means of airphoto interpretation, the positive megaforms of the tropical karst are primarily determined by the tectonics (Map 1).

The epigenetic or occasionally the eustatic uplift of the area in concern is of decisive role. The factors have the result that the rocks suitable of karstification get into an elevated position above sea level, or a relative height so that: above the level of

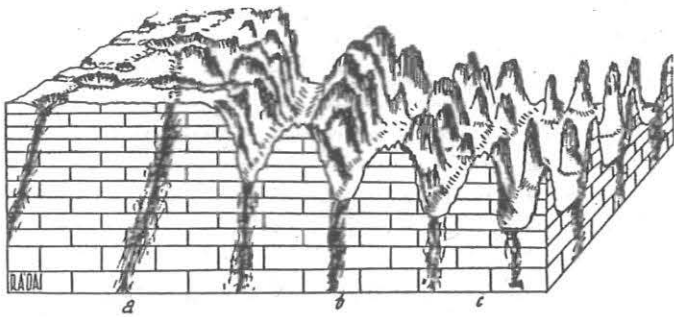


Fig. 1.

Three main types of tropical karstic areas
 "a" = karstic plateau
 "b" = karstic mountain ranges
 "c" = tower-karst with isolated pinnacles
 Preforming rifts, faults, shattered zones dissect the rock

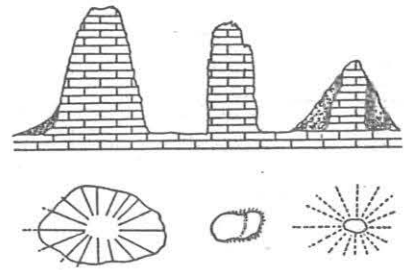


Fig. 2.

Karstic cone, tower and tower buried partly by talus; in limestone (above).

The same phenomena as indicated by symbols in a geomorphological map (below); solid lines indicate rock and dash-lines talus

Map 3
 Detail of a geomorphological map showing tectonic lines and "inselbergs" of a tropical karstic terrain. Symbols show the single mountains, their slopes and partly also the sharp crest on top of the hills indicated by small triangles (peaks), crosses and dash lines in between.

Tilt of the layers (as regarding direction too) is indicated by conventional symbols showing the so-called "dip-slopes".
 Note the preforming character of the tectonic lines.

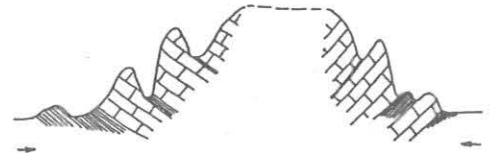
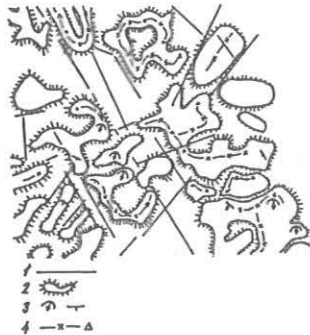


Fig. 4.

Theoretical cross-section of a karstic mass forming a syncline and being interbedded by impermeable formations. Arrows indicate compressive forces responsible for the development of the syncline.

The situation is very favourable for artificial karstwater storage under the surface (or periodical tapping of the water stored in the rock-masses under the local base of erosion).

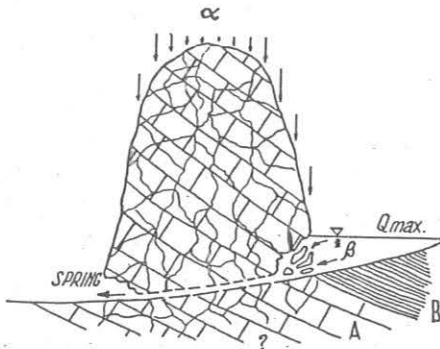


Fig. 5.

Karstic tower in a limestone area

" α " = recharge by infiltration (arrows indicate precipitation)

" β " = subsurface runoff

"Q max" occurs during the wet season and feeds also the spring - through the cave (which is often accessible)

"A" = karstified limestone

"B" = impermeable layers (e.g. shale)

Questionmark indicates the area where karstwater table sinks to unknown position during the dry season

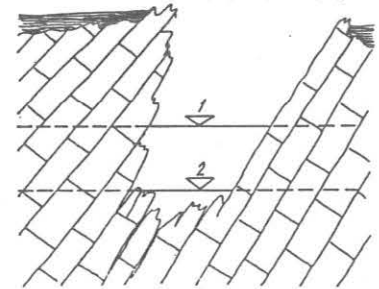


Fig. 6.

Natural karst-well

1 = karst-water table in the wet season

2 = the same in the dry season

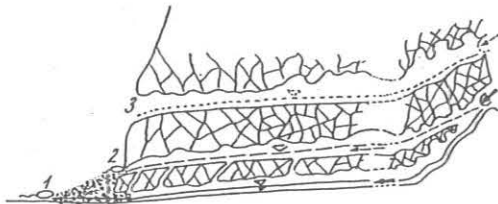


Fig. 7.

Three different levels of karst springs

1 = active (mostly perennial) spring fed mainly by the swallow-hole at the right

2 = temporary spring-level; active only during flood time, when the transmissivity of the lower cave-system is not sufficient for the vast water-amount coming from the swallow-hole

3 = inactive (fossile) spring and swallow-hole with the old cave-system held wet only by infiltration, being insufficient for feeding the spring

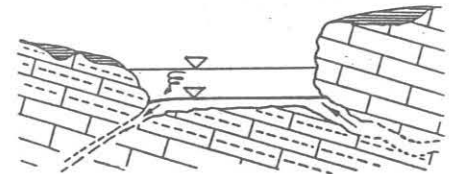


Fig. 8.

Karst spring and swallow-hole

The water occurring in the spring is after a relatively short distance disappearing in a swallow-hole.

A certain decrease of the transmissivity of the rock below the spring level can be the explanation of the situation (indicated by dashes in the limestone layers); but the same phenomenon may happen in a "karstic window" too that is an opening reaching to the surface; above a water-conducting cave or joint system

the local and main base of erosion a spatial karstic water system can develop (and of course it can also reach into the depth if the rock masses are thick enough). When the rock masses are uplifted so that these phenomena will be of considerable extent, the negative and positive mega-forms and meso-forms of the carbonate rocks will be separated first of all along tectonic lines. This means that the karstic denudation (corrosion and erosion) attacks the rock masses first of all along fissures, fractures, faults, diaclasses, overthrusts and underthrusts, that is along weakened or smashed lines and belts.

It is obvious that the differences in texture, formation, bedding of the rocks are of great importance. In these cases first of all the primary rock porosity, created during deposition, should be taken into consideration. The chemical composition and the ratio of the carbonaceous and insoluble particles (clay particles) are important too. It is not the same whether shelf facies, e.g. bioherms or massive limestones of great horizontal extension and thickness, are in question?

The lithoclasts may also play role in forming the path of water in the rock; in spite of the fact that these are bedding planes owing to the fact that along those surfaces the ratio of the non-carbonate components increased.

Consequently tectonics is of decisive role in the development of the tropical karstic forms.

In an area explored and mapped by the author in North-Vietnam (aided by airphoto-interpretation) the results achieved threw first light upon the existence and importance of the preforming role of the tectonic lines. The rather detailed tectonical interpretation (carried out in the scale of 1:25,000) has proved the compressive character (Fig.4) of this area. The tectonic features could be inserted not only into the main tectonic system of the broader surroundings but also into that of the Indo-Chinese Peninsula (Ráđai 1976).

Some of the main tectonic lines of the area were already recognized by the "classical" geological survey (field mapping) - but the abundance of tectonic lines and their regional distribution could only be verified and mapped after the photo-tectonical evaluation.

Airphoto interpretation made further on possible the recognition of the role of compressive, and/or disjunctive displacement (i.e. the action of space-shortening- or -spreading forces).

By classical surveying methods it is impossible to prepare reliable maps; because the terrain is too much dissected and the vegetation mostly too dense (jungle) not to speak about the immense number of cones and towers. The accessibility of the cones or towers and ridges themselves is almost zero.

This is why the real and detailed tectonic pattern of the areas could be mapped only by means of airphoto interpretation. It became obvious during the thorough interpretation that even the finest details of the tectonic pattern (i.e. fissures, shattered zones, rifts, faults) can be recognized. The tectonic details mentioned above appeared in such a great number that most of them had to be neglected as maps were drawn - at least in a scale of 1:100 000. But even in the maps having a scale of 1:25 000 we had to omit some of them just for the sake of clarity.

In spite of the above it is clear that all the main morphological elements (both the positive and negative ones) are tectonically preformed.

3. DIFFICULTIES OF EXPLORATION IN TROPICAL COUNTRIES

Tropical karstic terrains in humid regions are mostly highly dissected as it was mentioned already. Very steep slopes and even vertical or overhanging rock-walls are rather common. The situation is probably the most difficult in areas covered by mountain ridges and plateaus, but the terrain characterised by cone- or tower-karstic forms is also not easy as regarding accessibility. This is the case if we consider the mega forms. But the surface of the meso-forms is not better either since limestone is highly affected by karstification and the rock itself is very "rough" that is: it is covered by cannelures clints or in other words knife-edge-like ridges and rills and furrows are to be found which have an "amplitude" of some decimetres or centimetres. The rock surfaces covered by such forms impede the field work very much, in spite of the not very steep slopes.

Another characteristic feature of the humid tropical karstic areas, and in general in such countries, is the very dense vegetation-cover; mostly forest of jungle. Large areas can also be covered by swamps or bogs. The biosphere is further-on very rich in animals too some of which can be dangerous for man. To mention but a few: mosquitos, venomous snakes, or big mammals, like tiger etc.

Because of topography and vegetation such areas may also be rather empty - that means just very sparsely populated. If there are no settlements, or only small ones, the road- or path-density is not high. But in the vicinity of them: dense network of settlements and roads can be expected mostly because of the big springs supplying drinking purposes and used also for agriculture.

It can be briefly stated, that in such countries it is no wonder to have almost no topo-maps, or in the best case just maps of rather low quality. The only solution is probably airphotogrammetry or mapping by the aid of airphotos (in some case: by the use of remote sensing methods, like SLAR since, as we saw, it can penetrate heavy cloudcover too).

Of course the photos taken for photogrammetric purpose can be of big value for photo-interpretation too. This must never be forgotten!

4. THE MAIN PHASES OF THE EXPLORATION OF TROPICAL KARSTIC AREAS

With the exception of entirely "pure scientific" investigations, the exploration of tropical karstic areas, which are often rich in natural resources, must have an economical base. The main purpose at least at the first steps, has to be the research-work for the water. "Water" means both surface and subsurface water; the last one being karstwater itself.

As it is mostly the case: it will turn out soon that there are no topographic maps available. It will be soon clear that no other observation data, or values achieved by observation do exist regarding geography, economical geography, meteorology, geology, hydrology etc. etc.

It should be emphasised in advance: that even the best topographic maps cannot replace the information content of the air-photos, consequently such images must be available and by no means can we give up the use of them.

Two different kinds of resolution can be distinguished in case of an airphoto: the so-called spatial and the spectral resolution. The first type is mainly determined by the scale (it can be expressed as the dimensions of the smallest object that are still discernible in the photo, according to its extensions in the field and in the image). Spectral resolution is expressed in the tonal differences by which the object itself and the background thereof do differ from each other. ("Signal to noise ratio.")

The first objective can be reached by using say fine-grain films, while the second by using certain filters or e.g. in two cameras two different kinds of films as regarding their sensitivity in the sense of electromagnetic radiation.

The whole area concerned is to be compared step by step in the maps and airphotos. By this way all the errors, failures, deficiencies of the maps can be corrected or replaced by proper data. The drafting of a drainage map indicating also the watersheds will be the basis of all the other thematic maps. The drainage map will contain first of all: all the permanent and intermittent streams (rivers, creeks, lakes, and even ravines, lines affected by linear erosion are also indicated in the map or transparency as an overlay on the base-map) which can be seen in the airphoto and which can be drawn as regarding the scale of the base.

After having the maps corrected and completed, one can carry on with the proper interpretation itself. The first of the thematic maps being drawn by the aid of airphoto interpretation is the geomorphological map.

The map of the main geomorph units may be followed by the very detailed map of geomorphology proper; of a scale not much larger than that of the former map. (E.g. the map of the main geomorph units could be in a scale of 1:100 000 and that of the geomorph proper 1:25 000).

The detailed geomorph map will be drafted using specific symbols or an accepted legend - like that of the ITC (Verstappen 1968).

The mapping work has to be done by an expert having experience in tropical karstic areas - and has to be followed by a field-work. During the field work all sites, which are problematic or very typical have to be investigated very thoroughly. In the first case field-check will clear-up several problems and give the possibility of going into details as regarding observations and taking samples for further research-work carried out in the laboratory.

The ideal case is of course, when the expert has already visited the areas in previous times - thus being familiar with the region and the forms occurring in it.

In the course of the geomorphological interpretation already several data concerning geology (on lithology and tectonics) can be collected. So this will be the base for the third type of thematic maps; the geological map; and probably also of the next one derived from it: the hydrogeological map. The geological map may of course contain all the information about tectonics. As regarding symbols for the latter; consult an existing photo-geological manual e.g. Miller (1961) or Bandat (1962).

After having prepared the maps - or in the mean time - field-work can be carried out. The main purpose of the activity will be: to collect as much data on hydrology as possible.

5. NATURAL OBSERVATION POINTS FOR HYDROLOGICAL AND HYDROGEOLOGICAL INVESTIGATIONS

The most important items of the hydrological - hydrogeological investigations are the data of natural springs, natural wells (or karst-windows), swallow-holes, sinkholes etc. Springs do - at least temporarily - discharge water (Fig.5).

Natural wells are the "windows" of the karstwater-table, but mainly with not flowing water (Fig.6).

Swallow holes can be referred to as "negative" springs being the sites of disappearing water (again either for perennial water courses or just for temporary ones).

It has to be stressed that even the inactive springs and swallow holes have to be registered and investigated thoroughly since they give information about former periods. ("Inactive" has to be distinguished from "temporary" since the latter is only periodically active while the first one became dry "for ever"). Active, temporary and inactive springs for instance may occur above each other indicating the sinking of the main or local base of erosion.

The same is often the case with swallow-holes* (Fig.7). Other evidences of present and past occurrence (travertine deposits etc.) are to be handled carefully since they may also be deposits of chemically saturated rainwater having flown over short distances; this is not the case in the temperate zone (this is another evidence for the basically different conditions of tropical karstic environments).

Springs, natural wells and swallow-holes may be found so close to each other as transitions that they can hardly be separated, these are the spring-swallow-holes (Fig.8).

All the active karstwater occurrences have to be indicated in the maps, and at least by reading their absolute height from the topo map the elevation of the karstwater table has to be determined. By the aid of the height data: the iso-lines of the karstwater table can be drawn. The permanent springs are the fixed links of the iso-lines representing the water table, since at spring-occurrences the table does not change considerably. In the natural wells, swallow-holes etc. the water-table will change in time - according to the recharge- and discharge conditions. So the gauges being installed in these sites have to be recorded in proper time intervals.

In tectonically very complicated areas, because of the existence of interbedded impervious layers, so-called karstwater storeys or -floors may exist. That means, there is not direct connection between the two karstic aquifers above and below the aquiclude.

In case of large karstic areas there will be always some remote and high places, where there are no possibilities for collecting data about the elevation of the karstwater-table - since there are

* The so-called "katavotra" is a swallow hole during the high water period and turns into a spring in the low water season.

no natural subsurface water occurrences. In such areas artificial exploration of the karstwater is necessary.

6. ARTIFICIAL OBSERVATION POINTS

The most common possibility for having an artificial "bearing" for karstwater-table observation is: a bore-hole. This is rather expensive so it has to be taken into account only in case of no other means. Not very deep shafts, or "dug-wells" can be sunk into the limestone by relatively simple means and by not skilled workers too.

The interpretation of airphotos will give valuable aid for the location of the proper sites of such artificial water exploration. Drilling is not easily carried out since the equipment has to be brought to the site and on the other hand water is also needed for the drill (water flush).

This is another reason for exploring for the first time all the natural water occurrences since they can be used as flush water fetching places.

The boreholes will be sunk in a sequence determined by the natural occurrences. The first drills will be carried out in the relative vicinity of springs, etc., while the bore-holes being more far from such occurrences will be fed by the nearby borehole itself (fetching the water from it by pumps or air-lift* produced by air-compressors).

In this manner step by step the whole area will be "covered" by observation points giving reliable data about the position and the changes of the karstwater table.

7. GENERAL TYPES OF FORMS IN TROPICAL KARSTIC AREAS - AND THEIR APPEARANCE IN THE AIRPHOTOS

The main types of tropical karstic areas were already discussed in Part 2. Let us now sketch the meso-forms, that is the single towers, cones, etc. "positive forms" and also the depressions, sinks, etc. located among the former ones ("negative forms"). The forms do have a profile, or side view and a ground-plan, or projection. The latter one will appear on the airphotos having vertical axis (being shot with an airphoto-camera "looking" downward perpendicularly to the surface of the Earth). The shape of the forms, in case of homogeneous limestone masses will depend on the forces acting under and on the surface. The internal forces will mostly determine the mega and meso forms, thus mainly the projection.

The forces acting on the surface of the crust will "sculpture" the meso and micro forms of the karstified rock-blocks. Of course the above statements are strongly generalized, since the forces and also their results are highly interfingered.

On the airphoto first of all the ground-shape of the meso-forms will appear (the mega forms are mostly too big for being depicted in one single photo).

The main difference between the shapes of a positive form built of limestone or dolomite is that the first is "tower-like", while the second one mostly an almost regular cone (Fig.9). The evidence thereof is in the manner according to which the two basic karstic rock types are exposed to weathering.

Limestone is fairly dissolved by the water with which it is getting in contact and thus being carried away as solution without leaving behind any or just a small amount of residual material (clay particles withstanding solution, mostly "terra-rosa").

Dolomite, on the other hand is hardly soluble. The dolomite "karstification" is typical, being a special kind of weathering: getting pulverised and/or falling apart in small sharp edged pieces.

Between the two main form types several transitional shapes can be found; since the mineral composition of rocks may vary between pure limestone and dolomite.

On flat bottomed valleys or abrasional plains: inselbergs standing isolated, often have hollow sides (thus being "S" or "C" shaped). The strange projection is formed by the bended or meandering parts of watercourses and these rocks are rather strange and impressive as seen from the air or in the airphotos (Map 1).

The negative forms are not so conspicuous and impressive but nevertheless they are very important being the "foci" of subsurface runoff. The most common negative forms are the dolines, sinkholes, uvalas, polyes and the swallow-holes (at the very end of blind-valleys).

The most important difference between abraded- and fresh-water cut forms is probably that the latter are closer bound to selective erosion. In other words it can be stated that sea-waves will abrade a surprisingly flat surface and even in spite of great differences in the hardness of the rock-types of the area. On the other hand those forms which were incised by running fresh-water, will be very "sensitive" as regarding rock-type and tectonics.

Negative forms are extremely important also from the viewpoint of environmental protection of (tropical) karstic areas, since these are the most crucial spots as regarding pollution. Great attention has to be paid for these forms in order to prevent any contamination of these, since if it is once polluted it is almost hopeless to restore the original state of the aquifer; or it will need lot of time and expenses.

8. THE POSSIBILITIES OF SUBSURFACE WATER BALANCE MANAGEMENT IN TROPICAL AREAS

All the above investigations are not only for themselves. Their aim is to collect data about the recent (natural) water balance of the area and thus show the possibilities of finding artificial means for the effective improvement of proper distribution of subsurface water, both in time and space.

As it can be seen in Fig.10 e.g. in monsoon-influenced areas there is a great difference between the curves showing the spring discharges in the wet and in the dry season respectively.

That shows also the rather broad range of the values of infiltration - and of course the fluctuations of the water-table in the rock-masses.

Not to speak about the possibilities of surface water-storage e.g. in reservoir lakes for the equalization of the seasonal differences in the natural karstwater balance two basic means can be

taken into account.

One is the sinking of the water table in the dry season.

The second possibility is the rising of the karstwater table during the rainy period.

In the first case theoretically only one condition is needed the karstified rock masses have to extend deeper than the local base of erosion (the orifice of the springs). In the second case mostly no preconditions are needed but more work has to be done.

Let us deal with the sinking of the water-table. The action may be executed at natural karstwater "outcrops" or via artificially explored water occurrences.

At natural "windows of karstwater" again two means can be applied. Water table may be sunk by lowering the threshold of a spring (Fig.11). That means, that a notch has to be cut into the aquiclude above which the water of the spring pours out. So the local base of erosion will be sunk and thus an additional amount of water will be mobilized from the background of the spring. Of course the notch in the impermeable layer has to be cut in a manner that it can be closed again in the wet season in order to restore the higher water table again. One could simply way that a sluice has to be inserted into the orifice of the spring by which the water of it can be impounded or released - according to the needs.

Under certain conditions another method can be followed, the use of a syphon-pipe. For the suction pipe of the syphon a shaft is needed (if possible, a natural one see: Fig.12). The length of the lower side of the pipe is not restricted practically since it can be the pipeline itself, used as the water main. Certain valves or taps for the first filling of the pipe and for closing it are needed, in order to keep it filled under any circumstances.

Other possibilities are very common since the pumping of natural wells, swallow-holes, or boreholes etc. is again nothing else, but pumping more water in the dry season and let it be recharged in the wet period.

By pumping large amounts of subsurface water, even the "subsurface divide" can be shifted, thus again changing artificially the water balance of the karstwater-region both in time and space.

The other method is the impounding of karstwater. It can be made (under extremely favourable conditions) by just sealing, or plugging the orifice of a spring, rising thereby the threshold of a spring. An important condition for the success of such operations is the existence of a natural "notch" at the opening of the spring instead of being cut by man.

Since the above mentioned conditions exist only in rather exceptional cases much more work has to be done for the impounding of a certain quantity of karstwater. The solution can be the construction of a dam, under not very favourable conditions a rather long one, because several springs along a "spring-horizon" are to be plugged or sealed. May be that a ring-like dam-system has to be built in order to keep the water table higher in a mountain unit.

In Fig.13 the dam is not located close to the limestone masses, thus the result is a combination of a simultaneous surface and subsurface storage. In case the dam is in direct contact with the karstified rock-masses, only subsurface storage will be the result. This method has to be used if the good quality of the subsurface water has to be preserved, as regarding temperature and/or chemical, bacterial requirements.

One important question has still to be discussed, that is: how much water can be stored under the surface in the karstic rock masses?

Of course it depends first of all on the size and number of discontinuities; that is the void-space, often referred to as porosity or pore volume but in karstic rocks it is first of all total subsurface amount of voids of the joints, rifts, caves, cavities, caverns, bedding planes, fault planes. Primary porosity proper plays an important role only in travertine or limestone deposited in fresh-water and coral limestones etc.

Void space of the karst can mostly not be compared to the porosity of clastic aquifers e.g. sand or gravel bodies. The water stored in the subsurface spaces will be by magnitudes less than that of a storage lake. But one thing has to be kept in mind that is the great distances which can be taken into account in the subsurface storage area. On the other hand the storage area rises higher than the water level just behind the dam since the karstwater table has a certain slope (or additional piezometric level) the highest part of which being the "subsurface divide" of the karstwater body. The subsurface divide comes into being because the infiltrating recharge comes from above; and it is caused also by the capillarity and viscosity acting along the more or less narrow joints, fissures, etc. through which the karstwater is forced by gravity, having certain attenuation or delay.

Void space takes some percents of the whole volume of the rock-masses in the temperate zone (in Hungary in the Transdanubian Mountain Ranges about 2 to 2.5 % can be estimated in limestone and probably even 3 % in dolomite). According to the observations of the author it has to be somewhat higher in the karstic masses of North Vietnam, again because of the high precipitation-values and the practically continuous presence of active vegetation.

It can be stated generally that e.g. in North Vietnam almost the same specific values for the subsurface runoff could be estimated than in Hungary (roughly 10 litres per second per square kilometre). But the value in Hungary was the result of observations carried out during several years over large areas while in Vietnam only one particular area was investigated and only during one cycle of seasons (dry and rainy period).

Considering the period of infiltration (in Hungary the most important part of the year is winter in this respect, with no vegetation activity and large amounts of water being stored as snow and melting rather fast, while in North Vietnam it is the rainy season), consequently it can be stated, that actually no significant deviation can be expected. It is true that in Hungary there is no active vegetation during the winter, but in North Vietnam there is much less (practically almost never an unbroken) soil cover on the positive karstified limestone surfaces; not to speak about the valleys and plains.

From all the above it comes (and the fact was also verified by a large number of intermittent springs) that the subsurface runoff of tropical karstic areas is much faster than in the temperate zone. That shows again the importance of subsurface storage.

* So-called mammoth-pump

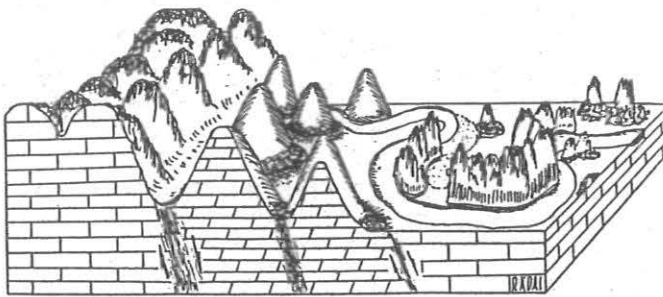


Fig. 9.

Differences in the behaviour of limestone respectively dolomite, as regarding erosion or weathering
 On the left side: mountain ranges built-up by limestone
 In the centre dolomite cones
 To the right again limestone towers "sculptured" by lateral erosion of watercourses
 Limestone surfaces show mainly the forms being carved by solution and/or erosive thus being irregular, with sharp edges and deep rills being characteristic
 Dolomite is mainly affected by the "karstification of dolomite", that is by the weathering caused by the volume-increase of the crystals causing pulverization and brittleness of the rock falling apart in sharp-edged small particles
 The general shape of the dolomite towers is a more or less regular, symmetrical cone with smooth surfaces

Fig. 11.

Lowering the spring-threshold by cutting through the impermeable layers which determine the "local base of erosion"

"o" = original level of the spring-occurrence and the karstwater-table behind it

"a" = aquiclude cut by a notch in order to lower the level of the spring, at least in the dry season; in the wet season it has to be closed, to restore the original level

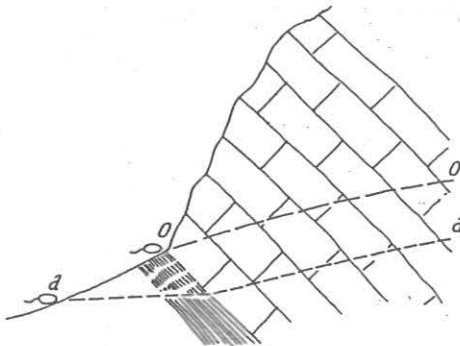
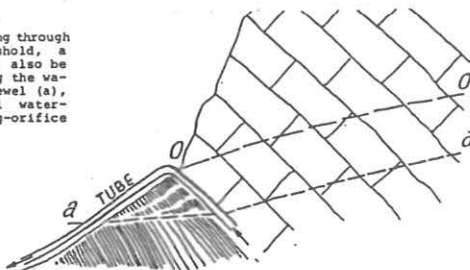


Fig. 12.

Instead of cutting through the spring-threshold, a siphon-tube can also be used for tapping the water on a lower level (a), than the original water-table and spring-orifice (o)



REFERENCES

Balázs, D.: The azonal and zonal conditions of the distribution of karst (in Hungarian). *Karszt és Barlang*, 1962-1. Budapest, 1962.
 Balázs, D.: Terminological problems of the tropical karst (in Hungarian): *Karszt és Barlangkutató Tájszótár*, 1959 Nov. Budapest, 1959.
 Bandat, Horst von: *Aerogeology*. Gulf Publishing Comp., Houston, Texas 1962.
 Kessler, Hubert: *National Register of Springs of Hungary* (in Hungarian). VITUKI Budapest, 1959.
 Manual of Photographic Interpretation: American Society of Photogrammetry. Washington, 1960.
 Miller, Victor C.: *Photogeology*. McGraw-Hill Book Comp., Inc. New-York-Toronto-London, 1961.
 Rádai, Ö. (editor and co-author): *Preliminary Report on the Karst-hydrological Research in North Vietnam in 1973-75*, 4 volumes. VITUKI Report, Budapest 1976.
 Rádai, Ö.: Determination of the natural C14 content of subsurface water. VITUKI Report (II.1.3-3), Budapest 1972.

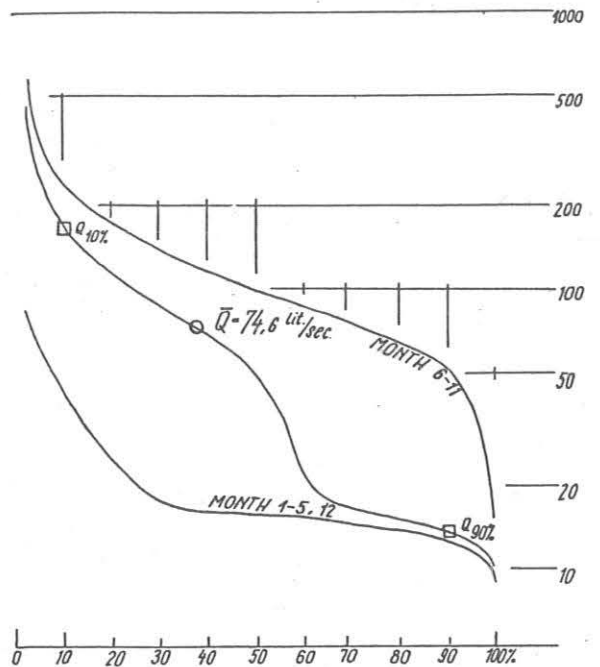


Fig. 10.

Frequency-curve of the discharge of a karst-spring under monsoon-influenced tropical climatic conditions
 The average of discharge is to be seen in the center, while the curve showing the influence of the wet season above it and that of the dry season below.
 The figure once again emphasizes the importance of subsurface-storage

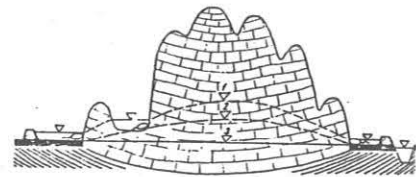


Fig. 13.

Impounding of the karstwater by means of dam-rings around the spring-horizons
 1 = the highest karstwater-table (exaggerated) reached as a consequence of impounding
 2 = the highest karstwater-niveau under natural conditions
 3 = lowest natural level during the dry season maintained by the retention-effect of the karstified rock-masses, by which certain springs (mostly the lowest ones) do still have a minimal discharge even at the end of the dry season

Thermal Waters of Budapest (in Hungarian) VITUKI, Budapest 1968.
 Thermal Wells of Hungary (in Hungarian) VITUKI, Budapest, 1965 and 1971.
 Verstappen, H.T.-Zuidam, van R.A.: *ITC Textbook of Photo-interpretation*. Vol. VII. Use of Aerial Photographs in Geomorphology. Chapter VII. 2. ITC SYSTEM OF GEOMORPHOLOGICAL SURVEY Delft - The Netherlands, 1968.
 Verstappen, H.T.: *Karst morphology of the Star Mountains Central New Guinea and its relation to lithology and climate*. *Zeitschrift für Geomorphologie, Neue Folge*, Band 8, Heft I. 1964.

Dr. Ödön RÁDAI
 VITUKI, Research Centre for Water Resources Development
 H-1095 Budapest, Kvassay J. út 1.

AIR CIRCULATION IN CAVES TRACED BY NATURAL RADON

GECZY, Gábor - CSIGE, István - SOMOGYI, György

1. ABSTRACT

We have been performing continuous radon concentration measurements with solid state nuclear track detector in the Szemlo-hegy Cave since 1985. The radon concentration shows seasonal variation with summer maxima and winter minimum at each measuring site. The radon concentration increases moving on towards the end point of the cave from the entrance at any time of the year. These changes of the radon concentration can be interpreted with the help of a simple air circulation model of the cave. The possible reasons for the decrease for the annual average radon concentration is also discussed.

2. INTRODUCTION

We have been measuring the radon activity concentration in the cave air of the Szemlo-hegy cave since 1985, joining its complex investigation, by means of solid state nuclear track detectors (SSNTDs) placed at several sections of the cave (Fig. 1.). The cave, similarly to the other large Buda caves, has been formed in eocene nummulitic limestone by the common effect of thermal waters, upflowing along the cracks and of the external waters, infiltrating to the depths. The passages of the cave are nearly horizontal, their total length is 2200 metres. The deepest part of the cave can be found at the end point 44 metres below the surface.

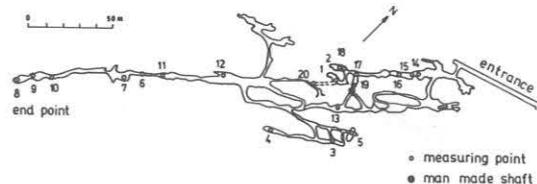


Fig. 1. The map of the Szemlo-hegy cave with radon measuring sites

The ^{222}Rn isotope is a radioactive noble gas which derives in the decay series of ^{238}U which is ubiquitous in the material of the Earth's crust. As a consequence of the uranium decay in the rock, involving the cave, an amount of radon gas gets into the cave with the help of the porosity and cracks of the rock. The radon exhalation (assuming a homogeneous stone) is in proportion to the surface of the rock having contact with the air and it is constant in time. The radon concentration of the cave air, formed in this way, is influenced mainly by the air motions in the cave, for the explanation of which we have developed a simple air circulation model.

3. A SIMPLE MODEL OF AIR CIRCULATION IN CAVES

The following model is suitable for describing the air motions in an approximately horizontally situated caves, embedded in a rock with an advanced fracture system.

From the point of view of our model the cave is regarded as a horizontal tubular tunnel whose wall is connected with the external surface by a great number of small cross-sectioned tubes which correspond to the fracture system of the rock. It is assumed that due to the high thermal capacity of the bedrock the temperature inside the cave is independent from the seasons. Their value is equal to the annual mean temperature on the external surface at the given place (apart from the geothermal gradient). The dynamics of the airflow in these caves can be imagined in the following way (Fig. 2):

In winter when the temperature in the cave and fracture system is greater than the external one, the so-called "chimney effect" takes place, that is: the warm internal air lifts up to the external surface through the fracture system. For the replacement of the left air, the cold external air flows into the cave through the entrance. The air will be warmed up by the rock, having a much higher heat capacity than the air.

If the external temperature exceeds the internal one then the direction of the airflow becomes the opposite (Fig. 2.a).

In summer the colder air in the cave and in the fracture system is more dense than the external air, thus the cave air

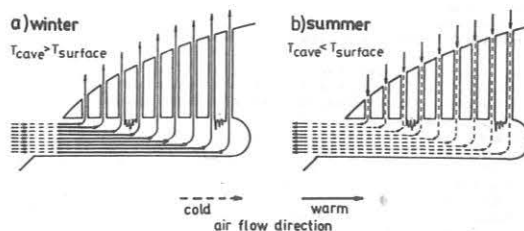


Fig. 2. Air circulation model of a cave with a simple structure

flows out of the cave through the entrance (inverse "chimney effect"), (Fig. 2.b).

In both cases the speed of the air motion is determined by the air temperature differences between the cave and outside.

In the following section we look over briefly the basic results and the conclusions.

4. EXPERIMENTAL RESULTS AND CONCLUSIONS

As a result of our four year measuring process the following general tendencies were established in the radon concentration of the cave air:

4. 1. Temporal variation of radon concentration

At any point of the cave an annual periodical variation can be observed in the radon concentration, which shows a good correlation with the variance of the external temperature. The maximum of the radon concentration falls in the summer months, while the lowest values can be observed in winter (Fig. 3).

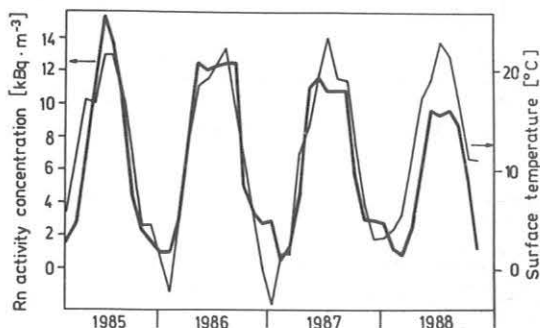


Fig. 3. The seasonal variation of the Rn activity concentration shows good correlation with the external temperature

This phenomenon can be explained in the following way: Considering a closed subsurface cavity, the radon inflow determined by the cavity surface, and the radon decay depending from the volume included, will together produce a radioactive equilibrium in some half life periods ($T_{1/2} = 3.8$ days). In this way the radon concentration in the cavity is determined by the surface/volume ratio of the cavity. If there is no air motion in the cave then a far higher radon concentration is produced in the narrow fracture system than in the roomy cave gallery.

The cave, however, cannot be regarded as a closed cavity; there happens an airflow through the large entrance and the narrow fracture system for the best part of the year. The external air with a negligibly low radon concentration, entering the cave or the fracture system, is enriched by radon as a consequence of the radon flux released from the rock.

According to our air circulation model, in the summer period the external air enters the cave through the fracture system,

thus it transports radon continuously from a place of a greater concentration to the measuring point.

Let us first assume that the small tubes, corresponding to the fracture system are of infinite length. Then the radon concentration of the air entering the cave through the fracture system is determined only by the surface/volume ratio of the fracture system, independently from the speed of the inflow. This is the saturation value of the radon concentration in the fracture system. The radon concentration of the cave air increases as a consequence of the radon content transported in, and the greater is the speed of the inflowing air, the better it approaches the value above. In the first approximation, the maximum of the radon concentration falls in the same time as the maximum of the mean external temperature, according to the air circulation model.

In reality, however, the radon concentration of the cave air has two maxima, depending on the location of the measuring point; the first is in May and June, and the second is in August. The maximum of the external temperature falls in this time interval (usually in June) (Fig. 3). The probable reason of this fact is that the tubes, corresponding to the fracture system, cannot be considered to be of infinite length. In that case increasing the speed of the air, flowing through the fracture system, the radon concentration of the air, entering the gallery becomes lower and lower comparing to the saturated value.

At a small flowing speed the quantity of the radon, entering the cave through the fracture system can be considered to be in proportion with the flowing speed, at greater speed, however, the effect of the above-mentioned decrease in concentration becomes dominant. As a result of these two effects, the radon concentration of the gallery air decreases, above a critical speed. In the case of the Szemlo-hegy cave the external temperature, corresponding to the critical speed is cca. 19 °C.

In the winter period the external air enters the cave through the rocky cave gallery diluting further the low radon concentration, determined by the surface/volume ratio of the gallery. The quicker is the air inflow, the lower concentration is produced at the measuring points.

As a summary, we can state that the temporal variation of the radon concentration of the cave air is the result of the fact that the surface/volume ratio has different values in case of the two possible inflowing way of the external air.

4. 2. Variation of the radon concentration in space

The radon concentration of the cave air shows a variation in space in addition to the temporal changes. At any time of the year, the radon concentration increases advancing to the end point from the entrance (Figure 4.).

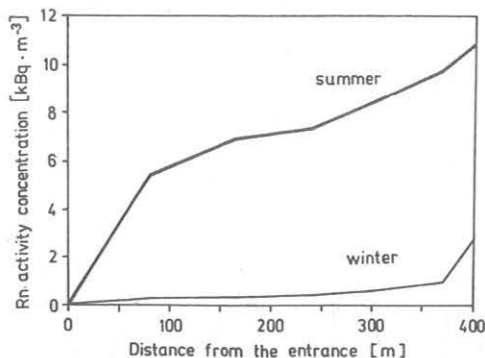


Fig. 4. The radon concentration increases moving on towards the end point at any season of the year

By means of the air circulation model this phenomenon can be explained. In winter the external air, entering the cave through the entrance, receives an amount of radon from the walls of the gallery, therefore the longer way it makes, the greater radon concentration it gets.

In summer the external air enters the cave through longer and longer fracture systems nearing the end point of the cave because of the declivity of the surface. We have already mentioned in Section 4.1. that the tubes, modeling the fracture system cannot be considered to be of infinite length, thus the cave in fact gets the external air with lower radon concentration than the saturated concentration of the fracture system. Assuming equal flowing speed, the shorter tubes will transport less radon into the cave, therefore the air from the end point having a greater radon concentration will be diluted by the air, passing shorter and shorter fracture systems with lower and lower radon concentration, when flowing to the entrance.

Consequently, we can establish that the variation of the cave air radon content in space is the result of the fact that the external air reaches the measuring points after making ways of different lengths.

4.3. The long-term variation of the radon concentration

In addition to the annual variation of the cave air radon content, mentioned in Section 4.1., we can demonstrate a long-term variation as well.

During 4 years the mean radon concentration decreased at each measuring points by cca. 20% (Fig. 5).

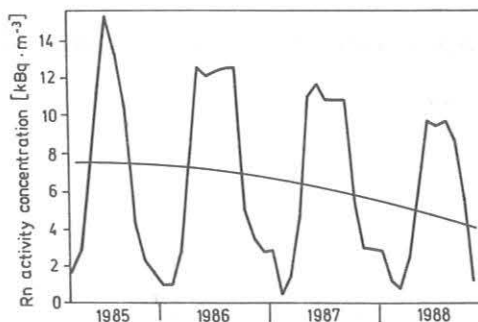


Fig. 5. Decrease of the radon concentration with years

It seems that this decrease is not due to the long-term variation of the external temperature. Depicting the radon concentration of the cave air as the function of the mean monthly external temperature we get curves with hysteresis (Fig. 6). The shape of the curves becomes flatter and flatter during the observation, that is, there entered the cave air less and less radon at the same external temperature.

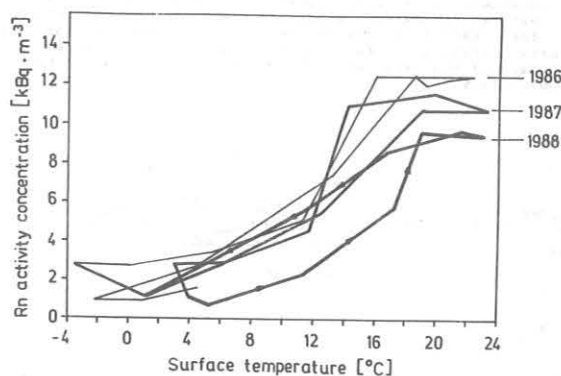


Fig. 6. Relation between the radon concentration and external temperatures changing with years

The variation in the connection between the radon concentration of the cave air and the temperature of the external air indicates that in the cave, regarding it as a physical system, one of the parameters has been changed. Since the mean radon concentration of the cave air, in addition to the quality of the rock, is determined by the porosity of the rock and the surface/volume ratio of the fractures, the reasons of the decrease can be the following:

1. The water content of the rock has changed, which implied a change in the porosity.
2. A part of the micro-fractures has become plugged, therefore the mean surface/volume ratio of the fracture system decreased.
3. The fractures have widened out (in this way their volume increased), thus the surface/volume ratio of the fracture system decreased.

On the basis of the (rather defective) available data there cannot be detected a long-term unidirectional variation neither in the external precipitation, nor in the rock dilation. Therefore we can assume that the radon concentration decreases on the effect of the plugging of the micro-fractures. This hypothesis is also supported by the fact that during the air circulation of the cave, an amount of the pollution of several ten thousand cubic metres air, and the infiltrated external waters are deposited in the cave and in the fracture system.

For the satisfactory clarification of this problem we have begun further measurements.

ACKNOWLEDGEMENT

We would like to thank Mrs. E. Molnar and Mrs. G. Sepsy for their high quality technical assistance, and Mr. P. Czinder for his help in the English translation.

This work was supported in part by the Hungarian Academy of Sciences, Research Fund no 1-3-86-185 and in part by the Ministry of Environment and Water Management.

REFERENCES

- G. Somogyi, B. Paripas and Zs. Varga (1983). Measurement of radon, radon daughters and thoron concentrations by multi-channel scintillation spectrometry. Int. Conf. on Environmental Radioactivity, Pergamon Press, Nucl Tracks 8, 423-427.
- Geczy G., Somogyi Gy. (1987). A simple model of air circulation in caves on the basis of radon measurements in the Szemlehegyi cave. Oktatási Intézmények Karzati és Barlangkutató Tevékenységeinek II. Országos Tudományos Konferenciája, Szombathely, 73-80. (in Hungarian)
- T. C. Atkinson, P. L. Smart and T. M. L. Wigley (1983). Climate and natural radon levels in Castleguard cave, Columbia Icefields, Alberta, Canada. Arctic and Alpine Research, Vol. 15, No. 4, 487-502.
- J. Haki, L. Lenart and G. Somogyi (1989). Time-integrated radon measurements performed in a karstic well water. Contribution to this conference.
- G. Somogyi and L. Lenart (1986). Time-integrated radon measurements in spring and well waters by track technique. Nucl Tracks 12, Nos 1-6, pp. 731-734.

GFCZY, Gabor
Kossuth Lajos University
H-4001 Debrecen Egyetem ter 1.

CSIGE, Istvan; SOMOGYI, György
Institute of Nuclear Research
of the Hung. Acad. of Sciences
H-4001 Debrecen, POB. 51

TIME INTEGRATED RADON MEASUREMENTS PERFORMED IN A KARSTIC WELL WATER

HAKL, Jozsef - LENART, Laszlo - SOMOGYI, Gyorgy

1. ABSTRACT

The radon profile of a 270 m deep university well was studied with LR-115 type II detectors. The results indicate a continuous upward transport of radon with a mean velocity of about 0.7 m/h. The phenomenon can be interpreted by the thermal gradient induced convective mixing of water.

2. INTRODUCTION

Recently the use of plastic track detectors within a defined air volume has become the most reliable procedure for time-integrated, long term measurement of radon activity concentrations under different environmental conditions. Measurements of environmental radon have been performed mostly in connection with geological surveys, health hazard studies and recently for earthquake prediction. However, the dynamics of radon migration is not well understood due to many uncertainties. For a better understanding of the role of external factors, which can significantly influence the transport of radon in water, we have been investigating for three years the change of radon content in a deep well. One of our main purposes was to study the seasonal variation of radon content and its possible correlation with certain environmental parameters (depth, water temperature), and on the other hand, to get information about the transport mechanism and transport velocity of the radon migration itself.

3. DESCRIPTION OF MEASURING SITE AND DEVICES

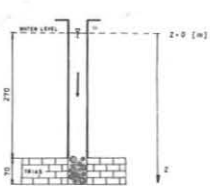


Fig. 1. A schematic view of the well

The well is located at the University Campus of Miskolc, Hungary, in the Northern-Eastern part of the Bükk mountains in a limestone area. It was drilled in 1971 and was completed with an iron tube casing 270 m in length and 30 cm diameter and screened only at the bottom (Fig. 1.). The water in the well is stagnant and the possibility of horizontal flow or water mixing through the pipe wall is excluded. The temperature of the water at the bottom of the

well is 36 °C and it decreases towards the surface with a gradient 0.1 °C/m. Seasonal temperature variations affect only the upper 20 m of the well, the temperature of the water in these parts is in the range 5-15 °C. Starting from 1985 the radon content has been measured simultaneously at 16 different depths in diving cups with a monthly changed LR-115 type II detectors. The exposure times ranged from 30 to 40 days and the data were corrected to 30 days.

4. THEORETICAL CONSIDERATIONS

Connection between the measured track densities and transport velocities. Assuming that under steady-state conditions a radon concentration gradient exists only in the direction of depth, the radon transport inside the water column, neglecting local radon production (Krishnaswami and others, 1982) and diffusion, is governed by the differential equation:

$$-\frac{d}{dz} (v(z)c_w(z)) - \lambda c_w(z) = 0 \quad \text{for } 0 < z < 270 \quad (1)$$

where $c_w(z)$ is the radon concentration at depth z [atom \cdot m $^{-3}$], $v(z)$ is the upward transport velocity [m \cdot h $^{-1}$] and λ is the decay constant of radon [h $^{-1}$]. The integration of (1) yields:

$$c_w(z) = c_w(0) \int_0^z v(z)^{-1} \left(\lambda - \frac{dv(z)}{dz} \right) dz \quad (2)$$

which describes the radon concentration in the water column. The corresponding concentration of radon, c_a , in the air volume of the cup is formed according to the partition law, which can be described by an empirical formula (Serdjukova and Kapitonov, 1975):

$$c_a = c_w / \alpha = c_w / (0.1057 + 0.405 \exp(-0.05t)) \quad (3)$$

where α is the radon partition coefficient between air and water and t [°C] is the temperature of the substance. Due to reciprocal density dependence of the range of alpha particles in air, the generated track density would be given by the next formula:

$$Q(z) = \frac{\alpha(0)}{\alpha(z)} \frac{T(z)}{T(0)} \frac{1}{1+0.1z} Q(0) \int_0^z v(z)^{-1} \left(\lambda - \frac{dv(z)}{dz} \right) dz \quad (4)$$

where term $(T(z)/T(0))/(1+0.1z)$ describes the efficiency decrease of track registration at depth z , $Q(z)$ and $T(z)$ are the track density and temperature [°K] at depth z , respectively. Rearranging (4) we get:

$$\ln(F(z)) \frac{Q(z)}{Q(0)} = \int_0^z v(z)^{-1} \left(\lambda - \frac{dv(z)}{dz} \right) dz \quad (5)$$

where all the correction factors are included in $F(z)$. The left hand side of (5) is determined only at discrete points through measurements. Fitting these points with a continuous function $f(z)$ we get:

$$f(z) = \int_0^z v(z)^{-1} \left(\lambda - \frac{dv(z)}{dz} \right) dz \quad (6)$$

The parameters in $f(z)$ can be calculated from the least squares fit:

$$\Sigma (f(z) - \ln(F(z)) \frac{Q(z)}{Q(0)})^2 \rightarrow \min \quad (7)$$

The general solution of Eq. (6) is:

$$v(z) = u(z)^{-1} \left(\int \lambda u(z) dz + v_c \right) \quad (8)$$

where $u(z) = \exp(f(z))$, and v_c is an integration constant (Korn, 1975). Equation (8) describes the connection between the measured track densities and radon transport velocities.

5. RESULTS AND DISCUSSION

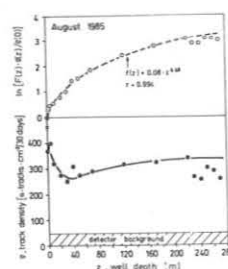


Fig. 2. A typical track density profile and the corresponding transformed curve

For the period of the observations the shapes of the track density distributions obtained were similar to the curve shown in Fig. 2.; they differed only in the mean by a factor 2-3. The alpha-track densities ranged from 50 to 400 tracks/cm 2 *30 days and the corresponding monthly mean radon contents of the well water were in the range from 300 Bq/m 3 to 150 Bq/m 3 , which were very low compared to other waters in the area. After performing the transformation (5) it is clearly seen that the radon content gradually decreases with increasing distance from the bottom of the well. The main trend of the measured data can be approximated by a straight line $f=kz$, which describes one dimensional upward flow of a radioactive gas with a constant velocity $v_{1D} = \lambda/k$ (Somogyi and co-workers, 1986). The correlation coefficients are in the interval of 0.8-0.9 and the values of v_{1D} range from 0.58 to 0.83 m/h. The mean of the calculated velocities is $\bar{v}_{1D} = 0.7$ m/h with a standard deviation of 10%. The good correlation indicates that the approximation is very good; nevertheless it can be improved by fitting the data with a power type function $f=az^2$ (see upper part of Fig. 2.). In this case v can be calculated numerically from the equation:

$$v(z) = \exp(-az^2) \left(\int \lambda \exp(az^2) dz + v_c \right)$$

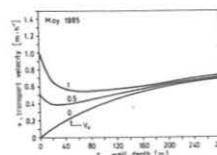


Fig. 3. Upward velocity vs. depth calculated for different v_c -s

where parameters a and b are determined from Eq.(7). Fig.3. shows the result of such a calculation. The value of v_c can be determined from the boundary condition at the top of the well. In our case it was estimated from the upper three points through constant v approximation. The obtained values of v_c are in the interval 0.05-0.25 m/h.

For the interpretation of the observed high transport velocities, the data were compared to calculations performed according to the microbubble transport theory (Várhegyi and others, 1986). The obtained correlation coefficients are in the interval 0.6-0.7, which are rather poor compared to those obtained above.

On the other hand, in every physical system, where thermal gradients are present, thermal convection takes place, which can induce convective flows in certain circumstances. From the

point of view of hydrodynamic stability such a system is characterized by the product of the Grashof and Prandtl numbers (Landau, 1980):

$$GP = \frac{A \cdot R^3 \cdot g \cdot b}{\chi \cdot \nu}$$

where A is the thermal gradient [$^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^{-1}$], R is the radius of the tube [m], g is the gravitational acceleration $9.81 \text{ [m}\cdot\text{s}^{-2}]$, b is the coefficient of thermal expansion [$^{\circ}\text{C}^{-1}$] and χ and ν are the coefficients of thermal conductivity and kinematic viscosity [$\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$], respectively. This number determines the stability of a given physical system against convectional movements. If GP is larger than a critical value, the criteria for the beginning of convection is fulfilled. Knowing all the parameters (Juhász, 1987), we can calculate GP for this well. The values obtained are 2-3 orders of magnitude higher than the critical value. Concluding we can say, that most probably the thermal gradient induced convection plays a significant role in governing the radon transport in this well.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported in part by the Hungarian Academy Research Foundation contract No. AKA 1-3-86-185.

REFERENCES

1. JUHÁSZ, J.: Hydrogeology, Akadémiai Kiadó, Budapest (1987)
2. KORN, G.A and T.M. KORN: Mathematical Handbook for Scientists and Engineers, Műszaki Könyvkiadó, Budapest (1982)
3. KRISHNASWAMI, S., W.C. GRAUSTEIN and K.K. TUREKIAN: Water Resour. Res., 18, 1633-1675 (1982)
4. LANDAU, L.D. and E.M. LIFSHIC: Theoretical physics VI. Tankönyvkiadó Budapest (1978)
5. SERDJUKOVA, A.S., and I.T. KAPITONOV: Radon isotopes and their decay products in nature. Atomizdat, Moscow (1975)
6. SOMOGYI, G. and L. LÉNÁRT: Nuclear Tracks, 12, 731-734, (1986)
7. VÁRHEGYI, A., I. BARANYI and G. SOMOGYI: Geophysical Transactions, 32, 235-253

HAKL, József; SOMOGYI, György
Institute of Nuclear Research
of the Hung. Acad. of Sciences
H-4001 Debrecen, POB.51

LÉNÁRT, László
Technical University for Heavy Industry
H-3515, Miskolc

RADON MAPPING IN CAVES OF EASTERN BUKK REGION

LÉNART, Laszlo - SOMOGYI, György - HAKL, József - HUNYADI, Ilona

1. ABSTRACT

Radon mapping has been performed in the Létrási-Vizes, Anna, Istvánlápá, Szepessy and Miskolctapolcai-tavas caves at 37 different places in streaming, dropping and stagnant waters as well as in air and soil. In the majority of cases clear ventilation forced seasonal variation was found, which was strongly affected in some cases by the presence of water. In connection with the Létrási-Vizes cave it was shown that the inflowing water itself was the most significant radon source.

2. INTRODUCTION

The Institute of Nuclear Research of the Hungarian Academy of Sciences in Debrecen has been performed environmental Rn activity concentration measurements since 1977 with alpha sensitive solid state nuclear track detectors [1]. The first underground Rn measurements started in the middle of 1978 in the Hajnóczy cave situated in the Southern part of Bükk region [2]. These were preceded by numerous continuous observations in other Hungarian caves. In the Eastern Bükk region we have started measurements at the Létrási-Vizes and Anna caves in February 1983 and at the Miskolctapolcai-tavas cave in October 1983. Also the Szepessy and Istvánlápá caves were investigated for the period slightly longer than one year starting in December 1983 and finally in October 1988 we set off measurement at István cave, which is opened for the public.

2. METHOD

The general description of the Rn measuring technique by solid state nuclear track detector (SSNTD) can be found in Refs. [3,4]. Briefly, the method consist of exposing small strips of solid state nuclear track detector foils by the alpha particles emitted in the radioactive decay of radon, the ubiquitous noble gas. Alpha particles entering the plastic detector create damage zones, which can be revealed as microscopic pits (tracks) by successive etching in NaOH solution. The radon activity concentration is proportional to the observed track density. In our measurements LR 115 type II (Kodak Pathe, France) and MA-ND/alpha (Hungarian Optical Works (MOM), Hungary) track detectors were used in a cylindrical geometry, and the detectors were attached to the bottom inside the cups. In case of underwater measurements a diving cup is used to keep an air gap in the vicinity of the detector foil and the radon activity concentration of water is calculated according to the partition law of radon between water and air phases [5]. Henceforth radon activity concentrations always refer to the indicated phase. The detectors were changed regularly in 30-40 days, and the observed data were corrected to 30 days. These fairly simple measurements afford us an opportunity to study the exhalation of radon gas from the cave walls into the air, and to use the patterns of radon activity to detect currents in cave the air, main direction in the Rn transport processes, to compare Rn concentrations of different substances, to follow seasonal and long term variations, and obviously to find out the average radon concentration. Table 1. summarizes the type and number of different measuring sites.

Table 1. Measuring sites

Cave	Code	Soil	Air	Spring (Well)	Stream	Lake	Dropping water
Létrási-Vizes	Lt	6	7		3	1	3
Szepessy	S	3	4		1	1	1
Istvánlápá	I	1	2				1
István			4				
Mtapolcai-tavas	TT		1	2			
Anna	Am		3	4			

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. SEASONAL CHANGES AND DEPTH PROFILES

Figs.1. and 2. show typical patterns of radon activity concentrations for the Létrási-Vizes and Anna caves over the six year observation time. One of the curves shows clear seasonal variation with summer maxima and winter minima (Lt7) and similar variation can be found at almost all measuring sites in the Létrási-Vizes cave with the exception of that part, where more or less continuous water inlets are present (Lt21). In the waters and air of the Anna cave regular changes are still less apparent. Fig.3. shows the vertical cross section of the Létrási-Vizes cave and the corresponding radon activity distribution averaged for the six year long period. In table 2. radon depth distributions for two other caves are presented.

Table 2. Radon concentrations in different depths

Cave name	Code	Depth(m)	Mean Rn activity concentration [Bq/m ³]
Szepessy	S1	35	378
	S4	110	830
	S7	140	969
	S10	170	810
Istvánlápá	I4	130	550
	I1	215	700

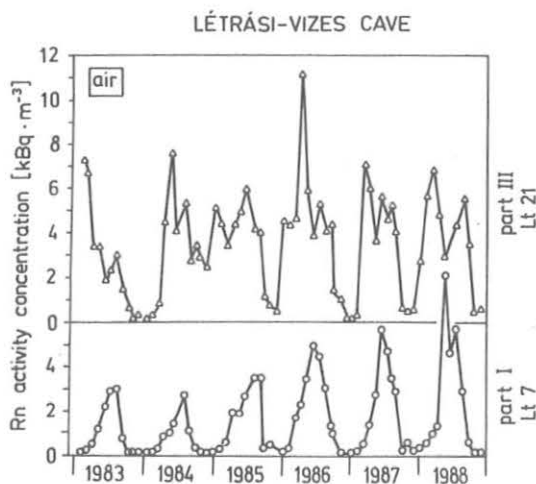


Fig.1. Radon activity concentrations in air of the Létrási-Vizes cave

According to the temporal and spatial variation of the radon activity concentration in the Létrási-Vizes cave we can differentiate three parts (Fig.3.). In the evaluation process of the radon observation series the long term variations of amplitudes were filtered by normalizing the data with one year long moving average (M₁). The normalized data are plotted against the elapsed time from the beginning of the actual year and presented on Fig.4.

In the first part the mean radon activity concentration increases from 1 kBq/m³ to 2.2 kBq/m³. The seasonal change of radon activity concentration is symmetrical (Fig.4. Lt7), with a fast increase in spring and fast decrease in autumn. This can be due to the high ventilation of the entrance part.

In the second part the mean radon activity concentration shows a small fluctuation around 2.2 kBq/m³. The seasonal change is more asymmetrical in time (Fig.4. Lt12, Lt18), the variation of spring values is higher.

The change of the radon activity concentrations in the first two parts showed a close connection with the temperature differences between the cave and outside. It follows that in these parts air currents play a dominant role on governing the radon levels [6,7].

The highest mean radon activity concentrations, around 4 kBq/m³, were measured near the Lake fed by a stream. In this third part the data can be characterized by a high variation in spring and a lower variation in autumn (Fig.4. Lt21). It means that beside the effects of ventilation the inflowing waters have more significant role influencing the radon levels.

3.2. RADON ACTIVITY CONCENTRATIONS IN DIFFERENT SUBSTANCES

Simultaneous measurements of radon activity concentration in different substances were performed at 6 places, 2 in the Létrási-Vizes, 1 in the Istvánlápá and 3 in the Szepessy caves.

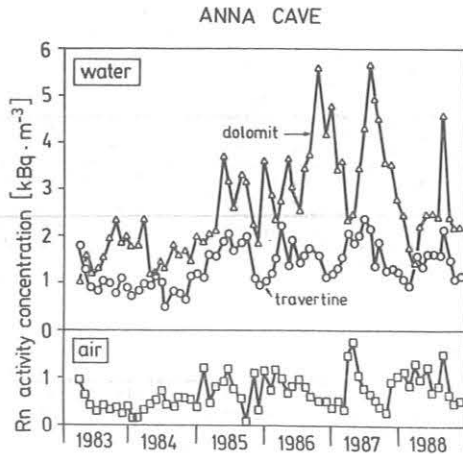


Fig.2. Radon activity concentrations in waters and air of the Anna cave

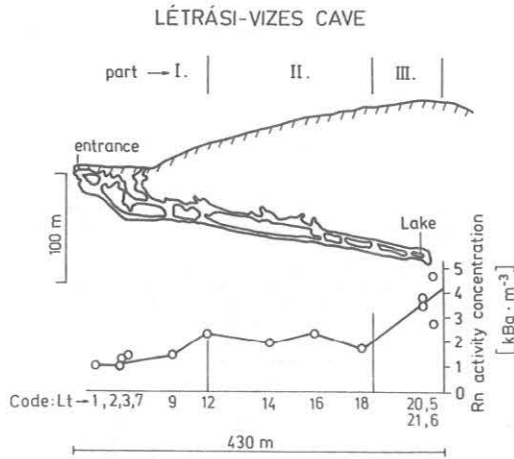


Fig.3. The vertical cross section of the Létrási-Vizes cave and the corresponding average radon activity concentrations at the measuring sites

The longest, therefore the most valuable time series obtained are at the Lake in the Létrási-Vizes cave. Fig. 5. shows radon activity concentration changes at the Lake for four sites over the six year long time period. The observations are the following:

a/ In the Létrási-Vizes cave at the Lake the radon concentration varied strongly with time. The highest average radon activity concentration was found in the stream (2.0 kBq/m³, air equilibrium equivalent = 5.1 kBq/m³), then in decreasing order in the air above the Lake (3.4 kBq/m³), on the surface of a clay hang near the stream (3 kBq/m³) and in the water of the Lake (1.0 kBq/m³, air equilibrium equivalent = 2.6 kBq/m³).

b/ When the stream in the Létrási-Vizes was dry, the radon concentration in the Lake fell to zero, while the concentrations in other substances depending on the season were low in winter and high in summer. In case of active stream, elevated radon levels were always measured in the surrounding of the Lake. The radon concentration found in stream showed a good correlation with the water yield of the stream (see Fig. 5.).

It follows that radon is essentially carried to the Lake by the stream. These observations can be explained by the way, that subsurface waters permeating porous rocks can significantly be enriched in solved radon, so then entering the cave they may increase the radon concentrations by degassing inside the cave.

c/ At each site in the Szepessy and Istvánlápá caves we always measured low radon activity concentrations with only a slight change in time. The sequence of the averaged data showed another character then those observed around the Lake in the Létrási-Vizes cave. The highest mean values were found in soil and air (about 900 Bq/m³). The concentration values found in stagnant waters are lower and similar to that measured in dropping waters of the Létrási-Vizes cave (200 Bq/m³, air equilibrium equivalent=500 Bq/m³).

The difference between the values of mean radon concentrations in different caves is apparent. From the

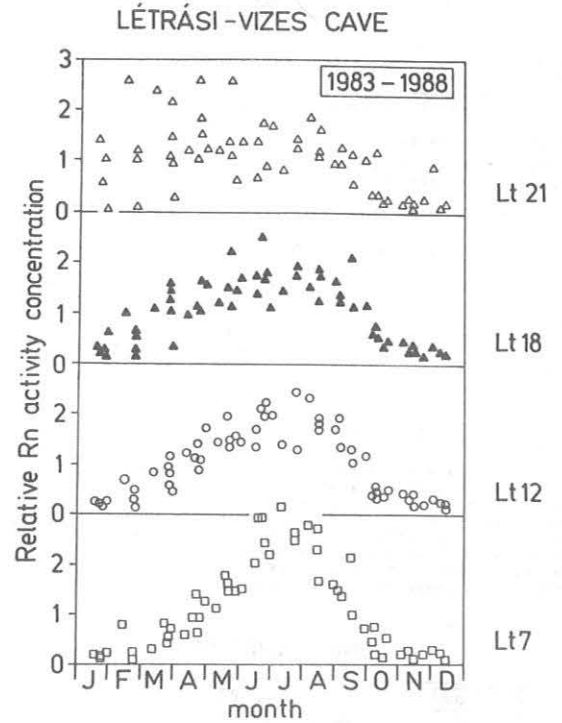


Fig.4. Relative radon activity concentrations in air calculated by normalizing the data by one year long moving averages (MA)

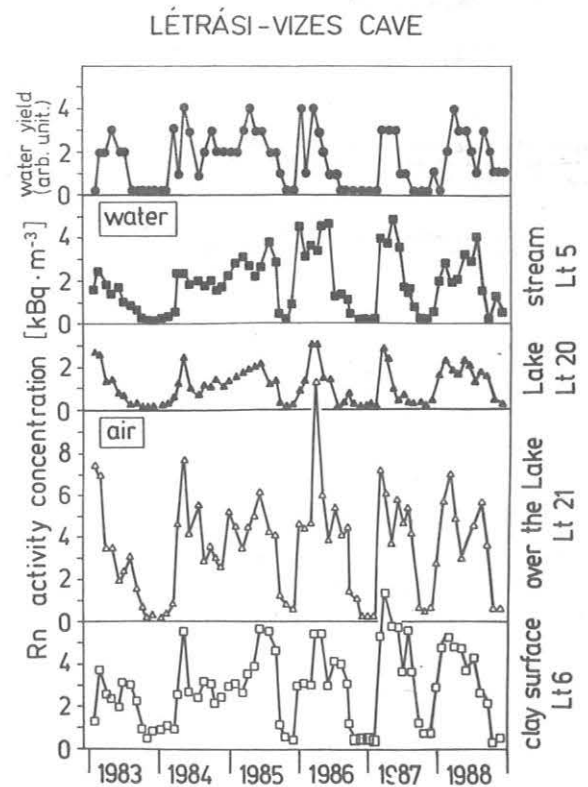


Fig.5. The radon activity concentrations in different substances at the Lake in the Létrási-Vizes cave and water yield of the stream over the six year period of observation

summarized data we can conclude that from the point of view of ventilation the Szepešy and Istvánlápá caves can be regarded much more closed than the Létrási-Vizes cave. The form of these caves (more than 100 m deep narrow vertical entrances) also gives a good support for the latest statement. In these caves there are also the clastic deposits of non karstic origin among the sources of radon, which were transported into the caves by late waters. However in the lack of strong fluid motions, which can significantly influence the radon levels in caves, the formed radon concentrations are lower, than in the nearby Létrási-Vizes cave.

The mean radon levels in these caves, taking into account all the detectors, are given in table 3.:

Table 3. Mean radon activity concentrations [kBq/m³]

Cave	Air	Spring (Well)	Stream	Lake	Dropping w. water
Létrási-Vizes	2.2		2.0	1.0	0.3
Szepešy	0.8	0.2		0.1	0.2
Istvánlápá	0.7				0.2
Mtapolcai-tavas	0.5	2.0 (cold) 5.2 (warm)			
Anna	0.7	1.5 (travertine) .0 (dolomite)			

3.3. LONG TERM VARIATION

It is apparent on Fig 1. that beside the seasonal changes in the radon activity concentrations at Lt7 measuring site a long term variation is also present effects. This fact can be seen more clearly on the smoothed time series on Fig.6. The mean air radon activity concentration of the Létrási-Vizes cave changed a factor about 2 and the maximum was in 1986-87. The same effect was observable in the cold water spring from dolomite in the Anna cave, where an increase can be found since 1983 till 1987.

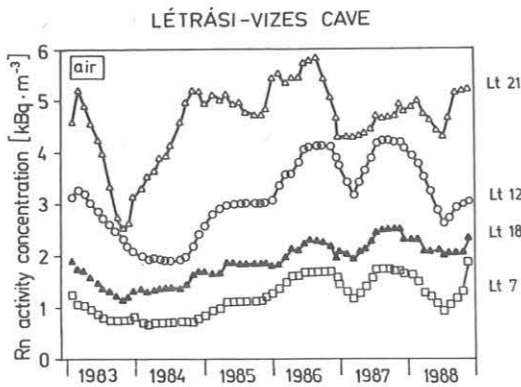


Fig.6. The long time variation of the radon activity concentrations in air at different measuring sites in the Létrási-Vizes cave

In the Miskolctapolcai-tavas cave we observed similar patterns in the warm water spring but only in 1983-85.

4. CONCLUSIONS AND SUMMARY

The primary sources of radon in cave are the bedrock and clay itself. The concentrations of radon in air are formed according to fluid motions, which motions, in addition, were also detectable in the majority of radon records. At the Létrási-Vizes cave when air entered the cave through the entrance in winters, it diluted, decreased radon concentrations, while if through smaller fissures in summers, where it accumulated considerable amount of radon, increased radon concentrations in the cave itself. The presence of radon carrying stream was also traceable in air radon records. In the Szepešy and Istvánlápá caves the lack of strong fluid motions was observable. The similarities found in the long time variation of radon concentrations of different caves of Eastern Bükk region indicate the presence of a general phenomenon, for the better knowledge of which we would like to continue and extend the Rn observations in future.

ACKNOWLEDGEMENT

We would like to thank Mrs. E. Molnár and Mrs. G. Sepsy for their high quality technical assistance. This work was supported in part by the Hungarian Academy of Sciences, Research Fund contract No. AKA 1-3-86-185.

REFERENCES

- SOMOGYI, G., L. MEDVECZKY, Zs. VARGA, I. GERZSON and I. VADOS: (1978) Field macroradiography measuring radon exhalation, *Isotopenpraxis*, 14, p. 343-347
- SOMOGYI, G., Zs. VARGA, G. NÉMETH, J. PÁLFALVY and I. GERZSON: (1983) Radon measurement in the Hajnóczy cave, *Izotoptechnika*, 26, p.38-52 (in Hungarian)
- FLEISCHER, R.L. and A. MOGRO-CAMPERO: (1978) Mapping of Integrated Radon Emanation for Detection of Long Distance Migration of Gases Within the Earth: Techniques and Principles, *Journal of Geoph. Res.* 83, p. 3539-3549
- SOMOGYI, G., B. PARIPÁS and Zs. VARGA (1983). Measurement of radon, radon daughters and thoron concentrations by multi-detector devices. Proc. 12th Int. Conf. on SSNTDs, Acapulco, Pergamon Press, Nucl. Tracks 8, 423-427
- SERDJUKOVA, A.S., and I.T. KAPITONOV: Radon isotopes and their decay products in nature. *Atomizdat, Moscow* (1975)
- ATKINSON, T.C., P.L. SMART and T.M.L. WIGLEY (1983). Climate and natural radon levels in Castleguard cave, Columbia Icefields, Alberta, Canada. *Arctic and Alpine research*, Vol.15, No.4. 487-502.
- GÉCZY, G. I. CSIGE and G. SOMOGYI: Air circulation in caves traced by natural radon. Contribution to this conference

HAKL, József; SOMOGYI, György; HUNYADI, Ilona
Institute of Nuclear Research
of the Hung. Acad. of Sciences
H-4001 Debrecen, POB.51

LÉNÁRT, László
Technical University for Heavy Industry

THE LITHOLOGICAL STRUCTURE OF CAVE BARADLA IN AGGTELEK AND OF ITS ENVIRONMENT

PIROS, Olga - GYURICZA, Gyorgy

The cave was formed in the Middle Trias limestone, main component of the Aggtelek mountains. The Jósvalfó cave-section, up to the Giants' Hall consists of Middle Trias Gutenstein limestone. It is dark-grey or black, locally with some marl and almost void of any fossils. From the Giants' Hall to the Aggtelek entrance the rocks belong to the Steinalm and the Wetterstein limestone formations. As to the SLF here the lagoon facies is presented, as to the WLF both reef and lagoon facies are found. Both are light-grey, thick-bedded, splintery, the difference is seen only in the microfacies and the fossil content.

The cave follows the main tectonic lines. The fissures were dissolved by seeping water and eroded by the water-transported sediments until they became as broad as seen today.

To interpret the tectonical features of the present cave one has to use statistics.

To interpret corrosion and erosion and their role in forming the cave is a basic question to understand the genetics of the Baradla cave.

Present hydrogeology helps also in elucidating the erosion effects of the past.

It was in 1976 that the speleologists' team Baradla started sedimentological exploration in this area. In the beginning the sediexploration work was promoted by the Lajos Kossuth University and later also by the Lorand Eötvös University. It became possible to extend the programme in 1980, when the Hungarian Geological Institute launched the geological mapping of the Aggtelek-Rudabánya Mountains. This work was completed in 1986. This paper will briefly describe the results concerned.

1. THE LOCATION OF THE EXPLORED AREA

The watershed of Cave Baradla is found in the Gömör-Torna Karstic area, a relatively small area of the Inner-Western Carpatians. The western area of the karst is formed by the plateau Pelsőc and the Konyár, whereas its area lying between rivers Sajó and Bódva forms a contiguous geographical unit, the central part of which is the so-called Silician plateau. A part of this plateau, extending to Hungarian territory and bordered by rivulets Kecsó and Jósvalfó is the Plateau Aggtelek, in the rock mass of which gigantic caves such as Cave-system Domica-Baradla and Cave Béke were formed. Due to the differences

Die Höhle entstand im mitteltriasischen Kalkstein, aus welchem der Überwiegende Teil des Aggteleker Gebirges besteht. Die Jósvalfó Strecke ist bis zum Saal der Riesen mitteltriasischer "Gutensteiner" Kalkstein. Dies ist ein meistens dunkelgrauer, schwarzer, stellenweise mergeliger, fossilien k um bergener Kalkstein. Vom Saal der Riesen bis zum Aggteleker Ausgang hat sich die Höhle in der Steinalm, bzw. Wettersteiner Kalksteinformation ausgebildet. Wir können sowohl die Lagunenfazies der Steinalm Kalksteinformation, als auch die Klippen- und Lagunenfazies der Wettersteiner Kalksteinformation vorfinden. Die Gesteine beider Formationen sind hellgraue diokbankige Kalksteine, von splittrigem Bruch. Unterschied gibt es nur in der Mikrofazies und Fossiliengehalt.

Die Gänge der Baradla haben sich entlang der tektonischen Hauptlinien ausgebildet. Die Initialgänge wurden durch die korrosions- und Erosionstätigkeit des neben dem Spaltsystem einsickernden Wassers auf die heutigen Ausmassen erweitert.

Die Interpretation der komplizierten tektonischen Verhältnisse des jetzigen Gangsystems ist bloss auf statistischem Wege möglich.

Die Interpretation der Korrosions- und Erosionsverhältnisse, und ihre Rolle im Entstehen der Höhle ist eine sehr wichtige Frage der Genetik der Baradla-Höhle.

Die Beurteilung der jetzigen hydrologischen Verhältnisse hilft die Auswertung der Erosionswirkung.

between the topographical and hydrogeological factors, no exact boundary could be identified for the watershed of Cave Baradla. As the Kecsó-patak / rivulet Kecsó / feeds a part of its delivered water into system Baradla / SZILÁGYI F., 1988 / and the schlier blocks that are tectonically dismembered and mosaic-like elevated, return a part of the precipitation water into the system by damming, the hydrogeological watershed may be even several times the topographical one. Therefore we had to extend our lithological examination over the morphologically justified borders, also.

2. THE LITHOLOGICAL CONSTRUCTION OF THE AREA

2.1. Mesozoic rocks

2.1.1. Gutenstein Limestone and Dolomite Formation

The oldest formation in the watershed is the carbonate sediment from the Middle Triassic, in which the system of galleries was also formed. This can be divided essentially into two, clearly separated rock types with their boundary stretching across / Őriások terme / the Giants' Hall / also. The cave entrance, from the entrance at Jósvalfó to this point was formed in Gutenstein Limestone and Dolomite Formation. The typical Gutenstein Limestone is dark grey

or black and is laced with white and brownish-red calcite weins.

In addition, it is wellaminated. The thickness of beds varies from 10 to 50 cm. The rock is of massive textured and is almost absolutely free of macrofossils and smells bitumenous when being striken. Its insoluble residue is 0,65 to 2,25 weight percent. CaO/MgO: 73,1/8,4=8,7.

/ Borka Zs. 1982./ There are several spots in the gallery where the thick-bedded version of this rock, named Annaberg Limestone after A. TOLMANN /1976/ is exposed. Both the typical Gutenstein Limestone and the Annaberg Limestone have micrite texture.

Grey and ashen-grey, thin, massive or fine-grained dolomite beds with bitumenous content were interbedded between the lowest limestone beds of the Gutenstein sequence. However, they became dominant - unlike the Alpine type - only in the upper two-third of the sequence, in the area of the mountains. Marly intercalations with a thickness of 5 to 15 cm, not encountered in the surface exposures can be frequently observed in the cave.

It is striking how poor fossil content the Gutenstein Formation has. There are only a few foraminiferal species involved there. On the basis of its microfacies, its poor fossil content and high bitumene content it seems to have been formed - alike the typical Gutenstein Limestone - in shallow lagoons, at low energy level of transport.

The stromatolitic structure that can be sporadically observed indicates the presence of blue algae mats, while the dolomite formation refers to the thickening caused by the warming-up of the lagoon water. The formation of marly beds was due to the inwash of terrigenous material, being characteristic of the nearshore parts. The stratigraphic age of the Gutenstein Formation is Early Anisian.

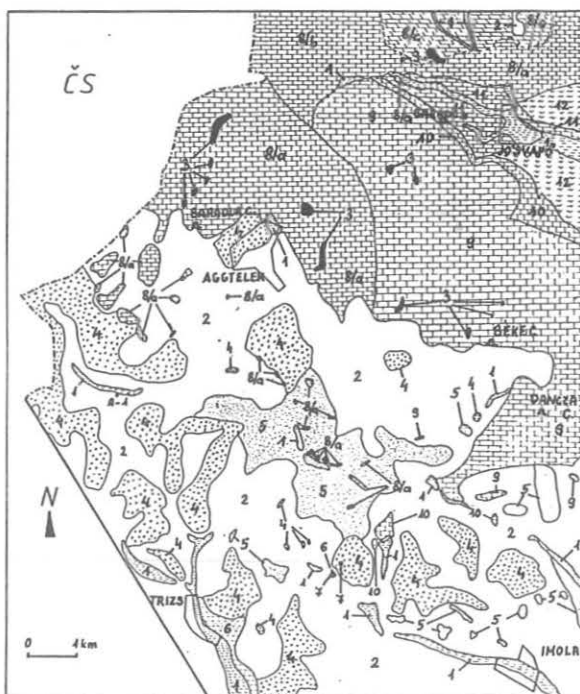
The rock is hardly subject to dripstone formation, therefore the Gutenstein Section of the gallery at Jósvalfó is considerably different from the morphological image of the cave. The rock type being dominant in the image of Cave Baradla is the Steinalm - Wetterstein Limestone Formation. The system of galleries was formed in accordance with this sequence, from the entrance at Aggtelek to the Őriások terme / The Giants' Hall/.

This mass of rock that is almost absolutely uniform macroscopically is a light grey, thick-bedded, massive sort of limestone with splintery-conchoidal fracture. However, on the basis of the fossil content, microscopically, there are essential differences that one can observe.

Thus two formations, i.e. the Steinalm Limestone Formation, and the Wettersteini Limestone Formation can be distinguished. The latter has two distinguishable facies, namely the reef facies and the lagoon facies.

2.1.2. Steinalm Limestone Formation

It is only the lagoon facies of this formation



The covered geological map of area around Baradla cave

O. Piros, L. Róth, F. Szilágyi, Gy. Gyuricza, 1986. /

- Legend: 1. Alluvium, 2. Eluvium, 3. Red clay, 4. Poltár Gravel Formation, 5. Edelény Form., 6. Putnok Schlier Form., 7. Bretka Limestone Form., 8. Wetterstein Lim. Form.: 8/a Lagonal facies, 8/b Reef fac., 8/c Dolomite, 9. Steinalm Lim. Form., 10. Gutenstein Lim. Form., 11. Szinpetri Lim. Form., 12. Szin. Marl Form.
A-1 : borehole
----: boundary

that can be clearly identified in the Aggtelek Mountains, so in the watershed of the cave, as well. This formation can be tracked approximately to the Sárkányfej / Dragoon Head/, when heading from the Őriások terme / The Giants' Hall/ towards Aggtelek. It has a considerable fossil content and involves, in addition to Gastropods, Dasycladaceas also, which are Physoporella and Oligoporella species being characteristic, first of all, of the Pelsonian and the Illyrian.

Its microfacies includes biopelmicrosparite, biopelsparite, grainstone.

There are sporadic occurrences of oncoidal limestone also, within the Steinalm Limestone Formation. Its stratigraphic age and fossil content are identical with those of the Dasycladaceas limestone.

The genesis of Steinalm Limestone Formation can be explained by the opening of the previously confined Gutenstein lagoon as well as by the slow and steady subsidence of the plateau. Its stratigraphic age: Middle-Upper Anisian.

2.1.3. Wetterstein Limestone Formation

The formation of its reef facies began in the

Anisian. This is shown by the cave section ranging from Sárkányfej / Dragoon head/ to the 4400 m of Cave Baradla, where the alternation of reef clastic limestone and limestone with lagoon facies can be observed / Borka Zs. 1983 /. The reef facies is represented first of all by large Crinoid and Brachiopod skeletons of good preservation, and among the Dasycladaceas, at the 4400 m of the cave, the *Diplopora annulatissima* representing the Upper Anisian and practically the boundary of the Anisian and the Ladinian can also be observed.

The limestone of reef facies stretches as far as the Vaskapu / Iron Gate/ in the cave and includes, in addition to Crinoids and Brachiopods, Corals also. Based on surface observations this reef limestone corresponds to an Upper Anisian - Ladinian patch reef of the Mountains. Its microfacies is grainstone. From Vaskapu / Iron Gate/ to the entrance in Aggtelek the cave is found in limestone with lagoon facies. This limestone is mostly a light grey, thick-bedded massive limestone with splintery fractures. Its fossil content includes mainly Dasycladaceas and Gastropods. The Dasycladaceas are represented by the *Diplopora annulata* and the *Acicucella* sp., both classified as Ladinian.

In the built-out Aggtelek section of the cave the dark grey type of the Wetterstein Limestone the texture and fossil content of which are entirely identical with those of the light grey type and which is nested in it, can be observed at several places. This limestone is supposed to have formed in the confined depressions of the lagoon, under the circumstance of very low oxygen content.

The texture of the Wetterstein Limestone of lagoon facies is composed of biopelmicrosparite, biopelsparite, biomicrosparite, grain supported grainstone.

2.2. Neogene and Quaternary rocks

The carbonate sedimentation is supposed to have completed at the end of the Triassic and to have been followed by the formation of the tectonic structure and development of the terrestrial surface till the beginning of the Anisian. At the end of the Oligocene and in the Earlier Miocene the present area of the karst started to subside at a slow rate. The first trace of transgression can be observed west of this area, at the sinkhole Ördöglyuk / Devil's hole/ of Imola. That is where the key section of the occurrence of the Bretka Limestone Formation in Hungary can be studied.

This rock is composed, first of all, of the poor- and medium-rounded clast of the Steinalm Limestone Formation. This clast is cemented together by lime. Considering its Miogypsina content its stratigraphic classification is clearly Lower Miocene / Egerien/ / Báldi T. 1983/.

The subsequent of the basin resulted in the accumulation of a new type of fine-grained clast of large thickness.

The so-called Putnok Schlier Formation has a considerable extension at the S - SE edge of our area. It is wedged out at the nearkarst part of the watershed and, due to tectonic effect, turns into a typical heteropic facies which is described as a "graphite shale", on the basis of a borehole. The assumed N boundary of the Lower Miocene basin seems to have stretched close to the present-day edge of the karst.

The material of the Putnok Schlier Formation is relatively uniform in lithography and includes argillaceous marl with siltstone, with a CaCO₃ content of 20-32 % / Gyuricza Gy. 1982/. Carbonized plant remnants can also be frequently observed along the lamination plains of the thin-bedded sequence. In regard with its Amussium content, the rock corresponds to the Eggenburgian of the Lower Miocene / Báldi T. 1983/. On the surface it can be observed at road-cut Ragály-Trizs as well as in association with the Bretka Limestone Formation. It was penetrated in a thickness of 250 m in the borehole Ragály-1, found a little far off.

The subsidence of the basin took a long time and filling process was uniform, therefore a relatively stable palaeogeographical image could be formed in the Lower Miocene. Subsequent to the regression in the Middle Miocene a longlasting development of terrestrial surface started in our territory, causing the final member of the schlier and possibly the majority of the autochthonous sediment having bauxite content and laying over the karst, to erode / Csillag P. 1954/.

In the Lower Pannonian of the Upper Miocene the part of the watershed, which is covered by detrital deposit was hit - parallel to the renewal of Lower Miocene structural elements - by another transgression, the period and the degree of sedimentation of which were lower than those in the Lower Miocene.

Mainly sandy, argillaceous, mostly alluvial deposits, from the direction of the Szepes-Gömör Ore Mountains and the Vepor were sedimented on the eroded surface of the schlier. This deposit of several ten metres, the majority of which being non-calcareous, filled the roughness of the surface. West of the foreland of

Baradla the typical lacustrine - paludal beds of the Edelény Formation were accumulated, sometimes combined with lignite formation, in small and large swamps. In our area the boundary of fluvial and lacustrine sedimentation of the Lower Pannonian was drawn close to the present-day open karst and is likely to have extended, south of the watershed, over Slovakian territory also.

Fine-grained or medium-grained sand, weathered to pale yellow and containing no fossils is dominant in the surface occurrence. This deposit, in addition to the almost watertight schlier, has the role of water transfer and reservoir in the foreland of the karst.

Considerable changes took place in the broader environment of the area during the Pannonian-end period that is likely to have extended into the Pliocene.

The Mosozoic frame of the Komjáti-medence / Basin Komjáti/ that had already subsided in the Lower Pannonian, elevated more intensively, thereby causing an intensive progress of incision to start in the heavily tectonized rock of Jósua-völgy. At the same time a large amount of fluvial sediment with coarse-grained gravel content was transferred in the foreland of the karst, due the elevation of the mass of the Vepor. The level of accumulation of the sequence can be tracked to

400 m, at the northern part of the hilly region.

The thickness of the deposit classified as the Poltár Gravel Formation varies in the range of 10-50 m, at the southern part of the watershed. Its material is characterized by the coarse gravel fraction, the maximum diameter of which can attain even 20 cm in our area. Its material includes mainly quartzite and has a subordinately low metamorphite content / mica-schist, quartzite-schist/. In some exposures the cross-bedding can be observed and the appearance of sandlenses is frequent. As the sedimentation lasted till the Middle Pleistocene, for some beds manganese encrusting can be observed on the pebbles. As for the upper beds, there are glacial phenomena / such as "ice bag"/ known from there.

The formation of the alluvial cone was gradually shifted in the S direction. A part of the accumulated deposit started to be transported toward the dismembered limestone representing the relative low terrain, leaving a recognizable system of walleys behind.

The subsequent advance of incision of the Jósua-völgy / Valley Jósua/ accelerated this process. The present-day image of the watershed formed slowly in the Pleistocene. The unconsolidated sedimentary terrain partially eroded. Due to the subsidence of the relative erosion base of the Jósua-völgy, the bathycapture line was formed at the Aggtelek part and the surface load transport was shifted into the interior of the tectonically preformed rock.

The majority of debris of the typical red clay overlaying bed that had been accumulated on the karst surface since the Tertiary and consisted, genetically, of several components / Eocene karstic bauxite of the Mesozoic-end, Miocene volcanic tuffs, Pleistocene

loess/ was eroded and was partly washed into the karst-edge dolines by several resedimentation, partly mixed with the coarse-pebble sequence.

The various deposits accumulated from the watershed were transported further in the system of galleries during the surface denudation and the cave formation, and mixed with the limestone cobbles and blocks coming off from the cavity wall as well as with the detritus of dripstones and dripstone crusts / Piros O. - Gyuricza Gy. 1986/. Pleistocene fauna are frequently encountered in the filling material. However, they are not suitable for exact stratigraphic classification. Attempts were made to classify this sequence in terms of a formation, but, due to the lack of applicable characteristics this kind of classification had to be omitted.

REFERENCES

1. BÁLDI, T.: Magyarország oligocén és alsómiocén képződményei. Bp-Akadémiai Kiadó 1983.
2. BORKA, ZS.: Adatok az Aggteleki-fennsík triász rétegtanához. Kézirat. Szakdolgozat, ELTE Földtani Tanszék. Budapest 1982.
3. CSILLAG, P.: Jelentés a Bükk-hegység DK-i és ÉK-i peremvidékén és Aggtelek-Jósuaifő környékén végzett földtani térképezési munkáról. MÁFI Adattár. 1954.
4. GYURICZA, Gy.: Az Aggteleki Karszt előterének laza üledékei. Kézirat Egyetemi doktori értekezés. KLTE, Ásvány-és Földtani Tanszék Debrecen. 1982.
5. PIROS, O.-GYURICZA, Gy.: A Baradla-barlang eróziós genetikai vizsgálata. NME Közl.I. sorozat, Bányászat / 33./ 1-4 füzet 1986. p.47-55
6. SZILÁGYI, F.: Jelentés a Baradla-barlang vízgyűjtőjén végzett vízföldtani vizsgálatokról. Kézirat. MÁFI Adattár 1988.
7. TOLMANN, A.: Analyse des klassischen Nordalpinen Mesozoikum. Stratigraphie, Fauna und Fazies der Nördlichen Kalkalpen Wien. 1976.

CHARACTERIZATION OF THE CLIMATE OF BARADLA CAVE WITH MEASURING ITS CARBON DIOXIDE CONTENT SYSTEMATICALLY

VEGH, Zsolt

Getting to know the climate of the cave in details we should measure its parameters systematically. The CO₂ content of the air in caves takes an important position among other parameters. The changing of the CO₂ level which depends on the time and position is a very sensitive indicator of the air flow and ventilation of the cave.

There has been taken systematic measurements at several parts of the cave within the framework of the complex investigation of the Baradla-cave since 1986. We have been measuring the gas concentration with a very sensitive infrared method which is supplemented with measuring the temperature and testing the air flow.

On the basis of our data we could follow the changing of the CO₂ concentration in the different seasons and its daily fluctuation at each sampling spot. Our data are set against the former supposition and we say that the influence of superficial air and its inflow is possible at greater distances.

Systematic measurements has proved significant differences in the concentration between the two ends of the main line of the cave. We succeeded in registering such phenomena at some parts of the cave which make great non-discovered parts of the cave system provable.

One of the important fields of speleology is studying the special climates of caves. The information are essential for the utilization of caves which is established scientifically as well. The Baradla cave-researcher team has been continuing physiological investigations in Baradla Cave for years in order to know the effects of the climate. Measurement of physical and chemical parameters of the cave climate is strictly connected to the studies.

Its physical characteristics have been analyzed minutely by numerous scientists: Fodor /5/, Berényi, Justyák /2/. The aims of our work were partly continuing, enlarging of these investigations. We completed measurement of the physical parameters with the systematic measurement of the carbon dioxide concentration in the atmosphere. It was carried out with the infrared technique placed at our disposal by the Public Health Station of Veszprém county. Thus it was possible for us to determine the carbon dioxide content of atmosphere immediately from a little amount of samples with great accuracy and sensitivity. Recently we have carried out the expensive investigations with the support of the Ministry of Environmental Protection.

Baradla Cave is situated to the North-East of our country. Its cave system is approximately 25 kilometers long, of which 6,5 kilometers lie in the neighbouring Czechoslovakia. The information map of the cave with the presentation of the main sampling points is shown in Figure 1.

Annual change of the carbon dioxide concentration

Although, the carbon dioxide content of the atmosphere has been previously measured in many caves, these measurements were scattered /not regular/, continuous data are not known /5/. Our investigations were to get an overall view of both the annual formation of carbon dioxide content in the cave atmos-

A BARADLA-BARLANG KLIMÁJÁNAK JELLEMZÉSE A RENDSZERES CO₂ MÉRÉSEK TÜKRÉBEN

A barlangklíma minél részletesebb megismeréséhez elengedhetetlen a klíma paramétereinek rendszeres, szisztematikus mérése. A számos paraméter között fontos helyet foglal el a levegő széndioxid tartalma. Ez az összetevő a barlangklíma egyik terépiás hatókomponense, szintjének nagysága és változása az idő és hely függvényében a barlang szellőzésének valamint légáramlásának egyik érzékeny indikátora.

A Baradla-barlang komplex kutatásának keretében 1986 óta folynak rendszeres széndioxid koncentráció mérések a barlang számos pontján. A gázkoncentrációt az igen érzékeny infravörös technika alkalmazásával mérjük, amit a hőmérséklet és légáramlás mérések egészítenek ki.

Az adatok alapján nyomonkövethető a széndioxid koncentráció alakulása a különböző évszakokban, valamint a napi ingadozás és annak jellege az egyes mintavételi pontokon. A mérések szerint a felszíni levegő hatása, beáramlása a barlang belső térségeibe a feltételezésekkel szemben viszonylag nagy távolságokra lehetséges.

A rendszeres mérések kimutatták a barlang főágának két vége között kialakuló jelentős koncentrációkülbséget, sikerült olyan jelenségeket regisztrálnunk a barlang egyes pontjain, melyek eddig még fel nem tárj, kiterjedt járatrészek meglétét valószínűsítik.

phere and the local deviations.

The annual formation of the carbon dioxide content in the atmosphere of Baradla Cave is summarized in Figure 2. /The chart contains the mean values of two and a half years' data./ The graphs show that the carbon dioxide content has a typical annual fluctuation. After a maximum value in summer, there is a relatively quick and strong decrease in autumn. A low and stable level can be measured in winter which is followed by a slow increase in spring. The maximum in summer is gradually reached by the gas concentration. /We separately indicated the graphs of both the two entrances, at Aggtelek and Jósvalf, and the farthest points from the entrances./

The air flow in the cave shows Aggtelek — Jósvalf direction in summer and the opposite in winter /5/. Comparing the graphs it is evident that the annual course of the gas concentration is not modified essentially by the air inflow from the surface. Only the amplitude of the fluctuation changes / in summer / according to the ventilation of the sections.

At Aggtelek the cave has several entrances which open at different heights. Through the relatively open entrances a considerable air circulation forms which practically remains, though variable in strength, in every season. At Aggtelek in the winter the air flowing out from the cave, became diluted much under the mean value where local circulations were found. The isolation of the Jósvalf section is proved well by the observation that the little fresh air flowing in through this entrance didn't even decrease essentially the carbon dioxide concentration of the atmosphere at the closest sampling point to the entrance in the winter season. In the summer very high peak concentrations can be measured / 1-1,2% CO₂ / in the inner sections at a distance of 3-4 kilometers from the entrances where the air flow is very little / 0,1 m³/sec/.

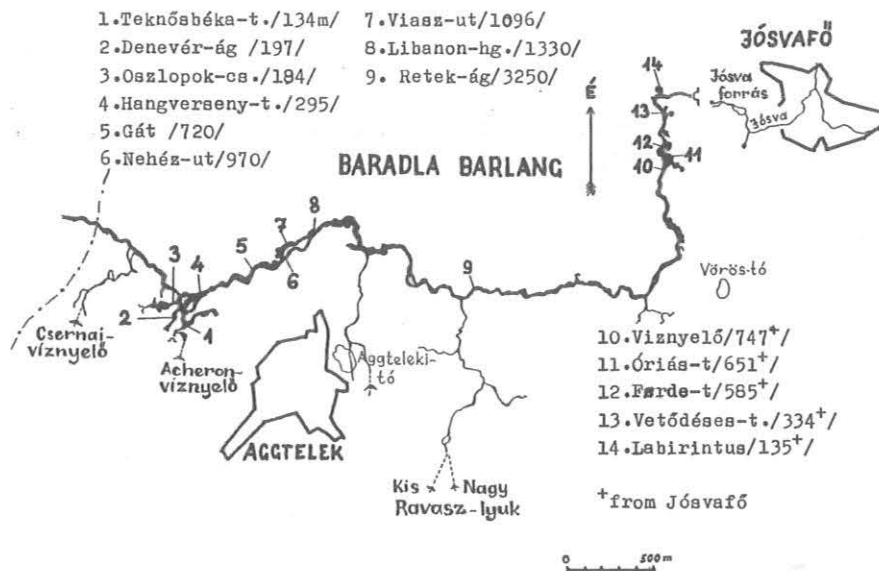


Figure 1. Information map of Baradla Cave with presentation of the main sampling points. /Distance from the entrance/

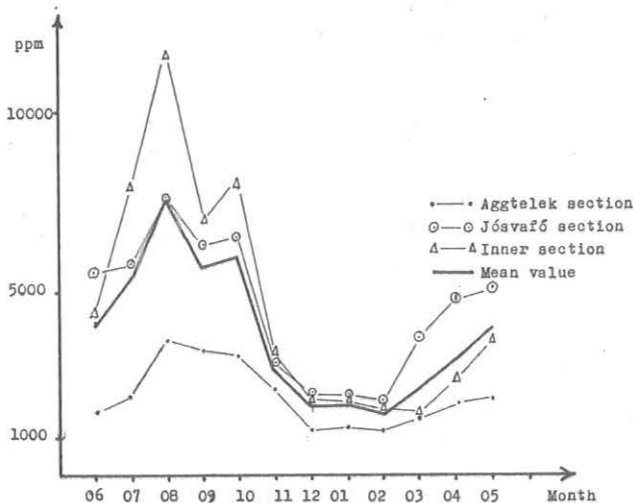


Figure 2. Annual change of the carbon dioxide level in Baradla Cave

The transport of carbon dioxide

It is argued how the carbon dioxide gets into the atmosphere of the cave. Is the water seepage, which undoubtedly effects the transport, a decisive factor?

On the basis of our measurements and the evaluation of the literary data on soil biology the concentrations we can measure seem to depend on the carbon dioxide content of the soil /1,3,6,8,/. Here I refer to the investigations carried out by László Zámbo on Aggtelek Barst. The author describes the course of carbon dioxide concentration of doline soil which is similar in caves /5/.

It is known that the life activities in the upper layers of the soil pause in winter. There is much less carbon dioxide getting into the cave atmosphere through the fissure system when the activity is decreasing /6,8,/. Because of the lack of supply the slow airchange is enough to ventilate the whole atmosphere of the cave.

From spring onwards, along with the increasing activity of the soil flora, the amount of carbon dioxide also increases in the soil atmosphere, thus, partly with the seeping water an increasing amount of carbon dioxide is getting into the fissure

network of the stone. After this, carbon dioxide gradually starts to flow into the cave atmosphere as well.

Without any doubt the process is also supported by the seepage maximum in this season but so far we didn't managed to show connection between the carbon dioxide content and the intensity of seepage.

Taking everything into consideration the climate, more exactly the temperature dependent activity of the carbon dioxide production of the soil is shown in the formation of carbon dioxide content in the cave atmosphere. The level we can measure at a given point of the cave can be modified by ventilation.

The effects of the surface atmosphere on the climate of the cave

On the basis of the physical parameters of the air coming in from the surface / temperature, humidity, etc./ change to cave air at approximately 30-150 meters from the entrance. The length of the so called equalization zone depends on the dimensions and morphostructure of the cave and the size of the entrance etc. but, at least in our country, it doesn't exceed the value mentioned before /5,7/.

The gas composition of the atmosphere -as it was shown by the measurements- doesn't reach a constant value at a much greater distance than this either. Mixing of the different air-masses and obtaining of the equilibrium is influenced by numerous factors. The most important ones are the following / without exhausting the subject entirely/: the carbon dioxide concentration and amount of the air coming through the fissure-system, its ratio to the outside air's and the temperature, density and velocity of the different air-masses.

Our measurements in different months show that the difference between the main temperatures of the distinct sampling points didn't exceed 0,8°C and the daily fluctuations were within the error of reading.

Unlike the temperature carbon dioxide concentrations differed significantly taken as a function of distance from the surface. This phenomenon occurred mainly at the Aggtelek section that can be due to its openness mentioned above. Figure 3,4 show the two characteristic /winter, summer/ carbon dioxide concentrations of the cave's entrance sections.

In Aggtelek section in summer the effect of the incoming air can be detected one kilometer away from the entrance as

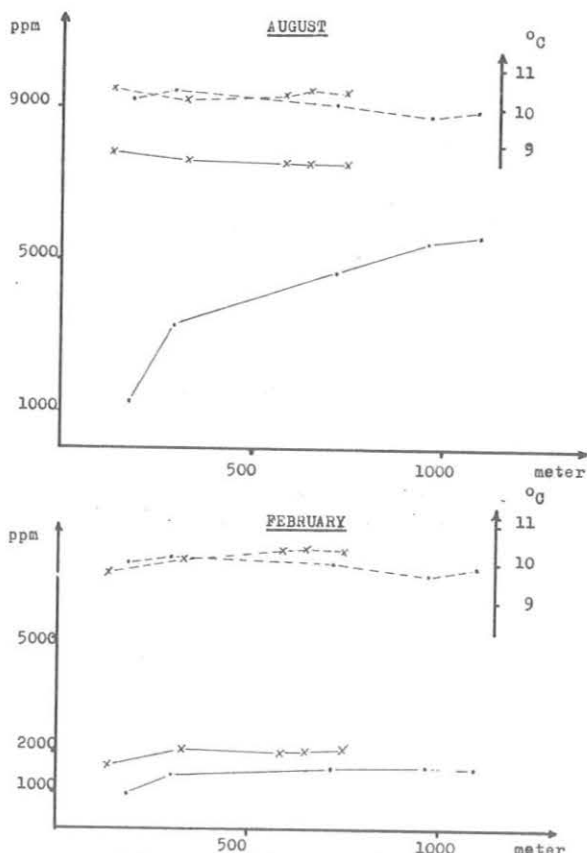


Figure 3,4. Change of the carbon dioxide level and temperature in function of distance from the surface
 —•— Aggtelek section —x— Jósvalf section

well. Even at such a distance we measured only 5200-5400 ppm instead of the expected 7600 ppm that is common in this part of the year. At Aggtelek the relative standard errors of the concentrations at the different points were between 6-10%. But, if strong wind blow or temperature changed on the surface the relative standard errors turned to 15-20% and even 30-35% near to the entrance. In winter the outside effects only the outer sections /Figure 4/.

In Jósvalf section a relatively constant carbon dioxide level can be found in winter or in summer. The air coming in wintertime cause only a slight dilution even at a point to the entrance. The area's relative isolation and its independence from the superficial meteorological effects are indicated quite well with the exception of one point /14./- by the 1-3% relative standard error of the carbon dioxide values.

Anomalies in the cave atmosphere

During the regular measurements we met unusually high carbon dioxide values obtained from samples taken in a little side passage called "Labirintus" /Labyrinth/ at Jósvalf. Similar anomalies were measured in the gas composition of the "Vass-ut" /Wax street/ at Aggtelek.

We haven't found any observations and descriptions like this in the literature yet.

Figure 5 shows this phenomenon. The chart contains the summary curves of an observation in March. First the gas inrush could be detected in spring. In the summer it is less striking for the carbon dioxide concentration of the incoming air only slightly exceed the high means which are common at this time. In winter the phenomenon doesn't occur at all.

According to our observations the carbon dioxide inrush

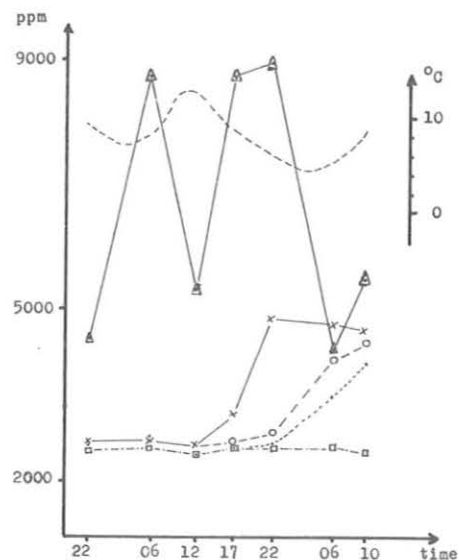


Figure 5. Daily change of the carbon dioxide content in the Jósvalf section
 Sampling points: 10.B, 11., 12.O, 13.K, 14.A

can be detected first, and it is the highest, when the average superficial temperature almost reaches 10,2°C, the mean value in this part of the cave. At that time air movements are very rare and variable in direction or totally absent. The situation was the same in the case shown by the figure. Even some days before the measurement the daily temperature exceeded 10°C and it didn't go below 0 at night either. During the measurements in the vicinity of the entrance there was a dead calm.

It is apparent from the chart that the carbon dioxide values measured at the "Labirintus"- although with great fluctuations- much exceed the concentrations measured at the surrounding points far from the entrances. It is the first time we succeeded to detect the way of the air thick with carbon dioxide in the cave.

As it is shown by the gradual level rises at the sequential sampling points the carbon dioxide enriched air was flowing towards the inner parts of the cave. The velocity of the air flow calculated on the basis of the observation times was 0,951 m/sec.

The only point where we could not show the presence of the carbon dioxide enriched air was the last but one called "Óriás terem" /Giant Hall/. That was the highest sampling point which lies 14 meters higher than the following one. Here we measured an uniform level which meant that the air flowed in the low layers, partly between the rocks, towards the inner parts of the cave.

The most likely source of the carbon dioxide enriched air is the airspace of the so called "Hosszú-alsóbarlang" / Long-Lower-Cave/ which extends under the cave. As it has been shown by isotope painting of water in earlier there is a cave system extending for several kilometers at a depth of 15-30 meters under the cave which hasn't been discovered so far. Its water rushes up to the surface in the Jósvalf-spring.

Probably the air-space of the system is closed from the surface because at that time in the part which is now discovered we measured 3000 ppm carbon dioxide level, the same as in the Jósvalf section. The carbon dioxide content of the air flowing up from the unknown system was 8-9000 ppm.

The exact regularity of the carbon dioxide enriched air inflow from the outside must be cleared up with further measurements. The phenomenon can occur as the result of complex effects. The decrease or ceasing of the difference between the

temperature of the outside and the cave air may have an important part in this. It seems possible that the probably warmer, low density and humid air with great carbon dioxide content flows up to the air-space which is almost coming to a rest.

We observed the similar phenomenon, even if much more rarely in an other section of the cave. As it was cleared up by the detailed measurements, here at the "Viass utca", there is a gas seepage through a small fissure. Some water rarely comes from the same place. We couldn't explain the origin and the functional characteristics of this carbon dioxide source. This part of the cave is situated nearly 1000 meters away from the entrance and there is no ponor on the surface that can suggest a connection, thus direct meteorological influences from the surface are out of question.

According to the measurements the carbon dioxide content of the air flowing in during a gas inrush is the same as we could measure in the inner section. On the basis of this the fissure seems to be contact with an isolated section of the cave which has a great air-space. In connection with the assumption we measured the carbon dioxide content in several small side passage and highly situated chimneys but the obtained values were the same as the ones in the surrounding areas; there were no extreme concentrations.

We hope that the assumption in connection with the unknown section will be proved by the planned discovery.

REFERENCES

1. Balázs D.: A vegetáció és a karsztkorrozio kapcsolata. *Karszt és Barlang* 1964; 1:13-16
2. Berényi D., Justyák J.: Mikroklimalógiai megfigyelések az Aegteleki-cseppkőbarlangban. *Kossuth L. Tudományegyetem Mat. Int. Közlem.* 1960; 17:261-289
3. Bohn H. et al.: *Talsajkémia*. Budapest:Mezőgazdasági Kiadó 1965
4. Csomor M., Zalavári L.: Barlangklímamérések a Baradlában és a Béke-barlangban. *Karszt és Barlang* 1964; 2:45-51
5. Fodor I.: A barlangok éghajlati és bioklimatológiai sajátosságai. Budapest: Akadémiai Kiadó 1961
6. Jakucs L.: A karsztok morfogenetikája Budapest: Akadémiai Kiadó 1971
7. Kordos L.: Klímamegfigyelések a barlangok bejárati szakaszában. *Karszt és Barlang* 1970; 1: 31-34
8. Zámbo L.: Karszt vörössagyagok CO₂ termelés és a karsztkorrozio összefüggése. *NME Közleményei* 1966; 33. 1-4:125-138

dr VÉGH Zsolt
Táncsics M. u. 25.
8100 Várpalota
Hungary

HISTORICAL REVIEW OF ONE DECADE RADON MEASUREMENTS IN HUNGARIAN CAVES PERFORMED BY SOLID STATE NUCLEAR TRACK DETECTION TECHNIQUE

SOMOGYI, G. - HUNYADI, I. - HAKL, J.

1. ABSTRACT

Starting at 1978 in as many as 17 caves of Hungary regular radon observations were carried out at 146 different measuring places performed with monthly changed integrating radon detectors in meteorologically less perturbed circumstances. The shortest observation was near two years long, while the longest is still going on from the beginning.

2. INTRODUCTION

In the last decades the development and the widespread application of subsurface radon measuring techniques were motivated by the effort to locate the exploitable uranium deposits. For the purpose to estimate the most important parameters (depth, extension, enrichment...) of the deep uranium deposits from near surface radon measurements it has become important to investigate in details the radon transport processes taking place in some hundred metres upper layer of the earth's crust which is in strong interaction with the atmosphere.

The discovery of solid state nuclear track detectors (SSNTDs) and especially the most sensitive polymers gave a new impulse to the subsurface radon mapping experiments in the 1960-70-s.

Passive, integrating and in addition simple and inexpensive radon measuring devices equipped with a small piece of alpha sensitive polymer foils proved to be very powerful tools for the performance of large scale, "in situ" environmental radon measurements of geological interest.

On the course of evaluation of temporal and spatial distributions of a great number of simultaneous, continuous radon observation data the attention was focused on new, possible practical and interdisciplinary applications. In addition to the search for uranium ores new researches of oil and natural gas deposits, geothermal resources were initiated and completed by subsurface radon monitoring with SSNTDs.

The observations of subsurface fluid motions traced by natural radon was succeeded by new ideas about the basic transport phenomena and later by new interdisciplinary applications as for example mapping of active faults, investigations of volcanic and seismic activities, earthquake prediction, hydrogeological research etc. For more details we refer to the comprehensive survey of the subject and its references published recently by R.L. Fleischer [Ref.1].

In the speleology, similarly to the previously mentioned fields, these types of measurements already have been found their applications and they give important contributions to the better understanding of the nature of caves.

3. RADON MEASUREMENTS IN HUNGARIAN CAVES WITH SSNTDs

In the Institute of Nuclear Research of the Hungarian Academy of Sciences (ATOMKI) in Debrecen the Nuclear Track Detector Group being the most important national track detector laboratory with good international reputation headed by Dr. George Somogyi was deeply engaged in the SSNTDs radon environmental measurements with the aim of both practical and scientific investigations already in the late 70-s. It was 1978 when G. Somogyi together with G. Nemeth set off the first dozen radon measuring sites in the Hajnoczy cave of the Bükk mountain. Later on he has established more fruitful connection with all the interested speleologists and the radon observations in caves were extended to the majority of the Hungarian karstic regions in the last decade (Fig.1 and 2.).

G. Somogyi was always happy to present experimental results and preliminary conclusions at national symposiums and international conferences (Refs. 2-7) as well as in the Annual Reports of the Hungarian Speleological Society. His interest was permanently on a high level in this subject favoured by him and his energy also seemed endless both in the laboratory and in the cave research until a sudden heart attack took his very successful life in 1987 March at the Hajnoczy cave just after a change of radon detectors.

By this way the formulation of the results and conclusions coming from the observations fell to his colleagues as well as the continuation of the radon measuring program in caves.

The speleologists who took part in the common work for a longer period are G. Géczy, B. Holl, G. Izápi, J. Kárpát, L. Lénárt, L. Rónaki, F. Szolga and I. Töröcsik. We would like to express our gratitude to them also at this occasion for their valuable contributions.

4. RADON IN CAVES AND ITS MEASURING TECHNIQUE BY SSNTD

The radon is a noble gas and its isotopes (^{222}Rn , ^{220}Rn , ^{226}Rn) as members of the well known natural radioactive decay series are alpha radioactive and present everywhere in the nature as a consequence of that their parent elements (^{238}U , ^{232}Th , ^{235}U , respectively) can be found in more or less concentrations in all constituents of the whole earth's crust.

The characteristics of noble gases mean that radon is difficult to bind in chemical compounds and consequently they can easily separate from the source leaving the place of their origin and freely moving in the underground spaces available for them. It is soluble in water to some extent and can be transported also by water from one place to another.

Because the (0.7%) isotopic abundance of the ^{238}U is negligibly low and the 55 seconds half life prevents the ^{222}Rn to move longer distance from its source, the ^{226}Rn isotope of 3.8 days half life is the main constituent of the cave air and waters. The parent element concentrations in limestone environment are 2.2 ppm for ^{238}U and 1.7, 0.016 for ^{232}Th and ^{235}U respectively, according to the world average. (More detailed theoretical considerations can be found in Ref.8. regarding the other characteristic parameters and behaviour of the three radon isotopes in cave environment). As ppm=10⁻⁶ g/g is a very low concentration only trace amount of ^{222}Rn , called "radon" in the following, are present in the nature. For the detection of this very low concentration environmental radon the most suitable detectors are the solid state nuclear track detectors which can register their alpha radioactivity.

Among the numerous advantages of the SSNTDs on one hand their high detection efficiency for alpha particles and on the other a marked insensibility to light, gamma and beta radiation and good resistance to the physical and chemical effects of the geological environment can be mentioned.

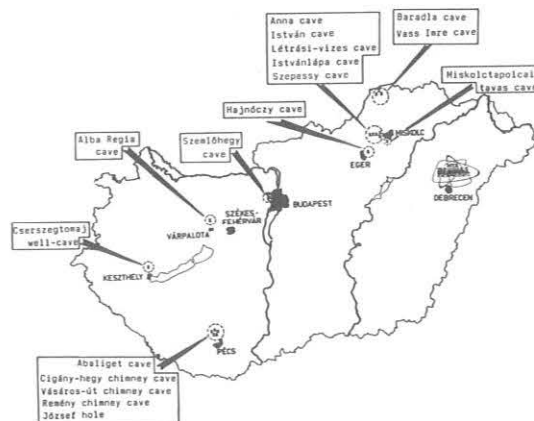


Fig. 1. The location of the caves where regular radon measurements have been performed by solid state nuclear track detectors in the last decade in Hungary.

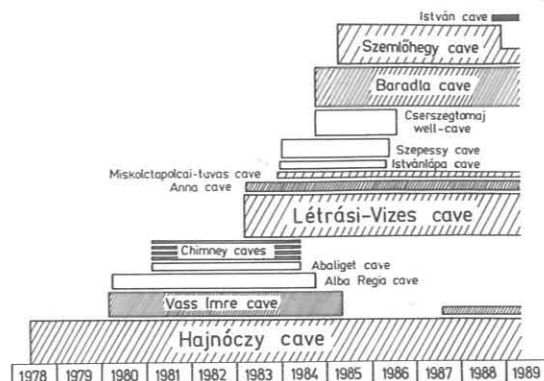


Fig. 2. The date of radon measuring periods for caves with a longer observation time than two years. The vertical extension of the rectangles is proportional to the number of measuring sites established in each cave and it is for example 21 in the Hajnoczy cave.

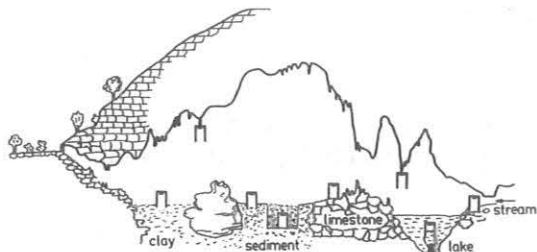


Fig. 3. This schematic draw shows the possibilities how the radon measuring cup equipped with SSNTD can be situated in different media of a cave environment.

The measuring device and its possible arrangements in caves are represented on Fig.3. The 2-4 cm², 0.1-1 mm thick alpha sensitive track detectors are attached to the inner bottom of a 10-12 cm long open plastic cup of 7 cm in diameter. The cup protects the detector and keep less disturbed air volume in its vicinity even in that case when it immersed with open end down into water.

During the exposition each energetic alpha particle hit the detector foil creates irreversible damage which is conserved in this insulator material for a long time, even for years. The detectors used by us are: i) KODAK LR-115 type II red coloured cellulose nitrate and ii) CR-39 equivalent Hungarian product MA-ND/alpha (allyl-diglycol-carbonate). The damages due to alpha particles can be transformed to microscopic cavities by chemical etching. The number of these etched tracks of 8-10 μm in diameter can be counted under optical microscope of 100-200x magnification by manual or automatic scanning. The etching conditions applied are the following: i) 2.5 hours in 10% NaOH solution at 60 °C for LR-115 II and ii) 5-6 hours in 20% NaOH solution at 70 °C for CR-39.

The radon sensitivity of the device was calibrated experimentally and estimated by theoretical calculations [Ref.9]. According to our calibration for LR-115 II 1 alpha track/mm²·30 days corresponds to 60 Bq/m³ radon activity concentration in the air volume of the cup. If the measuring cup opens to cave air then the measured value can be considered as the radon activity concentration in the cave air and if the measuring cup is immersed in water the radon activity concentration of the water can be obtained taking into account the temperature dependent radon distribution coefficient between gas and water phases. This Rn (in gas)/Rn (in water) coefficient goes from 2 to 9 if the temperature changes from 0 to 100 °C. The detectors are changed approximately monthly.

5. GENERAL TENDENCIES AND GLOBAL CONCLUSIONS

Certainly we can state that we are in the position having so much radon observation series collected continuously in many caves for a long time, that by the evaluation of them common tendencies and global conclusions, concerning caves formed in Karstic regions of Hungary, can be found. For that caves or region involving more caves where the evaluation of the experimental data are already well-advanced, detailed results and conclusions are presented at this congress in separate contributions (Refs... Geczy, ...Lenart). In this paper only a few basic statements and common remarks are presented in many cases based on preliminary results.

5.1. Mean radon activity concentration levels

In Table 1. the radon activity concentration levels of the investigated caves are characterized by the mean value which was obtained by averaging all the data observed in the same media of the same cave.

The underground cavities investigated by us show a wide variety according to the form, extensions, depth, origin... starting from smaller chimney-caves and ending at big complicated systems. However these differences are reflected partly in the measured radon activity concentrations the mean values do not differ one from the other more than a factor of 30. With the exception of the highest value observed in the Czersztomaj well-cave they are in accordance to that it can be expected in limestone environment of 2.2 ppm average uranium (radium) content. The enhanced radon activity concentration in the air of the Czersztomaj well-cave can be explained by a higher uranium content of the rocks. As it is well known that the dolomite and sandstone where this cave is embedded are rich in uranium so this assumption is very likely.

5.2. Short term variations

It is also a general phenomenon that in every caves more or less periodical fluctuations of smaller or larger amplitude can be found around the mean value of the radon activity concentration. The analysis of the time series observed with monthly integration time in the caves in question are still in progress from the point of view of frequency and amplitude distribution of the observed radon data. These parameters are characteristic for the cave and its environment, for the uranium (radium) content of the enclosing rocks and stones and for the extension of that porous surroundings which is in correspondence with the cave air by the intrusion of atmospheric air and radon traced subsurface fluids.

It is easy to realize that the direct radon emanation from the wall surface of the known cave labyrinths cannot account either for the maximal values or for the variations occur in the radon activity concentration of the cave air or other substances.

Table 1. Mean radon activity concentrations of subsurface air and waters in Hungarian caves

REGION	CAVE	Radon activity concentration [kBq/m ³]	air	water
Aggtelek karst	Baradla	5.3*		0.8 (Styx)
	Vass Imre	2.8		
Bukk mountain	Hajnoczy	3.3		
	Anna	0.7		1.5 (travertine) 3.0 (dolomite)
	Istvanlapa	0.7		0.2
	Miskolctapolcai-tavas	0.5		2.0 (cold) 5.2 (warm)
	Letراسi-Vizes	2.2		2.0 (stream) 1.0 (lake) 0.3 (dropping w.)
	Szepessy	0.8		0.2
Buda mountain	Szemlo-hegy	2.7		
Bakony	Alba Regia	1.7		0.3
Keszthely mountain	Czersztomaj	14.0		
Mecsek mountain	Abaliget	2.4		
	Cigany-hegy	1.9		
	Jozsef-hegy	5.2		
	Remeny Vasaros-ut	1.4 2.5		

* soil air data also included

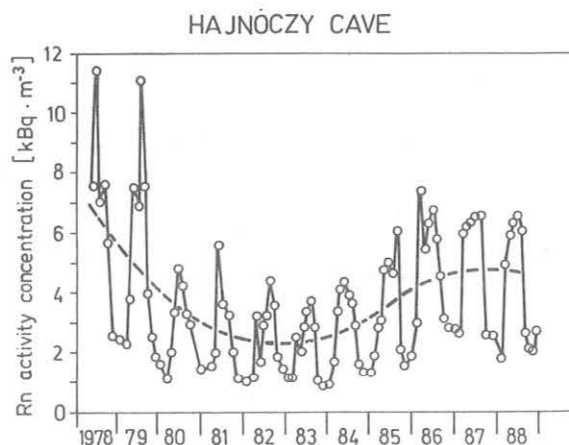


Fig. 4. The seasonal variation with one year periodicity in the radon activity concentration measured with three cups placed on the clay soil in the Great-hall of the Hajnoczy cave. Dashed line resulted in a low pass filter procedure with one year moving average (MA).

The actual value of the radon concentration in the cave is mainly influenced by subsurface fluid motions due to periodically or randomly changing gradients in the environmental parameters (temperature, pressure, humidity, stresses,...), and by the radon concentration saturated in the pore spaces of the surrounding rocks.

It is demonstrated in our other two contributions [Refs.] that the most common and the most apparent phenomenon can be discovered from the radon concentration pattern in the majority of the investigated caves is that a temperature gradient forced air flow of seasonally reversed direction is forming periodically and in some cases less regular water inflows are the determining factors in the formation of the radon concentration in caves.

As an example very regular seasonal variations are shown on Fig.4. The longest time series was obtained in the Hajnoczy cave.

5.3. Long term variations

It is clearly seen on Fig.4 that the seasonal variation is superposed on a long term change of the mean radon activity concentration. Therefore we have performed the same averaging procedure for all of radon activity measurements to reveal if any common tendency is present.

It is surprising that in spite of the great variety in the geographical situation of the caves and even for different substances similar basic tendency manifests itself: rapidly decreasing values in the late 70-s are joining through a definite minimum to increasing curves which have a broad maximum around 1986 and decreasing again in the present days. However the measuring period is only eleven years long and this fact does not help to create obvious arguments, the resemblance to the sunspot number figure is quite demonstrative.

Further research are in progress to look for intermediate processes which may help to clarify and understand the correspondence between the two quantities.

ACKNOWLEDGEMENT

We would like to thank Mrs. E. Molnár and Mrs. G. Sepsy for their high quality technical assistance. This work was supported in part by the Hungarian Academy of Sciences. Research Fund contract No. AKA 1-3-86-185.

REFERENCES

1. FLEISCHER, R.L.: (1986) Radon in the environment-opportunities and hazards. Nucl. Tracks Radiat. Meas., 14, pp 421-435.
2. SOMOGYI, G., G. NEMETH, J. PALFALVY, I. GERZSON: (1982) Subsurface radon distribution measurements with LR-115, CR-39 and TL-detectors. Proc. 11th Int. Conf. on SSNTDs, Bristol, 1981.
3. SOMOGYI, G., Zs. VARGA, G. NEMETH, J. PALFALVY and I. GERZSON: (1983) Radon measurement in the Hajnóczy cave. Izotoptechnika, 26, p.38-52 (in Hungarian)
4. SOMOGYI, G. and L. LENART: (1986), Time-integrated radon measurements in spring and well waters by track technique, Nucl. Tracks, Vol. 12, Nos 1-6, pp. 731-734.
5. VARHEGYI, A., I. BARANYI and G. SOMOGYI: (1986), Geophysical Transactions, 32, pp 235-252
6. SOMOGYI, G. and L. LENART: (1986), SSNTD's radon measurements in karstic waters of Bukk, Borsodi Muszaki Gazdasági Elet, 31, pp 28-31. (in Hungarian)
7. SOMOGYI, G. and L. LENART: (1986), Study of radioactivity in caves of Bukk mountain, NME Közleményei, Miskolc, 33, pp. 221-233. (in Hungarian)
8. GADOROS, M.: (1985) Cave radioactivity-Theory and data. Proc. of 9th Int. Cong. of Speleology, Barcelona, Spain.
9. SOMOGYI, G., B. PARIPAS and Zs. VARGA (1983). Measurement of radon, radon daughters and thoron concentrations by multi-detector devices. Proc. 12th Int. Conf. on SSNTDs, Acapulco, Pergamon Press, Nucl. Tracks 8, pp 423-427.
10. GECZY, G, I. CSIGE and G. SOMOGYI: (1989) Air circulation in caves traced by natural radon, Contribution to this conference
11. LENART, L., G. SOMOGYI, J. HAKL. and I. HUNYADI: (1989) Radon mapping in caves of Eastern Bukk region, Contribution to this conference

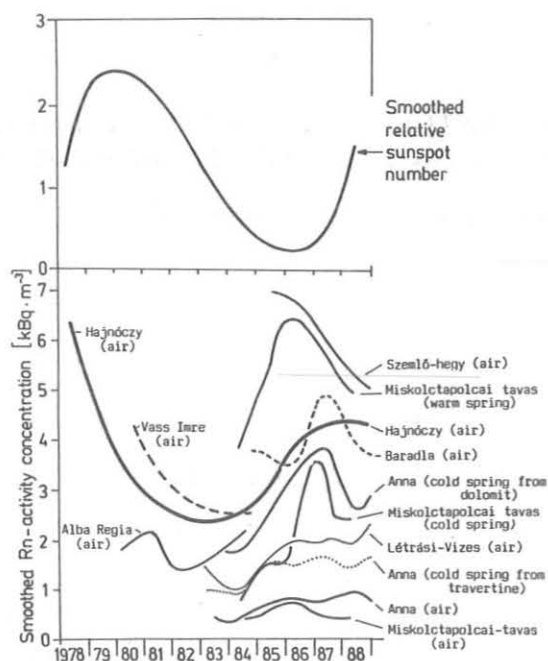


Fig. 5. Long term variation of the subsurface radon activity concentration levels obtained by a one year moving average (MA) procedure from the one month integrated data of the caves involved into the radon studies by SSNTDs. On the upper part of the figure smoothed sunspot numbers are presented in relative units for the corresponding time period.

SOMOGYI, György; HUNYADI, Ilona; HAKL, József
 Institute of Nuclear Research
 of the Hung. Acad. of Sciences
 H-4001 Debrecen, POB.51

EVALUATION OF THE ENVIRONMENTAL IMPACTS IN BUDAPEST'S CAVES ON THE BASIS OF THE STUDY OF THE QUALITY OF DRIPPING WATERS

T.BOLNER, Katalin - TARDY, Janos - NEMEDI, Laszlo

The largest, overall 24 kilometre long original thermal karst caves of the Budai-hegység (Buda Mountains) include the Szépvölgy-Rózsadomb region caves that are in a unique position, situated under a residential area of the Hungarian capital. Within the framework of the study of the interrelations between the anthropogeneous environment and the natural values under the surface the regular measurement of the quality of the dripping waters in the caves have been carried on since 1987 by the Institute for Speleology of the Ministry of Environment and Water Management and the Budapest Institute for Public Health and Epidemiology. These water quality tests are also of much significance with regard to the investigation of the origins of the contamination of the natural thermal waters of the mountain foot.

Within the framework of the series of studies the chemical and bacteriological testing of the dripping waters of different utilization and under different rock material surfaces at different depths has been carried on: in 5 caves, at a total of 42 sites, seasonally every three months on the average. The vast majority of the studied samples were objectionable with regard to chemical and bacteriological aspects, or both. The reasons for the contamination included the surface slack waters, the infiltration of waste waters from faulty sewages or illegal drainage, the fertilization, chemical treatment of gardens and the defrosting of roads with salt on the winter.

Compared to the seasonal changes of the bacteriological parameters the chemical parameters proved to be rather permanent at the individual sites. Alarmingly permanent values of chloride contamination were registered under public roads. A special significance is attached to the measurements and the experienced environmental impacts, for these caves are situated above the sources of Budapest's world famous medicinal springs.

Budapest's Rózsadomb-Szépvölgyi region is Hungary's richest district of caves of thermal water origin where currently 75 smaller or larger caves are known to exist with an overall distance of 24 kilometres on an area less than 8 square kilometres. The vast majority of these caves are inactive already, however, active thermal spring activity is still to be found on the edge of this district: the József-hegyi (Joseph Mountain) group of springs at the foot of the mountain is of the largest discharge group of thermal springs in Budapest. The region's most developed five systems that are among the country's longest caves are to be found nearly 800 to 2000 metres to the North-West from this group of springs. (Figure No.1.)

The urban development of the Rózsadomb (Rose Hill) region began at the beginning of this century and was highly intensified during the past two decades. Subsequently, this karst area is covered today by small, one-two storey residential buildings. The anthropogeneous surface environment here has a special relationship with the natural values under the ground. Almost without exception these caves were all discovered as a result of human interference (quarries, foundation work for constructions, etc.). At the same time there is no doubt that the urban surroundings also create an unwanted burden on these caves.

An overall study was started in 1984 by the National Office

BEWERTUNG DER UMWELTSWIRKUNG IN DEN BUDAPESTER HÖHLEN AUF GRUND DER UNTERSUCHUNGEN VON TROPFWASSER

Die grössten Höhlen thermalen Ursprunges im Budaer Gebirge, das in 24 km Länge bekannte Gangsystem des Höhlengebietes Szépvölgy - Rózsadomb ist ganz alleinstehend unter dem Wohnviertel einer Gross-stadt zu finden.

Innerhalb der Untersuchung der Wechselwirkung der antropogenen Umwelt und der unterirdischen Naturgebilde wird die Qualität der Höhlen-Tropfwässer seit 1987 in Zusammenarbeit des Speleologischen Institutes vom Ministerium für Umweltschutz und Wasserwirtschaft mit dem Hauptstädtischen Amt für Gesundheitswesen laufend gemessen. Diese Qualitätsuntersuchungen sind sehr bedeutend für die Erforschung der Infektion der natürlichen Heilquellen bei den Bergflüssen.

Bei der Untersuchungsreihe wurden verschiedene Tropfwässer chemisch und bakteriologisch untersucht, welche in unter verschiedenen genutzten Oberflächen in verschiedenen Gestein gebildeten Höhlen vorkommen: in 5 Höhlen, zusammen auf 42 Stellen wurde jahreszeitlich, durchschnittlich 3 monatlich gemessen. Der grösste Teil wurde chemisch, bakteriologisch oder aus beiden Standpunkten beanstandet. Als Grund der Verschmutzung kann das auf der Oberfläche stagnierende Wasser, die aus den fehlerhaften Kanälen oder illegalen Entwässerungsgruben versickernde Schmutzwässer, die Düngung und chemische Behandlung der Gärten und die Salzung der Fahrstrassen im Winter genannt werden.

Im Verhältnis zu der saisonalen Änderung der bakteriologischen Parameter sind die chemischen Parameter punktwise verhältnismässig stabil. Erschreckend stabile Werte zeigen die Chloridwerte unter den Fahrstrassen.

Der gemessenen und erfahrenen unvorteilhaften Umweltschwirkung gibt besondere Bedeutung, dass diese Höhlen über den weltberühmten Thermalquellen von Budapest und unter ihrem Einzugsgebiet liegen.

for Environmental Protection and Nature Conservation to measure up the interrelationships between the anthropogeneous surface environment and the underground natural values. During this experiment the most significant elements endangering the caves - and through them the mountain foot thermal springs - proved to be the change in the quality of the infiltrating waters, the natural waters in the near-by area.

According to our current knowledge the quantitative changes resulting from the increase of covered areas is not considerable: as a result of the marl layers that compose the majority of the surface the infiltration is not significant, this was also proven by the lack of dripstones in the caves. This amount of water is insignificant with regard to the discharge of the springs - the majority of the waters reaching the surface here stream from the Dunántúli-középhegység (Trans-Danubian Central Mountain Range) or the distant regions of the Budai-hegység (Buda Mountains).

However, the qualitative changes resulting from the shortage of the sewage system (the number of buildings in the area not connected to the sewage system is at least 500) are evident with regard to the water quality of the springs. The natural thermal springs were bacteriologically contaminated, currently their waters can only be used after purification.

while no contamination was experienced with the thermal spring waters arriving from a distance.

In 1987 a series of detailed experiments were started by the Institute for Speleology in cooperation with the experts of the Budapest Institute for Public Health and Epidemiology to determine the extent, origins and territorial distribution of the chemical and bacteriological contamination of the infiltrating waters in the region. During the first year of the experiments samples were taken every season at 5 to 12 sites of the five large caves of Rózsadomb, at a total of 42 sites. The qualification of the samples was based on 15 chemical and 10 bacteriological parameters. We reported on the results at the 1988 Kosice symposium of the UIS Commission for Physical, Chemical and Hydrological Research of Karst.

As of the second year of the series of experiments the tests were continued at 5 sites in each cave on the basis of the same criteria. Samples not sufficient for a reliable testing and the near-by dripping sites with identical parameters were neglected. Thus, currently we are in the possession of the results of 8 samples each from these 25 sites. The environmental features and the sampling sites of the caves are shown in figures Nos. 2. and 4.

Based on the results of the two years it may be stated that the different parameters show a surprisingly significant deviation not only with regard to the whole of the region, but also with that of the different caves, and even within each site, especially in the case of the bacteriological parameters (Figure No. 5.). For instance, even at the site showing the smallest variability between the ENDO number that reflects the general anthropogeneous effect, as well as the maximum and minimum values of the number of psychrophilic bacteria the value deviation was six-fold, and the largest variability per site of these, as well as those of the number of mesophyll bacteria was in the size of tens of thousands. In this respect an outstanding chemical compound was the chloride content, where the largest variability per site was nearly ten-fold, and within one and the same cave value differences up to a hundred-fold were also registered.

Analysing the per site distribution of the objected parameters and the continuity of the objections (Figure No. 6.) one may state that there was not a single one among the 25 sites that could have been considered unobjectionable throughout the two year period with regard to both chemical and bacteriological aspects. In a chemical aspect there were single sites in four caves that proved to be continuously unobjectionable, however, bacteriological contamination occurred at all these sites. At the same time there was only one single site continuously unobjectionable with regard to bacteriological aspects, but here stable nitrate contamination was shown.

With regard to the chemical parameters the objections proved to be considerably stable, here the occasional exceeding of the limit value hardly ever occurred, the contaminations could be shown continuously at the majority (at 17 of the 25 sites!) of the dripping sites. These stable chemical contaminations were caused by the intensification of the nitrate and chloride contents that occasionally also attracted the continuous objection of all indurations and the

specific conductivity.

The bacteriological parameters in the case of most sites were only objectionable occasionally, however, when that occurred they often exceeded the ten or hundred-fold values. Stable bacteriological contamination was only found at 7 sites, partly on the basis of the number of psychrophilic bacteria and partly on the basis of the ENDO number.

Based on the overall chemical and bacteriological characteristics the following anthropogeneous effects could have been shown in the region:

-- The most evident was the chloride contamination resulting from the defrosting of roads during winter, that in each and every case was combined with the equally high values of the Na content. This exclusively appeared at drippings under roads, with the limit values exceeding ten-fold. Since during the past two years the winters were not very cold and there was no need for additional salt to defrost the roads it seems evident that this contamination will not be drained from the surface sediment and the solid fillings of joints for years.

-- Presumably the chemical treatment of gardens was reflected by the samples not containing any bacteriological contamination, but highly polluted by nitrate.

-- Direct sewage water infiltration was reflected by the joint appearance and respectively decreasing amount of coliform, faeces streptococcus and clostridium bacteria. This could have been shown in 15 samples, at 10 sites, and in the case of two sites the source of contamination could have already been eliminated.

-- The independent accumulation of the faeces streptococcus bacteria (without the coliform that are eliminated by the effects of the rays of the sun) refer to old faeces effects. Viewing the territorial distribution of the contaminations, with regard to the chemical aspects the most critical areas are the regions of the Ferenc-hegyi and the Mátyás-hegyi caves, while with regard to bacteriological aspects the Ferenc-hegyi and the József-hegyi caves. Since in the case of the Ferenc-hegyi cave the surface environment of the drippings was practically identical with regard to both aspects to the Pál-völgyi and the Szemlő-hegyi caves that showed relatively favourable characteristics, one should presume that this was most strongly effected by the environmental impacts because it was nearest to the surface. In the Mátyás-hegyi cave drippings were found exclusively in the Southern parts, the routes leading underneath the Szép-völgyi cave. A heavy traffic road runs along the valley that leads away the water after larger rains even today. Weekend cottages with fruit growing gardens are situated along the upper part of the road that explains the stable chloride and nitrate contamination there. The considerable bacteriological contamination (certainly not originating from the infiltration of sewage water) of the dripping waters of the József-hegyi cave that was discovered during a construction in 1984 points to the dangers of the upsetting of large areas of the surface layer during constructions. Analysing the changes according to the seasons (Figure No. 7.) in the case of the chemical parameters no tendencies could have been shown either with regard to the number of objectionable sites or to the per site maximum of the

individual characteristics. Some of the bacteriological parameters did show certain tendencies, such as for instance, the number of samples objected on the basis of the number of psychrophilic bacteria was the largest in both years in the third quarter of the year, during the months of August and October, while the samples objected on the basis of the faeces streptococcus in the second quarters, during the months of June and July. With regard to the distribution of the per site maximum values for these parameters, as well as with regard to the coliform and ENDO numbers most of the maximum values were also registered in the third quarter of both 1987 and 1988.

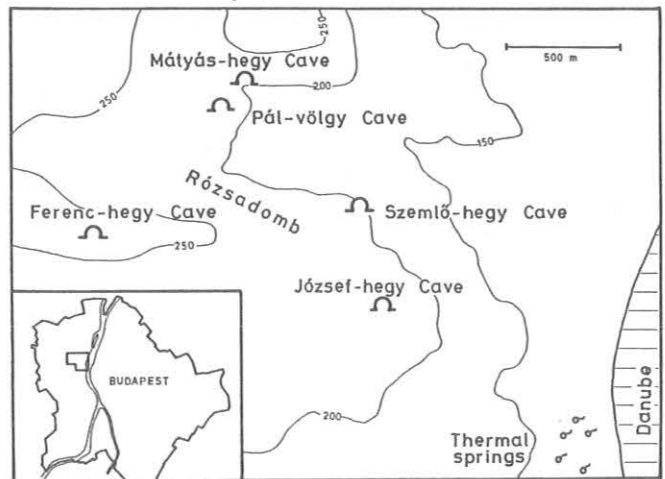
Summing up the results achieved so far one may declare that the most intensive drippings of the large caves in the region all reflect anthropogeneous effects regardless of their underground depth, formation material and the character of the utilization of the surface. Thus, there is no reason to

presume that the situation is different in the karst area of Rózsadomb. Although the concerned authorities agree on the necessary steps to be taken to solve the problem, their regional implementation is hindered by the shortage of technical-economic requirements exceeding our current possibilities.

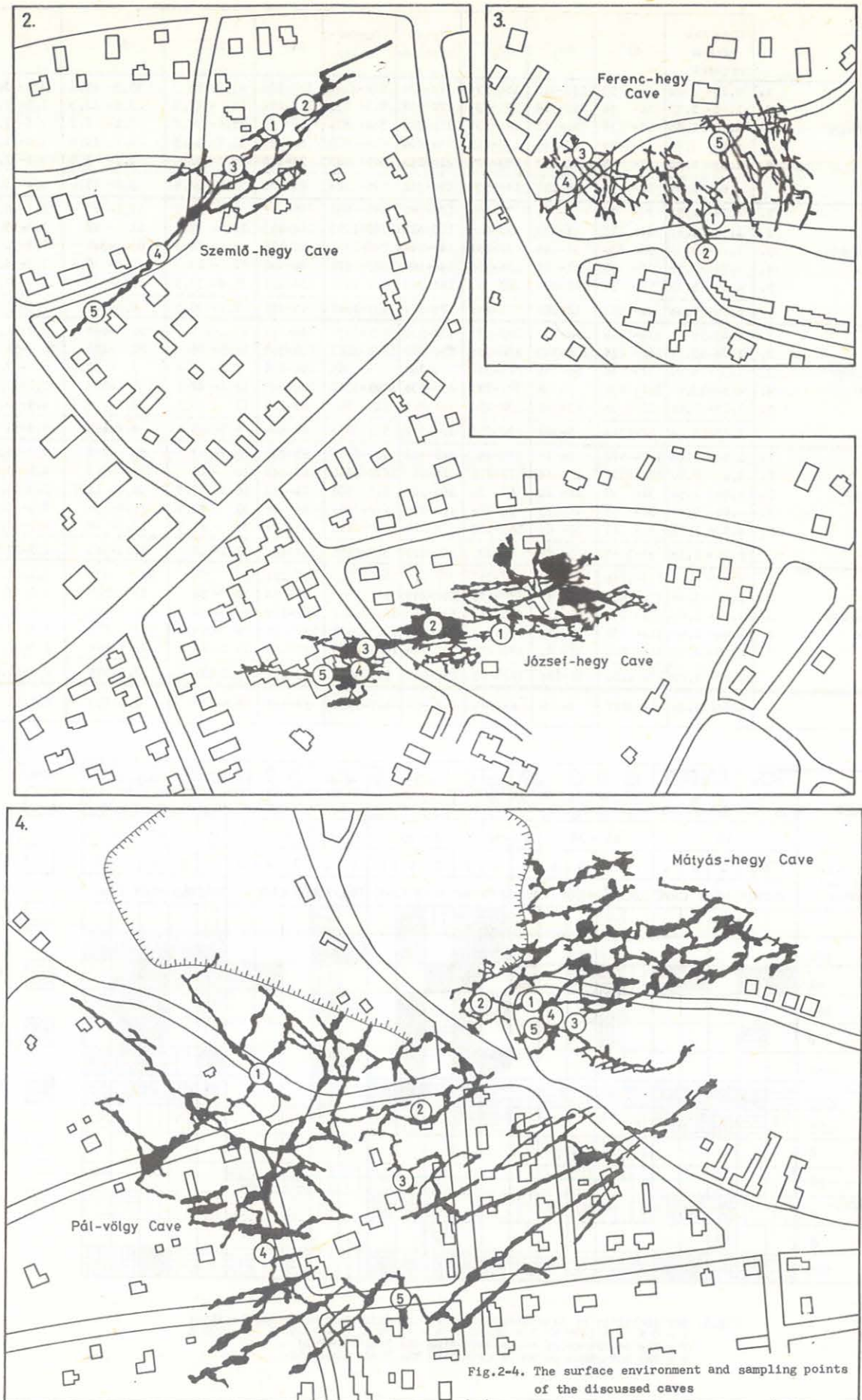
K.T.Bolner and Dr.J.Tardy
Ministry of Environment
and Water Management
Institute for Speleology
H-1025 Szépvölgyi út 162/b.
Budapest, Hungary

Dr.L.Némédi
Institute for Public Health
and Epidemiology of the City
Budapest
H-1138 Váci út 174.
Budapest, Hungary

Fig.1.



		Psychrophile bacteria	Mesophile bacteria	Clostridium	Coliform	Streptococcus faecalis	Pseudomonas	ENDO
József-hegy Cave	1.	90 - 6000	2 - 1800	0	<2 - <20	<2 - 88	<2	4 - 80000
	2.	1200 - 300000	3 - 60000	0	<2 - <4	<2 - 12	<2 - <4	20 - 48000
	3.	1300 - 300000	40 - 90000	0	<2 - 120	<2 - 500	<2 - 1300	24 - 34000
	4.	600 - 80000	15 - 6000	0	<2	<2 - 1400	<2	500 - 26000
	5.	1400 - 180000	90 - 120000	0	<2	<2 - 220	<2 - 40	200 - 75000
			90 - 300000	2 - 120000	0	<2 - 120	<2 - 1400	<2 - 1300
Szemlő-hegy Cave	1.	8 - 9500	0 - 12000	0 - 3	0 - 50	<2 - 8	<2	200 - 60000
	2.	1 - 60000	0 - 9000	0 - 8	0 - 44	<2 - 20	0 - <2	2 - 80000
	3.	12 - 4500	1 - 800	0 - 6	<2 - 500	<2 - 800	0 - <2	20 - 52000
	4.	0 - 1500	0 - 600	0 - 3	<2 - 36	<2 - 700	<2	80 - 54000
	5.	0 - 4500	0 - 2500	0	0 - 20	<2 - 4	<2	10 - 42000
			0 - 60000	0 - 12000	0 - 8	0 - 500	<2 - 800	0 - <2
Ferenc-hegy Cave	1.	800 - 60000	10 - 4000	0	0 - 2	0 - 120	0 - <4	200 - 52000
	2.	80 - 120000	10 - 3000	0	0 - 20	0 - <2	0 - <2	60 - 10000
	3.	90 - 30000	3 - 6000	0	0 - 220	0 - 20	0 - 500	8 - 10000
	4.	2500 - 80000	50 - 60000	0 - 1	<2 - 440	0 - 150	0 - <2	20 - 52000
	5.	6000 - 60000	15 - 12000	0	<2 - 1600	<2 - 600	0 - <2	500 - 32000
			80 - 120000	3 - 60000	0 - 1	0 - 1600	0 - 600	0 - 500
Pál-völgy Cave	1.	1 - 200	1 - 240	0	<2 - 50	<2	<2 - 20	10 - 2400
	2.	0 - 2100	0 - 1500	0 - 1	<2 - 60	<2 - 30	0 - <2	0 - 40000
	3.	10 - 400	0 - 110	0	<2 - 630	<2 - 60	0 - <2	0 - 1600
	4.	0 - 25	0 - 15	0	<2 - 2	<2	0 - <2	0 - 80
	5.	4 - 600	2 - 150	0	<2 - 1400	<2 - 34	0 - <2	2 - 26000
			0 - 2100	0 - 1500	0 - 1	<2 - 1400	<2 - 60	0 - 20
Mátyás-hegy Cave	1.	150 - 600000	1 - 9500	0	<2	<2 - 4	0 - <2	24 - 32000
	2.	80 - 8000	60 - 1800	0	<2	<2 - 2	0 - <2	300 - 6000
	3.	50 - 15000	20 - 2000	0	<2 - 4	<2 - 4	0 - <2	700 - 3000
	4.	300 - 1800	80 - 150	0	<2	<2 - 80	<2	200 - 1200
	5.	10 - 2000	6 - 10000	0 - 2	<2 - 90	<2 - 60	<2	40 - 5200
			10 - 600000	1 - 10000	0 - 2	<2 - 90	<2 - 80	0 - <2
		0 - 600000	0 - 120000	0 - 8	0 - 1600	0 - 1400	0 - 1300	0 - 80000



	Chemical oxygen request	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻⁻	Total hardness	Conduc-tivity	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	
József-hegy Cave	1.	0,80- 1,20	90- 93	149-218	158-194	270-290	970-1126	102-120	49,5- 56	35,9- 45,6	2,2- 3,7
	2.	1,00- 1,25	10- 40	59- 66	225-337	272-312	812- 939	116-122	55 - 62,6	3,6- 11,3	1,2- 2,0
	3.	1,10- 1,60	11- 16	10- 11	190-236	196-210	544- 671	86- 97	29,6- 34,8	5,1- 6,2	0,6- 1,5
	4.	0,80- 1,20	17- 50	17- 46	148-219	164-264	604- 678	90- 94	31,7- 34,8	6,8- 18,8	1,2- 1,5
	5.	1,05- 1,50	37- 45	61- 94	183-229	210-250	665- 783	94-106	35,1- 51	6,7- 9,8	0,4- 1,5
		0,80- 1,60	10- 93	10-218	148-337	164-312	544-1126	86-122	31,7- 62,6	3,6- 45,6	0,4- 3,7
Szemlő-hegy Cave	1.	0,70- 1,50	29- 76	13- 71	77-168	128-182	492- 832	65- 89	9,6- 24,9	17,1- 87	2,4- 6,2
	2.	1,50- 5,00	44- 115	49-133	137-400	178-416	768-1193	104-253	14 - 37,4	11 - 82	1,3- 6,6
	3.	1,70- 3,30	56- 530	32-148	94-152	148-262	702-1907	82-136	14 - 31,3	68 -302	7,3-31
	4.	0,70- 1,55	20- 35	12- 21	136-168	146-188	523- 578	80-102	11 - 23	7,8- 9,9	3,3- 4,4
	5.	0,80- 1,30	64- 72	149-189	165-200	164-308	927-1050	132-158	26,4- 38,5	29,4- 38	1,3- 2,3
		0,70- 5,00	20- 530	12-189	77-400	128-416	497-1907	65-253	9,6- 38,5	7,8-302	1,3-31
Ferenc-hegy Cave	1.	4,45-10	930-2210	9- 29	183-277	478-932	3239-3936	220-478	63 -115	409 -665	1,2-21,9
	2.	1,70-15,10	160- 236	138-182	230-540	290-528	1580-1863	208-305	24,9- 66	81 -123	35 -51
	3.	1,35- 4,20	31- 44	80- 86	220-340	250-400	766- 965	154-206	9,5- 17,4	9,3- 13,9	0,4- 7,4
	4.	4,00-13,60	361- 830	5- 8	381-755	456-830	1789-3344	296-505	10,4- 42,1	135 -255	1,7-17,5
	5.	1,25- 1,50	12- 30	23- 28	138-194	104-200	515- 608	89-112	13 - 19,1	4,2- 5,6	0,4- 0,6
		1,25-15,10	12-2210	5-182	138-755	104-932	515-3936	89-505	9,5-115	4,2-665	0,4-51
Pál-völgy Cave	1.	1,50- 3,40	167- 574	3- 16	171-281	240-416	909-2156	89-235	35,7-117	93 -298	2,2-14,6
	2.	2,65- 9,50	485-3197	15- 44	179-218	326-860	1677-5986	167-449	40 -101	266 -903	4,1-29,2
	3.	0,80- 1,50	32- 37	12- 22	62- 70	160-184	517- 648	74- 89	18,3- 25,7	18,4- 21,7	3,8- 4,4
	4.	0,80- 1,40	36- 53	46- 73	94-120	168-222	612- 960	64- 96	31 - 43,4	21,1- 30	2,5- 3,7
	5.	0,90- 1,55	40- 61	39- 64	100-138	170-240	642- 861	54- 70	40 - 61,9	24,5- 48,5	1,9- 2,5
		0,80- 9,50	32-3197	3- 73	62-281	160-860	517-5986	54-449	18,3-117	18,4-903	1,9-29,2
Mátyás-hegy Cave	1.	2,00- 4,00	775-1150	29- 59	202-357	320-652	2662-3610	136-297	57 -174	291 -475	5,1-11,4
	2.	1,25- 2,40	190- 250	35- 44	122-159	190-246	980-1803	79- 94	34,7- 50	90 -107	2,2- 3,7
	3.	1,00- 1,50	170- 260	96-110	422-925	530-564	1634-2000	162-229	95 -136	37,9- 45,6	2,2- 3,5
	4.	1,40- 2,60	310- 430	56- 80	358-900	410-600	1613-2025	177-231	70 -120	123 -175	2,2- 4,2
	5.	2,05- 2,65	400- 580	37- 41	199-218	300-370	1684-2090	129-186	39,2- 64	42 -224	2,3- 5,1
		1,00- 4,00	170-1150	29-110	122-925	190-652	980-3610	79-297	34,7-174	37,9-475	2,2-11,4
	0,70-15,10	10-3197	3-218	62-925	104-932	497-5986	54-505	9,5-174	3,6-903	0,4-51	

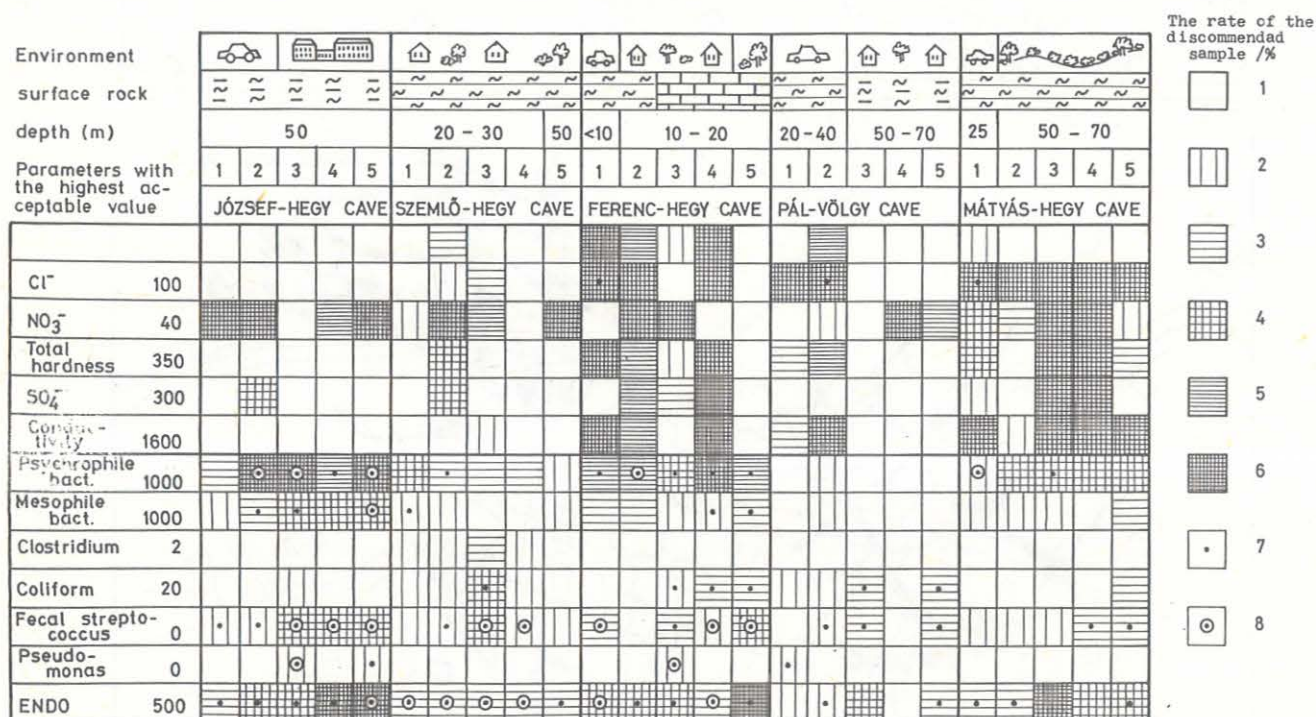


Fig.6. The stability of discommendations at the different measurements sites
1 = 0% 2 = 1-25% 3 = 26-50% 4 = 51-75% 5 = 76-99% 6 = 100%
7 = The occurrence of value extending the limit 10-fold
8 = The occurrence of value extending the limit 100-fold

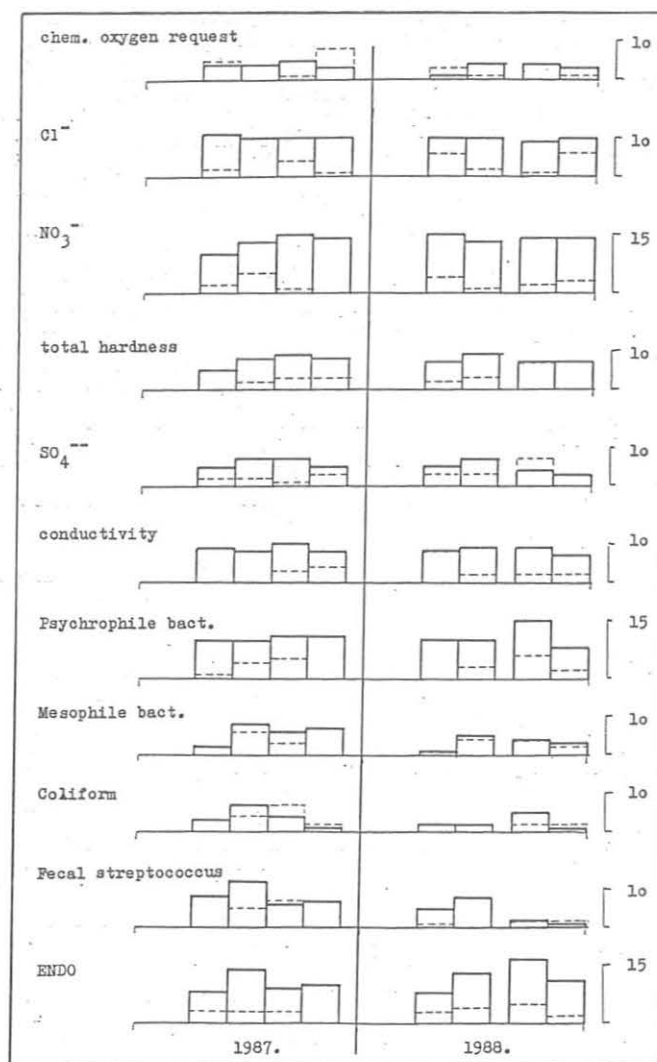


Fig.7. The time distribution of the number of the discommended samples /—/ and of the maximum values /- - / of the different points

THE AEROION-CONCENTRATION OF CAVES BASED ON CONTINUOUS MEASUREMENTS

TARDY, Janos - HIROS, Laszlo

The authors report on the results of a series of measurements carried on in four Hungarian caves for several years. This was the first possibility to conduct a continuous, long-term measurement of the aeroion concentration of caves, as well as other special climatic measurement. A special significance of the experimental period at the end of April 1986 was provided by the reactor catastrophe at Chernobyl. Presumably this had an effect on the cave and surface ion concentration that was registered.

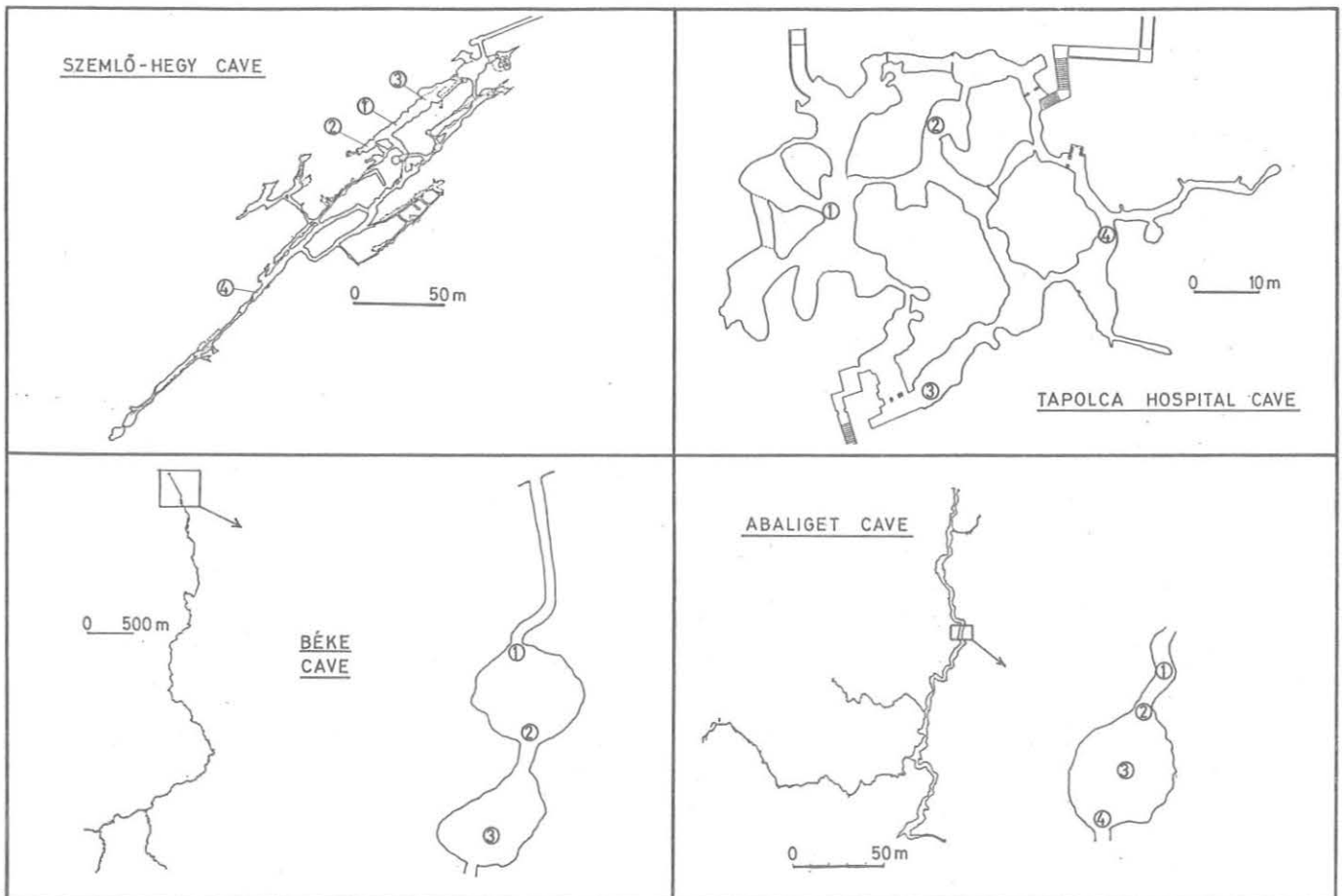
Medical practice and international scientific literature has for a long time been dealing in an increasingly wide field with the physiological effects of aeroions, the possibilities of aeroiontherapy. Many consider it suitable for the treatment of high blood pressure, neurosis, endarteriitis, for the curing of different respiratory diseases, asthma bronchiale, several types of hay-fever, meterotrop disturbances, etc. The iontherapy experiments have brought surprising results: TSISEVSKY experienced a pH increase in the blood and the rise of the alkali reserves. Together with

DIE GESTALTUNG DER IONKONZENTRATION DER HÖHLENLUFT AUF GRUND LAUFENDER MESSUNGEN

Die Verfasser berichten über eine mehrjährige Messreihe welche sie in vier Höhlen Ungarns machten. Dies war bisher allein stehend, dass man die Gestaltung der Ionkonzentration der Höhlenluft - mit anderen speziellen Untersuchungen - längere Zeit laufend registrierte. Dieser Untersuchungsperiode gab besondere Bedeutung die Reaktorkatastrophe von Tschernobil Ende April 1986, deren mit grosser Wahrscheinlichkeit voraussetzbare Wirkung /Auf- und Ablauf/ in dem Verlauf der Ionkonzentration auf der Oberfläche und auch unterirdisch registriert wurde.

DESSAUER he could decrease hypertonia with a significant addition of negative ions. EDSTRÖM brought the relief of rheumatic pains in connection with (non-cave!) negative ionization. DAVID and MINEHART gathered extremely favourable experiences in the field of the treatment of burns. KRUEGER provided a detailed explanation of the interrelationship between the effects of ionization and the significant reduction of virus infections of the lower respiratory tracts. Thousands of experiments have proven that aeroions have a direct effect on serotonin, one of the most

Fig.1. The sites of the ion concentration measurements with the points of measurements



significant neurohormons. And the list could be continued.

ASCKINAS and CASPARI began their research of aeroionization in 1901 and have also shown that the curative effects of high-altitude climate were significantly influenced by ionization. So much so that in the cases of Bad Gastein, St. Moritz and Arosa they found that the most significant curative factor was the high rate ionization of the air.

It is a well known fact that biologically the small and medium-size ions are active. Mobility in this domain is $0.1 \times 0.01 \text{ cm} / \text{V sec}$. According to research achievements reached so far this is the detrimental result of the physiological effects. Their charge is unit, but depending on their induction it may be many-fold that. Their structure has not yet been fully clarified. The ion content of the air is characterized in two ways:

a.) The negative and positive polarity absolute ion numbers are given respectively;

b.) The excess-weight of the positive or negative ions is expressed by the $n+/n-$ quotient, that is, with the help of the so-called unipolarity quotient (U_q).

A third possibility that has not yet been discussed by the professional literature, an unanswered question: whether with regard to physiological aspects the actual excess of the negative ions is more important than the U_q . There is no significant interrelationship between the two factors!

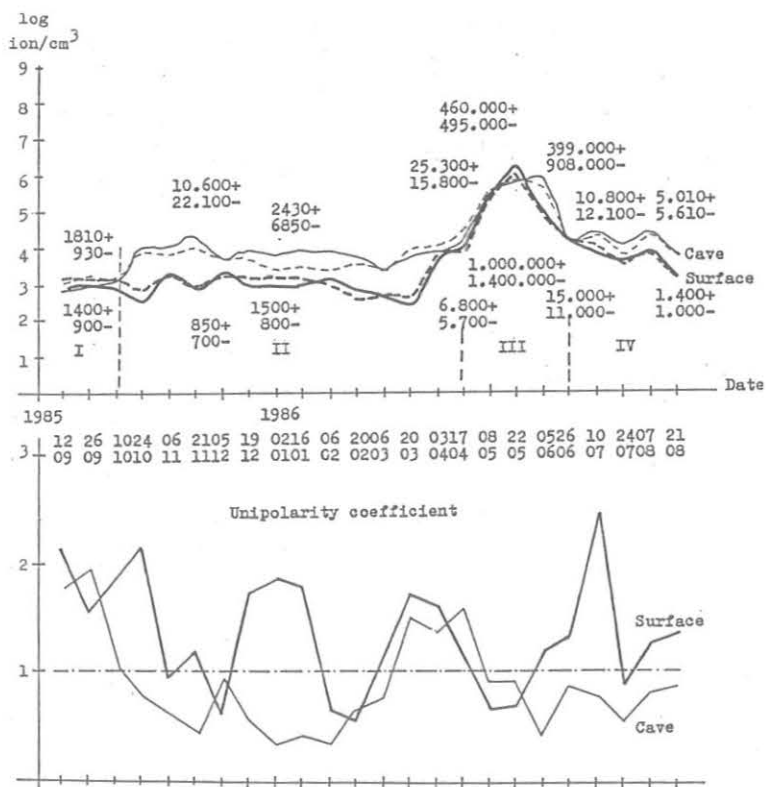


Fig.2. Ion concentration and unipolaritat in the Szemlő-hegy Cave in the period between September 1985 and August 1986.

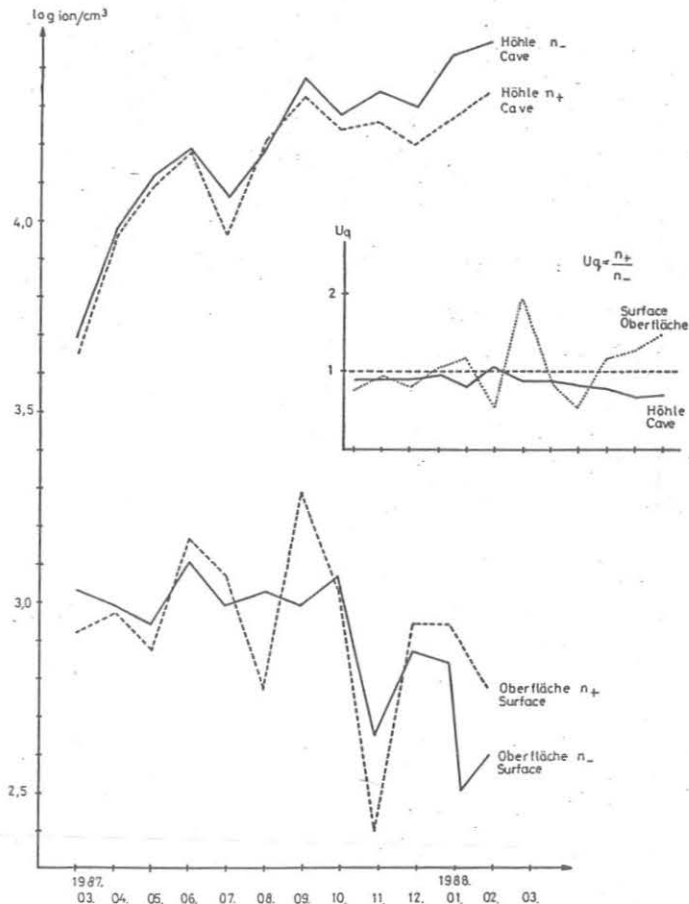


Fig.3. Ion concentration and unipolaritat in the Szemlő-hegy Cave in the period between March 1987 and February 1988

According to the experiments conducted by W. STARK there are 70-80 small positive and 80-90 negative ions per cubic centimetre in the air of an average city. In clean air regions, especially in mountain resorts these figures range between 1000-4000 ions/cubic centimetre - depending on the local climatic conditions, the temperature, the relative humidity, the cloudiness, wind conditions, etc. The value of U_q is 1.2:1, while other authors say it is 5:4. In free air space in the majority of the cases, in city air almost exclusively there is an excess of positive ions.

In way of comparison here are the results of a few measurements made in the forests of the Mátra-hegység (Mátra Mountains) [800-1000 metres above sea level] (Dala-Kiss-Sváb, László 1975):

MATRAHAZA (250 metres from the road)
 August 23, 1974. $n^- = 80-160 \text{ ion/ccm}$
 $n^+ = 90-180 \text{ ion/ccm}$
 August 24, 1974. $n^- = 300-350 \text{ ion/ccm}$
 $n^+ = 250-380 \text{ ion/ccm}$

PARADSASVAR, RUDOLFTANYA
 August 1974. $n^- = 120-150 \text{ ion/ccm}$
 $n^+ = 20-30 \text{ ion/ccm}$
 October 1974. $n^- = 250-300 \text{ ion/ccm}$

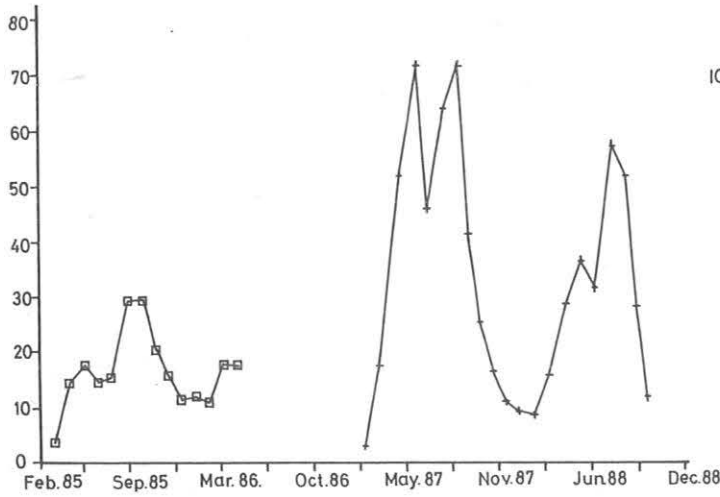


Fig.4. The "lockage effect" in the Szezlő-hegy Cave /radon concentration prior to and after the positioning of the lockage, Géczy 1989./

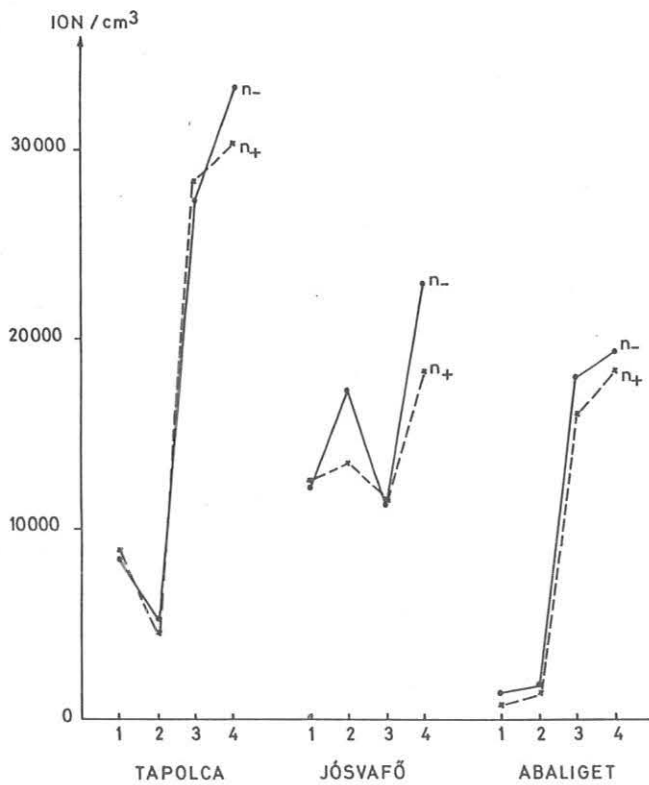


Fig.5. Ion concentration in the caves of Tapolca, Jósvalfő and Abaliget with the total average values, seasonally 1986/1987

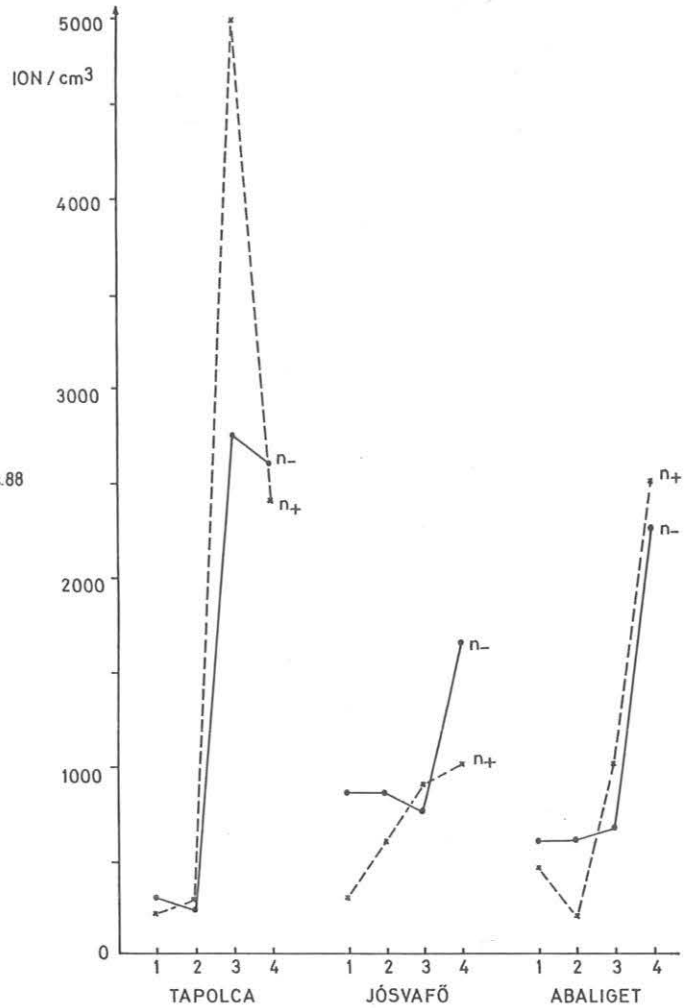


Fig.6. Ion concentration of the surface air in Tapolca, Jósvalfő and Abaliget, seasonally 1986/1987

$n+$ = 350-400 ion/ccm
 November 1974. $n-$ = 200-500 ion/ccm
 $n+$ = 600-800 ion/ccm
 KÉKESTETŐ (1015 metres)
 $n-$ = 150-180 ion/ccm
 $n+$ = 200-300 ion/ccm
 ILONA-VIZESÉS (water-fall)
 October 1974 $n-$ = 500-600 ion/ccm
 $n+$ = 180-220 ion/ccm

The reason for the excess of the negative ions (in caves, too, i.e. GÁDOROS, 1983.) is given by physicists as the so-called "water-fall effect" (the majority of the aerosol-drops created by vaporization show an excess of negative ions). This is also underlined by the above measurement results, since the values registered at the surface water-fall possess the most favourable U_q , however, the absolute values are considerably lower than the ion concentration in caves.

1986	04.17.		05.22.		06.26.		07.24.		08.21.	
	Cave	Surface	Cave	Surface	Cave	Surface	Cave	Surface	Cave	Surface
n ₊	25300	6800	680000	1000000	10800	15000	5620	3000	5010	1400
n ₋	15800	5700	724000	1400000	12100	11000	10030	3300	5610	1000

1987.	04.21.		05.19.		06.16.		07.16.		08.27.	
	Cave	Surface	Cave	Surface	Cave	Surface	Cave	Surface	Cave	Surface
n ₊	9563	850	13250	750	16900	1500	12500	1200	16800	600
n ₋	10188	1000	13800	900	17300	1400	14650	1000	16500	1100

Table 1. Ion concentration in the cave and on the surface in the period between April 17 and August 21, 1986, and one year later

We have no knowledge of the actual measurement of ion concentration in caves - with the exception of a few sporadic ones (KESSLER, SVAB, KÉRDÓ). Continuous measurement has never been made in Hungary and we have not seen any such processes described in the international professional literature either. Considering the small number of measurements in caves (especially when taking the problems of measuring techniques into account) the conclusions concerning ionization based on ad hoc type of measurements is considered to be uncertain and occasionally over-emphasised. Therefore a long-term continuous measurement was started in the Szemlő-hegyi cave in September 1985.

In the period between September 12, 1985 and August 21, 1986 measurements were made every two weeks at 5 characteristic sites of the cave on ground level (30 cm) and on a so-called raised level (between 100-150 cm). Control measurements were made on ground level. The measurements were made with highly sensitive diosmose system KATHREIN ionometres. The ion concentration measurements were supplemented by the measurement of temperature and relative humidity. (Between March 1985 and November 1988 regular radon concentration measurements were also made here, basically for the modelling of environmental impacts and therapy utilization.)

THE MOST SIGNIFICANT DATA OF THE SERIES OF MEASUREMENTS (extreme values and average values)

	in cave	on surface
Total No. of measurements	448	96
Absolute extreme values in time of series of measurements		
max. +	680000 ion/cm	1000000 ion/ccm
min. +	1150	250
max. -	908000	1400000
min. -	680	200
Absolute extreme values in "period of rest" (prior to lockage except Apr.-Aug.'86)		
max. +	23500	6600
min. +	1790	250
max. -	31750	1400
min. -	1240	200
Total average values in full period of measurement// in period of rest		
n +	32671//	19100//
	10901	1170
n -	43480//	25667//
	13894	1090
Unipolarity quotient (U.)		
U _q max.	1.52	2.17
U _q min.	0.36	0.33
U _q average	0.84	1.14
U _q ≤ 1 (in % of all measurements)	89 %	43 %
U _q > 1	11 %	57 %

With high probability as a result of the high surface background contamination caused by the Chernobyl catastrophe unexpected results were registered - both with regard to the absolute values and the overall results - as from the end of April 1986. Therefore, the measurements were halted for a short while and continued on a monthly bases in the period between March 20, 1987 and February 11, 1988. These control measurements proved the extraordinary character of the values registered in the spring and summer of the previous year.

During 1986/87 a series of measurements were made seasonally, practically in identical periods at three Hungarian medicinal caves (Tapolca, Abaliget, Jósvafő). The measurements were made at 4 sites and on the surface in the case of all three caves, also in two heights, at 30 cm and at 150 cm. [Fig.1.]

Based on the continuous measurements some of the conclusions were as follows:

- Through the continuous registration of ion and radon concentrations there was an opportunity to show the relations between the air motion on the surface and in the caves, the possible unwanted environmental impacts. Thus, in addition to the physiological effects both parameters are significant indicators. An example for the first is shown in Fig.2. and 4.: both curves well illustrate the situation prior to and

No./ccm of negative ions	Treatment time (min.)	Authors
10	30 - 120	KORNBLUEH-GRIFFIN WINSON BECKETT
10	15 - 60	KIMURA
10	10 - 30	T-SHERNIAVSKI FALBUCHEVITCH
10 - 10	20 - 30	DENVER
10	5 - 30	BULATOV
10	5 - 10	PORTNOV
10	15	GROBSTEIN
10	10 - 20	VASILIEV

after the lockage. The significant change in the surface background contamination was also registered in the change of the ion concentration in the caves. The comparison of the situation in the period between April and August 1986 and the ion concentration a year later provides an opportunity for the termination of extremely interesting consequences. [Table 1. and Fig.2.]

2.) It is evident that the ion concentration in the cave is far greater than that measured on the surface, and one may consider it proven that there is a considerable excess of negative ions. (This is proven by the high ratio of the $U_{q,5}$ values.)

3.) Spring and summer are the most favourable periods producing the greatest excess of ions at the three caves used for medical purposes (Tapolca, Jósvald, Abaliget). [Fig.5. and 6.]

4.) The values of the ion number - for so far unknown reasons - were evidently larger in 1987 than in 1986.

5.) The $U_{q,5}$ values of all the concerned caves are considered to be favourable, however, far from an equal extent. The low ion concentration of the Abaliget cave (far lower than at the other caves) was striking, at the same time its unipolarity was the best.

It should be noted here that according to medical researchers the efficiency of the lower ion concentration may be compensated by a longer period of treatment.

See some examples at the foot of the foregoing page.

Dr. János Tardy
Ministry of Environment
and Water Management
Institute of Speleology
H-1025 Szépvölgyi ut 162/b,
Budapest, Hungary

László Hiros
MEDILAB
H-1134 Szabolcs
Budapest, Hungary

0-0-0-0-0-0



POLYAEDEER

ENGINEERING INC.

1092 Budapest, Ráday u. 54.

phone: 117-9055, 117-7091, tlx: 22 7392

HUNGARY

SPELEO-ALPINE TECHNICS - Services on buildings

- examination, mending, washing, painting of buildings and structures
- lightning conductors
- troubleshooting (removal of loose elements) also on natural cliffs

DRILLING

- shallow boreholes for pedology, soil mechanics, mineral research and water wells
- water-well servicing
- driven piling

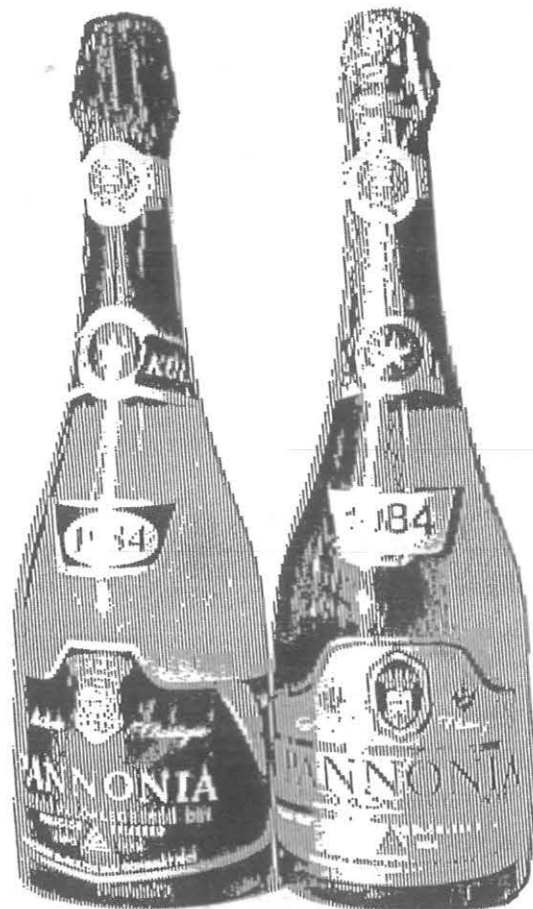
KARST AND CAVE SERVICES

- karst hydrological studies, water tracing
- water storage in karst
- tourist cave development (commercialization) projecting and construction

CAVERS IN THE CONSTRUCTION AND INDUSTRY!

PANNONIA

pezsgőcsalád



Különleges
minőség

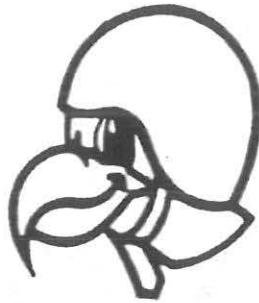
Pannónia dry
Pannónia rosé
Őrsvezér doux
Őrsvezér vörös

*A termékeket gyártja
és forgalmazza*

Csizmadia
GÁRKA STÚDIO

PANNONVIN

H-7621 Pécs, István tér 12.*Telefon: 72/27-022, 24-332
Telex: 012-231



Our cooperative undertake with rope-technics the following building industrial tasks / without scaffolding the buildings /

I. Maintenance, renewel of high and low structures

renewel of facade
restoring of plaster
facade painting
thermal insulation with DRYVIT technology
additional technical works

II. Lightning protection according to the ruling standard

planning
operation
revisory measurement
repairings

III. Insulation

insulation of liquid tanks
slat,s insulation
subsequent water-insulation of buildings
subsequent thermal-insulation of facade / DRYVIT, THERMOTEK /

IV. Anti-corrosive protection

inactive anti-corrosive protection of metal structures
concrete,s anti-corrosive protection with BARRA 2000 and
with applying of different techniques

V. Electronical mounting

planning and building up of lighting networks
supervising of contact defence and standarization
expert opinions

During our 10 years of experience we effectually performed the renewel and the cleaning of towers and high structures.

We build out the lighting system of caves counting on tourist,s attention with special care. / Szemlő-hegyi-barlang, Budapest
István-barlang, Miskolc-Lillafüred /



OKTOGON

ÉPÍTŐIPARI ÉS SZOLGÁLTATÓ KISSZÖVETKEZET
1106 Budapest, Gyakorló u. 34. Tel.: 649-317

SUMMARIES
RESUMÉES
ZUSAMMENFASSUNGEN
RESUMENES
RIASSUNTI
РЕЗЮМЕ

ИЭРАРХИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПЕЩЕРНЫХ ТРЕЩИН И ЕЕ РОЛЬ В ОЦЕНКЕ ОПАСНОСТИ ОБВАЛОВ

CVNEG, Gabor

При исследовании упругости пещеры "Анна" /ВНР/ выяснилось, что в окружающих горных породах /травертине/ возникла иерархическая система трещин, состоящая из трёх подсистем. Весь массив переделывается каждой трещиной первичной системы разрушения, а разделённые таким образом блоки массива отдельно скользя к влизи кому долину ручья "Гарадна". При своём движении каждый блок разрушается трещинами вторичной системы, связывающими трещины первичной системы разрушения. Вследствие этих нарушений в горном массиве возникают области пикового напряжения, вызывая третьестепенные /местные/ разрушения. Трещины первичных и вторичных разрушений горных пород не опасны потому, что размеры

блоков между трещинами превзшают размеры пещерных полостей. Обрушения происходят лишь из-за третьестепенных нарушений, так как куски разрушенных горных пород мельки, следовательно их обвал в пещеру возможно.

С целью отращения обвала необходимо зачислять каждую трещину в свою иерархическую систему, и укрепить разрушенные третьестепенными трещинами горные породы. Креплением надо пользоваться податливыми конструкциями, предупреждающими вывалы, и однако обеспечивающими абсолютность небольшого движения для дальнейших смещений горного массива вдоль трещин. В докладе описываются несколько типов таких крепей.

THE THEORETICAL INVESTIGATION OF THE ORIGIN OF SPHERICAL CAVERNS OR THERMAL ORIGIN (SECOND APPROACH)

SZUNYOGH, Gabor

A hypothesis of the origin of the spherical caverns of thermal origin is discussed in this paper. This hypothesis assumes that, the spherical caverns were developed by the aggressive steam precipitated on the walls of the caverns and saturated by carbon dioxide dissolved from the air of the cave. The increase of the spheric caverns is controlled by the system composed of the momentary shape of the cavern and the temperature distribution of the rockwall, which two components are interrelated. This process can be characterized by a non-linear partial differential equation, the solution of which provides an equation describing the surface of the cavern. The expansion of a fissure due to the corrosive effect of the precipitated water was followed through 60,000 years in this way. The lower part of the fissure remained unchanged. Its upper part was widened into a funnel-shaped form, which is closed by a spherical dome at the top. This dome can be elliptical in anisotropic limestone. The distance between the shafts developed side by side, and moving toward the surface, increases. It was proved, that the spherical cavern is instable, because the smallest irregularity in the sphere will increase during the process of solution forming an asymmetrical cavern.

В статье изучена та гипотеза образования шаровых ниш термального происхождения, согласно которой полость растворяется водными парами, выпадающими на каменные стены и становящимися агрессивными от углекислого газа воздуха. Рост шаровой ниши в первую очередь регулируется системой взаимовлияния данной формы полости и распределения температуры в породе. Этот процесс может быть охарактеризован нелинейным частным дифференциальным уравнением, решение которого даёт уравнение полости. С помощью этого мы проследим процесс коррозионного расширения одной трещины в течение 60 000 лет. Нижняя часть трещины осталась неизменной. Верхняя часть воронкообразно расширилась, которая закрывалась сводом правильной круглой формы. В анизотропных известняках свод имел форму эллипсоида. Рядом одновременно образующиеся камни удаляются друг от друга. Было доказано, что ниша, имеющая форму правильного шара, является нестабильной, потому что самое маленькое отклонение от шара при растворении всё быстрее растёт, делая полость асимметричной.

SPACE TIME EVOLUTION OF UNDERGROUND KARST SYSTEM IN THE UMBRIA MARCHE APPENINES IN CENTRAL ITALY

GALDENZI, Sandro - MENICETTI, Marco

Important underground karst systems occur in the Umbria Marche Appennines. The most important are localized in the Monte Cucco area and in the Frasassi Gorge. Both have a development over 30 ka in the lower liassic carbonate bank and presents many common features. In particular the presence of large deposits of sulphates speleothems and the structural position of the caves permit to define a strong influence on the speleogenesis of the rise of deep waters rich in sulphates. The M.Cucco Caves are fossils and develop at about 800 m above regional water table level. Instead the Frasassi caves are in part active and some galleries develop at the level of the river where are located different spring of juvenile water with geochemical characters of sulphates and chloride water. The common features of the caves, permit to suppose that M. Cucco represent a fossil stage of Frasassi area where the speleogenesis mechanism related to the rises of idrothermal water is still active.

EVOLUZIONE SPAZIO TEMPORALE DEI SISTEMI CARSIICI SOTTERRANEI NELL'APPENNINO UMBRO MARCHIGIANO IN ITALIA CENTRALE

Nell'Appennino umbro-marchigiano esistono importanti sistemi carsici sotterranei. I più grandi sono localizzati nell'area di M.Cucco nella Gola di Frasassi. Entrambi si sviluppano per oltre 30 ka negli strati di un calcare del Liass inferiore e presentano molte caratteristiche comuni. In particolare la presenza di grandi depositi di speleotemi solfatici e la posizione strutturale delle grotte permette di definire una forte influenza nella loro genesi da parte di acque ricche in solfati. Le Grotte di M.Cucco sono in genere fossili e si sviluppano a circa 800 m sopra l'attuale livello di base regionale. A Frasassi alcune gallerie sono ancora attive e parti delle grotte si sviluppano pochi metri sopra l'alveo del fiume, dove sono localizzate alcune sorgenti di acque con caratteristiche geochemicali solfato-clorurate. Le caratteristiche comuni dei diversi sistemi carsici permette di supporre che M.Cucco rappresenta lo stadio fossile di Frasassi dove i meccanismi speleogenetici legati alla risalita di acque solfato-clorurate sono ancora attivi.

HYDROTHERMALLY-GENERATED KARST IN ROMANIA

SILVESTRU, Emil

The term "hydrothermal" is used here under its geological meaning i.e. post-magmatic domain circulated by hot solutions (above 100°C). Several considerations on karstogenesis within this domain are presented, based on the discovery of such karst features in northern Romania.

Sur un karst d'origine hydrothermale en Roumanie

Le terme de "hydrothermal" est employé ici dans son acception géologique, c'est-à-dire qu'il désigne un domaine postmagmatique circulé par des solutions bouillantes (au-dessus de 100°C). On présente quelques considérations sur la karstogenèse dans un tel domaine, à partir de la découverte de pareilles formes de karst dans le nord de la Roumanie.

PALEOPHREATIC HYDROTHERMAL KARST STRUCTURES IN Zn-Pb SULFIDE DEPOSITS

DZULINSKI, Stanislaw - SASS-GUSTKIEWICZ, Maria

Much of the Zn-Pb sulfide ores belonging to Mississippi Valley Type deposits is located in karst cavities. The ores and their karst receptacles were produced synchronously by hot metal-bearing solutions which spread laterally through flat-lying carbonate rocks. Consequently, the mineralized karst structures are bedding-oriented. They include spongework- and low-ceilinged tabular caverns and collapse breccias. The caverns and the interfractural voids in breccias are filled with sulfide precipitates showing morphologies similar to carbonate speleothems and, occasionally, with clastic internal sediments. The ore-bearing karst structures are associated with dolomitization, recrystallization and replacement of carbonate rocks by sulfides. Of common occurrence is also solutional pulverization of carbonate rocks. The thinning of pulverulent layers induced by settling of solutionally diminished grains contributed to the formation of subsidence caverns and brecciation. The overwhelming majority of mineralized karst features has been produced under phreatic and shallow-phreatic conditions.

LES KARSTES PALÉOPHREATIQUES ET HYDROTHERMALES DANS LES GISEMENTS Pb-Zn SULFURÉS

Majorité de gisements Pb-Zn sulfurés qui appartiennent au type "Mississippi Valley" sont localisés dans des cavernes karstiques. Les gisements et leurs réceptacles avaient été formés par des solutions hydrothermales métallifères qui pénétraient en principe horizontalement, le long des couches carbonatées. De cette façon les structures karstiques minéralisées sont orientées conformément aux lits. Ces structures éponges, vaultées bas et développées horizontalement contiennent des cavernes et des brèches d'effondrement. Les cavernes et les vides entre des blocs et grains sont remplies de précipités sulfurés d'une morphologie qui ressemble aux stalactites et stalagmites carbonatées et parfois sont remplies des sédiments détritiques internes. Les structures karstiques avec des métaux sulfurés sont liées à la minéralisation, recristallisation et le remplacement des roches carbonatées par des sulfures. Assez souvent les roches carbonatées sont pulvérisées par les solutions hydrothermales. La diminution de l'épaisseur des roches à cause du processus de la pulvérisation était responsable d'effondrement de cavernes et de création de brèches. La plupart des structures karstiques minéralisées s'étaient formées dans les conditions phréatiques ou phréatiques peu profondes.

О ГИДРОТЕРМАЛЬНОМ ЭТАЖЕ НА ПОЗДНИХ СТАДИЯХ РАЗВИТИЯ ПЕЩЕР ГИДРОСИСТЕМЫ КАП-КУТАН

МАЛЭЦЕВ, В. А. - НАЛИШЕВСКИЙ, Д. И.

Исследованиями последних лет обнаружено, что пещеры гидросистемы Кап-Кутан (хребет Кугитангтау) подвергались сравнительно недавно воздействию гидротермальных растворов. На верхних этажах системы, не подвергавшихся с тех пор обводнению, обнаружена инкрустация стен кристаллами кальция размером до 0.5 м. с температурой образования 100-150°C. Кристаллы сильно растворены конденсатом. Толщина оставшихся реликтов 1-30 мм. На их поверхности слой не растворившихся сульфидов толщиной 20-50 микрон. Кроме того, на отдельных участках обнаружены коры и друзы флюорита с кристаллами размером до 6 см, также сильно растворенными. На их поверхности встречаются единичные кристаллы галенита размером до 0.5 мм.

Деятельность термальных растворов также проявилась в изменении водно-механических и обвалных отложений пещер на этих участках, а также коренных известняков. По ним можно заключить, что гидротермальный этап был кратковременным и влияния на морфологию самих пещер системы не оказал. В участках пещер, подвергавшихся после гидротермального этапа обводнению, все его следы уничтожены полностью.

ABOUT THE HYDROTHERMAL STAGE ON THE LATER PART OF EVOLUTION OF THE CUPP-COUTUNN CAVE SYSTEM

The latest researches in the caves of Cupp-Coutunn system (Kugitangtau mountains) gave a result, that these caves were recently under an influence of thermal waters. In the higher part of system, where no flooding was since this, an incrustation of walls with large calcite crystals was found. These crystals are up to 0.5 m. large, and have the temperature of crustification 100-150°C. The crystals are dissolved by the condensating water up to 1-30 mm. thick, and covered by a thin film of sulfides, that avoided this dissolution. Also, crusts and crystals of fluorite were found. The size of the crystals is up to 6 cm., their surface is also strongly dissolved. Several crystals of galenite up to 0.5 mm. large were found on their surface.

The activity of thermal waters also manifestates in the alterations of the limestone and cave sediments in these parts of caves. Studying of these alterations show, that the thermal stage was short and did not influence to the morphology of the caves. In the parts, where there was a flooding after it, all the products of the thermal activity are destroyed.

C/O ISOTOPIC COMPOSITION OF SUBAQUEOUS CALCITE SPAR DEPOSITS IN GUADALUPE CAVES, NEW MEXICO - IMPLICATIONS FOR A THERMAL WATER GENESIS

BUCK, Marcus J.

Scalenoedral calcite crystals, ranging from 1 to 50 cm in length, are commonly the first mineral precipitate lining caves in the Guadalupe Mountains. Initial observations and isotopic data enable these calcites to be classified into 3 groups. "Spar A" occurs in early isolated solutional voids up to 2 m in length and in veins, both being cross-cut by later cave development. Their isotopic composition with respect to PDB ranges from -8% to +2% for $\delta^{18}\text{O}$ and -24% to +3% for $\delta^{13}\text{C}$. Isotopically light carbon reflects input from hydrocarbons. Hydrocarbon inclusions are common. "Spar C" has a restricted range in isotopic composition which lies within that for "Spar A": $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ range from -8% to -6% and -6% to -4% respectively. "Spar C" clearly postdates major cave development and probably precipitated in isolated pools of "present day" meteoric water. "Spar B" completely lines some of the major caves and is isotopically distinct: $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ range from -15% to -11% and -3% to +3% respectively. Carbon isotopic composition reflects equilibration of paleogroundwater bicarbonate with bedrock. The oxygen isotopic composition is most easily explained by precipitation in thermal water. "Spar B" precipitation ensuing major cave development and preceding the lowering of the water table suggests a possible hydrothermal origin for these caves. Continuing geochemical studies are aimed at identifying "hydrothermal" calcites.

Composition isotopique en carbone et oxygène de dépôts calcarses sous-marins dans les cavernes de Guadalupe (New Mexico): implications pour la genèse des eaux thermales.

Les cristaux de calcite de forme scalénoédrique d'une longueur de 1 à 50 cm, sont habituellement les premiers minéraux recouvrant les grottes des montagnes de Guadalupe (New Mexico). Les premières observations et les données isotopiques permettent de classer les calcites en 3 groupes. Le groupe A est présent dans les espaces de 2 m ou moins de longueur, isolés d'une solution et dans les veines. Dans les deux étant traversés par le développement ultérieure de cavernes. Leur composition isotopique (PDB) varie entre -8 et +2% pour $\delta^{18}\text{O}$ et de -24 à +3% pour $\delta^{13}\text{C}$. De faibles rapports isotopiques en carbone représentent un apport en hydrocarbure. Les inclusions d'hydrocarbures sont choses communes. Le groupe C possède des valeurs isotopiques qui se retrouvent restreintes dans les limites du groupe A: les valeurs pour $\delta^{18}\text{O}$ et $\delta^{13}\text{C}$ sont de -8 à -6% et de -6 à -4%, respectivement. Le groupe C a été déposé après le développement majeure des cavernes et a été probablement précipité à partir de bassins isolés d'eau de précipitations (des temps présents). Le groupe B recouvre entièrement la plupart des cavernes et est isotopiquement distinct: les valeurs pour $\delta^{18}\text{O}$ et $\delta^{13}\text{C}$ varient entre -15 et -11% et entre -3 et +3%, respectivement. La composition isotopique du carbone représente l'équilibre entre le bicarbonate d'eaux paléo-souterraines et la roche-mère. La composition isotopique de l'oxygène est le plus aisément expliquée par la précipitation d'eaux thermales. La précipitation de B qui suit le développement de la majorité des cavernes et précède l'abaissement du niveau de l'eau suggère une origine possiblement hydrothermique pour ces cavernes. L'identification de calcaire hydrothermique continue d'être le sujet de recherche géochimiques.

STABLE ISOTOPE STUDIES OF SUBAQUEOUS CALCITE DEPOSITS FROM THERMAL WATER CAVES

FORD, Derek

The $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ signatures of subaqueous and pool surface calcite deposits have been studied in relict caves of Budapest and of the Black Hills, South Dakota. These caves are believed to have been excavated by thermal waters or mixed (thermal/meteoric) waters. This supposition is supported by the stable isotope results. On a standard plot of $\delta^{13}\text{C}$ v $\delta^{18}\text{O}$ with respect to PDB all Black Hills pool and subaqueous calcites plot within a region defined by the co-ordinates, -1 to -8 ‰ $\delta^{13}\text{C}$ and -13 to greater than -20 ‰ $\delta^{18}\text{O}$. This region is "the hydrothermal calcite box" i.e. all reported hot springs travertines in North America also plot within it. There are systematic and regional variations of signatures within "the box". For example, boxwork calcites of Wind Cave are always more depleted than calcite spar sheets in Jewel Cave, 50 km distant in the Black Hills. Outside of "the box" wall rocks are found to be isotopically altered towards it, and conventional stalactite and stalagmite precipitates are also depleted towards it. At Budapest the suspected thermal deposits display a similar depletion in ^{18}O but the ^{13}C is enriched to 0‰ or even +4‰ wrt PDB. Wallrocks are altered in accordance with this trend. This unusual behaviour may be attributed to ^{13}C enrichment during an early, closed system, period of volcanic fluid invasion that preceded excavation of the caves in the host rock.

Les études des isotopes stables des accumulations sous-marines de calcite de les gouffres forme par l'eau thermal.

Les signatures de $\delta^{18}\text{O}$ et $\delta^{13}\text{C}$ des accumulations de calcite sur la surface et sous l'eau des bassins ont été étudié dans les

gouffres reliques de Budapest et de les Black Hills, South Dakota. On croit que les gouffres ont été creusés par les eaux thermals ou les eaux mélange (thermal/précipitation). Cette supposition est soutenue par les résultats des isotopes stables. Sur un plan normal de $\delta^{13}\text{C}$ v. $\delta^{18}\text{O}$ (PDB) tout les calcaires de bassin et sous-marins sont emplaced dans un region délimité par les coordonnées -1 à -8 ‰ $\delta^{13}\text{C}$ et -13 à >-20 ‰ $\delta^{18}\text{O}$. Cette region est "la boîte de calcite hydrothermique": toutes les travertines des sources chaudes reporté de North America aussi sont emplaced dans cette zone. Il y a des variations systematiques et regionales des signatures dans "la boîte". Par exemple, les calcaires "boxwork" de Wind Cave sont toujours plus épuisé que les feuilles de calcaire crystalline de Jewel Cave, à 50km de distance dans les Black Hills. En dehors de "la boîte" les roches du mur, et aussi les stalagmites et stalactites conventionnelles, sont modifié isotopiquement vers "la boîte". A Budapest les accumulations soupçonné thermique montent un épiusent semblable à ^{18}O mais ^{13}C est enrichié à 0 ‰ ou meme à +4 ‰ (PDB). Les roches du mur sont modifié conformément à cette tendance. Cette conduite extraordinaire peut être attribué à l'enrichement de ^{13}C pendant une periode précédent, avec un système enclosé, d'invasion des fluides volcaniques qui a précédé l'excavation de les gouffres dans le roche hôte.

PALEOKARST AND THE NEOGENE PALEOGEOGRAPHY OF POLAND

GLAZEK, Jerzy

Three belts in the Neogene paleogeography were distinguished to the north of the Carpathians: /1/ the Carpathian Foredeep filled with thick marine deposits; /2/ the Meta-Carpathian Arch of pre-Neogene outcrops containing numerous karst sites of vertebrate fossils; /3/ the Central European Lowland covered with brown coal-bearing deposits and Poznań Clay Formation. The revision of Neogene stratigraphy shows that: /1/ the sedimentation of clayey deposits in the Carpathian Foredeep existed till the Tortonian (=Panonian); /2/ known sites of vertebrate fossils on Meta-Carpathian Arch belongs only to the zones III 4-7 and 14-17; /3/ numerous traces of the marine and coal-bearing Miocene within the Meta-Carpathian Arch; /4/ the sedimentation of the Poznań Formation began in the Lower Badenian. Thus, the marine Miocene of the Carpathian Foredeep passed to the north into coastal plain /Poznań Formation/ and aluvial plain /coal-bearing/ deposits and once covered Meta-Carpathian Arch. The Messinian crisis stepped this sedimentation and caused: /1/ strong erosion of Neogene deposits; /2/ exhaustion of pre-Badenian karst relief of the Meta-Carpathian Arch; /3/ development of red residual deposits and broad migration to the Europe of steppe and even desert inhabitants /Gerbillinae, Hystrix/.

ДРЕВНИЙ КАРСТ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ НЕОГЕНА ПОЛЬШИ

ГЛАЗЕК, Ежи /Польша/

В палеогеографии неогена Польши, севернее от Карпат выделяются три полосы: /1/ предкарпатский прогиб заполненный мощными морскими глинами, /2/ метакарпатский вал с обнажениями донеогеновых пород и многими находками ископаемых позвоночных в карстовых формах, /3/ Средне-Европейская низменность покрыта буроугольными отложениями и познаньской свитой глин. Ревизия стратиграфии неогена показала что: /1/ осадконакопление глин в предкарпатском прогибе продолжалось до тортонского (=панонского) яруса, /2/ находки позвоночных в пределах метакарпатского вала принадлежат только к зонам III 4-7 и 14-17, /3/ следы морских и буроугольных отложений в пределах метакарпатского вала, /4/ осадконакопление познаньских глин началось с нижнего бадения. Таким образом, морские отложения предкарпатского прогиба переходили к северу в отложения прибрежной и аллювиальной равнин и перекрывали метакарпатский вал. Мессинский кризис прорвал это осадконакопление и вызвал: сильную эрозию неогена, экзугумацию добаденского карстового ландшафта метакарпатского вала, развитие красной коры выветривания и иммиграцию до Европы степной и полупустынной фауны позвоночных.

FLUVIAL KARST DEVELOPMENT IN THE HUMID TROPICS

MILLER, Thomas

High rainfall volume and intensity profoundly increase fluvial development on humid tropical karst surfaces. Major rivers integrated on insoluble rocks commonly cut through these karsts: analysis of several sites in Belize and Puerto Rico show that linear penetration of captured streams is primarily related to their catchment area. A program of analysis of chemical composition of surface deposits in all karsts of Belize demonstrates their likely origin as fluvial deposits from neighboring non-carbonate rocks.

ESTIMATION OF VELOCITIES FOR TRACER EXPERIMENTS

SARVARY, Istvan

The results of examination of numerous tracer experiments are given in the paper. It seems that in case of linear connections the length of trajectory is essential in determining the limits of velocity. When the point of observation is a subthermal spring the velocities are much smaller. In an environment without determined trajectories -- porous media, confined aquifers -- the tracer material is dispersed in the vicinity of the injection point and migrates very slowly in a broad wave towards the observation points, where only a part of it can be detected.

It is necessary to organize the observation in a way that minimum 12 samples' data could be utilized to determine the concentration-curve.

KARSTOGENIC PECULIARITIES OF THE KARST STRUCTURES IN THE LIME MASSIVE OF THE REGION OF VAIK OF THE ARMENIAN S.S.R.

SHAHINYAN, Samvel M. - GEVORGYAN, Armen A.

The formation of the underground depressions in the lime massive of Vaik has been essentially determined under the influence of the small and big tectonic fractures, chaps and tectonic structures. At the same time the tectonic fractures have determined the direction of the underground water streams.

The raising of the central part of the karst massive of Vaik has been certainly caused by the intrusion. The intrusion once had been the main source of an abundant hydrothermic supply of the massive.

Numerous tunnels carved by the karst dynamic waters have been investigated in this karst massive. They are situated along the direction of the tectonic secondary structures and are witnessing that the formers have once had been abundantly provided with water.

The absence of a water collecting basin and the bygone abundance of the karstogenic dynamic waters make it necessary to work out a certain system of genetic factors taking into account the underground and overland tectonic constructions as well as the hydrothermic dynamic waters which had had an important function in the origin and development of the underground and overland karst forms of this massive.

КАРСТОГЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ КАРСТОВЫХ СТРУКТУР ИЗВЕСТНЯКОВОГО МАССИВА ВАЙКА АРМЯНСКОЙ ССР

На образовании и формировании подземных пустот в Вайкском известняковом массиве существенно повлияли малые и большие тектони-

ческие разломы, нарушения и тектонические структуры. В то же время тектонические нарушения во многом определили направления подземных глубинных водных потоков.

Возвышение центральной части Вайкского карстового массива является следствием интрузивного внедрения и в свое время было обильным источником гидротермальных вод, заливающих массив. В карстовом массиве было изучено множество "водонапорных труб", расположенных вдоль по направлению вторичных тектонических щелей и свидетельствующих о былом обилии карстовых вод.

Отсутствие водосборного бассейна и былое обилие карстогенных динамических вод создают необходимость в разработке определенной системы факторов, учитывая и подземные, и наземные тектонические структуры и, наконец, гидротермальные воды, сыгравшие определенную и важную роль в образовании и формировании подземных как и наземных карстовых форм этого массива.

SPELEOGENESIS OF THE CAVES OF THE NULLARBOR PLAIN, AUSTRALIA

JAMES, J. M. - ROGERS, P. - SPATE, A. P.

The Nullarbor plain is one of the largest continuous exposed karst lands in the world with an area in excess of 200,000 km². The plain has a climate which varies from semi-arid in the south-west to hot desert in the north. In proportion to its area the karst is poor in caves. The caves that do exist are extensive and large with two of the longest caves and the largest chamber in Australia. Some of the cave systems are almost entirely flooded with saline waters and Cocklebidy Cave contains a world record cave dive of 6.2 km. The genesis of these caves has long been a subject of debate amongst speleologists. Since the first speleological expeditions to the Nullarbor caves in 1957 there has been an excellent record of collaboration between cave explorers and scientific investigators. The 1988 Pannikin Plains Caving Diving Expedition has continued this tradition and collected a large suite of rock, mineral and water samples for analysis. This chemical survey of one of the extensive flooded caves of the Nullarbor has provided a base set of data for review and revision of the theories of speleogenesis of these caves. The paper will present the chemical data from Pannikin Plains Cave together with similar data from other Nullarbor caves. Geological and geomorphological evidence will also be used to endorse the revised hypothesis.

ESTIMATION DES VITESSES POUR LES ESSAIS DE COLORATION

En analysant un grand nombre d'essais, exécutés au moyen de traceurs, on peut estimer les limites de la vitesse par laquelle le colorant progresse dans le milieu souterrain. Il semble que dans le cas des connexions linéaires c'est la longueur de la trajectoire qui joue un rôle décisif dans la détermination des vitesses. Quand le point d'arrivée est une source thermale les vitesses sont beaucoup plus faibles. Dans un milieu sans trajectoires définies (forages, etc.) le traceur se disperse dans un nuage diffus et seulement une partie du colorant arrive aux points d'observation dans un courant extrêmement lente.

À partir de l'estimation préalable des vitesses il faut organiser les observations que la variation de la concentration puisse être dessinée au minimum en utilisant les données de 12 prélèvements.

ESPELEOGENESIS DE LAS CUEVAS DEL LLANO DE NULLARBOR, AUSTRALIA

El llano de Nullarbor es uno de las más grandes terrenos de karst expuesto en el mundo con un área más que 200,000 km². El llano tiene una clima que varíe entre medio-árido en el sudoeste, a desierto caliente en el norte. En proporción a su área el karst es deficiente en cuevas. Las cuevas que existen son extensas y grandes con dos de las cuevas más largas y la sala más grande en Australia. Unos de los sistemas de cuevas son casi totalmente inundadas con aguas salinas y Cocklebidy Cave contiene el espeleobuceo más largo del mundo de 6.2 km. La génesis de estas cuevas ha sido un asunto de discusión entre espeleólogos. Desde los primeros expediciones espeleológicas a las cuevas del Nullarbor en 1957 ha existido un estado excelente de comunicación entre espeleólogos exploradores y científicos. El expedición espeleobuceo a Pannikin Plains Cave en 1988 ha seguido esta tradición y recogido un amplio serie de muestras de rocas, minerales y aguas para análisis. Este examen extenso de datos químicos de una de las largas cuevas inundadas del Nullarbor ha dado un base de datos para revisión y refundimiento de las teorías de espeleogénesis de estas cuevas. Este informe presente los datos químicos de Pannikin Plains Cave con datos semejantes de otras cuevas del Nullarbor. Se presente también pruebas geológicas y geomorfológicas para apoyar esta hipótesis refundida.

THE WIND'S CAVERN GENESIS

VARGA, Laszlo - NAGY, Istvan - BAZSA, Iulia

The Wind's Cavern is situated in the North-West of the Pădurea Craiului Mountains, near the mining place of Suncuiuș. At the present moment it is the cavern with the widest development in Romania, the sum of the known galleries reaching the value of 40 km.

The paper begins with the presentation of the geological, tectonic and hydrogeological conditions in the area where the multi-storied galleries system in the Wind's Cavern developed.

Further on in the paper we present a pattern of the main galleries formation, on levels, on basis of a hybrid cavern formation theory in a phreatic regime - which means an interference of the bati- and epiphreatic theories - also influenced by the epigenetic erection of the limy massif.

The paper also accounts for the vertical galleries on basis of the fault breccias corrosion from the inferior to the superior levels, functioning for a long time as a pressure balancer and a minor and middle drainage overflow of the vast gallery system.

The paper ends by a balance of the cavern endocast potential, concluding that the system may develop to 70 km.

DIE GENESE DER WINDGROTTE

Die Windgrotte befindet sich im Nord-Westen des Pădurea Craiului Gebirges, in der Nähe von der bergbaulichen Ortschaft Suncuiuș. Gegenwärtig ist die Windgrotte die Grotte mit der grössten Entwicklung in Rumänien; die Anzahl der bekannten Strecken reicht 40 Km.

Die Arbeit beginnt mit der Darstellung der geologischen, tektonischen, hydrogeologischen Bedingungen des Entwicklungsmilieus des vielstufigen Streckensystems der Windgrotte. Weiter wird ein Muster für die Entstehung der Hauptstrecken dargestellt - auf Horizonten - aufgrund einer hybriden Theorie der Hohlräumentstehung im phreatischen Bedingungen, wodurch eigentlich eine Interferenz der bati- und epiphreatischen Theorien durchgeführt wird und die auch von der epigenetischen Schichterhebung des Kalksteingebirges beeinflusst wird.

Die Arbeit beschreibt auch die Querstrecken aufgrund der Breschspaltekorrosion von der Unetr- zu den Oberhorizonten, die lange Zeit als Gebirgsdruckausgleicher und Überlauf der unteren und mittleren Abwässerung des Streckensystems wirkten.

Die Arbeit schliesst mit einer Bilanzrechnung des endokarstischen Grottepotentials und sieht eine Entwicklung dieses Systems bis zum 70 Km voraus.

MORPHOLOGICAL CLASSIFICATION OF DISSOLUTIONAL CAVE SYSTEMS

FORD, Derek

Dissolutional cave systems are defined as systems of connected dissolutional conduits 5-15 mm or greater in diameter, extending between water input points and output points. Approximately 80% of explored cave systems are developed by meteoric waters in unconfined circulation; these are termed "COMMON CAVES". Their plan patterns are divided into four categories (1) Single Input type; (2) Multiple Inputs in a Rank (or Holloch) type; (3) Multirank (or Mammoth Cave) type; (4) Restricted Input type. Their development in depth includes bathyphreatic, multiloop, ideal waterable, and loop-waterable types, plus drawdown and invasion vadose caves. Cave profiles may be graded by entrenchment and paragenesis, and cave plans are complicated by addition of floodwater mazes. Most great caves display multiple phases ("levels").

MAZE CAVES AND BASAL INJECTION CAVES may be created where there is confined circulation of meteoric waters or such waters are injected into the karst stratum from a granular aquifer. They are rare.

Most HYDROTHERMAL CAVES are created by waters enriched by exhalative CO₂. There are three distinct morphologies (1) the ascending tree-like (or Satorkopuzsta) type; (2) two-dimensional mazes at an aquiclude or waterable; (3) three-dimensional mazes extending through the karst strata. Waters may also be enriched in H₂S from basinal fluids. Dominance of H₂S produces a chamber (Carlsbad Caverns) type of cave where oxidising in meteoric waters occurs, and gallery (gypsum-replacement) caves where the gas is released into the atmosphere in fissures.

COASTAL MIXING ZONE CAVES include those developed at the halocline and at the freshwater table. They develop only in young, diagenetically immature, rocks of high porosity.

Classification morphologique des réseaux de cavernes formés par dissolution.

Les systèmes de cavernes (dissolution) sont définis comme des systèmes de conduits reliés entre eux d'un diamètre de 5-15mm ou plus, s'étendant entre l'arrivée (entrée) et la sortie des points d'eau. A peu près 80% des cavernes explorées

sont formés par l'écoulement libre des eaux de précipitations, on les appellent les cavernes communes. Elles sont divisées en 4 catégories: (1) type à entrée unique; (2) type graduel (rang) à entrées multiples (Holloch); (3) type multigraduel (Mammoth Cave); (4) type à entrée restreinte. Leur développement en profondeur comprend les types bathyphréatiques, à boucles multiples, au niveau d'eau idéal, et aux types de niveau d'eau en boucle, en plus de l'affaissement et l'intrusion de vadose des cavernes. Le profil des cavernes peut être classé par retranchement et paragenèse, et les plans de cavernes peuvent être plus complexes par l'addition de labyrinthe inondés. La plupart des grandes cavernes démontrent plusieurs phases (niveaux).

Les labyrintes (maze cave) et les cavernes de base (primaire) peuvent être créés où il y a une circulation restreinte des eaux de précipitation ou soit que des eaux se sont infiltrées dans les strates du karst à partir d'un aqueux granulaire (comme le grès). De telles cavernes sont rares.

La plupart des cavernes hydrothermiques sont créées par des eaux enrichies par le dégagement de CO₂. Il existe 3 morphologies distinctes: (1) le type arbre-ascendant (Satorkopuzsta); (2) galerie à 2-dimensions au niveau d'un aquiclude ou de l'eau; (3) galeries à 3-dimensions s'étendant à travers la strate du karst. Les eaux peuvent aussi être enrichies de H₂S à partir de fluides provenant de bassins. Une forte concentration en H₂S produit une cavité (caverne Carlsbad) ou l'oxydation des eaux de précipitation se produit et des galeries (remplacement du gypse) où les gaz sont relâchés dans l'atmosphère par des fissures.

Les cavernes de la zone de mélange côtière comprennent celles développées au niveau de la halocline et au niveau des eaux lacustres. Elles se développent seulement dans de jeunes roches très poreuses et diagenétiquement immatures.

HYDROLOGY AND HYDROCHEMISTRY OF A DOLOMITE KARST IN PERMAFROST TERRAIN IN THE NORMAN REGION, N.W.T., CANADA

HAMILTON, James P.

Hydrologie et hydrochimie d'un karst de dolomie de la région Norman du permafrost, T.N.O., Canada.

Karst features are widespread in the Norman Region of the N.W.T. primarily developed on the Lower Devonian Bear Rock Formation, a dolomitic solution breccia. Surface drainage in this area is poorly integrated with numerous sinking streams and ponds, seasonally flooded depressions, and springs. Infiltration into the subsurface is impeded by the presence of permafrost, however observations indicate that recharge into the aquifer through dolines is significant. Hydrological, hydrochemical and oxygen-18 data indicate the majority of sinking waters travel via the relatively shallow pathways of the epikarst with some waters circulating to greater depths. Waters moving by these rapid epikarst routes are characterized by relatively low concentrations of calcium, magnesium and bicarbonate. Outflow from major springs are more concentrated and also contain sulphate, sodium and chloride resulting from deep solution (subrosion) of the evaporitic strata of the Saline River (Cambrian) and Bear Rock Formations. This collapse and pinnacle karst has been altered by glaciation and is classified as a glacially modified fluviokarst.

Les karst sont très répandus dans la région Norman des T.N.O., principalement au niveau de la formation de Bear Rock (deut ou Dévonien), un breccia formée à partir d'une solution dolomitique. Le drainage de surface dans cette région est pauvrement mélangé à de nombreux bassins, ruisseaux, dépressions inondées saisonnièrement sources d'eaux. L'infiltration sous la surface est retardée par la présence du permafrost, cependant des observations indiquent qu'un rechargement des aquifères à travers les dolines est significatif. Les données hydrologiques, hydrochimiques et ¹⁸O indiquent que la majorité des eaux d'écoulement voyage par des chemins relativement peu profonds de l'épikarst avec des eaux circulant plus profondément. Les eaux circulants dans l'épikarst par ces rapides chemins sont caractérisés par de relativement basses concentrations de calcium, magnésium et bicarbonate. L'écoulement de la majorité des sources est plus concentré et contient en plus des sulfates, du sodium et chlorure résultant de la mise en solution (sous-érosion) de la strate évaporitique de la rivière Saline (Cambrien) et des formations de Bear Rock. Ce karst d'effondrement et de pinnacles ont été remanié par l'aire glaciaire et est classé comme étant un fluviokarst modifié.

EVIDENCE OF HYDROGEOLOGICAL SIGNIFICANCE OF SUBSURFACE ZONE FROM STUDY OF OXYGEN ISOTOPE COMPOSITION OF WATER (ARABICA MASSIF, WESTERN CAUCASUS)

KLIMCHOUK, Alexander - JABLOKOVA, Nataly

Hydrogeological and morphogenetical significance of subsurface (of subcutaneous, or epikarstic) zone of autogenic karst massives was shown in some works (Klimchouk, 1983, 1987; Williams, 1983). This is a zone of high jointing and water permeability; beneath it the main vadose zone is situated permeability of which is determined by large joint and faults (karst shafts). Storage of percolating water occurs in this zone. Leakage from it sustains shaft base-flow in the vadose zone.

Pleistocene glaciations strongly influenced on karst development of the Arabica massif. Mature water absorbing apparatus of karst including of subsurface zone was destroyed by exaration. During postglacial stade restoration of subsurface zone and karst landforms is proceeding.

Evidence of hydrogeological significance of the subsurface zone was obtained from study of oxygen isotope composition of precipitation and shaft flow. It is ascertained that rainfalls are not transferred into shaft flow at once but are stored in the subsurface zone forcing out previously stored water and causing pulse "wave" in shaft flow. Isotope composition of shaft flow in August corresponds to snow meltwater stored during winter-beganning of summer period.

ПРОЯВЛЕНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ЗНАЧИМОСТИ ЭПИКАРСТОВОЙ ЗОНЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА КИСЛОРОДА ВОД (МАССИВ АРАБИКА, ЗАПАДНЫЙ КАЗКАЗ)

Важная гидрогеологическая и морфогенетическая роль приповерхностной (подпочвенной, эпикарстовой) зоны автогенных карстовых массивов показана в ряде работ (Климчук, 1983, 1987; Williams, 1983). Это зона высокой трещиноватости и водопроницаемости; ниже располагается основная вадозная зона, проницаемость которой определяется крупными секущими тектоническими трещинами (карстовыми шахтами). В приповерхностной зоне происходит задержка и накопление вод. Их срабатывание в нижнюю зону обеспечивает базовый шахтный сток.

На развитие карста массива Арабика большое влияние оказали плейстоценовые оледенения. Под воздействием ледниковой экзарации был уничтожен зрелый водопоглощающий аппарат карста, включая приповерхностную зону. На постледниковом этапе формировалась новая приповерхностная зона, восстанавливался водопоглощающий аппарат.

Подтверждение гидрогеологических функций приповерхностной зоны получено при изучении изотопного состава кислорода вод метеорных осадков и шахтного стока. Выпадающие осадки не переводятся сразу в шахтный сток, а задерживаются в приповерхностной зоне. При этом они вытесняют ранее накопленные воды, вызывая паводковый пульс в шахтном стоке. Изотопный состав вод шахтного стока в августе соответствует талым снеговым водам, накопленным за время весенне-летнего снеготаяния.

GEOCHEMICAL EVOLUTION OF A CAVE STREAM

VENI, George

Multiple water samplings and geochemical analyses along a 5.9 km long segment of the main Honey Creek Cave (Texas, U.S.A.) cave stream were made to model how a cave stream evolves geochemically along its course. Samples were also obtained from the 11 primary tributaries feeding into that stream. Preliminary results show increasing alkalinity and atmospheric CO₂ upstream into the cave, with decreasing pH. CO₂ and pH inversely increase and decrease in the sections of the stream where waterfalls are present. The pH of tributaries is slightly above that of the main stream and is related to atmospheric CO₂. Tributaries with lower discharges generally have lower alkalinities, but not necessarily so. More detailed analyses are currently being performed, and will be fully reported and interpreted.

Multiplo analisis geoquimicos a lo largo de un 5.9 km porcion del rio de Cueva Honey Creek (Texas, E.U.) fueron estudiado como un modelo del evolucion geoquimico de los rios de cuevas. Tambien analisis fueron estudiado de 11 tributarios primeros del rio Honey Creek. Resultados preliminar demostrar que con arriba el rio HCO₃ y CO₂ del aire son aumentan, pero pH es disminuye. CO₂ y pH aumentan y disminuyen en inverso donde estan cascadas. El pH de los tributarios es poco mayor que el rio primero, y es un factor del CO₂. Tributarios con menor flujo en general tienen menor HCO₃. Analisis con mas detalle son estudiando ahorra, y estaran presentara en todo.

COMPLEX WALL MICRORELIEF IN CAVES AND DEVELOPED TURBULENCE

SERBAN, Mihai

The description of a complex wall microrelief form found in "Huda lui Papara" Cave (Alba District, Romania) is given. It is a macro-scallop bearing a great deal of smaller scallops, as a second-order relief. This form is explained as an effect of the developed turbulence generated by peculiar geometry of the cave and of its water flows. Of a similar complex form are the caul-line troughs (Deckenmulden) described by Bögli (1984) but of a still unexplained genesis.

Le microrelief parietal des grottes et la turbulence développée

On décrit une forme complexe de microrelief parietal trouvée dans la grotte "Huda lui Papara" (Département Alba, Roumanie) qui est constituée par une macro-alvéole dont la concavité présente plusieurs micro-alvéoles, comme relief parietal de deuxième ordre. Cette forme est expliquée par un effet de turbulence développée qui se constitue dans des conditions particulières de géométrie de la conduite et du mouvement de l'eau. Les "Deckenmulden" décrites par Bögli (1984) sont des formes complexes tout à fait similaires dont la genèse n'a été comprise jusqu'à présent.

FISSURED KARST WATERS OF CENTRAL KAZAKHSTAN

ZHAPARKHANOV, S. Zh.

Fissured karst waters of Central Kazakhstan are to be found in the thickness of heterogeneous carbonate formations characterized by fissuring and karsting. Total thickness of the deposits varies between some hundreds meters and 2-2,5 thousand meters. They are to be traced in separate massifs of almost all mountainous and hilly tracts of territory occupying the area of about 700 thousand square kilometers and forming in the main positive and seldom negative structures.

Fissured karst waters circulating, on the whole, in different karst caverns are characterized by very high water-abundance, considerable resources and good quality. The depth of their bedding doesn't exceed 50-60 meters. The debit of springs reach 140 liters per second (l/s). The amount of water that o borehole gives fluctuates between 3-5 and 70-100 l/s. The coefficients of rock filtration change from 7 to 15 l/s, with water output equal to 0,03-0,08, the water-conductivity varies between 500 and 2000 square meters per day. Subterranean waters are, in the main, fresh with mineralization of 1-3 gram per liter, their chemical composition is hydro-carbonate-calcic or sodium.

Actual rates of movement of underground waters in carbonate rocks reach 15 meters per day and account for karst-formation which have the semblance of caverns (1,5 meter in diameter) and potholes (3 meter in diameter). The above-mentioned karst forms are mostly developed in limestone deposits of devonian-carbon period.

Трещинно-карстовые воды Центрального Казахстана

Трещинно-карстовые воды Центрального Казахстана, приурочены к толщам разнородных карбонатных образований, характеризующихся сильной трещиноватостью и закарстованностью. Общая мощность этих отложений колеблется от нескольких сотен до 2-2,5 тысяч метров. Прослеживаются они отдельными массивами почти по всем гористых и мелкопочинковых участках территории, занимающей площадь около 700 тыс. км² и слагаая в основном положительные, реже отрицательные структуры.

Трещинно-карстовые воды циркулирующие в основном по различным карстовым пустотам отличаются весьма высокой водообильностью, значительными ресурсами и хорошим качеством. Глубина залегания их не превышает 50-60 м. Дебиты родников достигают 140 л/с. Расходы скважин варьируют от 3-5 до 70-100 л/с. Коэффициенты фильтрации пород изменяются от 7 до 15 л/с, при водоотдаче 0,03-0,08, водопроницаемость колеблется от 500 до 2000 м²/сут. Подземные воды в основном пресные, с минерализацией 1-3 г/л, химический состав их преимущественно гидрокарбонатно-кальциевый или натриевый.

Действительные скорости движения подземных вод в карбонатных породах достигают до 15 м/сутки и обуславливают карстообразование в виде понор (в диаметре до 1,5 м) и воронок (до 3 м). Указанные карстовые формы наиболее интенсивно развиты в известнякостых отложениях девон-карбона.

THE KARSTIC DOMAIN ANALYSED AS A DEPOSITIONAL SYSTEM

FABIAN, Calin

LE DOMAINE KARSTIQUE ANALYSÉ EN TANT QUE SYSTÈME DE DÉPOSITION

The multitude of factors which control the development of the exogenous processes in the karstic environment, their interactions and various determining effects turn the karstic domain into a complexe depositional system.

Petrological observations (in structural, mineralogical and chemical order) upon the alluvial deposits accumulated in the hollow of several caves led us to range more correctly the karstic domain into the ambient petrographic context, as well as the reconstitution of the evolution of the karstic system.

For operational elements in this paper there are used the matricial calculus and the Markow's chains analysis.

La multitude des facteurs qui contrôlent le déploiement des processus exogènes dans le milieu spéléologique, leurs interactions, ainsi que les effets variés qu'ils y provoquent confèrent au domaine spéléologique les caractères d'un système de déposition tout à fait complexe.

Des observations pétrologiques (d'ordre structural, textural, minéralogique, chimique) sur le matériel alluvial accumulé dans le système cavernaux des plusieurs grottes nous ont permis une estimation encore plus correcte du domaine karstique dans le contexte pétrographique environnant, ainsi que plus de possibilités pour reconstituer l'évolution du système karstique.

Comme éléments opérationnels, nous avons fait appel au calcul matriciel et à l'analyse des chaînes de Markow.

OBSERVATIONS ON THE GLACIER'S STABILITY OF THE ICE-SHAFT SYSTEM EFTASTOMO, PARNASSOS MNT., CENTRAL GREECE

KARAKOSTANOGLU, Iakovos

The present status of the system's atmosphere and ice formations, including the largest nevé-glacier known in Greek ice-shafts up to now, is described with the help of detailed mapping.

The questionable glacier's stability is presented, based on evidences which are taken from the system's interior as well as from recent historic and surface's climatic records.

ON A NEW MINERAL PARAGENESIS IN THE CAVE UNGURULUI (PADUREA CRAIULUI) ROMANIA

ONAC, Bogdan P.

Peștera Ungurului cave opens in the left bank of Crișul Repede river, 2.5 km. upstream the locality of Suncuiuș (Bihar Dept.).

All along it's 195 m. long known underground flow the underground rivulet's bed is covered by a white-yellowish jelly-like sediment. There also is a 2 m. waterfall completely covered by the above mentioned, moonmilk-type sediment.

Samples from various sections of the rivulet were subjected to thermic, diffractometric, I.R., spectral, chemical and electrono-microscopical analyses. The results revealed a mineral within the allophan group, associated with carbonates in an incipient crystallization stage.

The mineral's genesis is attributed to a nearly clay-mining area. Very important for the deposition scenario is the role played by the intensely acid pH of the underground waters, related to the presence of the sulphides (pyrite, marcasite) in the clay layers

SUR UNE NOUVELLE PARAGENÈSE MINÉRALE DANS LA PEȘTERA UNGURULUI (Monts Pădurea Craiului)

La grotte nommée Peștera Ungurului s'ouvre dans le versant

gauche du Crișul Repede, à 2,5 km. en amont de la localité de Suncuiuș (département de Bihar).

Sur tout le trajet du cours d'eau qui parcourt la grotte (195 m.), le lit du ruisseau souterrain est tapissé d'un dépôt blanc-jaunâtre qui a la consistance d'un gel. Nous mentionnons aussi l'existence d'une chute d'eau de 2 m. de hauteur, entièrement couverte d'un dépôt de type moonmilk constitué par le même minéral.

Les échantillons prélevés des différents points du ruisseau ont été soumis à des analyses thermiques, diffractométriques, I.R., spectrales, chimiques et de microscopie électronique. Les résultats préliminaires de ces analyses ont mis en évidence la présence d'un minéral nouveau du groupe de l'allophane, celui-ci étant associé à des carbonates se trouvant au début du processus de cristallisation.

La genèse du minéral a été mise sur le compte des argiles qu'on rencontre dans la zone. Un rôle important dans la précipitation de ce minéral revient au pH très acide du cours souterrain, dont les faibles valeurs peuvent être mises en liaison avec la présence dans les couches d'argile des minéraux du groupe de sulfures (pyrite, marcasite).

THE FLOATING CALCITE FROM THE CAVE HOANCA APEI (BIHOR MOUNTAINS - ROMANIA)

BODOLEA, Ana - VIEHMANN, Iosif

The paper presents the discovery of an impressive deposit of floating calcite (calcite rafts), in a suspended lateral passageway of the cave Hoanca Apei.

The room housing the calcite rafts, has four pools (gours), periodically filled with water. It is on the surface of the water in these pools, the calcite rafts were found.

Several flakes on the bottom of one dry pool, were marked in August 1988, being found floating in September 1988.

The results of several mineralogical, crystallographical and chemical analyses are further presented, along with some considerations on the genesis of these speleothemes.

Key words: the cave Hoanca Apei, floating calcite, re-floated calcite.

"Der flotante Calcit aus der "Hoanca Apei"

Höhle (Bihargebirge - Romänia)

Die Arbeit beschreibt die Entdeckung einer Anlagerung von ein geprägten flotantem Calcit in einer überlagerten Nebengalerie der Hoanca Apei Höhle, Bihargebirge (Romänia). Der Saal in welchen sich die Anlagerung befindet, enthält 4 wannen "gours", die sich periodisch mit Wasser auffüllen, auf dessen die Calcitplatten schwebend auftauchen.

Die Lamellen die Aug'1988 am Trockenboden der Wannen gefunden wurden, sind mit roter Farbe bezeichnet worden und in Sep'1988 wurden sie wieder, diesmal an der Wasseroberfläche gesichtet dargestellt werden die Ergebnisse einiger Mineralogischen und chemischen Analysen, wie auch einige Bemerkungen bezüglich der Genese dieser Speleothemen.

TOPOCLIMATICAL PARTICULARITIES OF A GLACIARY CAVE: GHETARUL DE LA SCARISOARA (BIHOR MOUNTAINS, ROMANIA)

RACOVITA, Gheorghe

The paper defines the main topoclimatological parameters of the cave Ghetarul de la Scărișoara, on the grounds of a continuous sequence of measurements during a seven year period (1982-1988). Particularities of underground thermo-circulation and thermal regime are emphasized as determining factors of cave glaciation and location of various morphological types of ice speleothemes. A correlation is also attempted, between the long-term trends of the ice formations and the measurable oscillations of the underground topoclimatological level.

PARTICULARITĂȚI TOPOCLIMATICE D'UNE GROTTÉ GLACIÈRE:

GHETARUL DE LA SCARISOARA (MONTI BIHOR, ROMANIA)

En se basant sur des mesures faites en série continue pendant sept années (1982-1988), le travail définit les principaux paramètres topoclimatologiques de la grotte glacière de Scărișoara. On met en évidence les particularités de la thermocirculation souterraine et du régime thermique en tant que facteurs déterminants pour le processus de la glaciation de caverne et dans la distribution spatiale des types morphologiques de spéléothèmes de glace. On essaie également de mettre en corrélation les tendances de long terme des formations de glace avec les oscillations thermiques décelables au niveau du topoclimat souterrain.

PHYSICO-CHEMICAL ANALYSES AND DYE TRACING OF TENG LONG CAVE WATERS (LICHUAN, HUBEI PROVINCE, CHINA)

GEWELT, Michel - MEUS, Philippe - JIN, Yuzhang

Physico-chemical analyses like temperature, conductivity, pH, oxygen, total hardness, calcium, magnesium, total iron, nitrate and sulfate have been carried out in the waters of Teng Long Cave system (County of Lichuan, Hubei Province, China). Most of the parameters have been measured in the field, using an HACH DREL/5 portable laboratory with spectrophotometer.

The waters from the local hydrogeological karst system are characterised by distinctive water physico-chemical compositions. On this base, differences between underground river, tributaries from limestone aquifer, percolation and dripping water are discussed.

In addition, two dye tracings with fluoresceine and rhodamine have been carried out. The rhodamine tracer has also been used to measure the discharge of a tributary by the dilution technique.

Analyses physico-chimiques et coloration des eaux de la Grotte de Teng Long (Lichuan, Province de Hubei, Chine).

Plusieurs paramètres physico-chimiques (température, conductivité, pH, oxygène, dureté totale, calcium, magnésium, fer total, nitrate, sulfate) ont été mesurés dans les eaux du système karstique de la Grotte de Teng Long (Comté de Lichuan, Province de Hubei, Chine). La plupart de ces paramètres ont été analysés sur le terrain avec un laboratoire portatif HACH DREL/5 équipé d'un spectrophotomètre.

Sur base des compositions physico-chimiques, différents types d'eau ont été reconnus et étudiés, comme par exemple la rivière souterraine principale, les nappes d'eau affluentes et les eaux de percolation. Les paramètres caractéristiques de ces eaux sont discutés.

Deux colorations à la fluoresceine et à la rhodamine ont en outre été effectuées. La coloration à la rhodamine a aussi été utilisée pour un jaugage par dilution d'un affluent souterrain.

SOME REMARKS ON THE GENESIS AND GEOGRAPHY OF STATIC ICE-SHAFTS

KARAKOSTANOGLU, Iakovos

The conditions favoring perennial ice formations in cold-air traps are discussed, with some focus on the climatic ones. If surface-air temperature is considered to be the decisive variable all the other conditions being favorable but of minor importance, a two-dimensional (longitude-altitude) distribution of the ice-shafts should follow some normality. A thermodynamic study for

the search of the maximum permitted geothermal energy up take quantities (Q_{max}) may be fruitful and also may help in determining limitations and relationships between various variables. Then a Q_{max} distinction of the ice-shafts might be possible. This proposal requires adequate worldwide explorative data. Examples are given.

EL AGUJERO AZUL DE DEAN (BAHAMAS) Y SU IMPORTANCIA EN EL ESTUDIO DE LAS FLUCTUACIONES DEL NIVEL DEL MAR

JIMENEZ, Nuñez Antonio

Durante los trabajos científicos de la expedición "En Canoa del Amazonas al Caribe" tuvimos la oportunidad de explorar el agujero azul (blue hole) de Dean, localizado a 4,5 Kilómetros al Oeste-Noroeste de Clarence Town, Long Island, Bahamas, furnia submarina que, de acuerdo con las mediciones efectuadas por nosotros, resultó la más profunda del mundo de las exploradas hasta el presente.

Este accidente espeleológico se localiza en la zona costera en la ladera de una barra de arenisca elevada a 18 metros de altitud. El diámetro superior de la furnia es de 62 metros y su brocal submarino tiene 31 metros.

La importancia mayor del agujero azul de Dean es su profundidad de 192 metros debajo del nivel del mar, pues esta profundidad submarina coincide con el borde de la plataforma insular o continental.

El hecho de que numerosos agujeros azules presenten formaciones secundarias como estalactitas, demuestra que en el pasado estuvieron llenos de aire en vez de agua, y que las fluctuaciones del nivel del mar puestas así en evidencia, fueron causadas por las grandes glaciaciones del Pleistoceno.

Reafirmamos el criterio de la coincidencia de los 192 metros de profundidad del agujero azul de Dean con el borde exterior de la plataforma submarina.

PERIGLACIAL PROCESSES IN KARST REGIONS

DEMEX, Jaromir

About 25% of dry land in cold climate shows negative thermal balance. These are areas of occurrence of permafrost. Permafrost are rocks, which temperature is more than 2 years all the time below zero. Typical for permafrost is the occurrence of water in the form of underground ice. In periglacial regions large areas are formed by karst rocks. Large karst areas can be found in periglacial regions of Siberia, Canada and Alaska. Climatic and permafrost conditions are not supporting karst formation in periglacial regions. On the other side permafrost concentrates surficial runoff and cold climate is increasing relation of carbonates. Solution of carbonates in periglacial regions is going on comparatively very intensively and can be observed in all periglacial regions. The value of chemical erosion reaches high rates. At the present

time we dispose a lot of facts, that karst processes are acting in permanently frozen rocks in different depths and with changing intensity. Karst areas of the present day periglacial zone are differentiated into low platform regions and into mountain karst. Karst forms in contemporary periglacial regions can be divided into recent forms and paleoforms. Karst processes in periglacial regions with permafrost shows special features, which are yet not completely known. First even in the continuous permafrost are nonfrozen bodies of different depths (so called taliks) and water is circulating along fissures in karst rocks. Permafrost is concentrating runoff and rivers are common in karst valleys in present day periglacial zone. Due to thermal influence of surficial running water taliks are forming below rivers. Circulating water is promoting karst processes. Second, frost weathering, ice wedging is widening joints in karst rocks. Third, permafrost is retarding karst processes. Underground hollows are sealed by cave ice.

GENESIS AND EVOLUTION OF THE MIRABILITE IN THE CAVE IZVORUL TAUSOARELOR

SILVESTRU, Emil

Mirabilite suddenly appeared in the cave sometime between 1970 and 1974, explosively developing (and spreading) between 1977 and 1985, being now in an obvious retreat, almost close to extinction. Such strange patterns of evolution, along with electrical potentials detected in the mirabilite-bearing sediments, as well as air circulation, are attempted to be put together into a genetical hypothesis.

Genèse et évolution du mirabilite de la Grotte Izvorul Tăusoarelor (Roumanie)

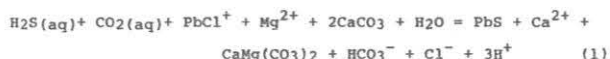
Le mirabilite est subitement apparu dans cette grotte à un moment donné entre 1970 et 1974, il s'est développé (et étendu) d'une manière explosive entre 1977 et 1986, pour se trouver aujourd'hui dans une évidente régression, voire en voie d'extinction. On essaye de réunir dans une hypothèse génétique cet étrange modèle d'évolution, le potentiel électrique détecté dans les sédiments porteurs de mirabilite et la ventilation souterraine.

MISSISSIPPI VALLEY-TYPE SYNORE KARST DEVELOPMENT

HILL, Carol A.

Mississippi Valley-type (MVT) Pb-Zn ore deposits can be associated with preore, synore, or postore karst solutional activity. In synore karst development, ore fluids not only bring in metallic constituents, but they also participate in ground preparation; i.e. they create the space which the ore can fill.

A general reaction for MVT deposition-synore karst development is proposed:

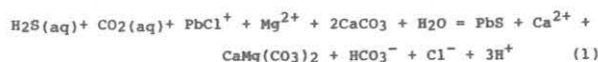


The release of 3H^+ according to equation (1) explains the acidity of synore solutions: ore solutions that precipitate sulfides can also simultaneously dissolve limestone. Dolomitization accompanies the metal-chloride complex- H_2S reaction; calcium and bicarbonate remain in solution until the acid neutralizes with the host rock whereupon gangue calcite precipitates; and chlorine moves out of the system in solution or is trapped in fluid inclusions at crystal-boundary interfaces of fast-growing sulfide minerals.

MISSISSIPPI VALLEY-TYPE SYNERZKARSTENTWICKLUNG

Mississippi Valley-type (MVT) Pb-Zn Lagerstätten können mit prä-, syn-, oder postgenetischen Karstlösungsprozessen assoziiert sein. Erhaltige Lösungen in Synerzkarstlösungsprozessen führen nicht nur die metallischen Komponenten, sondern nehmen ebenfalls an der Erzraumschaffung teil.

Eine allgemeine chemische Gleichung für MVT Synerzverkantung sei vorgestellt:



Das Freiwerden von 3H^+ , wie aus Gleichung (1) zu erkennen, erklärt den sauren Charakter dieser syngenetischen Lösungen: Erzlösungen, die Sulfide ausfällen, können gleichzeitig Kalkstein lösen. Dolomitisierung begleitet die Metall-chloridkomplex- H_2S Reaktion; Calcium und Bikarbonate bleiben in Lösung bis die Säure mit dem Kontaktgestein neutralisiert ist, woraufhin Gangcalcit ausfällt; Chlor entweicht dem System in Lösung oder wird in fluiden Einschlüssen in Kristallgrenzbereichen von schnellwachsenden Sulfidmineralien gefangen.

AEROSOL SPELEOTHEMS - THEORY AND PRACTICE

JANCARIK, Antonín

Speleothems in which origin influence of aerosol is not negligible we call aerosol speleothems. Water aerosol has most importance from this point of view. This aerosol origin by condensation of water vapour or by shattering of water drops. In Koněprusy caves (Bohemian Karst) was studied specific form of speleothems. We suppose that this forms origin through influence of condensation water aerosol.

The origin of this speleothems was mathematically simulated.

We suppose that this process has two phases - corrosion of rock (or older speleothems) and origin of speleothems - both in thin water layer on rock surface. Great influence has geometry of this layer.

Occurrence of some of this aerosol speleothems (which was palynologically dated) help, as one of basis, simulate microclimatic conditions in Koněprusy caves during some periods of its development.

THE INFLUENCE OF SEASON CHANGES OF THE CAVE MICROCLIMATE TO THE GYPSUM GENESIS

MALTSEV, Vladimir A.

Most of the caves have a well-defined season-changing circulation of air, and, according to it, fluctuations of humidity. Gypsum, as a well-soluble mineral, in these conditions have some specific speleothems. So, in the Jurinskaya cave (Podolia) the gypsum frostwork, growing during summer (dry wind from the surface), and dissolving during winter (humid wind from the deep parts of the cave) was found by the author. These observations were extended by some analogic observations of the Lvov caving club in some other Podolian caves. In the caves of Kugitangou mountains the analogic process give some other gypsum speleothems - hollow stalagmites and some others. That's interesting, that this process initiate the recrystallization of gypsum speleothems with their dissolution along the substratum and growth on the surface. Such speleothems are mostly found in the paths with strong winds (sometimes, ancient). They can be used for the forecasting of cave continuations. So, Lvov cavers use the vysypkas of partly dissolved frostwork as a good empiric indicator of a continuation.

The paper is illustrated by photos of described speleothems.

KARST CAVE MINERALS OF USSR

MALTSEV, Vladimir A. - MALISHEVSKY, Dmitry I.

A full list of minerals, found in the karst caves of USSR is suggested in the paper. The data for it was taken from the literature and extended with the results of author's latest research. The comparative analysis of speleothems, typical for different minerals was done. The results are compared with analogic foreign data.

The USSR caves with a high level of mineralogical research are separated (Khaidarkan group of caves in Alay mountains, Fata-Morgana and Cupp-Coutunn in Kugitangou mountains etc.). Also the most interesting, but practically not studied caves are separated (Mayskaya and Snezhnaya in Caucasus, Putnikov in Pamir etc.).

The main methods, used with soviet cavers for mineralogical research are described.

DOLOMITE PAVEMENTS IN N. W. T., CANADA

LUNDBERG, Joyce

Department of Geography,
McMaster University,
Hamilton, Ontario, Canada. L8S 4K1

The Dodo-Carcajou area of North West Territories, Canada is an upland arctic environment which was last glaciated about 8000 years ago. The dolomites of interest are near-horizontal cyclical units of alternating massive and rippled beds. These are exposed in a series of steps and display beautiful clint and grike pavements alternating with expanses of shilow. The morphologies are controlled at microscopic and macroscopic scales by chemistry, grain size, hand specimen properties, facies characteristics and geological structure as well as by geomorphological history. In addition the pavements display some unique small scale solution features. The area is used as an example to illustrate a method for elucidating the controls on landform morphology.

SUBMERGED DOLOMITIC KARREN IN FRESH WATER LAKES

STENSON, Ron

Complex solutional pits fret the surface of submerged dolomite in the fresh water basins of Georgian Bay and Lake Huron, Canada. The forms are generally sharper, finer, more varied and more densely packed than the pits found above water. They resemble small scale spongework. They are studied in terms of depth, water chemistry and relative time through the application of an ergotic (space and time interchangeable) approach to sites of varying "ages". Glacial scour from the last continental glaciation (Wisconsinan) provides a maximum age of initiation of the forms, while well understood lake level histories provide some control on subaerial exposure of the rock surfaces.

О ВЛИЯНИИ СЕЗОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ МИКРОКЛИМАТА ПЕЩЕР НА ПРОЦЕССЫ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ГИПСА

Большинство пещер имеют выраженную сезонную циркуляцию воздуха и, соответственно, колебания влажности. Гипс, как минерал с достаточно высокой растворимостью, в таких условиях образует специфические формы. Так, в пещере Джуринская (Подолія) автором наблюдался гипсовый "иней" на сводах, образующийся в течение лета (сухой воздух с поверхности) и частично растворяющийся и полностью осыпавшийся в течение зимы (влажный воздух из глубины пещеры). Наблюдения соответствуют данным по другим пещерам Подолии, представленным автору Львовским клубом спелеологов. В изучавшихся автором пещерах хребта Кугитангтау подобные процессы приводят к образованию пустотелых сталагмитов и ряда других форм. Характерно, что в крупных гипсовых образованиях этих пещер эта цикличность инициирует перекристаллизацию с растворением со стороны субстрата и кристаллизацией на внешней стороне. Подобные описываемым образования сконцентрированы в местах усиления воздушных потоков и могут использоваться для прогнозирования продолжений пещеры. Так, в Подолии высипки опавшего гипсового "иней" давно используются спелеологами как не объясненный, но действительный поисковый признак.

Приводится фотоматериал по описываемым гипсовым образованиям.

ОБЗОР МИНЕРАЛОВ КАРСТОВЫХ ПЕЩЕР СССР

В докладе приводится составленный на базе литературных источников и дополненный данными авторов полный перечень минералов, встречающихся в карстовых пещерах СССР. Проведен сравнительный анализ характерных агрегатов для различных минералов и сопоставление с аналогичными зарубежными данными.

Выделены наиболее минералогически изученные пещеры СССР (группа Хайдарканских пещер на Алайском хребте, Фата-Моргана и Кап-Кутан на хребте Кугитангтау и др.), а также наиболее минералогически интересные, но недостаточно изученные (Майская и Снежная на Кавказе, Путников на Памире и др.).

Приведен набор методов, используемых спелеологами СССР при изучении минералов пещер.

Les pavés (frottoirs) de dolomie dans les T.N.O., Canada

La région Dodo-Carcajou des Territoires du nord-ouest (Canada) est un environnement arctique dont la dernière glaciation remonte à 8000 ans. Les dolomies qui nous intéressent sont des unités cycliques quasi-horizontales d'une succession de lits massifs et d'ondulations (rides). Ces lits sont exposés en paliers et démontrent des pavés de type "Clint et grike" alternés avec des étendues de tergivergence. La morphologie est vérifiée à l'échelle micro et macroscopique par des analyses chimiques, la taille des grains, les propriétés visuelles des échantillons et par l'histoire des faciès geomorphologiques. De plus, les pavés démontrent à petite échelle, des particularités uniques de corrosion. Cette région est utilisée comme exemple pour illustrer une méthode d'élucidation des contrôles de la morphologie du terrain.

Lapiés dolomitiques immergées en eaux lacustres.

De complexes puits formés à partir d'une solution, éfrivent la surface immergée de la dolomie dans les bassins d'eaux fraîches de la Baie Georgienne et du lac Huron, Canada. Les formes sont généralement plus définies, pointues, plus variées et plus compactes que dans les puits retrouvés au-dessus de l'eau. Ils ressemblent à une éponge. Ils sont étudiés en fonction de la profondeur, chimie de l'eau et du temps relatif, par application d'une approche ergotique (temps et espace interchangeables) pour des sites dont l'âge est variable. Les creusements produits lors de la dernière glaciation continentale (Wisconsinienne) nous procure un âge limite (maximale) pour le début de la formation alors que l'histoire bien connue des niveaux des lacs permet d'avoir un contrôle de l'exposition subaérienne de la surface des roches.

TECTONIC CONTROL IN THE GENESIS AND THE EVOLUTION OF KARSTIC SYSTEMS IN CENTRAL APENNINES ITALY

MENICHETTI, Marco

In the Apenninic fold-and-thrust belt, in Central Italy, the underground karst systems are well developed with many caves long more than some km and deep more than 500 m. Instead the superficial karst is represented only by small sinkholes fields and large close plain distributed long all the chain. The structural and therefore geomorphologic evolution of the chain had a good control in the timing evolution of the underground system principal controlled by the erosion of main impermeable level of middle Cretaceous earls and eocene turbidites (see M. Cucco, Frasassi, Carsaolani). The genesis of all underground karstic system is well controlled by a system of joints oriented in antipenninic direction, in different formation and in different structural position (see system of Piana, M.Cucco, Frasassi, Citta'Reale, Carsaolani). The formation of closed plains in general way is related to the activity of strike slip fault with mechanism of formation of pull-apart basin bounded mainly by normal fault (see Colfiorito, Castelluccio).

CONTROLLO TETTONICO NELLA GENESI E NELL'EVOLUZIONE DEI SISTEMI CARSIICI NELL'APENNINO CENTRALE (ITALIA)

Nella catena a pieghe con fronti accavallamento dell'Appennino Centrale i sistemi carsici sotterranei sono ben sviluppati con numerose grotte che si sviluppano per alcuni chilometri e profondità superiori ai 500 metri. Per contro il carsismo superficiale è rappresentato solo da piccoli campi di doline e da ampi piani chiusi distribuiti lungo tutta la catena. L'evoluzione strutturale e morfologica dell'area appenninica ha avuto un notevole controllo nella genesi del carsismo sotterraneo il quale è stato pilotato soprattutto dalla erosione dei principali livelli impermeabili. Lo sviluppo di tutti i sistemi carsici sotterranei è controllata inoltre da un sistema di giunti orientati in direzione antiappenninica e ben sviluppati in tutte le formazioni e presenti anche in posizioni strutturali diverse (vedi i sistemi della Piana, M.Cucco, Frasassi, Citta'Reale, M.Carsaolani). La formazione dei piani chiusi è collegabile generalmente all'attività di faglie trascorrenti che hanno generato bacini di tipo "pull-apart" bordati principalmente da faglie dirette (vedi Colfiorito e Castelluccio).

EVOLUTION OF THE PLATEAU MARGIN KARST OF TENNESSEE AND ALABAMA, USA

WHITE, William B. - WHITE, Elizabeth L.

The Cumberland Mountains of Tennessee and Alabama in the southern Appalachian Highlands are a dissected plateau of Pennsylvanian and Mississippian rocks that dip gently toward the center of a large sedimentary basin. The plateau is capped with a resistant sandstone but the flanks of the mountains are underlain by limestones with a thin intermediate sandstone unit. Deep valleys known as "coves" are eroded into the plateau margins to depths of several hundred meters leaving intermediate ridges of limestone with a sandstone caprock. These are predominantly karst valleys often occluded by saddles and with extensive underground drainage. The floors of the coves are alluviated plains related to the present day drainage of the Tennessee River.

Evolution of the plateau margin karst takes place by slope retreat aided by internal drainage through vertical shafts and controlled by the retreat of the resistant caprock. Past base levels are recorded in the karst saddles and in tiers of caves along the margins of the coves. Examination of evidence for past base levels combined with calculations of downcutting and slope retreat produce a crude model for the evolution of the karst system which requires a time scale extending into the Tertiary.

FENNISÍK-SZÉLI KARSZT KIALAKULÁSA AZ AMERIKAI TENNESSEEBEN ÉS ALABAMÁBAN

A Tennessee-beli és Alabamai Cumberland-hegység a déli Appalache-magasföldön a nagy üledékes medence felé enyhén dőlő Pennsylvániai és Mississippiai korú kőzetekből álló felszabdalt fennsík. A fennsíkot ellenálló homokkő fedi, de a lejtőkön mészkő bukkan elő egy vékony, átmeneti homokkő egységgel. "Szakadék"-ként ismert mély völgyek vágódtak néhány száz méter mélységben, melyeket homokkő-sapkás mészkő-gerincek választanak el egymástól. Ezek elsősorban karszt-völgyek, melyeket sűrűn nyergek zárnak el és kiterjedt földalatti lefolyásuk van. A szakadékok feleke alluviális sík, mely a Tennessee folyó lefolyásához igazodik.

A fennsík-széli karsztosodás a lejtő hátravágódása során történik, melyet a függőleges aknákon áti belső lefolyás segít és az ellenálló homokkő-sapka visszahúzódnak szabályoz. Múltbéli erózióbázisokat jelölnek a karszt-nyergek és a szakadékszéli barlangok szinle. A régi szinleek tanúságának vizsgálata, a bevágódásra és a lejtő hátravágódására vonatkozó számítások a karszt-rendszer durva modelljét eredményezték, mely időben a Harmad-korra nyúlik vissza.

GEOLOGY AND GEOMORPHOLOGY OF THE LOWER DEVONIAN BEAR ROCK FORMATION KARST, NORMAN REGION, N. W. T., CANADA

HAMILTON, James P.

Karst features are widespread in rugged terrain of the Canyon Range, Mackenzie Mountains and the Norman Range in the Franklin Mountains, N.W.T.. Collapse and solution dolines, large closed depressions, streets, pinnacles, small caverns, and a variety of karren forms have developed on dolomites and evaporites of Cambrian to Devonian age. These features are most pronounced on the Lower Devonian Bear Rock Formation, a highly fractured dolomitic solution breccia. Deep seated solution (subsidence) of Cambrian and Devonian evaporitic strata (Saline River and Bear Rock Formations) has produced a landscape dominated by founded and collapse karst features. The pinnacled nature of the karst is related to vigorous periglacial activity in this permafrost region. Additionally the karst has been modified throughout the Quaternary by repeated glaciation and the incision of deep canyons.

Géologie et géomorphologie d'une formation karstique du début du dévonien (Bear Rock, région Norman, T.N.O., Canada).

Les formations karstiques sont très répandues dans la région du Canyon Range, des montagnes McKenzies et dans les montagnes Franklin (Norman Range), des Territoires du nord-ouest, Canada.

Plusieurs formations du genre dolines d'effondrement et de dissolution, en plus de larges dépressions fermées, de réseaux, de pinacles, de petites cavernes et variété de formations de fissures de lapiaz, se sont développées sur les dolomites et les évaporites, datant du Cambrien en allant jusqu'au Dévonien. Ces formations sont plus apparentes durant la période du Dévonien de la formation de Bear Rock; un breccia de dolomie très fracturée. Un phénomène de sous-érosion (profonde) a produit une étendue dominée par l'effondrement du karst et des strates d'évaporites du Cambrien et du Dévonien. La nature en pinacles de cette région du permafrost, est apparentée à une activité périglaciaire très forte. De plus, Les karst ont été modifiés tout au long du quaternaire par des glaciations successives et la formation de profonds canyons.

KARSTS ET GLACIATIONS DANS L'EST CANADIEN

SCHROEDER, Jacques

La dernière glaciation continentale en Amérique du Nord s'est retirée de l'Est du Canada il y a 12,000 à 13,000 ans. Dans l'axe W-E formé par la Rivière Outaouais, le Fleuve Saint-Laurent et la région des Maritimes, 8 karsts ont été étudiés, répartis dans 3 régions géologiques différentes. Les données hydrogéologiques, sédimentologiques et isotopiques recueillies permettent de les corréler par rapport aux glaciations pleistocènes. Un site se situe dans des marbres précambriens avec une grotte de plus de 400 m de développement, inactive, contenant des dépôts détritiques et bioclastiques exogènes antérieurs au Wisconsinien. Trois sites dans les calcaires subhorizontaux ordoviciens: 1) un réseau de plus de 4 km de grandes galeries noyées mesurant de 5 à 25 m de large et de 1 à 6 m de haut d'origine sousglaciaire; 2) un réseau de cavités d'origine glaciotectoniques et datant au moins du Wisconsinien moyen; 3) une porée hydrogéologique qui réactive un réseau souterrain de plus de 3 km antérieur au Wisconsinien. Quatre sites dans l'Ordovigène des Appalaches: 1) un karst barré dans des calcaires siluriens, sous- ou pré-glaciaire, partiellement fossilisé par les dépôts d'un lac proglaciaire; 2) un karst de surface dans des calcaires ordoviciens surimposé à une morphologie glaciaire et périglaciaire; 3) un paléokarst dans des calcaires siluriens, inactif depuis au moins 230,000 ans; 4) un holokarst dans de petits bassins de carbonates et de sulfates carbonifères, partiellement actif mais dont l'origine remonte au moins au Wisconsinien moyen.

The last ice sheet covered North America is retreated into Eastern Canada there are 12,000 to 13,000 years. On a W-E line from Ottawa River to Maritime Regions, 8 karsts have been studied in 3 different geological provinces. Hydrogeological, sedimentological and isotopic data about them allow to correlate these karsts with the Pleistocene glaciations. One karst is developed in the Precambrian marble. The mainly karstic feature is an inactive, phreatic cave partly filled with exogenic coarse material included some vertebrate remnants of Pleistocene age. Three karsts occur in Ordovician subhorizontal limestones: 1) a more than 4 km underground system of galleries (5 m to 25 m wide, 1 m to 6 m high) of subglacial origin; 2) ice pushing cavities of - at least - Middle Wisconsin age; 3) an underground river cleaning off a cave system of over 3 km long and older than Wisconsinian. Four karsts are located in the Appalachian Region: 1) an impounded karst in Silurian limestones of subglacial origin or before it, within proglacial lacustrine deposit; 2) a surface karst in Ordovician limestones coupled with glacial and periglacial morphology; 3) a paleokarst in Silurian limestones, death until 230,000 years at least; 4) an holokarst in Carboniferian carbonate and sulfate basins, partly functional and as old as Middle Wisconsin at least.

THE INFLUENCE OF THE STRUCTURAL PLAN ON THE DISTRIBUTION OF UNDERGROUND KARST FORMS

KATAEV, Valeri

Change in time and space of the territory structural plan, within the limits of which karst massif is situated, controls intensity, distribution and orienting of underground karst forms. Tectonic jointing renders the greatest influence on karst forms distribution. The analysis of tectonic fractures distribution in limestones of Great Caucasus and the Urals /USSR/ karst regions permits to reveal common regularities of the arrangement of such forms as caves and mines. The scheme of karst zones distribution and intensive jointing within the limits of positive tectonic structures with different formation mechanism is given in this work. The results of investigations can be used for speleobjects prospecting, elucidation of conditions and factors of their formation and determination of hydrogeological peculiarities of massif karst rocks.

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНОГО ПЛАНА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМ ПОДЗЕМНОГО КАРСТА

Изменение во времени и в пространстве структурного плана территории, в пределах которой расположен карстуемый массив, контролирует интенсивность, распределение и ориентировку подземных карстовых форм. Наибольшее влияние на распределение карстовых форм оказывает тектоническая трещиноватость. Анализ распределения тектонических трещин в известняках карстовых районов Большого Кавказа и Урала (СССР) позволил выявить общие закономерности расположения таких форм, как пещеры и шахты. В работе предложена схема пространственного распределения зон закарстованности и интенсивной трещиноватости в пределах положительных тектонических структур с различным механизмом образования. Результаты исследований могут быть использованы для поисков спелеобъектов, выяснения условий и факторов их образования, а также с целью определения гидрогеологических особенностей массивов карстуемых пород.

STUDIES ON CHALK PALEOKARST DEVELOPMENT USING DATABASE 'KARST'

ZAKOPTILOV, V. E. - DERGACHEV, S. N.

ИЗУЧЕНИЕ РАЗВИТИЯ ПАЛЕОКАРСТА МЕЛА С ПОМОЩЬЮ БАЗЫ ДАННЫХ "КАРСТ"

There is an evident need to use databases as a means to arrange numerous data on chalk paleokarst obtained from long-term geophysical and geological engineering practice. An information system INES was adopted as software to be applied for local database 'KARST'. The database incorporated data on physical, mechanical and chemical parameters of core samples as well as results of geophysical surveys.

The database 'KARST' is employed to plot patterns of chalk underground relief, geophysical fields, 3-dimensional distributions of chalk karst engineering parameters. 'KARST' data trend-analysis is used for modelling local zones featuring changes in chalk logs represented by computer mapping. The QTEX subroutine package is a means to find out data relationships using recognition patterns algorithms and fill up geoinformation gaps.

Вследствие значительного объема информации, накопленной в процессе многолетних инженерно-геологических и геофизических исследований развития палеокарста мела, необходима ее организация в виде баз данных. В качестве основы для локальной базы данных "КАРСТ" принята информационная система ИНЕС. Предусмотрено хранение и поиск данных вещественного состава, физико-механических, физико-химических характеристик образцов пород и результатов геофизических наблюдений.

С помощью баз данных "КАРСТ" осуществляется построение моделей подземного рельефа мела, геофизических полей, пространственного распределения инженерно-геологических параметров мелового карста. Тренд-анализ данных "КАРСТ" позволяет на этих моделях с помощью машинной графики выделять локальные зоны, которые могут характеризовать развитие меловых отложений. Пакет прикладных программ QTEX помогает выявлять эмпирические закономерности алгоритмами распознавания образов, заполнять пропуски недостающей геоинформации.

PREDICTION OF ACCELERATED KARST PROCESS ZONES USING REMOTE SENSING

KIRPILEV, A. A. - ZAKOPTELOV, V. E.

When prospected using remote sensing karst reliefs combined with denudational and erosional patterns revealing the reliable and essential features of fractured and folded sedimentary structures.

Several regular karst and suffosion patterns has been specified which result from latest geodynamic stresses, namely, fracturing at intersections of linear fracture zones and formation of closed fracture systems located at flanks and periclinal with inherited neotectonical development local structures.

The remote sensing combined with analysis of satellite imagery and morphostructural techniques prove to be a reliable means to predict zones of active karst processes.

LINEAR TECTONICS AS A FACTOR OF KARSTIFICATION

LYSENKO, Vladimir

The analysis of tectonic predisposition of Czech karst features. Paper is based on valorization of previous data, especially tectonic data and interpretation of space images and aerial photographs.

Morphostructure schematic map of Zlatý Kůň shows the morpho-tectonic block with denudation remnants of paleorelief limited

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗОН ИНТЕНСИВНОГО РАЗВИТИЯ КАРСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ ДИСТАНЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ

При дистанционных методах структурно-поисковых работ карстовые формы рельефа в сочетании с денудационными и эрозионными формами образуют надежные и существенные признаки разрывных и пликативных структур осадочного чехла.

Определены несколько разновидностей закономерной группировки карстово-суффозионных форм, обусловленные новейшими геодинамическими напряжениями: усилением трещиноватости в узлах пересечений линейных трещинно-разрывных зон и формированием замкнутых систем трещин на крыльях и периклиналях локальных поднятий с унаследованным неотектоническим развитием.

Используя дистанционные методы исследований, включающие в себя дешифрирование аэро- и космических снимков и морфоструктурные методы, учитывая закономерности группировки карстовых форм, возможно прогнозировать зоны наиболее активного развития карстовых процессов.

of predominant linear structures (overthrust fault, faults and joints). The N-S lines are main directions of the karstification in this area (Koněprusy cave). These structures are connected with Tobolka fault and continue through the Bohemian Massif. The seismic intensity MSK-64 (5-6°) accompanies some of them.

METHODS OF DEFINING THE RATE OF FORMATION OF GROTTOS BASED ON ARCHEOLOGICAL DATA

DUSHEVSKY, Vladislav P.

One of the most difficult tasks is to work out methods based on a qualitative analysis of karst and other processes and their dynamic development. The main reason is the lack of paleogeomorphological bench-marks to be based on when making a calculation and the calculation to be well-grounded.

The remains of man's activity which are of different kind and may be found on grotto's accumulations (the cultured stratum) and inside a cave (petroglyphic drawings, inscriptions, cuttings - traces of defensive, economic and cultural activity) may be considered, as we see it, the "starting point" in this method. The demand is: they must be exactly dated from the point of view of archeology. The most valuable archeological monuments for paleogeomorphological reconstructions are those of one and the same or different age and of many layers.

To obtain the data characteristic of the morphological changes in a cave and its elements, to know how dynamic the processes are it is necessary to analyse the amount of cultural strata per square metre, to compare them with each other and as to their configuration at present.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ РАЗВИТИЯ ГРОТОВ ПО АРХЕОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Методика количественного изучения карстовых и других процессов, происходящих в гротах и динамика развития последних одна из трудных задач. Причина - отсутствие известных палеогеморфологических реперов, опираясь на которые можно производить обоснованные расчеты.

"Точками отсчета" могут служить следы разносторонней деятельности человека, сохранившиеся *in situ* в пещерных отложениях /культурные слои/ и на элементах внутри полости: петроглифы, рисунки, вырезы /оборонительного, хозяйственного, культового и другого назначения/ при условии их точной историко-археологической датировки. Особую ценность для палеогеморфологических реконструкций представляют разновозрастные многослойные археологические памятники. Анализ площади распространения культурных слоев, сопоставление их между собой и современной конфигурацией гротов позволяет проследить характер морфологического изменения полости и их элементов во времени и соответственно получить сведения о скорости развития.

REINTERPRETATION OF PRIMARY GYPSUM DEPOSITS IN GUADALUPE CAVES, NEW MEXICO

BUCK, Marcus J.

The caves of the Guadalupe Mountains contain extensive gypsum deposits inferred to have formed from the reaction of sulphuric acid with limestone. Initial isotope data confirm that the sulphur has passed through a cycle of biological reduction to H_2S with subsequent oxydation to sulphuric acid. Although most of the primary gypsum has been dissolved or recrystallized, there are many well preserved examples. Primary depositional textures and structures indicate that the majority of this gypsum formed as a subaqueous crust up to 1 m thick on the cave walls and ceilings. As the crusts thickened, fragments or even entire crusts spalled off under their own weight. These fragments and blocks accumulated on the floor as breccia deposits up to 5 m thick, usually infilled with subaerial gypsum cement. In situ ceiling and wall crusts locally display excellent limestone replacement textures. Two of the caves examined have unusual floor deposits. Bedding and other sedimentary structures indicate that these accumulated by subaqueous settling of fine gypsum crystals. These deposits, up to 3 m thick, were subsequently covered by collapsed ceiling crusts. Stable isotope studies are in progress.

Reinterpretation des dépôts primaires de gypse dans les cavernes Guadeloupe (New Mexico)

Les cavernes des montagnes Guadeloupe contiennent de nombreuses accumulations de gypse qui se seraient formées par la réaction d'acide sulfurique avec le calcaire. Les premières données isotopiques confirment que le soufre a été réduit en H_2S lors d'un cycle biologique suivi d'une oxydation pour produire de l'acide sulfurique. Même si la plupart du gypse primaire a été dissolu ou recristallisé, il y a plusieurs exemples bien préservés. Les textures et structures de dépôts primaires indiquent que la majorité du gypse s'est formé sous l'eau pour atteindre une épaisseur de plus de 1 m sur les murs et plafonds des cavernes. A mesure que la couche s'est épaissit, fragments et même la couche entière s'est détaché par endroits sous l'effet de son poids. Ces blocs et fragments se sont accumulés sur le plancher sur une épaisseur allant jusqu'à 5 m, sous formes de breccia habituellement consolidées par du gypse subaérien. Localement, les couches "in situ" des murs et plafonds démontrent des textures de remplacement par du calcaire.

Deux des cavernes examinées ont des accumulations hors de l'ordinaire. Des lits et autres structures sédimentaires indiquent que celles-ci ont été accumulées par le dépôt sous-marin de fins cristaux de gypse. Ces dépôts d'au plus 3 m ont ensuite été enseveli par l'affaissement de la couche du plafond. L'étude d'isotopes stables est en cours.

HYDROLOGY AND GEOCHEMISTRY OF A LARGE THERMAL KARST SPRING, GRUTAS DE TOLANTONGO, HIDALGO, MEXICO

VENI, George

Grutas de Tolantongo discharges over 3 cubic meters/second of water at temperatures ranging from 35-40°C. Thermal springs, with lesser discharges of 10-450 liters/minute, occur at elevations 50-70 m above the cave's spring entrance. The cave formed as an underground diversion for water from one desert canyon to another. Downcutting of the upper canyon, at the cave's insurgence entrance, intersected thermal waters rising from a 2 km deep anticlinorium. Geothermometry of the waters set the source temperature at 73°C, which closely approximates the temperature calculated by the geothermal gradient. The thermal water is supersaturated with respect to calcite and serves as baseflow for the cave stream. Eleven waterfalls along the course of the cave stream degas its CO_2 and fill the cave with mist which precipitates calcite on the walls and ceiling. Waterspouts forcefully discharge from the walls and ceiling, also degasing CO_2 and precipitating calcite curtains around the spouts. Massive calcite deposition from the springs outside the cave have created a large, 70 m high, groundwater dam. The theory of such a dam is supported by the high-pressure discharge of the cave's waterspouts and the homogeneous chemistry of the cave and spring waters.

Más de 3 m³/segundo de agua sale de la entrada inferior de la Gruta de Tolantongo con temperaturas 35-40°C. Manantiales termales, con flujos 10-450 litros/minuto, existen 50-70 m más arriba de la entrada inferior. La gruta desarrollada por el desvío subterráneo de las aguas de un arroyo a un otro arroyo. El ahondarse del arroyo superior, de las grutas entrada superior, cortado aguas termales ascendaba de un anticlinorio que extiende hondo 2 km. Geotermometría de las aguas indica la temperatura al origen del calor es 73°C. Este temperatura es aproximadamente la temperatura calculada del gradiente geotérmico. El agua termal es sobre saturación con caliza y es el agua principal de la gruta. Once cascadas en la gruta libran CO_2 del agua, y llena la gruta con vapor que precipita $CaCO_3$ a los paredes y el techo. Chorros de agua también libran CO_2 y precipitan cortinas de $CaCO_3$. Mucho deposición de $CaCO_3$ de los manantiales cerca la gruta hecho un gran, 70 m alto, presa de los aguas subterráneos. La teoría de la presa es sustentado de los charros, y la química homogéneo de las aguas de la gruta y los manantiales.

PALEOKARST OF THE TYAN-SHAN MTS. (CENTRAL ASIA, USSR)

MIKHAILYOV, Y. N.

The development of the Tyan-Shan karst has a protracted history conditioned by geological and geographical past of the region (territory). Within the limits of the Talas range the relicts of the karst of weathering formed in the middle-late Riphean (Pre-Cambrian) belong to the most ancient karst shows. The low Paleozoic karst fragments have been fixed there. The Devonian karst has been developed within the limits of the Alai and Turkestan ranges. According to their character such karst shows are similar to middle Carboniferous widely developed within the limits of mountain Fergana. They are represented by surface and underground types. The single Carboniferous-Permian karst shows occur in the region, of the Chatkal range. The Triassic-Jurassic karst is documented in great number in the Western and Southern Tyan-Shan.

The younger Cretaceous-Paleogene karst is mainly met in Fergana mountain framing. Thus by present the karst shows formed in Proterozoic, Paleozoic, Mesozoic and Cenozoic eras occur in the Tyan-Shan region

ПАЛЕОКАРСТ ТЯНЬ-ШАНЯ (СРЕДНЯЯ АЗИЯ, СССР)

Развитие карста Тянь-Шаня имеет длительную историю, обусловленную геологическим и географическим прошлым территории. К наиболее древним проявлениям карста относятся реликты кор выветривания, сформированные в среднем-позднем рифее (докембрий) в пределах Таласского хребта. Здесь же зафиксированы фрагменты нижнепалеозойского карста. Девонский карст развит в пределах Алайского и Туркестанского хребтов. По своему характеру эти карстопоявления подобны среднекаменноугольным, широко развитым в пределах горной Ферганы. Они представлены поверхностными и подземными типами. В районе Чаткальского хребта обнаружены единичные карбон-пермские карстопоявления. Триас-юрский карст в большом количестве задокументирован в Западном и Южном Тянь-Шане.

Более молодой - мел-палеогеновый карст встречен, главным образом, в горном обрамлении Ферганы.

Таким образом, к настоящему времени на территории Тянь-Шаня обнаружены карстопоявления сформированные в протерозойскую, палеозойскую, мезозойскую и кайнозойскую эры.

EINIGE ANGABEN ZUR CHARAKTERISIERUNG DER LOSUNGSDOLINEN IN UNGARN

BARANY-KEVEI, Ilona - MUCSI, László

Wir untersuchen die Lösungsdolinen des Bükk- und Aggtelek-Gebirges seit mehreren Jahren. Der Zweck dieser Untersuchungen ist die Zusammenfassung der Charakteristika der infolge Korrosion unter dem Boden herausgebildeten Dolinen.

Das Poster zeigt einige charakteristische Angaben einer Lösungsdoline im Bükk-Gebirge. Diese Plateau-Doline findet man in einer Höhe von 700 m über den Meeresspiegel, wo die Doline in weissen Trias-Talkstein auf der Hochebene liegt.

Von den Charakteristika des Mikroreliefs stellen wir die Karte der Abhangskategorie, der Reliefenergie und eine dreidimensionale Karte der Dolinen dar, letztere haben wir mit Hilfe eines Personalcomputers gezeichnet. Auf der Karte haben wir einige Charakteristika des Dolinenbodens, zum Beispiel die physikalische Zusammensetzung, das Humusgehalt, die pH Werte usw. angegeben.

Some characteristic parameters of solution dolines in Hungary

We have investigated the solution karst dolines in Bükk and Aggtelek mountains in Hungary some years ago.

The aim of this investigation is to discover the characteristic features of solution dolines in temperate zone.

We demonstrate here characters of plateau dolines on the example of a doline in Bükk-mountain. The doline is situated on 700 meters above the sea level. /It has been developed in well karst forming white limestone of the plateau limestone facies./

Among the features of microrelief of the doline we demonstrate the reliefenergies, the slopecategories, as well as a three dimensional map constructed on the bases of these data with the help of a computing program.

Some characters of surface soils of doline such as physical parameters, contents of organic compound pH etc also can be read on the map.

A KEY TO PALEO GEOGRAPHY AND STRATIGRAPHY OF CONTINENTAL PERIODS

BOSAK, Pavel

Karst features which developed partly or entirely during past geological periods have been known as paleokarst. In its forms and fills, it preserves a record of the nature of geological and geographical changes, which have only scarce evidence from other

records or correlate sediments. It serves as a conserver of geologic past evidencing the evolution of hypergenic zone of the Earth crust. It serves as a key to bio- and lithostratigraphy of continental periods and as a guide to paleogeographic analyses and paleoecologic considerations.

PALEOKARST IN THE VICINITY OF RUSE (NORTH-EASTERN BULGARIA)

GLAZEK, Jerzy - JEVLOGIEV, Jordan - KALCHEVA, Veselina - RUDNICKI, Jan

The Danubian Plain between the Balkan and the Danube is composed of flat lying Lower Cretaceous limestones partly covered with late Cenozoic deposits. Rivers flowing northward to the Danube Valley had formed numerous gorges out in the limestones. In these gorges there are known many little caves at different altitudes and one big Orlova Chuka cave /over 13 km long/. This cave represents horizontal network of phreatic passages elevated 90 m over Cherry Lon River. Several hypothetical stages could be distinguished in the evolution of these caves: /1/ bathyphreatic corrosion with distinct hydrothermal circulation before erosion of aquiclude formed by the late Cretaceous; /2/ phreatic infilling of caves with greenish lutite deposits derived from the erosion of the late Cretaceous; /3/ erosion of these deposits in high lying caves /Orlova Chuka/ during the Messinian crisis when extensive caliche was formed on the top of Cretaceous and Sarmatian limestones; /4/ shallow phreatic infilling with reddish layered clays and sands in Orlova Chuka, they reveal several paleomagnetic reversals and were caused by late Pontian transgression; /5/ vadose erosion and deposition of gravels with

Bovidae teeth; /6/ accumulation of brown cave loams with Erubus porosity, artifacts and vertebrate remains /U. spolaeus/.

ПАЛЕОКАРСТ В РАЙОНЕ ГОРОДА РУСЕ /СЕВЕРО-ВОСТОЧНАЯ БОЛГАРИЯ/

Дунайская Холмистая равнина между Старой Планиной и рекой Дунай сложена из известняков раннемелового возраста, частично перекрытых позднекайнозойскими отложениями. Реки, текущие к северу к реке Дунай, перерезали известняки глубокими оврагами. В этих оврагах имеются множество мелких пещер и одна крупная пещера /Орлова Чука - больше 13 км длины/. Эта пещера представляет собой горизонтальную систему фреатических галерей, которая находится 90 м над уровнем реки Черны Лом. Эволюция всех этих пещер происходила в шести этапах: /1/ батифреатическая коррозия, вызванная циркуляцией гидротермальных вод; /2/ фреатическое заполнение зеленоватыми мелкозернистыми отложениями; /3/ эрозия упомянутых отложений в высоко расположенных пещерах /Орлова Чука/ во время мессиния; /4/ заполнение плитко-фреатическими красноцветными алевролитами, начиная с позднепонтической трансгрессии; /5/ вадозная эрозия и отложение гравия; /6/ заполнение буроватыми пещерными илами, содержащими остатки позвоночных и археологические находки.

INFLUENCE OF LITHOLOGY ON DEVELOPMENT OF KARST FORMS IN UPPER JURASSIC LIMESTONES ON THE POLISH JURA REGION

SZYNKIEWICZ, Adam

In northern part of Polish Jura Region, the carbonate Oxfordian and Kimmeridgian deposits are monoclinally inclined $1-2^\circ$ to NE, and they are cated by faults with NE-SW, NW-SE, directions.

From place to place this rocks have an emergence from beneath of Cainozoic sediments, which depth is raising to north.

In Upper Jurassic seam there are distinguishing: spongy-tubero-litic limestones, masive limestones, chalky limestones, thick-bedded friable micritic limestones, thin-bedded micritic limestones with marly intercalations /platy limestones/, marls, oolitic and onkolitic limestones. This series of beds have a facial intertonguing and variable depth /1,5-150 m/, also they have a different chemical, lithological and structural parameters, too.

Upper Jurassic carbonate rocks are karstified on all the depth, up to underground drainage base, which consist the dogger's mudstones and claystones. The karstification was developed since the Paleogene and the most part of the underground drainage canals was infilled by karst's sediments of different age.

The biggest but rare underground passage was found inside or beneath of masive and chalky limestones. Smaller but often caves with roof fall was appeared inside of thick-bedded friable micritic limestones. In thin-bedded limestones was found only small infilled canals and interbedded scourous. There are not underground canals in the marls. On the surface of platy and friably limestones there are big dolines and karst pits. The system of karst circulation is activ and it is joined to surface dreanage of Warta's River.

DER EINFLUSS AUF DIE ENTWICKLUNG DER KARSTFORMEN IN DER OBER JURA KALKSTEINEN AUF DEM POENISCHEN JURAGEBIET

Im Norden des polnischen Jura-Gebietes treten die karbonatische Sedimente des Oxfords u. Kimmeridge auf und haben den Neigungswinkel zu NE. Sie werden durch die Sprünge in der Richtungen NE-SW, NW-SE durchzogen. Örtlich geben diese Felcen auf die Erdoberfläche über die Känozoischen Sedimente aus. Unter der Felsen des Oberen-Jura kann man unterscheiden: dichte Kalksteine, freidige Kalksteine, dicke Schichten der mikritischen Kalksteine, Flattenkalksteine, Mergelschichten, oolitische u. onkolitische Kalksteine. Die oben genannte Gruppen der Kalksteine greifen ineinander und bilden Sedimentärfazies. Die Kalksteine haben verschiedene Mächtigkeiten und unterscheiden sich nach chemischen, physischen, litologischen Parametren. Die Ober-Jura Kalksteine sind verkarstigt bis zu der Dogger, der aus Schluffsteine und Tonschifer besteht. Die Karstbildung entwickelte sich von dem Paläogen. Der größte Teil der unterirdischen Karstformen wurde durch die sedimente der verschiedenen Zeit erfüllt.

Grosse, aber nicht oft auftretende Höllen werden in der unten den dichten Kalksteinen gefunden. Höllen mit den gefallenen Decken treten in den dicken Schichten Kalksteinen. In den dünnen Schichten der Kalksteine wurden sehr selten kleine Karstformen gefunden. Es wurden keine Karstformen in den Mergeln festgestellt. Auf der Oberfläche der Flattenkalksteine gibt es oft grosse Karstdolinen und Karsterdfallen. Das System der karstischen Strömung ist immer noch aktiv und strebt nach dem oberflächlichen System des Flusses Warta.

PALEO-KARSTIC PHENOMENA AND THEIR RECENT APPEARANCE

RADAI, Odon

Palaeo-karstic phenomena are of two main types: surface- and subsurface ones. The first group might be considered as part of geomorphological forms and the second is closely related to karstic water and thus to caves-cavities. Palaeo-karstic forms are best preserved under a protective cover and might be "exhumated" by natural processes or as a consequence of human activity. Since in Hungary ore deposits are often to be found in karstic depressions: after being exploited, abandoned mine-sites might become "open-air museums" of palaeo-karstic phenomena. The most spectacular subsurface karstic phenomena are the rests of former thermal-water activity. Non-covered palaeo-karstic surfaces, -forms are on the surface mostly destroyed by erosion and thus not easily recognizable. Airphotos might largely aid in the exploration and analysis of such surfaces, including their connections with tectonics.

Paleo-karstic jelenségek és azok jelenlegi megjelenési formája

A paleo-karstos jelenségeket két fő típusba sorolhatjuk: felszíni- és felszín-alatti formákra. Az első csoportban lévőek a geomorfológiai alakzatok részét képezik, míg a második csoport szorosan kapcsolódik a karstvízhez és így az üregekhez--barlangokhoz is.

A paleo-karstos jelenségeket legjobban egy védő takaró fizikai meg és természeti folyamatok-, vagy emberi beavatkozás folytán kerülhetnek a felszínre. Minthogy Magyarországon az érc-telepek gyakran fordulnak elő karstos depressziókban: miután ezeket a kizsárolásokat kitermelték, a felhagyott bányák mintegy egy szabadtéri paleo-karstos múzeumává válhatnak. A leg-sajátosabb felszínalatti karst-jelenségek a korábbi termálvíz tevékenység maradványai.

A nem-fedett paleo-karstos felszínek és -formák a felszínen többnyire lerombolja az erózió és így nehezen ismerhetők fel nyomaik. A lérfényképek nagy segítséget jelenthetnek az ilyen felszínek kutatásában és elemzésében -- ide értve a jelenségeknek a szerkezettel való kapcsolatát is.

PALEOCARST PHENOMENA IN THE SUNCUIUS - ZECE HOTARE AREA

VARGA, Laszlo - KOVACS, Andras - SZABO, Zoltan

The Suncuius - Zece Hotare Plateau is situated in the North-West of the Pădurea Craiului Mountains, stretching over an area of approximately 20 km². The area we are interested in is a covered karst, namely on the Triassic limestone level there are siliceous sandstone deposits, presenting refractory clay galls intercalations, formations belonging to the Late Jurassic. The plateau is situated in a refractory clay mining field and for the discovery of this deposit resources many geological drillings were carried out, whose results constituted the basis for the Triassic paleoexocarst configuration.

The paper also refers to the interpretation of the relationships to the drainage system endocarst in the Wind's Cavern.

PALÄOKARSTISCHE ERSCHEINUNGEN IN DER ZONE VON SUNCUIUS - ZECE HOTARE

Das Suncuius - Zece Hotare Plateau befindet sich im Nord-Westen des Pădurea Craiului Gebirges, und besitzt eine Fläche von etwa 20 km². Die dargestellte Zone ist ein Beispiel von bedeckten Karst, nämlich über der Triassischen Kalksteinsohle befinden sich Kiesel sandsteine mit Dinastongalleeinlagerungen, Formationen die zum Spätjurassik gehören. Das Plateau befindet sich in einem Dinastonsabbau feld und für die Entdeckung der Vorräte dieser Lagerstätte wurden viele geologische Bohrungen durchgeführt, deren Ergebnisse zu Grunde der paläologischen Konfiguration des triassischen Exocarst legen. Die Arbeit bezieht sich auch auf die Interpretation der Beziehungen mit dem Endocarst des Dränagesystems der Windgrotte.

URANIUM SERIES DATING OF SPELEOTHEMS FROM TENG LONG CAVE (LICHUAN, HUBEI PROVINCE, CHINA). PRELIMINARY RESULTS

GEWELT, Michel - LIU, Minglin - QUINIF, Yves - ZHAO, Shusen

Stalagmite samples from Teng Long Cave (County of Lichuan, Hubei Province, China) have been collected for age determination by the $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ method, in order to reconstruct cave history. Minimum age of a big collapse episode will be inferred from the U-series age of stalagmites growing on collapsed blocks.

First results on a fallen big stalagmite give U-series ages from 229 ± 32 ka for the inner central growth layers to 156 ± 16 ka for the outer younger growth layers. Uranium concentrations are quite low (0.364 to 0.372 ppm) and calcite is free of detrital components ($^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th} > 800$). Initial ($^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$)₀ ratios calculated with $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ ages display high figures (4.45 to 4.52).

Datations $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ de concrétions stalagmitiques de la Grotte de Teng Long (Lichuan, Province de Hubei, Chine). Résultats préliminaires.

Des stalagmites de la Grotte de Teng Long (Comté de Lichuan, Province de Hubei, Chine) ont été datées par $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ en vue de reconstituer l'histoire de la grotte.

L'âge minimum d'un grand éboulis est déduit de l'étude des âges $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ de stalagmites développées sur différents blocs éboulés.

Les premiers résultats obtenus sur une grosse stalagmite éboulée fournissent un âge $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ de 229 ± 32 ka pour les couches de croissance centrales et de 156 ± 16 ka pour les couches externes plus jeunes. Les concentrations en uranium sont relativement faibles (de 0,364 à 0,372 ppm) et la calcite est dépourvue de sédiments détritiques ($^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th} > 800$). Les rapports ($^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$)₀ initiaux, calculé sur base des âges $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$, sont élevés : de 4,45 à 4,52.

CAVE SEDIMENTS: GLIMPSSES OF THE PAST

WORTHINGTON, S. R. H.

Sediment fluxes have been examined in Friars Hole System - a 70km long cave in West Virginia, USA. The cave is typical of the many long caves of the Appalachian Mountains: there is an abundance of sediments in the cave, thanks to the large surface catchment and impure limestones. Good dating control (U Series and paleomagnetism) has enabled total sediment fluxes carried through the cave to be calculated.

Alluvial streams are the principal source for sediments ($1.4 \times 10^7 \text{ m}^3$ of shale, sandstone, limestone and coal), but only 0.04% of this is still present in the cave. Entrance facies (eolian, mass movement, or organic sediments) and authigenic sediments (solute, breakdown, residual minerals after bedrock solution) are minor components ($2 \times 10^7 \text{ m}^3$ and $2.1 \times 10^7 \text{ m}^3$ respectively), but have higher persistence (1% of both still in the cave).

Most sediment sections represent between a few hours and 10,000 years of deposition, while the cave is estimated to be about 4 million years old. Thus, even in this extensive cave system with many levels, cave sediments can only reveal glimpses of past conditions.

Les cavernes et leurs sédiments: un aperçu du passé.

Les flux des sédiments ont été étudiés dans le système de Friars Hole (Virginie, USA), une caverne de 70 km de long. Cette caverne est typique, par l'abondance de ces sédiments, des longues cavernes que l'on retrouve dans les Appalaches. L'abondance des sédiments est due aux impuretés des dépôts calcaires et leur large surface de contact. Un contrôle de la datation effectué à l'aide des rapports radioisotopiques de l'uranium et de données paléomagnétiques, a permis de calculer le flux total des sédiments transportés à travers la caverne.

Les cours d'eau alluviaux sont la principale source de sédiment ($1.4 \times 10^7 \text{ m}^3$ de shale, grès, calcaire et charbon), mais seulement 0.04% de ce total est présent dans la caverne. Les faciès de transport (éoliens, mouvement de masse, ou sédiments organiques) et les sédiments authigéniques (réactants solides, rupture, résidus minéraux après dissolution de la roche-mère) sont des composants secondaires (de $2 \times 10^7 \text{ m}^3$ à $2.1 \times 10^7 \text{ m}^3$, respectivement), mais ils sont plus persistants (1% des deux persistent dans la caverne).

La plupart des sections sédimentaires représentent entre quelques heures et 10 000 ans d'accumulation, alors que la caverne possède un âge approximatif de 4 millions d'années. Ainsi, même avec le présent système de cavernes (possédant plusieurs galeries), les sédiments que l'on y retrouve ne peuvent donner qu'un aperçu du passé.

A REVIEW OF DATING TECHNIQUES APPLIED TO CALCITE SPELEOTHEMS

FORD, Derek

Department of Geography,
McMaster University,
Hamilton, Ontario, Canada. L8S 4K1

U series furnish the principal absolute dating means for calcite speleothems, chiefly the 'daughter excess' method, $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ v. $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$. Ages to 400 ka are obtained by alpha spectrometry. Mass spectrometry may improve resolution by an order of magnitude and extend the time range to 500-600 ka; first results were obtained at McMaster University in July 1988. RUBE averaging has permitted estimations to 1.25-1.50 ma in a number of instances and may be complemented by 'hot atom' techniques. 'Daughter deficient' conditions are rare in the system, $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$, but have permitted rate-of-growth dating in hydrothermal calcites. Problems of detrital Th encountered in all these methods are being reduced. The ^{14}C method continues to be applied but the 'dead carbon' problem is not resolved. Age estimation from accumulated radiation doses measured by TL or ESR methods has shown good correlation with U dates back to 200 ka and is complementary; published estimates as great as 1.0 ma have not been confirmed by independent means. Use of normal or reversed paleomagnetic signals with U systematic data is also complementary and allows crude extension back to 1.8 ma or more. Recent examples of these applications will be summarised.

Techniques de datation des formations spéléologiques.

Les rapports radioisotopiques de l'uranium sont la méthode absolue, utilisée pour la datation des spéléothèmes calcaires, principalement les rapports $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ vs $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$. Les âges obtenus par rayonnement alpha et mesurés par spectrométrie sont de l'ordre de 400 ka. La spectrométrie de masse peut améliorer cette datation par un ordre de magnitude et ainsi donner un âge variant de 500 à 600 ka. Les premiers résultats furent obtenus à l'université McMaster (Hamilton) en juillet 1988. Une moyenne par RUBE permet dans plusieurs cas des estimations de l'ordre de 1.25-1.50 ma et peut être parachevée par la technique dite de l'atome chaud. La déficience d'un produit radioactif ($^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$) est une condition rare dans le système mais elle permet de dater le taux de croissance dans les dépôts hydrothermiques calcaires. Les problèmes de précipitation (dépot) de Th rencontré en employant ces différentes méthodes ont été réduites. La méthode du ^{14}C est encore employée mais le problème du carbone "mort" n'est toujours pas résolu. L'estimation d'un âge à partir de l'accumulation de doses radioactives mesurées par TL et ESR est complémentaire et montre de bonnes corrélations avec ceux déterminés par l'uranium jusqu'à 200 ka. Des dates de 1.0 ma ont été estimées et publiées mais n'ont pas été par un test de moyennes indépendantes. L'utilisation des signaux paléomagnétiques normaux et inversés avec les résultats systématiques de l'U est aussi une méthode complémentaire et permet une extension grossière jusqu'à 1.8 ma ou plus. Ces différentes techniques sont brièvement rapportées à l'aide de récents exemple.

NUMERICAL DATING OF CAVE DEPOSITS FROM THE HIGH TATRA MOUNTAINS (SOUTHERN POLAND)

DULINSKI, Marek - GLAZEK, Jerzy - HERCMAN, Helena

Numerical dating of cave deposits from several High Tatra caves were made by ^{250}Th , ^{234}U , ^{14}C , ESR and TL methods. Results obtained with different methods are compared and discussed.

Growth of speleothems and accumulation of animal bones were restricted to interglacials and interstadials. The last severe glaciation of the Tatra Mts. was between 12 and 23 kyr B.P. and the glacial overdeepening of glaciated valleys since 120 kyr. is negligible.

ДАТИРОВКА ПЕЩЕРНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ИЗ ГОР ТАТР /ЮЖНАЯ ПОЛЬША/

Датировки натёков и костей из пещерных отложений методами ^{14}C , ^{250}Th , ^{234}U , TL и ESR указали незначительную роль последнего углубления долин и возраст последнего оледенения между 12 и 23 тысяч лет.

ISOTOPIC STUDIES OF SPELEOTHEMS FROM RATS NEST CAVE, ALBERTA CANADA

YONGE, Charles J.

ETUDES ISOTOPIQUES D'ÉCHANTILLONS DE SPELEOTHEMES DE LA GROTTÉ RATS NEST, ALBERTA CANADA - RESUME

The Rat's Nest Cave system is over 3 km long and contains considerable calcite deposits along its length. A number of speleothems appear to be datable by uranium disequilibrium methods as they span the range of the method (0 to 1.5 million years) offering great scope for stable isotope, paleoclimate studies. Isotope ratios of carbon, hydrogen and oxygen have been measured and are interpreted in terms of local climatic changes.

One stalactite, exhibiting resolution features and hiatuses in its fabric, appears to have been subjected to a number of flooding events and these may be related to advances and retreats of the now-absent Bow Glacier. Uranium series ages and stable isotope ratios measured on the stalactite point to climatic changes between flooding events.

Le système souterrain de la grotte Rat's Nest couvre plus de 3 km et contient d'impressionnantes quantités de concrétions sur toute sa longueur. Un certain nombre de ces spéléothèmes semblent pouvoir être soumis à des datations par des séries uranium (0 - 1,5 millions d'années), offrant ainsi de grandes possibilités d'études d'isotopes stable et d'études paléoclimatiques. Des proportions isotopiques de carbone, d'hydrogène et d'oxygène ont pu être mesurées et interprétées en termes de changements climatiques régionaux.

Un stalactite présentant dans sa structure des signes de résolution et des discontinuités semble avoir subi un certain nombre de submersions et ces dernières pourraient correspondre aux avances et reculs successifs du glacier Bow, aujourd'hui disparu. Les datations par des séries uranium et les rapports d'isotopes stable du stalactite indiquent des changements climatiques entre les différentes submersions.

LARGE SINK IN THE URAL

ANDRAITCHUK, V. - LUKHIN, V.

Large sink developed in the surroundings of potassium mine situated in the region of Berezniki city (Western Ural, USSR) took place on July, 1986. No such case was possible since the thickness of the rocks (over the openings), which the sink has formed in, made 400 m. From the very beginning depression is being filled with water. Sink diameter in its upper part and near the water surface is 200 and 103 m, respectively. Sink has uneven bottom; the depth of depression from the water table to the bottom varies from 25 up to 109 m. Depression is chiefly filled with fresh (surface, underground and subsurface) water. Water mineralization increases with depth and changes in the limits of 0.3 gr/l (at the surface) - 1.0 gr/l (at the bottom), while pH value decreases from 7.87 up to 7.64. The sink is not considered to be a "hydrogeological window". Two factors: geological structure of the rock thickness in the area under study and technological peculiarities of potassium yield have played an important role in formation of the sink.

БОЛЬШОЙ ПРОВАЛ НА УРАЛЕ

В июле 1986 г. в окрестностях калийного рудника в районе г. Березники (Западный Урал) образовался огромный провал. Возник он в толще пород мощностью более 400 м (над выработками), что практически исключало его возможность. С момента образования провальная впадина заполняется водой. Диаметр провала в верхней части 200 м, у воды - 103 м. Глубина до воды около 40 м, общая глубина (с водой) - 149 м. Дно неровное, глубина провальная впадины от зеркала воды изменяется в пределах 25-109 м. Провальная впадина заполняется преимущественно пресными (поверхностными, грунтовыми и подземными) водами. Минерализация воды увеличивается с глубиной от 0.3 г/л (у поверхности) до 1.0 г/л (у дна), pH уменьшается от 7.87 до 7.64. Провал не является гидрогеологическим "окном" для соленых подземных вод. В образовании провала главную роль сыграли два обстоятельства: геологическое строение толли на данном участке и своеобразная система добычи калийных солей.

SUBSURFACE RESERVOIR AND KARST GEOMORPHOLOGY

SONG, Lin Hua

The well developed karst commonly cause the limestone terrains lack of surface water and very dry, while the abundant underground water is not reasonable used. Recent decades, a lot of subsurface reservoirs and hydropower stations have been built in south China. The underground reservoirs are constructed predominantly in the locations of karst geomorphology: (1) the connecting between fengcong depression and fenglin basin. It is the mono-conduit storage reservoir and characterized by the small capacity and big regime; (2) on the mono-conduit in the block between two basins with the hydraulic connecting as the fangou reservoir

with small regime and high capacity for water storing in the net work of karstic fissures and conduits under the basin in the up reaches; (3) at the topwindow of the underground river in fengcong region. The capacity of storage is rather small but with high gradient good for generating like Beiyuan underground reservoir; and (4) when the emergence of underground river on the limestone cliff, the dam may be built just up the resurgence to form the reservoir generally for irrigation and power station. Usually, the dam of the reservoir is built on the underground river up the knick point of the resurgence.

SPELEOTHEM DATING BY MASS SPECTROMETRY

LUNDBERG, Joyce

Dating of carbonates using Uranium series disequilibrium is now well established. In most laboratories the ratios of Uranium and Thorium isotopes are measured by counting their alpha emissions over several days. The mass spectrometer counts the atoms directly over several hours and is an order of magnitude more precise. Contamination is minimized at all stages of sample preparation and measurement by ultra clean techniques and reagents. Counting errors are minimized during runs by controlling count size and scan duration. Background is measured and accounted for throughout the run. Thus mass spectrometry allows for much more precise dating, for smaller sample size and can extend the dating limit by U-series disequilibrium towards 500,000 years. McMaster University in Hamilton is becoming established as a centre for dating by mass spectrometry. Results from the past year of research are presented.

датации дес формаций спелелогических пар спектронетрии де массе.

Ла датация дес карбонатов пар л'утилизация дес рапортов изотопических де л'ураниум ест мантантав биен етабли. Давна ла диупарт дес лабораториес, лес рапортов изотопических д'ураниум ет де ториум сонт месурес ен компантав leur emission alpha durant plusieurs jours. La spectrometrie de masse comote les atomes directement ет ест д'ун ордре де magnitude plus precise. La contamination ест garde minimale а tous les stades de la preparation de l'echantillon ет месуре а l'aide d'une technique ultra-propre. Les erreurs de mesuraments сонт minimizees ен controiant le nombre de compte ет la duration d'un scrutage (passage). Les bruits de fonds сонт месурес ет notes tout au long de l'analyse. Ainsi, la spectrometrie de masse ест beaucoup plus precise, ен utilisant de plus petits echantillons ет peut etendre la limite des rapports du disequilibrium d'uranium jusqu'a 500000 ans. L'universite McMaster (Hamilton) s'etablit de plus ен plus comme un centre de datation par spectrometrie de masse. Les resultat de la derniere annee сонт ici presentes.

HIGH-ALTITUDE ZONATION OF MID-MOUNTAIN KARST CONNECTED WITH NIVAL CORROSION

SHUTOV, Yu. I. - SVETOSTYANOV E. M.

Within the limits of the Crimean Mountains Main ridge nival corrosion is mostly manifested at definite height intervals, and this is connected, on the one hand, with an increase of water reserves in snow, and, on the other hand, with a decrease in the average long-term air temperatures with a general increase in the locality altitude. Nival corrosion in the Mountain Crimea reaches its maximum development at an altitude of 1000 - 11000 m. The above-mentioned reasons form a peculiar high-altitude zonation in distribution of surface (5618 sink holes have been processed) and subsurface (497 karst forms) karst. The distribution along high-altitude zones is in good conformity with results of experiments with standard tablets, which show the natural increase of corrosion velocities till certain high-altitude intervals.

ВЫСОТНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ СРЕДНЕГОРНОГО КАРСТА,
СВЯЗАННАЯ С НИВАЛЬНОЙ КОРРОЗИЕЙ

В пределах Главной гряды Крымских гор нивальная коррозия проявляется с особой интенсивностью на определенных высотных интервалах, что связано с одной стороны с увеличением запасов воды в снеге, с другой - с уменьшением среднесуточной многолетней температуры при увеличении высоты местности. Нивальная коррозия в Горном Крыму достигает максимального развития на высоте 1000 - 1100 м. Указанные причины формируют своеобразную высотную зональность в распределении поверхностного (обработано 5618 воронок) и подземного (497 карстовых форм) карста. Распределение по высотным зонам хорошо согласуется с результатами опытов со стандартными таблетками, которые показывают закономерное увеличение скоростей коррозии до определенных высотных интервалов.

CAVES IN THE SOUTH-OKRIBA THRUST ZONE, WESTERN GEORGIA

RAKVIASHVILI, Kiako

Different regions of Georgia, with complex geologic structure in general, that is conditioned by the history of geologic-tectonic development of the territory, are characterized with various conditions and factors of speleogenesis.

In Okriba (Western Georgia), in the vicinity of Tqhibuli hollow, rupture dislocations clearly prevail the plicative ones, existing side by side with a widespread network of fissures, favourable for cave development.

The complex thrust of South-Okriba favoured the development of three basins, where deeply eroded arch of an anticlinal uplift was located. In the west (Gelati hollow) the Tsqhaltsitela river has preserved surface run-off, downcutting a deep canyon in Barremian limestones. In the east, where the vertical amplitude of the thrust is rising the Shabatagele and Tqhibula formed two caves: the first is a through, multistory 200m long, the second is a stepped precipice 300m deep and 3km long.

Among the general regularities of speleogenesis we have distinguished and characterized only those which are peculiar for the development of karst caves and hydrogeologic systems in limestones under conditions of marginal thrust.

ПЕЩЕРЫ В ЗОНЕ ЮЖНО-ОКРИБСКОГО
НАДВИГА В ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ

Характеризуясь сложностью геологического строения в целом, обусловленной историей геолого-тектонического развития территории, в разных районах Грузии на первый план выдвигаются те или иные условия и факторы спелеогенеза.

В Окрибе (Западная Грузия), в окрестностях Ткибульской котловины, разрывные дислокации явно преобладают на пlicative. Они сопровождаются широкой сетью трещин, способствующих развитию пещер.

Южно-Окрибский сложный надвиг обусловил формирование трех котловин на месте глубоко вскрытого эрозией свода антиклинального поднятия. На западе (Гелатская котловина) река Цхалцитела сохранила поверхностный сток, прорезав глубокий каньон в барремских известняках, а к востоку, где вертикальная амплитуда надвига возрастает, реки Шабатагеле и Ткибула образовали пещеры, первая из которых - сквозная многоэтажная полость длиной 200 м, а вторая - ступенчатая пропасть глубиной до 300 м и длиной более 3 км.

Из общих закономерностей спелеогенеза нами выделены и охарактеризованы некоторые, присущие развитию карстовых пещер и гидрогеологических систем в известняках в условиях, созданных краевым надвигом.

COCKPIT KARST AND GEOLOGICAL STRUCTURES IN SOUTH YUNNAN, CHINA

SONG, Lin Hua - LIU, Hong

The study area, Xichou County of Yunnan Province, at the mean elevation of 1400 m a.s.l. is located 23°05'-23°37' N and 104°22'-104°58' E. and the Tropic of Cancer is through. Topographically, it is higher in the northwest and lower in the southeast. The annual average temperature is 15.9°C and precipitation about 1300 mm a year. The limestone, dolomitic limestone and dolomite with total thickness of 4000 m occupy 72.3% of the total area. Under the function of Yenshan Movement, the carbonate formations have been revolved and folded and fractured. They distribute as the shape of an "ear" striking from N to NE and E. The funnels, sink-holes, depressions, stoneteeth, fengcong broadly distribute in the area. As the classic rocks distribute besides the carbonate rocks and the surface rivers develop in the southwest and northeast, the middle of carbonate terrain constitutes the watershed. The karst

geomorphology is characterized by (1) the wide depressions distribute in the divid region and the small one in the two ends of the "ear"; (2) the surface river deeply cuts down about 200-300 m, the depressions by the river valley are more than 100 m deep in the north east, but the river in the southwest is shallow, the depressions about 50-100 m deep; (3) the long axes of the depressions and fengcong in the middle zone of carbonate terrain are coincide with the geological structural line as the shape of "ear", but in two sides that vertical to the carbonate terrain boundary; (4) the dimension of depressions in pure thick limestone is larger than that in dolomitic limestone; and (5) in the watershed area, the uplift of earth crust causes the rejuvenative fengcong-depressions, while the relic fenglin-plain still remains in the watershed area.

WEATHER DEPENDENCE OF EVOLUTION SEQUENCE FROM FENGCONG TO FENGLING

SONG, Lin Hua

The fenglin and fengcong landscapes widely distribute in Guangxi, Guizhou, Guangdong, Yunnan, Hunan, Sichuan provinces in south China. They are considered as the typical karst features in the humid tropical and subtropical climate regions. Whether existence of evolution sequence from fengcong to fenglin has been seriously argued in China recently.

The typical fenglin and fengcong landscapes in south Dushan, Guizhou province, occupy about 80% of total researched area. As the most classic rocks near the drainage base, the fenglin land-

scape in the terrain from Lawei to Yaobang develop in the thick pure block and gentle limestones. All the karst water comes from rainwater and without allogenic water. In some places, the isolated hills with several sets of cluster peaks, that is resulted from the differential dissolution during the evolution processes from fengcong to fenglin. The rejuvenation leads the reverse evolution from fenglin to fengcong as in Xichou, Dushan and other places in Guizhou, Yunnan provinces. Even the fenglin landscape in Guilin is very difficult to imagine the fenglin developed without fengcong stage.

KARST CAVERNS MORPHOLOGY OF ZEYURIA PLATEAU

IODANSKY, Leonid

ZEYURIA PLATEAU HAVE BEEN INVESTIGATED BY SPELEOLOGISTS 5 YEARS. IT LOCATED IN THE SOUTHERN BRANCHERS OF GREAT CAUCASUS RANGE CALLED GERISKI RANGE. IT IS ONE THOUSAND METRES ABOVE KOLONIDA LOWLAND. PLATEAU WITH 2X4 KM DIMENSIONS IS ANCIENT CARST FORMATION. IT IS COVERED BY DAMP LEAVEN FOREST AND ALMOST UNPASSABLE EVERGREEN BUSHES.

A FEW RIVERS AND STREAMS SURPRISINGLY APPEAR AND DISAPPEAR HERE INTO CAVES. A CAVE AND ONE SPOTTS ARE DISCOVERED THERE UP TO DATE. CAVES OF MEAN DEPTH UP TO 300 M AND LENGTH UP TO 2.5 KM, REPRESENTED BY CASCADES OF SHALLOW WELLS AND LEADES UNITED BY LONG PASSAGES OF NARROW AND ISOMETRIC MINOR SECTIONS.

ALUMINIOUS SPOTTS AND GALERIES DO NOT VIRTUALLY PRESENT HERE. WATERS ARE ACTIVELY MINING ALL CAVES. CAVE FILLING MATERIALS ARE REPRESENTED BY CRASHED ROCKS.

CAVES ARE PASSABLE WITH THE HELP OF ROPES AND HYDROSTOME.

МОРФОЛОГИЯ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ УРОЧИЩА ЧИВЕРЯ.

УРОЧИЩЕ ЧИВЕРЯ НАХОДИТСЯ НА ЮЖНЫХ ОТРОКАХ БОЛЬШОГО КАВКАЗСКОГО ХРЕБТА - ГЕРИССКОМ ХРЕБТЕ, НА ВЫСОТЕ 1200 М НАД КОЛОНИДСКОЙ НИЖЕНКОСТЬЮ.

УРОЧИЩЕ ПРЕСТАВЛЯЕТ СОБОЙ АРЕШИН КАРСТОВЫХ КОТЛОВИН РАЗМЕРОМ 2X4 КМ, ЗАРОСШИХ ПРОТРЕПАННЫМИ ЛЕСОМ И ТРАВНОПРОХОДИМЫМИ НЕЧЕЛОВЕЧЬИМИ КУСТАРНИКОМ. БОЛЬШЕЕ КОЛИЧЕСТВО РВЧЕВ И РЕК МЕНАЮЩЕГО ПОСЛАВНОГО КВ-ПОД ЗЕМЛИ И СНОВА УХОДЯТ В ПЕЩЕРЫ. НА ДАННЫЙ МОМЕНТ ЗАБСЬ ИЗВЕСТНО 8 ПЕЩЕР И ДВАК ПРОТ.

ОБРАМЛЕНО ПО ДЛИННЕ (ДО 300 М) И ПРОТРЕПАННОСТИ (ДО 2.5 КМ) ПЕЩЕРЫ ПРЕСТАВЛЯЕТ СОБОЙ КАСКАД ВЪПРОВОКОВ КОЛОДЕЦ И УСТУПОВ 5-70 М, СО-ЕДИНЕННЫМИ ПРОТРЕПАННЫМИ УЗКАМИ И ИЗОМЕТРИЧНЫМИ ХОДАМИ НЕБОЛЬШОГО СЕ-ЧЕНИЯ. БОЛЬШИЕ ПРОТКИ И ГАЛЕРЕИ ПРАКТИЧЕСКИ НЕ ССТРЕЧАЮТСЯ.

В ПЕЩЕРАХ БЕЗВРЕ ТЕНЕТ СОАР, НО ССТРЕЧАЮТСЯ БОЛЕЕ АРЕШИН СКИМ ПРОТРЕПАННЫМИ ГАЛЕРЕИ. ПЕЩЕРНЫМ ЗАПОЛНИТЕЛЬ - В ОСНОВНОМ МЕРМЕСТИНА МАТЕРИАЛ.

В ТЕХНИЧЕСКОМ ОТНОШЕНИИ ПЕЩЕРЫ СОБОЮ ОДНОТОННОСТИ НЕ ПРЕСТАВЛЯЮТ, НО ТРЕБУЮТ ПРИМЕНЕНИЯ ВЪПРЕВ И ГИДРОКОСТОМА.

HYDROGEOLOGICAL ZONATION OF SOCHI SPELEOLOGICAL REGION (WEST CAUCASUS)

REZVAN, Vladimir

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ СОЧИНСКОГО СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНА (ЗАПАДНЫЙ КАВКАЗ)

В пределах Сочинского гидрогеологического подокруга Западно-Кавказского гидрогеологического округа (Горно-Кавказская область Крымско-Кавказской провинции) выделены гидрогеологические районы и участки, к которым приурочены карстовые водоносные системы (КВС), трещинно-карстовые водоносные системы (ТКВС) и карстово-трещинные водоносные системы (КТВС).

КВС выделялись при наличии гидрогеологических связей между пещерно-понорами в области питания и пещерно-источниками в области разгрузки; ТКВС - при затрудненной гидравлической связи карстовых вод в отдельных звеньях системы и значительной роли трещинных вод; КТВС - при преимущественной роли трещинных вод и значительной - карстовых.

Приведена карта-схема гидрогеологического районирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. ДУБЛАНСКИЙ, В.Н.; АЛЕНАДЗЕ, Т.З. Гидрогеология карста Альпийской складчатой области юга СССР. Москва, 1984, с.17.

In the Sochi hydrogeological subdistrict (West Caucasus hydrogeological district) of Crimea-Caucasus province hydrogeological regions and sections with karst water systems (KWS), fissure-karst water systems (FKWS) and karst-fissure water systems (KFWS) are divided.

KWS are divided in presence of hydrogeological junctions between caves-ponors in precipitation area and caves-resurgences in drainage area; FKWS - in a weak hydraulic junction of karst waters in separate chains of systems and strong influence of fissure waters; KFWS - in preference role of fissure waters and karst waters as well.

There is the scheme of hydrogeological zonation.

NORTH VIETNAMESE KARST

KACHKOVSKIJ, I. V.

The area of karsting rocks in the North Vietnam forms 50 000 km². This territory is in the part of the largest karst province of the South-East Asia which occupies near 600 000 km² and includes Vietnam, Birma, Laos, Kampuchea, Thailand, Malasia, Philippines.

There are different kinds of karst limestones in Vietnam: from Proterozoic till Triassic. There is spatial connection between karst and tectonic zones. The karst processes have been occurred during the whole history of the geological development of the territory in the time of the continental intervals, but the most development they have reached in underquaternary period during the global drops of the World Ocean and formation of reepest overdeepened valleys in the North Vietnam.

In all karst zones the most development have caves, many of which are turned into temples.

The practical importance of the karst in Vietnam is enormous in connection with the developing national economy, especially with the hydrotechnical building.

GEOLOGIC STRUCTURAL CONTROL OF KARST-FORMING PROCESSES IN THE PLATEAU GUASO, SOUTHEAST CUBA

BONEV, Kamen

In 1987 a joint Bulgarian-Cuban interdisciplinary speleo-expedition worked on the plateau Guaso, Southeast Cuba. Middle-scale surface geologic mapping (1:50 000) was carried out along with other geologic research - geomorphology, geophysics, etc.

Karst-forming rocks are represented by compact Paleogene limestones, building up a large south-verging monoclinic fold, complicated by a system of young faults, indicating mainly normal-fault movements. In the upper parts of the plateau conical and polygonal karst forms have developed. The majority of the caves follow submeridional and diagonal fault zones, outcropping on the upper part and the southern slopes of the plateau, where the limestones are sealed by an overlying, partly denuded molasse formation.

MORPHOLOGY OF CAVES OF THE ARMENIAN SSR ALONG THE LINES OF THEIR GENETIC CHARACTERIZATION

VANIAN, R. A.

The territory of the Armenian SSR, though small in size but having a tectonically and geologically complicated structure, is a site of variously originated caves classifiable into four morphological types.

1. Karst multi-storeyed caves related to the intensively folded slide-broken calcareous-dolomite layers of the Minor Caucasus.
 2. Volcanically generated caves and grottos related to the later pyroclastic outflows on the volcanic plateau of Armenia.
 3. Caves related to the intra-pyroclastic soft-fragment-loaded layers like "lithomarge" fluidized by underground erosion.
 4. Artificial caves excavated within the sub-pyroclastic thickness (tufobrechia and agglomerates).
- Each of the mentioned genetic types of caves has its particular morphology and volume providing reliable criteria for determining both formation characteristics as well as usage and protection potential.

КАРСТ СЕВЕРНОГО ВЬЕТНАМА

Площадь карстующихся пород в Северном Вьетнаме составляет 50 000 кв.км. Эта территория входит в состав крупнейшей в мире карстовой провинции Юго-Восточной Азии, занимающей около 600 000 кв.км и включающей в себя Вьетнам, Бирму, Лаос, Кампучию, Таиланд, Малайзию, Филиппины.

Во Вьетнаме встречаются карстующиеся карбонатные породы различного возраста: от протерозоя до триаса. Имеется пространственная связь карстовых и тектонических зон. Карстовые процессы проявлялись на протяжении всей истории геологического развития территории во время континентальных перерывов, однако наибольшего развития они достигли в нижнечетвертичном периоде во время глобального понижения уровня Мирового океана и формирования на реках Северного Вьетнама переуглубленных долин.

Во всех карстовых зонах большое развитие имеют пещеры, многие из которых превращены в храмы. Практическое значение карста во Вьетнаме велико в связи с развивающимся народным хозяйством, особенно с гидротехническим строительством.

ГЕОЛОГО - СТРУКТУРНЫЙ КОНТРОЛЬ КАРСТООБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ПЛАТО ГУАСО, ЮГОВОСТОЧНАЯ КУБА

В 1987 г. на плато Гуасо, юго-восточная Куба работала болгаро-кубинская интердисциплинарная спелеоэкспедиция. Проведена геологическая картировка в М 1:50 000, геоморфологические, геофизические и др. исследования.

Карстобразующие породы представлены плотными палеогеновыми известняками, формирующими инновергентное моноклиальное погружение, усложненное системой молодых разломных нарушений. В верхней части плато развит конический и полигональный карст. Большая часть пещер следует субмеридиональные и диагональные разломные зоны, развитые в верхней части и на южных склонах плато, где известняки перекрыты частично денудированной молассовой формацией.

МОРФОЛОГИЯ ПЕЩЕР АРМЯНСКОЙ ССР ПО ИХ ГЕНЕТИЧЕСКИМ ОСОБЕННОСТЯМ

На небольшой, но сложной по геолого-тектоническому строению территории Армянской ССР имеются всевозможные по своему происхождению пещеры, которых можно сгруппировать на четыре морфологических типа.

1. Карстовые многоэтажные пещеры, приуроченные к интенсивно-складчатому и разбитым обросами известняково-доломитовым слоям Малого Кавказа.
2. Пещеры и гроты вулканического происхождения, приуроченные к лавовым потокам позднейших излияний вулканического нагорья Армении.
3. Пещеры, приуроченные к внутрилавовым размытым подземной эрозией рыхлообломочным слоям т.н. "литомарге".
4. Пещеры искусственные, выработанные в подлаваовой толще пирокластолитов (туфобрекчий и аггломератов).

Каждый из указанных генетических типов пещер имеет свою специфику их морфологию и объем, которые служат надежными критериями определения не только условий их образования, но и специфики охраны и освоения.

THE ORIGIN AND DEVELOPMENT OF CAVES IN GLACIERS: A CASE STUDIES IN THE TYAN-SHAN MTS. (USSR)

MIKHAILYOV, V. N.

Speleological researches carried out on the Tyan-Shan glaciers gave an opportunity of discovering a series of glacier caves and revealing common regularities of their origing and development.

The process of the origing of glacier caves in controlled by four conditions: 1. Existence of firn-ice strata 2. Jointing and porosity of a glacier 3. The presence of moving waters 4. Temperature aggressiveness of glacier waters. The author suggests a scheme of development of glacier caves as a basis of which the changes in their morphology and glacier hydrodynamics are assumed. The following stages in the life of glacier caves are marced out: 1. Crack (joint)-chink 2. Crack (joint)-channel 3. Channel 4. Gallery 5. Collapse (downfall)-ablation.

The author proposes theree generalized chemes of drainaging glacier water on the basis of the analysis of the development and location of glacier cavities.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ПЕЩЕР В ЛЕДНИКАХ: НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧЕНИЯ ТЯНЬ-ШАНЯ (СССР)

Спелеологические исследования, проведенные на ледниках Тянь-Шаня позволили обнаружить здесь серии ледниковых пещер и выявить общие закономерности их возникновения и развития.

Процесс возникновения ледниковых пещер контролируется четырьмя условиями: 1. Существованием фирново-ледовой голцы 2. Трещиноватостью и пористостью ледника 3. Наличием движущихся вод 4. Температурной агрессивностью ледниковых вод. Автором предлагается схема развития ледниковых пещер, в основу которой положены изменения в их морфологии и гидродинамики ледника. При этом выделены следующие стадии в жизни ледниковых пещер: 1. Трещинно-целевая 2. Трещинно-канальная 3. Канальная 4. Галерейная 5. Обвальная-абляционная.

На основе анализа возникновения, развития и размещения ледниковых полостей автор предлагает три генерализованные схемы дренирования ледниковых вод.

THE INFLUENCE OF THE PETROGRAPHIC SUBSYSTEM UPON THE EVOLUTION OF THE KARSTIC SYSTEM

FABIAN, Calin

Both the perfecting of the experimental technique and the progress of the conceptual and theoretical apparatus led us - through elaborating of models - to the circumscription of the karstic environment among the system types as those defined by the General Theorie of the Systems.

The paper suggests a point of view upon the maner in which the petrographic sub-system influences the evolution of the karstic system to which it belongs. As operational elements we had in view petrochemical and petrostructural aspects, as well as those of diagenetical evolution and a few aspects concerning the depositional environment typical for the karstificable rocks.

By virtue of the laws (elaborated by the G.T. of S.) available for the structure of a system it is tried to justify a corelation between the depositional domain of the karstificable rocks and some characteristics of the karstic system created on a such a petrographic support.

The matricial calculus led us, also, to a hierarchy of the levels of importance within the analysed struntural blocks.

L'INFLUENCE DU SOUS-SYSTEME PÉTROGRAPHIQUE SUR L'ÉVOLUTION DU SYSTÈME KARSTIQUE

Le perfectionnement des techniques expérimentales, ainsi que les atteints par l'appareil conceptuel et théorique ont permis - grâce à la modélisation appliquée toujours davantage - la circumscription des milieux karstiques aux divers types de systèmes définis par la Théorie Générale des Systèmes.

L'ouvrage présente un certain point de vue concernant la manière que le sous-système pétrographique influence l'évolution du système karstique dont il appartient. Comme éléments opérationnels, on fait appel aux aspects pétrochimiques, pétrostructuraux, aux certains aspects de développement daigénétique, ainsi qu'à quelques aspects concernant les milieux de déposition caractéristiques pour les roches karstifiables.

Conformément à l'ensemble des lois (acceptées par la Théorie Générale des Systèmes) que comporte la structure d'un système, on tâche à justifier une corrélation entre le domaine de déposition de la roche karstifiable et certaines caractéristiques du système karstique créé sur un tel support pétrographique. En outre, la calcul matriciel permet une hiérarchisation des niveaux importants dans le cadre du bloc structural analysé.

CAVE DEVELOPMENT IN BELIZE, CENTRAL AMERICA

MILLER, Thomas

Presently, 130 km of caves have been surveyed in Belize. These are primarily "sachbes"-- huge, unintegrated through-flowing conduits (to >100 m width) bored by rivers originating on insoluble rocks. All have an active level and at least one or more fossil levels: these are generally present as "stacked" levels within a single sacbe (rather than as independent passages) due to major joints in the brecciated limestone where nearly all caves in Belize

occur. Numerous collapse chambers (at least six exceeding 250m in length) have been intersected by the sacbes. Radiometric dating of speleothem, and paleomagnetic analysis of clay from the sacbes, surprisingly suggest an origin within the present polarity epoch.

The sacbes collect internal runoff from the overlying karst, which join as much smaller and shorter inlets. This runoff enters the karst through thousands of short, vertical swallet caves located in large dolines (cockpits).

PRELIMINARY NOTE ON SOME KARST WATERS OF THE MIDDLE-SOUTH MOROCCO

CALANDRI, Gilberto

In this work a comparison, mainly through the examination of the hydrochemical parameters, of 8 karst waters of the Middle-South Morocco is proposed. They are represented by middle and high altitude springs of High Atlas (Jurassic limestones), Anti Atlas waters in Upper Precambrian limestones and a spring of the Meseta south area (Cenozoic-Quaternary formations with evaporitic interrelations).

On the ground of the chemical-physical results, dissolution balances and karst evolution in carbonatic areas at high altitude are suggested.

NOTA PRELIMINARE SU ALCUNE ACQUE CARSICHE DEL MAROCCO CENTRO-MERIDIONALE

In questa nota viene proposto un confronto, principalmente attraverso l'esame dei parametri idrochimici, di 8 acque carsiche del Marocco centro-meridionale, rappresentate da sorgenti di media ed alta quota dell'Alto Atlante (calcari giurassici), acque dell'Anti Atlante in calcari del Precambriano sup. ed una sorgente del settore meridionale della Meseta (formazioni cenozoico-quadernarie con intercalazioni evaporitiche).

In base alle risultanze chimico-fisiche si suggeriscono bilanci di dissoluzione ed evoluzioni dell'incarsimento nei settori carbonatici a quote elevate.

THE CAVE OF KALMAN-RET (KALMAN CLEARING)

KARDOS Laszlo

The author describes the results of an exploration headed by him.

In 1983, encouraged by geo-hydrological factors, the Pannonia Speleo Club began an exploration of the cave having the highest entry over sea level in Hungary, hoping to find a connection to the Bükk mountain's great karstic system.

During several years exploration was limited to the removal of debris. In the meantime, some human bones were found and three bison skeletons which are unique in Hungary. After digging for several years they got into a room where bison bones were found. A stalagmite on a bison shoulder-blade gave the idea of age-determination described by the author.

Le gouffre de "Kálmán-rét" (pré Kálmán)

L'auteur fait connaître les résultats de l'exploration de l'expédition dirigée par lui-même.

A 1983, encouragé par les facteurs géo-hydrologiques le Club Spéléo Pannonia a commencé l'exploration du gouffre ayant la plus haute entrée au dessus du niveau de mer en Hongrie dans l'espoir de trouver la communication avec le grand système carstique de la montagne Bükk.

Pendant plusieurs années les travaux de l'expédition ont été limités à éloigner les débris. Entretemps on a trouvé quelques os humains et trois squelettes de bison ce qui est unique en Hongrie. Après des fouilles de plusieurs ans on a abouti à une salle où on a trouvé des os de bison. Sur une omoplate de bison un stalagmite a donné l'idée de déterminer l'âge par la méthode décrite par l'auteur.

THE KARST IN THE EVAPORITIC DIAPIRES OF THE NORTH-EAST ALGERIA

CALANDRI, Gilberto

The author examines the distribution and the characters of the karstification in the North Algeria triassic evaporitic diapires as far as the Tunisia.

As an example of the karst in the halites (Upper Trias) the Djebel Mellah near El Outaya (Biskra) is analysed, synthesizing structural conditions, superficial and hypogean morphologies, and comparing them with analogous diapiric formations of the dry subtropical zone.

Between the gypsum diapires (Upper Trias) the Djebel Nador (Mejerda Mounts) in the superficial morphologies (closed depressions as polje, etc.) and in particular through the morphogenetic characters of the hydrogeologic natural tunnel of the Dahredj or Ghar Kef Complex (development 2,5 Km, depth - 210 m, at present the deepest cave of the world in gypsum rocks) is described.

IL CARSIISMO NEI DIAPIRI EVAPORITICI DELL'ALGERIA NORDORIENTALE

L'autore esamina la distribuzione ed i caratteri dell'incarsimento nei diapiri evaporitici dell'Algeria settentrionale sino alla Tunisia.

Come esempio della carsificazione nella haliti (Trias sup.) viene analizzato il Djebel Mellah presso El Outaya (Biskra), sintetizzando condizioni strutturali, morfologie superficiali ed ipogee e confrontandoli con analoghe formazioni diapiriche della zona arida subtropicale.

Tra i diapiri gessosi (Trias sup.) viene descritto il Djebel Nador (Monti Mejerda) nelle morfologie superficiali (depressioni chiuse tipo polje, ecc.) ed in particolare attraverso i caratteri morfogenetici del traforo idrogeologico del Complesso di Dahredj o Ghar Kef (sviluppo 2,5 Km, dislivello - 210 m, attualmente la più profonda cavità del mondo in rocce gessose).

DEVELOPMENT OF CAVES IN BOHEMIAN KARST

KUCERA, Bohumil

The Bohemian Karst covers the area between Prague and Beroun which is the part of the Paleozoic Barrandian basin. Characteristic of the area is the alternation of karst and non-karst rocks, and horizontal as well as vertical facies changes in the limestone strata. The Berounka river (and its tributaries too) run across geological structures, which has prevented the origin of cave systems hollowed out by running water. First phases of karstification was before transgression in Cenomanian. Main phases begin after retreat of Cretaceous sea. Vertical

karstification below the erosion base got origin of many vertical cavities. During later development caves often have originated in the place of older vertical cavities. The origin of the longest caves is connected with karstification of Tertiary. Bohemian Karst is dissected by canyon like valley of Berounka river, which is of Quaternary origin. Development of caves in the valley is in the tight relationship with Berounka river. Exact comparison of caves and terraces is difficult because of great oscillation of the Berounka level during the alternating periods of erosion and accumulation.

JORDAN KARST: GEOMORPHOLOGIC AND HYDROGEOLOGIC LOOKS

CALANDRI, Gilberto

The geologic, hydrologic and morphoclimatic characters of the Jordan carbonatic areas are synthesized.

Particularly the north-west area of the Country in the Cenomanian-Turonian calcareous series is examined. The main superficial morphologies (closed depressions, partly inherited, prevalently open shape "karren", also under cover, etc.), hypogean phenomena and some hydrochemical characters of the main karst springs are described.

The total dissolution balance and the karst present evolution are also advanced.

SPELEOGENESIS IN THE GREAT CAUCASUS

KIKNADZE, Tamaz

The Great Caucasus is a part of speleosphere containing a great number of different types of caves. Karst massifs of the Great Caucasus are located within the boundaries of a young mobile tectonic belt. A consecutive uplift of karstifying carbonate strata is observed here. Karst waters are transferred into the depth. The cyclic development of speleogenesis is stipulated by a sequence of tectonic activity and pause.

The World's deepest vertical cave systems are located in the Caucasus: Pantjukhina (-1460m), Snezhnaya (-1370m), Iljukhina (-1240m), Arabika (-1110m) etc. They bear traces of polyocyclic development expressed in the sequence of vertical, inclined and subhorizontal segments.

The development of speleogenetic cycles is controlled by several phases of folding which influenced the evolution of the Caucasian speleosphere.

PROPOSALS FOR A LITHO-GENETICAL CLASSIFICATION OF KARST AND KARST-LIKE FEATURES

SILVESTRU, Emil

Based on two ubiquitous factors: lithology and the core of the modelling process, a separation of karst and karst-like features is proposed, into the following three categories: ortho-karst, parakarst and pseudokarst, with several subcategories.

Key words: lithology, modelling process, ortho-, para- and pseudokarst.

NEW DISCOVERIES IN VĚČNA LABUŽ CAVE (JULIAN ALPS, YUGOSLAVIA)

TASLER, Radko - HAVLICEK, David

The poster shows the results of a speleological exploration of the plateau NW of Krn in the southern part of the Julian Alps, - Yugoslavia, carried out by the Albeřice club of the Czech speleological society in the year 1988.

A detailed exploration was carried out of the area between

IL CARBISMO DELLA GIORDANIA: ASPETTI GEOMORFOLOGICI ED IDROGEOLOGICI

Vengono sintetizzati i caratteri geologici, idrologici e morfologici dei settori carbonatici della Giordania.

In particolare viene esaminato il settore nord-occidentale del paese nella serie calcarea del Cenomaniano-Turoniano, con carsi di tipo submediterraneo e semiarido: vengono descritte le principali morfologie superficiali (depressioni chiuse in parte ereditate, "karren" prevalentemente a forme aperte, anche sotto copertura, ecc.), fenomeni ipogei, e alcuni caratteri idrochimici delle principali sorgenti carsiche prospettando il bilancio di dissoluzione totale e l'attuale evoluzione del carsismo.

СПЕЛЕОГЕНЕЗ НА БОЛЬШОМ КAVKAZE

Большой Кавказ является составной частью спелеосферы. Здесь представлено огромное количество разнообразных пещер. Карстовые массивы Большого Кавказа находятся в пределах молодого подвижного тектонического пояса. Наблюдается последовательное возмещение карстующихся толщ, представленных карбонатными породами. Карстовые воды перемещаются в глубину. Чередование тектонической активности и покоя обусловило циклическое развитие процессов спелеогенеза.

На Кавказе представлены глубочайшие в мире вертикальные пещерные системы: Пантукхина - глубиной 1460 м, Снежная - 1370 м, Илукхина - 1240 м, Арабиноная - 1110 м и др. Они носят следы полициклического развития, выраженные в чередовании вертикальных, наклонных и субгоризонтальных сегментов.

Развитие спелеогенетических циклов контролируется фазами складчатости. Выделяется несколько таких фаз, оказавших свое влияние на эволюцию Кавказской части спелеосферы.

Propositions pour une classification litho-génétique des formes karstiques et semblables au karst

On propose la séparation des formes karstiques et semblables au karst dans trois catégories, sur la foi de deux facteurs fondamentaux: la lithologie et l'essence du processus modélateur. Ces catégories sont: l'orthokarst, le parakarst et le pseudokarst, avec un certain nombre de sous-catégories.

Mots-clés: lithologie, processus modélateur, ortho-, para- et pseudokarst.

Skutnik and Griva. Several shafts and photoles were discovered, the deepest one was "Zbrojnice" (Armoury) 108 m deep. The main effort was focussed to the cave "Věčná Labuž", which was prolonged from 265 up to 452m in depth. There is a large canyon with underground water stream in this depth and the continuation is free.

THE ORIGIN OF HEISHUIDONG CAVE, MENZI COUNTY, YUNNAN PROVINCE

YUAN, Daoxian

The Heishuidong Cave is a part of Cao-Kaiyuan cave system, which extends from Minjiu to Nandong, Kaiyuan (Fig.1). Having a straight length of more than 50 km, the Cao-Kaiyuan cave system is the biggest one in Yunnan province, Southern China.

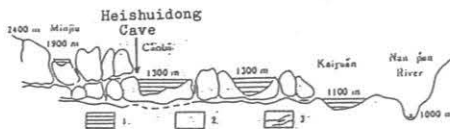


Fig.1 Location of Heishuidong Cave entrance and its relation with the Caoba-Kaiyuan Cave system, Southern part of Yunnan province

1. Impermeable strata (Quaternary and Tertiary);
2. Karstified limestone (Middle Triassic)
3. Underground drainage conduit and flow direction

Thank to the Neotectonic subsidence, the Caoba Basin is covered by thousand meter of impermeable strata, and broad arable land (33,000 hectares), nevertheless, it is on the vadose zone speleologically.

L'AMENAGEMENT DES GROTTES AU QUEBEC

SCHROEDER, Jacques

Les roches qui composent le substratum du Québec se répartissent en trois grands types qui déterminent autant de paysages structuraux. La plus grande partie du territoire se compose de roches cristallines d'âge précambrien. Au sud de ce socle, le fleuve St-Laurent coule dans une dépression structurale où reposent des roches sédimentaires subhorizontales du Paléozoïque; elles-même bordées par les roches plissées des Appalaches. Dans chacune de ces unités physiographiques, on trouve des roches solubles: marbres, calcaires et gypses. Cependant, dû à leur histoire géologique et au recouvrement de la région par les grands inlandsis du Quaternaire, les grottes sont rares, souvent petites, d'accès difficiles ou situées trop loin des centres de population ou enfin localisées en zones urbaines. Présentation pour chacune des régions physiographiques du Québec des grottes au meilleur potentiel touristique avec une discussion sur l'impact que peut provoquer leur aménagement pour le développement touristique régional et l'aménagement urbain. La plus longue grotte analysée a plus de 3,000 mètres de longueur, la plus courte 35 mètres, et elles se trouvent toutes deux en zone urbaine.

Solid geology in Quebec is of three types which control three structural landscapes: Canadian Shield, St. Lawrence Lowlands and Appalachian Region (from North to South). The first land is the larger one and is composed of Precambrian crystalline rocks included marble. The St. Lawrence Lowlands border the Shield on the southeast extending and are formed on the flat-lying or nearly flat Paleozoic and late Proterozoic sedimentary rocks with many limestones. Finally between the lowlands and the Atlantic ocean, there is the Appalachian Region developed on folded Paleozoic strata, in which carbonate and sulfate are common. There are many caves in each land. Because natural and social limitations as Pleistocene glaciations, long distance from population centers, small scale of the caves, etc., the cave management in Quebec is a challenge. Discussion on 4 different types of cave management: 1) medium size cave in country but close enough with an important touristic center; 2) small cave of glaciotectionic origin in a metropolis of 3 millions of inhabitants; 3) partly active cave of 3 km long developed under suburban buildings; 4) paleokarst far away from centers but connected with a main touristic drain.

UNDERGROUND HYDROGEOLOGY OF M. CUCCO KARST SYSTEM IN CENTRAL ITALY

MENICETTI, Marco

In to the 15 km² of the hydrogeological basin of Scirca Spring develops for over 30 ka the underground karst systems. In the last 15 years, the tracing tests in the cave rivers carried out, had permit to define the hydrogeological interconnection of different area of the Scirca basin. Four quantitative tracing test give also information on the hydrodynamics of flow network. The analysis of the hydrography of the spring permit to define the some recession curves and the ratio of the infiltration of water retention in the seasonal and annual water balance. The physical chemistry character of the water in the Spring and in to the caves shows low variations in the chimise of the water during the seasons. In general way this water can be considerate a typical lie-carbonate with low enrichment of sulphate in the water table level. All hydrogeological dates permit to defines the hydrodynamics behaviour of the spring which is control by a karstic drainage in the transfers zone and by fracture controlled drainage in the water table zone.

IDROGEOLOGIA SOTTERRANEA DEL SISTEMA CARSCICO DI MONTE CUCCO IN ITALIA CENTRALE

Nei 15 km² del bacino idrogeologico della Sorgente Scirca, si sviluppano sistemi carsici sotterranei per oltre 30 ka. Colorazioni eseguite su corsi d'acqua sotterranei: negli ultimi 15 anni hanno permesso di definire le connessioni idrogeologiche tra diversi punti del bacino. Quattro colorazioni quantitative hanno fornito informazioni sulla idrodinamica della rete di flusso sotterraneo. L'analisi degli idrogrammi della sorgente hanno permesso di riconoscere delle curve di recessione, calcolare il coefficiente di esaurimento e il bilancio idrogeologico annuale. Le caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua nella sorgente e nella grotta mostrano piccole variazioni stagionali. L'acqua può essere considerata una tipica acqua carsica carbonatica con un debole arricchimento in solfati in prossimità della zona freatica. Tutti i dati idrogeologici permettono di definire il comportamento idrodinamico della sorgente, che è controllato da un drenaggio di tipo carsico nella zona di trasferimento e da una rete di frattura nella zona freatica.

THE REMAINS OF GEARS OF THE FIRST EXPLORERS OF ŠKOCJANSKE JAMA AND KAČNA JAMA

MIHEVC, A.

Škocjanske jame and Kačna jama are two caves in Classical Karst of Slovenia which have been investigated at the end of 19th century. Several traces are seen in the caves in the form of elaborated pathways but there are few remains of other exploring tackle left by the first explorers. The article deals with the finding of winch remains, which had been placed in 1889 in the entrance, 186 m deep pothole of Kačna jama and finding of cave lamp in Škocjanske jame.

LES RESTES DE L'ÉQUIPEMENT DE PREMIERS EXPLORATEURS EN ŠKOCJANSKE JAME ET KAČNA JAMA

Škocjanske jame et Kačna jama sont deux grottes du Karst Classique Slovène explorées à la fin du 19 siècle. Il y a beaucoup des traces dans le grottes à la forme des routes élaborées mais peu de restes de l'autre équipement des anciens explorateurs. La communication décrit les restes du cabestan lequel était placé dans le 186 m profond gouffre d'entrée de la Kačna jama en 1889 et la trouvaille de lampe en Škocjanske jame.

ON THE USAGE OF THE KARST CAVE OF ARCHERI, THE FIRST ONE IN ARMENIA

BALIAN, S. P. - VANIAN, R. A.

A special place in the cave complex of Armenia belongs to cave Archeri (the region of Egegnadzor) having a great variety of karst forms. It contains abundant dropping formations in a state of perfect preservation. The total extension of this multi-directional cave with rapid transitions of narrow passages into wide cavities characteristic for the extensively folded area is 3500 m. In individual halls the stalactite pillars form impenetrable "forests". Uniquely valuable is the presence of a durable skirt covering the walls and ceilings of the halls. Tainted by one solution, colorful crystals produce fantastic visual effects very unusual for the karst caves.

The cave has been minutely studied by the speleologists of the Armenian Geographic Society, large-scale maps and plans of underground and surface surveys pointing out the ways of utilization.

The necessary documents have been issued for repairing and using the caves as a sightseeing attraction. The most rational way of preserving the cave seems to be its purposeful exploitation.

К ВОПРОСУ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЕРВОЙ В АРМЕНИИ КАРСТОВОЙ ПЕЩЕРЫ АРЧЕРИ

В пещерном комплексе Армении своим богатством карстовых форм особое место занимает пещера Арчери (Егегнадзорский р-н).

В ней изобилуют всевозможные капельно-натежные образования, находящиеся в девственной сохранности. Общая протяженность этой многоголовой пещеры, с характерными для интенсивно складчатой области резкими переходами узких проходов к широким полостям, составляет 3500 м. В отдельных залах сталактитовые колонны образуют непроходимые "леса". Уникальную ценность представляет наличие мощного кристаллического панциря, одевающего стены и потолки залов. Окрашенные рудными растворами разноцветные кристаллы образуют редчайшую для карстовых пещер сказочную картину.

Пещера детально исследована спелеологами Армянского географического общества, составлены крупномасштабные карты и планы подземных и наземных съемок, на основании которых определены пути освоения пещеры.

Выданы необходимые документации для разработки проекта мероприятий для благоустройства и эксплуатации пещеры в туристических целях. Наиболее рациональным мероприятием для охраны пещеры на наш взгляд считается целенаправленная ее эксплуатация.

GYPSUM SOLUTION RATE IN KARST REGIONS OF WESTERN UKRAIN UNDER NATURAL CONDITIONS AND UNDER IMPACT OF INDUSTRIAL ACTIVITY

KLIMCHOUK, Alexander - AKSEM, Sergej - SHESTOPALOV, Vjacheslav

Gypsum karst is widely spreaded in the Western Ukrain. Three main type of setting (zones) of karst development are distinguished: I - gypsum strata is completely dissected and drained by erosion network; II - gypsum strata is dissected and drained only for a part of the whole thickness; III - gypsum strata is not dissected and is completely flooded so that karst is developed under phreatic conditions. Industrial activity influences strongly on karst development making it more active.

Method of standart samples (tablets) is used to study of gypsum solution rate. Regime investigations have been carried out for 5 years on 40 stations where tablets were situated in different conditions of water-rock interaction. It is ascertained a remarkable variability of solution rate depending on local setting of water-rock interaction. Seasonal variability in particular conditions can be 1,5-30 times. It is founded for III-rd zone that gypsum solution rate increases more than in 10 times in cases of strong impact of industrial activity, such as water pumping during open mining.

ИНТЕНСИВНОСТЬ РАСТВОРЕНИЯ ГИПСОВ В КАРСТОВЫХ РАЙОНАХ ЗАПАДНОЙ УКРАИНЫ В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ И ПОД ВЛИЯНИЕМ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Гипсовый карст широко развит в западных областях Украины. По геолого-гидрогеологическим условиям тут выделяются три основные обстановки (зоны) развития карста: I - гипсовая толща полностью вскрыта и дренирована эрозийными врезками; II - гипсовая толща частично обводнена; III - гипсовая толща полностью обводнена и карст развивается во фрегатических условиях. Хозяйственная деятельность заметно влияет на развитие карста, вызывая его активизацию.

Для изучения интенсивности растворения гипсов применен метод стандартных образцов (таблеток). Режимные исследования проводятся в течение 5 лет на 40 станциях, где таблетки размещены в различных условиях взаимодействия воды с породой. Выявлена огромная изменчивость значений интенсивности растворения в зависимости от условий взаимодействия воды с породой. Сезонная изменчивость в определенных обстановках колеблется от 1,5 до 30 раз. Для условий III зоны установлено, что под влиянием хозяйственной деятельности (откачка подземных вод при горных работах) интенсивность растворения может увеличиваться на порядок и более.

SPELEOTHERAPY ROLE IN REHABILITATION OF PATIENTS WITH CHRONICAL BRONCHITIS AT TSKHALTUBO

SEPIASHVILI, R. I. - DONADZE, D. S.

The goal of this paper is to investigate the microclimate of the karst "White Cave" of Tskhaltubo health resort action in process of rehabilitation of patients with chronical bronchitis.

52 patients had been under examination (28 men and 24 women) aged from 29 to 60 years. After 2 days of adaptation speleotherapy was prescribed to all the patients for 3 hours a day, on the whole 54-60 hours as a course of treatment.

By the end of treatment period patients condition remarkably improved which correlated with normalisation of OKT3, OKT4 and OKT8 cells quantity, immunoregulator index and also with the indications outer breathing.

Remote results of carried rehabilitation of patients with chronical bronchitis positively indicate lessening exacerbation number and lengthening remission period.

РОЛЬ СПЕЛЕОТЕРАПИИ В РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ С ХРОНИЧЕСКИМИ БРОНХИТАМИ В ЦХАЛТУБО

Цель настоящей работы - изучение действия микроклимата карстовой "Белой пещеры" курорта Цхалтубо в процессе санаторно-курортной реабилитации больных хроническим бронхитом (ХБ).

Под наблюдением находились 52 больных ХБ (28 мужчин и 24 женщины) в возрасте от 29 до 60 лет. Всем больным после двух дней адаптации назначали спелеотерапию ежедневно по 3 часа, на курс 54-60 часов.

К концу срока лечения состояние больных заметно улучшалось, что коррелировало с нормализацией количества OKT3, OKT4 и OKT8 клеток, иммунорегуляторного индекса, а также показателей внешнего дыхания.

Отдаленные результаты проведенной реабилитации больных ХБ свидетельствуют о достоверном сокращении числа обострений и удлинении срока ремиссии.

SPELEOTHERAPY OF PATIENTS SUFFERING FROM ASTHMA BRONCHIALE CONCOMITANT WITH CARDIOVASCULAR PATHOLOGY

TOROKHTIN, Alexander

Under control there were 208 patients suffering from asthma bronchiale, in 53,4% it was concomitant with some forms of ischemic heart disease and in 21,2% with hypertensive disease. Prescription of speleotherapy depended on severity of asthma bronchiale, character of concomitant cardiac disease. Treatment complexes were worked out, which included various doses of speleo-procedures and pharmacological remedies, which ensure high therapeutical effect in cases of mentioned pathology. Speleotherapy means systematic, as prescribed time-table, sojourning in salt mine's microclimate of underground department of hospital. Before prescription of course dose of speleotherapy adaptative measures forewent. It was determined that only adequate dosage of speleotherapy made possibilities to reach positive effect. Differentiate administration of speleotherapy, as immediate and remote post-treatment observations showed up, cause manifestant influence upon pathological processes in bronchopulmonary apparatus and on the cardiovascular system function. Speleotherapy may be the one of main factors in rehabilitation measures for patients suffering from asthma bronchiale and cardiovascular diseases.

СПЕЛЕОТЕРАПИЯ БОЛЬНЫХ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ С СОПУТСТВУЮЩЕЙ ПАТОЛОГИЕЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ.

Под наблюдением находилось 208 больных бронхиальной астмой, где у 53,4% она сочеталась с некоторыми формами ишемической болез-

ни сердца, а у 21,2% с гипертонической болезнью. Спелеотерапия в условиях микроклимата соляных шахт назначалась дифференцировано в зависимости от характера и тяжести бронхиальной астмы, а также наличия сопутствующей сердечно-сосудистой патологии. Разработаны лечебные комплексы, включающие различные дозы спелеопроцедур и фармакопрепаратов, обеспечивающих высокий терапевтический эффект при указанной патологии. Спелеотерапия заключалась в систематическом курсовом пребывании больных в микроклимате подземного отделения по специальному графику. Назначение терапевтической дозы спелеопроцедур предшествовали адаптационные мероприятия. Установлено, что только адекватная дозировка спелеотерапии позволяет получить желаемый положительный эффект. Дифференцированный подход к назначению спелеопроцедур выявил выраженные положительные влияния на патологические процессы в бронхолегочном аппарате и на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы. Спелеотерапия может служить одним из важных факторов в комплексе реабилитационных мероприятий у больных бронхиальной астмой с сердечно-сосудистой патологией, что подтверждено непосредственными и отдаленными результатами наблюдений.

TOPOCLIMATIC RESEARCH IN THE EGGERLOCH CAVE (CARINTHIA, AUSTRIA)

RUSDEA, Evelyn

The cave Eggerloch is situated at 596 m above sea-level in triassic carbonates of the Villacher Alpe-mountains nearby Villach. The total length of the cave is about 528 m. It extends ascendantly along a crack-system directed alternatively to north and west and possesses several chimneys, most of them inaccessible to man. The "Giant Chimney" connects to another cave - the Knochenhöhle (Bone cave) - located vertically above the Eggerloch. The entrance of this cave opens at 686 m above sea level.

During the period of investigation (1986-1988) the main topoclimatic factors like: air temperature, relative humidity, ventilation and evaporation were measured in all seasons. The 42 stations of measurement were situated outside the cave (in front of the entrances of the Eggerloch and the Knochenhöhle) as well as inside the accessible parts of the cave. The topoclimatic data demonstrate that the ventilation of the Eggerloch is unidirectional (one-way-ventilation) according to its topography. Ventilation direction changes periodically: in summertime it is descending and in winter ascending. During summer, additionally to the descendant air-flow, a convectional current can be measured in the entrance area.

Corresponding to this kind of ventilation I distinguish three microclimatic zones:

- the entrance area, which is still under the influence of the climatic variations outside the cave; however they were damped relatively quickly;
- the main part of the cave is a microclimatic zone influenced by the seasonally changing unidirectional ventilation. Here, the mean temperature varies between 8-9°C and the relative humidity between 97,2 and 97,7 %;
- the third microclimatic zone lies outside the ventilation area. Here, climatic parameters are relative stable: the mean temperature is about 8,7°C and the relative humidity 97,7 %.

COMPUTER PROCESSING OF SPELEOLOGICAL AND GEOLOGICAL MAPS

JANCARIK, Antonin

Speleological mapping is one of the most important branches of systematic speleological research from its rise. New possibilities for processing of speleological and geological maps gives computers development from last years. Maps can be doing much more quickly, easily and precisely and is possible to do some new form of documentation.

KLIMATISCHE UNTERSUCHUNGEN IM EGGERLOCH (KÄRNTEN, ÖSTERREICH)

Das Eggerloch ist eine 528 m lange Höhle, die sich im triassischen Wettersteinkalk der Villacher Alpe erstreckt, in unmittelbarer Nähe von Warmbad Villach. Der Höhleneingang befindet sich auf der Südseite in 596 m ü. NN. Die Höhle verläuft aufsteigend entlang eines nach N und W ausgerichteten Klüftensystems und weist eine Reihe von Schloten auf. Einer davon stellt die Verbindung zur Knochenhöhle her, die als Schachthöhle genau über dem Eggerloch in 686 m ü. NN. liegt.

Der Untersuchungszeitraum erstreckt sich von 1986-1988, wobei in allen Jahreszeiten klimatische Messungen durchgeführt wurden. Diese betreffen: Lufttemperatur und -feuchtigkeit, Luftströmungsgeschwindigkeit, Verdunstung und Kondensation. Die Meßpunkte liegen sowohl außerhalb der Eingänge (von Eggerloch und Knochenhöhle) als auch im begehbaren Teil der Höhle (insgesamt 42 Meßpunkte). Das Eggerloch ist eine dynamisch bewertete Höhle. Die Durchlüftung geschieht durch einen einläufigen Luftstrom, dessen Richtung sich jahreszeitlich ändert. Im Winter ist die Durchlüftung höhlenaufwärts und im Sommer gesellt sich zum höhlenabwärts gerichteten Luftstrom noch ein zirkulärer Wetterstrom im Eingangsbereich der Höhle.

Entsprechend der Bewetterung der Höhle und den klimatischen Messungen unterscheidet man im Eggerloch 3 meroklimatische Zonen:

- der Eingangsbereich steht noch unter dem Einfluß der klimatischen Schwankungen von außerhalb der Höhle, obwohl diese relativ rasch abgedämpft werden;
- der Großteil des Eggerlochs wird von der einläufigen Bewetterung beeinflusst. Die Temperatur schwankt hier zwischen 8-9°C und die Luftfeuchtigkeit beträgt 97,2-97,7 %;
- die dritte meroklimatische Zone wird von der Bewetterung nicht beeinflusst. Die mittlere Temperatur liegt bei 8,7°C und die Luftfeuchtigkeit bei 97,7 %.

Some of new software products are described in the paper. We give one's attention to microcomputers software for field use in the first part and some new form of speleological documentation (axanometric views on earth surface or caves, isolines interpretation, etc.) and final processing of documents using minicomputers in the second part. Some of new forms of documentation can be use with advantage for the next research, other can help to visualise described objects.

ASTHMA BRONCHIALE SPELEOTHERAPY IN SOLOTVINO SALT MINES

LEMKO, Ivan

The paper deals with observation results of long time use of microclimate of underground department at Republican allergologic hospital in Solotvino (Ukr SSR).

The properties of salt rock structures and their role in formation of a microclimate are considered. The patients influence upon underground department environment is studied and the treatment properties of salt mine microclimate preserving measures are worked out.

Different forms of asthma bronchiale speleotherapy organisations measure and differential methods of treatment are given. The results of speleotherapy are studied upon immediate and remote posttreatment period.

Some ways of salt mines speleotherapy cure mechanism and necessary treatment of microclimate preserving measures are worked out.

ОПЫТ СПЕЛЕОТЕРАПИИ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ В СОЛОТВИНСКИХ СОЛЯНЫХ ШАХТАХ

В работе приводятся результаты наблюдений при длительной эксплуатации подземного отделения республиканской аллергологической больницы в пос. Солотвино (УССР) для лечения больных бронхиальной астмой.

Рассмотрены особенности строения соляных пород, участие их в образовании микроклимата. Изучено влияние больных на экологию среды подземного отделения и разработаны мероприятия по сохранению лечебных свойств микроклимата соляной шахты.

Приводятся организация спелеотерапии больных с разными формами бронхиальной астмы, применение дифференцированных методик лечения. Оценивается эффективность спелеотерапии по непосредственным и отдаленным результатам.

Рассматриваются некоторые стороны механизма лечебного влияния среды соляных шахт и приводятся мероприятия по поддержанию лечебных свойств микроклимата.

SPELEOTHERAPY AND PROSPECTS OF ITS DEVELOPMENT

TOROKHTIN, Michael

Speleotherapy in microclimate of salt mine ensure high therapeutic effect at infection-dependent, atopic and mixed forms of asthma bronchiale in groups of various age patients. Immediate after treatment course 80-90% of adult and 90-95% of infant patients discharged from hospital with improve. In remote post-treatment period for 12-18 month or even more strong remission stayed, duration depends on manifestation degree of allergic process. Differentiate prescription of speleotherapy with moderate use of pharmacological remedies enlarge possibilities for reaching positive effect in allergic diseases of various organs and systems. Use of nonspecific hyposensibilizing factor of microclimate of grotto, caves and salt mines in treatment of pulmonary, blood circulation and some other diseases - represents new prospective direction in medicine. Speleotherapy in various microclimates reckon among effective, economic, non-pharmacological, wide spectrum treatment methods of allergic diseases and medical use of karstgenerating regions, salt pillars become prospect scientific direction.

СПЕЛЕОТЕРАПИЯ И ЕЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ.

Спелеотерапия в условиях микроклимата соляных шахт обеспечивает высокий терапевтический эффект у больных инфекционно-зави-

симой, атопической и сочетанной формами бронхиальной астмы различных возрастных групп. Непосредственно после курса лечения выписываются с улучшением 80-90% больных взрослых и 90-95% детей. В отдаленном периоде после лечения стойкая ремиссия удерживается 12-18 месяцев в зависимости от степени проявления аллергического процесса. Дифференцированный подход к назначению спелеотерапии с умеренным использованием лекарственных препаратов расширяет возможности получения положительного эффекта при многих аллергических заболеваниях органов и систем.

Использование микроклимата гротов, пещер и соляных выработок как неспецифического гипосенсибилизирующего фактора в терапии больных с заболеваниями органов дыхания и кровообращения и других систем является новым перспективным направлением в медицине.

Спелеотерапия в различных микроклиматах относится к высокоэффективному, экономичному, немедикаментозному методу лечения широкого спектра аллергических заболеваний, а использование карстообразующих провинций и соляных целиков в медицинской практике становится перспективным направлением для изучения.

ASPECTOS TOPOCLIMATICOS DE LA COVA DEL MASJET (MONTS-RAL: TARRAGONA) VERSUS COMPORTAMIENTO ESTACIONAL DE PETALOPTILA ALIENA BRUNNER (ORTHOPTERA: GRILLIDAE)

GABALDON CASASAYAS, Jesus E.

The author describes the evolution of several climatic factors in Masiet's Cave through the annual period of 1988, and the minimizing effect in relation with the outside climate, under the influence of both epigeal and hypogean factors.

This minimizing effect is one of the main features of subterranean climate and helps to explain both the troglomorphic behaviour of some species and, in a different level, some aspects of the behaviour of properly cavernicolous species.

This work emphasizes the influence of the outside climate over *Petaloptila aliena*, which emigrates inside the cave during the winter months, although it may occur outside caves.

Se describe la evolución de varios factores climáticos en la Cova del Masiet a lo largo del período anual de 1988, y así mismo su atenuación con respecto al clima exterior, bajo la influencia tanto de factores epigeos como hipogeos.

Esta atenuación constituye una de las principales características de la climatología subterránea y contribuye a esclarecer tanto el comportamiento troglófico de algunas especies como, en otro nivel, algunos aspectos del comportamiento de las especies propiamente cavernícolas.

En este trabajo se hace especial hincapié en la influencia que ejerce el clima exterior sobre la especie *Petaloptila aliena*, la cual emigra al interior de la cavidad durante los meses de invierno, a pesar de que puede encontrarse en otros habitats.

PROPOSED STANDARDS FOR CAVING EQUIPMENT AND TECHNIQUES

McCLURG, David

This lecture is a first attempt at establishing standards for the equipment and techniques used in cave exploration. To be included in the proposed standards will be helmets, seat harnesses, caving ropes, carabiners, rigging, and others. Two different rigging systems will be recommended along with the specific descending and ascending systems designed for use with them. In some instances, we may recommend acceptance of standards already adopted by the UIAA (Union of Alpine Associations), as they apply to similar caving equipment or techniques. In other instances, we will propose standards specific to the cave environment and its exploration. These standards are a first attempt and we encourage active discussion of them to meet the particular needs of UIS member countries.

CAVES, CONSERVATION AND CHILDREN

FRANTZ, Perl

As man's impact on the environment becomes more and more severe, it is becoming increasingly important to educate people about environmental concerns. If children are taught to respect the environment at an early age, they are more likely to engage in ecologically sound practices as adults. Because caves offer excitement and adventure, they capture children's imagination and can be used to instill environmental awareness. This paper will describe a formal program which has been used for the last eight years to introduce 10 year old children to the geology, hydrology, and biology of caves. Through a combination of classroom activities and field trips, the children become aware of the sensitivity of the environment and their impact on it. Included in the discussion will be equipment and special concerns for caving with groups of children. In addition, some informal strategies for teaching children about ecology will be discussed.

COMPUTER - AIDED DESCRIPTION OF CAVES, BASED ON CONVENTIONAL MEASUREMENT

DOBRIČEV, Mladen

The paper presents a solution of one of the research problems of caves - the geometry determination and the exact topographical description. A software package is developed for design of three-dimensional image of the cave system on the basis of conventional mapping methods. The package includes functions for the calculation of the basic cave characteristics. The software has modular structure. The data structure enable the development new modules and derive some additional information of scientific interest. The output data are also formatted according to the script file structure, which can be used by graphic system AutoCAD.

A diagnostic utility is available for correction of the input data.

The software is written in FORTRAN 77.

RESEARCH OF FOOD STRUCTURE OF CHIROPTERA, INHABITING CAVES WITH REGARD TO THEIR ECONOMIC SIGNIFICANCE

KANDOV, Ivo

The report gives an account of the highly discussed problem of the utility and harm of *Chiroptera*, that inhabit caves.

The goal of this paper is to represent the results of the investigation of food basis of this biological species and the conclusions that can be drawn about their economic significance and protection. The research has been carried out by means of investigating the excrements of cave *Chiroptera* in order to establish in them the presence of remnants from different insects.

Their incessant activity and the effect of human interference have also been examined.

In the investigation are also given some recommendations of their utilization in biological combat with destructive insects in agricultural crops.

Erste Vorschlag für Einrichtung von Normalen der Höhlenerforschung Ausrüstung und Technik

Diese Vorlesung ist ein erste Versuch an der Einrichtung von Normalen in Höhlenerforschung Ausrüstung und Technik. Einschliessend in den vorgeschlagen Normalen sind Helm, Sitzgurt, Karabiner, Takelage, Höhlenseile, und andere. Zwei verschiedene Takelsysteme und die besondere Einseitentechniken Systeme wird empfohlen. In einige Fälle, Normalen der UIAA wird empfohlen. In andere Fälle, Höhlenerforschung spezifisch Normalen wird empfohlen. Diese vorgeschlagen Normalen sind zur Zeit ein erste Versuch und voll Diskussion wird ermutigt von alle UIS Mitgliederlande.

Las Cuevas, Las Conservación, Y Los Niños

Como quiera que las actividades de la gente tienen mas y mas impacto en el medio ambiente, es muy importante que la gente aprenda sobre el medio ambiente. Si enseñamos a los niños a respetar el medio ambiente cuando están jóvenes, es probable que lo respeten cuando sean adultos. Porque las cuevas representan aventura y excitación, interesan mucho a los niños y se pueden usar para crear una conciencia de respeto al medio ambiente. Esta presentación describe un program formal que se usa para introducir a los niños de 10 años a la geología, a la hidrología, y a la biología de las cuevas. Con una combinación de actividades de aula y viajes de campo, los niños se hacen concientes de la sensibilidad del medio ambiente y del efecto que ellos tienen en él. Se discutirán también, el equipaje y otros asuntos necesarios para explorar las cuevas por los niños. Además, se discutirán estrategias informal es para enseñar los niños sobre la conservación del medio ambiente o ecología.

ПРОГРАММНЫЙ ПАКЕТ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ПЕЩЕР НА ОСНОВАНИИ КОНВЕНЦИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Доклад предлагает решение одной из проблем при исследовании пещер - определения их геометрии и точного топографического описания. Создан программный пакет, при помощи которого на основании данных конвенциональных методов картографирования получается трехмерное изображение пещерной системы. Програмное обеспечение включает функции для вычисления основных характеристик пещер. Программный пакет имеет модульную структуру. Структурирование данных позволяет разработку новых модулей для получения дополнительной информации, представляющей научный интерес. Выходные данные форматированы также и в виде SCRIPT - файлов, которые могут быть использованы графической системой AutoCAD.

Предусмотренная диагностика ошибок входных данных позволяет их быстрое устранение.

Программы реализованы на языке FORTRAN 77.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДУКТНОГО СПЕКТРА ЛЕТУЧИХ МЫШЕЙ *Chiroptera* - ПЕЩЕРНЫХ ОБИТАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗНАЧЕНИЯ ИХ В ХОЗЯЙСТВЕ

Доклад представляет исследование по очень спорным вопросам относительно пользы и вреда летучих обитателей - летучих мышей. Цель - представить результаты изучения качественного и количественного состава продукта и сделать вывод, который направит относительно того хозяйского значения.

Исследование завершено через выхог на экскремент этих животных с целью установления остатков от разных насекомых. Также изучено круглосуточно и сезонно их активность и последствия от человеческого вмешательства в их жизнь/ю деятельность. В исследовании сделаны некоторые указания для использования летучих мышей в биологической борьбе с вредителями сельскохозяйственных культур.

BIOSPELEOLOGICAL MAP AT MOUNTAINOUS CRIMEA AND WEST TRANSCAUCAS

MIOUGE, NikolaJ

At present into the Crimea caves one known 51 species terrestrial invertebrates (including 11 troglobites). Into the West Transcaucasus caves one known 205 species (including 59 troglobites). Due to obstacles for migration of troglobitic fauna (valleys of great transit rivers, nonkarsted rocks) it is possible to distinguish 8 biospeleological massifs at the Mountainous Crimea and 31 at the West Transcaucasus. Caves of one massif have one complex troglobites, distinguished from one at neighbouring massifs. It is often observed the group of several allied species, which perhaps to be have related by general genesis from one troglomorphic ancestor.

COMMUNITES OF TROGLOBITIC INVERTEBRATES IN THE CAVES OF THE WEST TRANSCAUCASUS AND THE MOUNTAINOUS CRIMEA

MIOUGE, NikolaJ

The structure of cave communities of terrestrial invertebrates in the West Transcaucasus is very simple and similar. Caves from one karst massif have the same troglobitic fauna. It usually is presented by one species of beetle from g. Geannelius, one pseudoscorpion from g. Neobisium, one or two species of spider (g. Nesticus, Troglodyphantes), opiliones g. Nemaspsela, meriopoda g. Leucogeorgia. Terrestrial isopods belongs to g. Ligidium (Stigoligidium), Psachonethes, Trichoniscus, Caucasonethes, Pseudobuddelundiella or Buddelundiella, Collembolus belong to genera Onychiurus and Plutomurus.

Another communities are typical to the Crimea caves. Their troglobitic fauna is presented by following species: terrestrial isopods (g. Tauroligidium or g. Typhlogligidium), pseudoscorpions from g. Pseudoblothrus, opiliones from g. Nemaspsela and beetle from g. Pseudophoenops. In different karst massif species appeared to be vicarious.

INVESTIGATIONS ON THE MICROFLORA IN THE VADU CRISULUI CAVE (PADUREA CRAIULUI MTS.) - ROMANIA

RAKOSY-TICAN, Lenuta - MOMEU, Laura - LORINCZI, Francisc

Data provided by the investigation of the microflora in the Vadu Crisului Cave (Padurea Craiului Mts.) are presented. The cave was electrified between 1969 - 1972 and has been intensely visited. The cave is briefly characterized topographically and topoclimatically, and the importance of underground microflora as well as the problems it implies are mentioned. The taxonomic investigations carried on have identified the troglomorphic or troglomorphic microfungi and the algae occurring in the cave. The microflora isolated from soil, calcareous walls, condensed water and rimstone pool water comprises 8 strains of microfungi, 1 bacterial strain, 5 taxa of blue-green algae (Cyanophyta), 4 taxa of xanthophytes (Xanthophyta) and 8 taxa of green algae (Chlorophyta).

БИОСПЕЛЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЦИОНИРОВАНИЕ ГОРНОГО КРЫМА И ЗАПАДНОГО ЗАКАВКАЗЬЯ.

В настоящее время в пещерах Крыма отмечен 51 вид наземных беспозвоночных /из них 11 троглобионтов/. В пещерах Западного Закавказья известно 205 видов /59 троглобионтов/. На основании наличия преград для передвижения спелеофауны /каньоны крупных транзитных рек, контакты с некарстующимися породами/ выделяются 8 биоспелеологических массивов на территории Горного Крыма и 31 массив на территории Западного Закавказья. Пещеры одного массива имеют одинаковый комплекс троглобионтных видов, отличный от комплекса видов в пещерах соседних массивов. Часто наблюдаются группы близких видов, обитающих в различных массивах, и, предположительно, связанных общим происхождением от одного троглофильного предка.

ФАУНИСТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ТРОГЛОБИОНТОВ В КАРСТОВЫХ МАССИВАХ ЗАПАДНОГО ЗАКАВКАЗЬЯ И ГОРНОГО КРЫМА.

Структуры сообществ в различных карстовых массивах Западного Закавказья сходны между собой на родовом и различаются на видовом уровнях. Пещеры одного массива обычно заселены одним комплексом троглобионтных видов, представленным жуков рода Жаннелиус, жескорпионом р. Необизиум, одним или двумя видами пауков /р. Нестикус, Троглохифантус/, сенокосцем р. Немаспела, двупарноногий многоножкой р. Леукогеorgia, мокрицами родов Лигидиум, Псахонетес, Трихонискус, Кавказонетес, Псевдобудделундиелла или Будделундиелла, ногохвостками родов Онихиурус и Плутумурус.

Для пещер Крыма характерен иной комплекс родов - мокрицы Тауролигидиум или Тифлолигидиум, жескорпион Псевдоблотрус, сенокосец Немаспела, жук Псевдофенопс - в различных карстовых массивах представленный различными викарирующими видами.

INVESTIGATIONS SUR LA MICROFLORE DE LA GROTTTE

VADU CRISULUI LES MONTS PADUREA CRAIULUI - ROUMANIE

Le papier présente les données sur la microflore dans la grotte de Vadu Crisului située dans les monts Padurea Craiului. La grotte a été électrifiée pendant 1969 - 1972 et a été beaucoup visitée depuis. On présente succinctement les caractéristiques topographiques et topoclimatiques de la grotte et l'importance de la présence d'une microflore dans le souterrain, aussi bien que les problèmes qu'elle comporte. Les résultats taxonomiques concernent les microfungi troglomorphes ou troglomorphes et les algues de la grotte. On a identifié dans le sol, sur les murs calcaires, dans le condensé et dans l'eau des genres 8 souches de microfungi, 1 souche bactérienne, 5 taxa d'algues bleu-vertes (Cyanophyta), 4 taxa de xanthophytes (Xanthophyta) et 8 taxa d'algues vertes (Chlorophyta).

DATA ON THE LAMP FLORA AFFECTING THE URSILOR CAVE AT CHISCAU

RAKOSY-TICAN, Lenuta - GRUIA, Lucian - PLANADA, Emanuel

Studies have been carried out on the algal and bryophyte flora developing around the lamps lighting up the Ursilor Cave, four years after its touristic set-up. The taxonomic identifications have been correlated to the type and intensity of light sources, to the time of occurrence of peculiar alga-bryophyte communities and to the composition of the soil microflora close to the cave entrance.

RECHERCHES SUR LA FLORE DE LAMPE INSTALLÉE DANS LA GROTTTE DES OURS À CHISCAU

La flore algale et des bryophytes développée autour des lampes illuminant la Grotte des Ours a été étudiée quatre ans après l'aménagement touristique de cette grotte. Les résultats taxonomiques ont été corrélés à le type de la source d'illumination, au temps de constitution des communautés alga-bryophytiques spécifiques et à la composition microfloristique du sol près de l'entrée de la grotte.

THE REPRODUCTION OF REMIPEDE CRUSTACEANS

YAGER, Jill

The Remipedia is a class of primitive crustacean inhabiting anchialine caves. Several species are known to be simultaneous hermaphrodites. The female reproductive system consists of ovaries and paired oviducts which extend from the head to the gonopore on the 7th trunk appendage. The male system includes paired testes and vas deferens which extend from the 7th trunk

appendage to the gonopore on the 14th. The sperm have an ovoid nucleus, acrosome, and a flagellum with a 9 + 2 microtubular arrangement. Sperm are packed into distinctly shaped spermatophores. Methods of mating and development are not known. No larval stages have been found. Juvenile remipedes resemble adults but with fewer trunk segments.

THE ALGAL FLORA IN PESTERA MUIERILOR (DISTRICT GORJ - ROMANIA)

GRUIA, Lucian

The flora and distribution of algae in Pesteră Muierilor is presented according to the light conditions (the cave enjoying electric light and being of a turistic interest), to the hydric regime (fossil cave with parietal and ceiling water infiltrations

depending on the quantity of rain) and to the mineralogical nature of the support.

The conclusions of the paper present the correlation between the algae flora and vegetation in this cave and the three main categories of abiotic factors mentioned above.

SOME ASPECTS OF DISTRIBUTION OF FISHES IN THE SUBAQUATIC CAVES NEAR KUGITANG-TAU MOUNTAINS

PERELADOV, Michail

Kugitang-Tau caves is a unique place on the territory of the USSR, where eyeless troglolobiontic loach (*Nemachilus starostini*) live. Underground lakes are formed in gips rocks. The concentration of gips in water of these lakes is about 3-5 g/l. Caves are investigated to the depth of 58 m. The maximum depth of subaquatic caves in this region is not determined.

In the expeditions from 1981 till 1985 the main numbers of loaches were found in the nearest part of the underground lake. Observations have shown, that fishes consume the bacterial films on the surface of organic silt, which is accumulates under the bird and bat nests. The depth of the lake in this place is not

more than 4-5 m. Migrations of loaches during the day was registred. Maximum numbers of fishes was marked on the shallow part of the lake at night. Some individual loaches were registred on the depth of 20-25 m.

But in the May 1986, after the strong rain, stratification of bottom silt was affected and loaches were scattered all over the subaquatic cave up to the depth of 58 m. No changes of fishes activity were registred during the day.

Thus, distribution of troglolobiontic loaches das not depend on the depth, but depends only on the distribution of organic material.

THOUGHTS ABOUT THE HYDROBIOIDEA FAUNA OF HUNGARY

BERNASCONI, R.

The paper points out the few Hydrobioidea species belonging to the genera *Bythinella* and *Lartetia* cited from Hungary. The two Hungarian "Lartetia"-species (*Lartetia hungarica*:*Paladilhia oshanovae*) represent presumably species of the genus *Iglia*. The author insists on the necessity of anatomical examination and of further investigations in karstic springs.

Gedanken zur Hydrobidenfauna Ungarns.

Es wird auf die wenigen aus Ungarn zitierten Arten der Gattungen *Bythinella* und *Lartetia* hingewiesen. Die beiden ungarischen "Lartetien" (*Lartetia hungarica*:*Paladilhia oshanovae*) stellen vermutlich Arten der Gattung *Iglia* dar. Die Notwendigkeit einer anatomischen Überprüfung und weiterer Erforschung von Karstquellen wird hervorgehoben.

RESULTS OF BAT-REGISTRATION WORKS IN THE CAVE OF PAL-VOLGY

T.BOLNER, Katalin

The cave, situated under the inhabited area of Budapest was opened in 1904 by a quarry. We have the first bat dates from the fifties here, when 819 exemplars (*Myotis blythi oxygnathus* dominantly) were ringed during four winters.

The cave researcher group "Bekey" started an annually registration in this cave in 1986. Although the territory under survey had multiplied by the new explorations of the last decade, these registrations resulted only 110-160 exemplars pro year. Considerable, that *M. oxygnathus* species has quite disappeared from here (10-30 exemplars only), while the number of rhinolophic bats has't changed, so the dominant species is *Rh. hipposideros* now.

Since 1987 a weekly registration has been carried out in a 350 m long part of the cave, where 40 % of the bat-community are present. As this described very exactly the certain rest places, it could be fixed, that only the exemplars of small *Myotis* species were in total rest, while the exemplars of *Rh. ferrum-equinum* changed their places rather frequently, and also only the half of the *Rh. hipposideros* exemplars stayed on the same place for more than 2 months. Much of these "stable" places are taken by the animals year by year, surprising that some of these places are in the built-in part of the cave illuminated and visited daily. Certain annual similarities and differences in the temporal trend and the territorial distribution of this bat-community point to some - yet unclear - connections with climatic effects. The statistical analyse of the observations helped to chose an optimal time (beginning of January) to the annual registration of the whole cave as well.

TAXONOMY AND DISTRIBUTION OF THE EUMESOCAMPA (DIPLURA: CAMPODEIDAE) OF NORTH AMERICA

FERGUSON, Lynn M.

Three species belonging to the campodeid genus *Eumesocampa* have been described from North America. *E. danielsi* and *E. lutzi* Silvestri are endogeans known from north central Colorado. The third endogean species is *E. fragillii* (Hilton) which has been found in New York, Pennsylvania, Maryland, and Ohio. Two new undescribed species are known from caves in the United States, one in the mid-western states of Missouri and Illinois and the other in the east in West Virginia. The eastern cave species is sympatric with *Litocampa fieldingi* (Condé) in Steeles Cave, Monroe County, West Virginia, and is closely related to *E. fragillii*. The mid-western cave species is known from twelve caves and shows affinities to *E. danielsi* and *E. lutzi*.

AN AUSTRALIAN TOPOFIL

WARILD, Alan

The fast and accurate surveying of vertical caves has long been a problem for cavers. Topofilis or more correctly topofilis with a compass and clinometer mounted on them have been used for many years. This poster outlines the construction and use of a topofil which combines the compact size and ease of use of earlier models with a more accurate sighting system.

ERGEBNISSE DER FLEDERMAUS-BEOBACHTUNGEN

IN DER HÖHLE VON PÁL-VÖLGY

Die Höhle von Pál-völgy, die befindet sich unter dem Wohngebiet von Budapest, eröffnete sich im 1904 beim Steinbruch. Die erste Fledermaus-Angaben stammen hier aus den fünfzig Jahren, als 819 Exemplare (meistens Grosse Mausohren) wurden geringt in vier Winterperiode.

Die Höhlenforscherguppe "Bekey" fang die Zählungsarbeiten hier im 1986 wieder an. Diese jährliche Zählungen zeigten nur 110-160 Exemplare, obwohl das durchsuchte Höhlensystem vergrößerte sich mehrfach durch die Neuentdeckungen der achtzig Jahren. Die Grosse Mausohren sind fast verschwunden aus der Höhle /10-30 Exemplaren sind nur zu beobachten/, aber die Zahl der Hufeisennasen änderte sich kaum, so die dominante Art ist jetzt die Kleine Hufeisennase.

Die Fledermäuse einer 350 m langen Höhlenstrecke - wo etwa 40 % des Bestandes sich befindet - sind seit 1987 wöchentlich registriert. Dabei wurde jeder Rastplatz genau angegeben, so konnte man Informationen über die Geläufigkeit der Rastperiode der Tiere bekommen. Nur die Kleine Mausohren waren in ständige Ruhe hier, die Grosse Hufeisennasen änderten ihre Plätze ziemlich oft, und auch im Fall der Kleinen Hufeisennasen konnte man nur etwa die Hälfte der Exemplaren länger als zwei Monaten an den gleichen Plätze finden. Viele von diesen "stabilen" Plätze sind in jedem Winter wieder besetzt; interessant ist, das manche davon befindet sich in dem täglich mehrmal belichteten Schauhöhlenteil. Bestimmte jährliche Unterschiede und Ähnlichkeiten im zeitlichen Änderung und räumlichen Verteilung des Fledermausstandes weisen an manchen, noch unbekanntem Zusammenhänge mit den klimatischen Verhältnisse. Die statistische Analysen der Daten ermöglichten auch die Wahl eines optimalen Zeitpunkts /Anfang Januar/ zu den umfassenden Zählungen.

Drei Arten, die der Gattung campodeid *Eumesocampa* gehört, wurden in Nord Amerika beschrieben. *E. danielsi* und *E. lutzi* Silvestri sind Endogene, die in nordzentralen Colorado bekannt sind. Die dritte endogene Art ist *E. fragillii* (Hilton), die in New York, Pennsylvania, Maryland, und Ohio gefunden worden sind. Zwei neue unbeschriebene Arten sind bekannt in Höhlen in den Vereinigten Staaten, die eine in den mittelwestlichen Staaten, Missouri und Illinois, und die andere im Osten in West Virginia. Die östliche Höhlenart existiert zusammen mit *Litocampa fieldingi* (Condé) in Steeles Höhle, Monroe County, West Virginia, und ist eng verwandt mit *E. fragillii*. Die mittelwestliche Höhlenart ist bekannt in zwölf Höhlen und zeigt Verwandtschaften mit *E. danielsi* und *E. lutzi*.

Como topografiar una cueva vertical con precisión y rapidez ha sido una problema para espeleólogos desde mucho tiempo. Topofilis o más precisamente topofilis con una brújula y clino pegado han sido empleado por bastante tiempo. Este cartel describe la construcción y uso de un topofil que combina el tamaño chico y facilidad de uso de los modelos anteriores con un sistema más preciso para apuntarlo.

SYSTEM OF REGISTRATION OF CAVES IN THE CZECH SOCIALIST REPUBLIC

KUCERA, Bohumil

Karst and pseudokarst areas in the Czech Socialist Republic were divided into 7 karst areas and 3 pseudokarst areas. Division comes from the karst types. Each karst area is divided into karst groups. Caves are numbered separately in karst groups. Total

number code of each cave consist of the number of the karst area, the karst group and the number of the cave itself. For each cave is prepared the registration list with both main and detailed informations.

ENVIRONMENT OF STONE-AGED PEOPLE'S HABITATION IN THE CAVES OF WESTERN GEORGIA (ON THE MATERIALS OF THE CAVE SITE ORTVALA-KLDE)

LORDKIPANIDZE, D. O.

The Ortvala-Klde Cave is located in Karstic district of Chiatursky region of the Georgian SSR in the middle zone of broad-leaved forests at the altitude of 530 metres above the sea level.

9 cultural layers were distinguished in the stratigraphic sequences due to archeological excavations. Paleogeographical research (palynological, lithological, geochemical and other analyses) have proved that when the mousterian people first divelt in the cave the climate of the foothill area in Western Georgia was colder than the contemporary. Vegetational belts descended approximately 800-1000 metres and the cave was surrounded by dark coniferous forests. The formation of the sterile layer is correlated with the peak of cooling. The returning of mousterian people to the cave is connected with the improvement of environmental conditions. Broad-leaved forests spread around the cave. The zone is abundant in artifacts and also characterized by a higher content of P_2O_5 . Starting with the second mousterian layer, the traces of cooling are recorded again.

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ ПЕРВОЫТНОГО ЧЕЛОВЕКА В ПЕЩЕРАХ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ (на примере пещерной стоянки Ортваля-Клде)

Пещера Ортваля-Клде расположена в карстовой области Чхатурского района Грузинской ССР, в среднем поясе широколиственных лесов на высоте 530 м над уровнем моря.

В разрезе мощностью 4 м археологическими раскопками выявлено 9 культурных слоев. Палеогеографические исследования (пальнологический, литологические, геохимические и др. анализы) показали, что во время освоения пещеры людьми - носителями мустьерской культуры - климат предгорий Западной Грузии был холоднее современного. Растительные пояса спускались вниз на 800-1000 м, и пещеру окружали елово-шиповые леса. Пик похолодания соответствует образованию стерильного слоя. Возвращение мустьерских людей в пещеру связано с улучшением природных условий. Вокруг пещеры распространяются широколиственные леса с преобладанием дуба и граба. Этот горизонт наиболее богат археологическим материалом, а также характеризуется наибольшим содержанием фосфата, увеличивается и доля заполнителя в породе. Начиная со второго мустьерского слоя, вновь фиксируются следы похолодания, в частности увеличение доли крупнообломочного материала и возвращение темнохвойных пород в состав лесов, окружающих пещеру.

GEOLOGIC FACTORS IN THE PRESERVATION AND MANAGEMENT OF THE MAYA NAJ TUNICH CAVE PAINTINGS, PETEN, GUATEMALA

VENI, George

Naj Tunich is a cave in the Peten of Guatemala and contains the largest assemblage of Maya cave paintings known. Finely composed Late Classic scenes and glyphs are drawn onto the cave walls with a black, carbon-based, paint. The walls are a brecciated limestone and some differential paint absorption occurs between the clasts and matrix. The paint does not contain a fixing agent for it to properly "set" and so the paintings can be easily smeared. The primary cause of deterioration of the paintings is due to the geologic nature of the cave walls. The paintings are in a very dry section of the cave. The walls are covered by a veneer of fine silt which is a weathering product of the walls' slow dissolution. The paintings deteriorate as this silt, with paint attached, slowly falls off the walls. Visitation of the cave has also resulted in the destruction of some paintings. Stricter management procedures are necessary for any tours that view the paintings. Research is needed on the increase in atmospheric carbon dioxide in the cave, due to human traffic, which will increase the rates of deterioration of the cave walls by dissolution of the limestone.

FACTORES GEOLOGICOS POR EL PRESERVACION Y ADMINISTRACION DE LAS PINTURAS MAYA EN LA CUEVA NAJ TUNICH, PETEN, GUATEMALA

Naj Tunich es una cueva de Peten, Guatemala, y tiene el mas grande grupo de pinturas de los Maya en una cueva. Los escenarios y glifos, del periodo Clásico Tardo, son trazado con un negro color de carbón. Los paredes de la cueva son hecho de cementado fragmentos de caliza. Algun diferencias existen con el absorción del color entre los fragmentos y el cemento del caliza. El color no secarse y embarrar las pinturas es muy facil. El primero causa del deterioro de las pinturas es la geología de la cueva. Las pinturas son dentro el árido porción de la cueva. Los paredes tienen una capa de cieno, cual es un producto de los pasado disolución. Las pinturas deterioran cuando el cieno, con el color, cayen del paredes. Visitación de la cueva hube causa destrucción tambien algun pinturas. Mas estrictas regulas son necesario por los turistas que visitan la cueva. Investigaciones son necesario del CO_2 que respiran los turistas y si lo aumente el disolución de los paredes de caliza.

EXPERIENCES OF MAPPING OF ERODING KARST CAVITIES WHICH WERE FORMED IN CURRENT KARST WATER ZONE

VERESS, Márton - FUTO, János

On the region between Likas-kő and Pápalátó /Northern-Bakony/ the Eocene limestone is characterized by open karstic cavities. These cavities proved to be formed in Pannonian current Karst water zone.

On the bases of mapping of spreading of these cavities can be outlined:

- formation which shows the erosion of former cavities
- some peculiarities of erosion of the investigated area
- extent of rising of the region since Pannonian
- separation of rising time of smaller units inside the region /rising happened before or after Pannonian/

ARCHEOLOGICAL AND PALEOGEOGRAPHICAL RESEARCHES OF THE ALTAIC MOUSTERIAN CAVE (SOUTHERN SIBERIA, THE U.S.S.R.)

DEREVYANKO, A. - IVLEAYA, N. - MARKIN, S.

The Altai-Sayan mountaneous region is correctly involved into the area of intensive karst development. Over 400 cavities concentrated as a rule along valleys of large rivers are known at the present time. One of the promising regions for the complex research of caves is the Anui river basin where a set of multilayered objects with archaeological and paleontological remains is located in the submeridional direction.

This report gives results of the complex study of the multifloored cave after A.P. Okladnikov situated at the Altai foothills. Archaeological material of the Mousterian epoch is analysed with chronological data obtained on the basis of technico-typological and radiometric measurements. Special attention is paid to the stratigraphy and sedimentation of the loose cave thickness as well as biostratigraphy based on the great series of extracted microteriological remains. The analysis of species structures of small mammalia communities allow to reveal a number of specific features common for the paleofauna of the present region as a whole. The ecological background of human populations inhabited the cave over 30.000 years ago is reconstructed on data of palaeontology, palinology, malacology, etc. Economical aspects of ancient people who created the unusual Mousterian culture in the present cave cavity are considered in the association with surroundings. Also, there are presented comparison data with other archaeological objects of the mountaneous belt of Southern Siberia,

Археологические и палеогеографические исследования мустьерской пещеры Алтая (Южная Сибирь, СССР)

Алтае-Саянская горная область по праву включена в ареал интенсивного карстового развития. Ныне здесь известно более 400 полостей, сосредоточенных, как правило, по долинам крупных рек. Одним из перспективных районов комплексного исследования пещер является бассейн р. Ануй, где сконцентрированы в субмеридиональном направлении ряд многослойных объектов с археологическими и палеонтологическими остатками.

В данном сообщении приводятся результаты комплексного исследования многоярусной пещеры имени А.П. Окладникова, расположенной в предгорьях Алтая. Анализируются археологические материалы эпохи мустье, приводятся данные по хронологии на основании технико-типологических и радиометрических измерений. Особое внимание уделяется стратиграфии и седиментации рыхлой пещерной толщи, а также биостратиграфии, основанной на огромной серии извлеченных микротериологических остатков. Анализ видовой структуры сообществ мелких млекопитающих позволяет выявить ряд специфических особенностей, свойственных палеофауне данного региона в целом. Реконструируется экологический фон человеческих популяций, обитавших в пещере свыше 30 тысяч лет тому назад по данным палеонтологии, палинологии, малакофауны и т.д. В контексте природных окружений рассматриваются хозяйственные аспекты древних людей, оставивших необычную культуру мустье в данной пещерной полости. Приводятся материалы сравнения с другими археологическими объектами пояса гор Южной Сибири.

PREHISTORIC MAN AND THE CAVES OF MALTA

MULAOMEROVIC, Jasminko

The Maltese Archipelago, although small in size, has several speleologic sites, that could have been used as early as a

paleolithic man. Some caves contain signs from Neolithic, the cavern Magluba was a Saint Place, and the Ghar Hasan cave was a habitance of early Christians.

ROCK DRAWINGS IN BOSNIA (PART OF YUGOSLAVIA)

MULAOMEROVIC, Jasminko

In the caves of Bosnia and Herzegovina on several sites some rock drawings were found. They were made in the wide time

period from Upper Paleolithic to the Turkish period. The paper will contain the drawing from Bronze Age to Middle age period.

PROBLEMS OF HISTORY OF GEOLOGY

SZEKELY, Kinga - WOJCIK, Zbigniew

Exploration of caves dates back to at least the neolithic period /eg. in France and Hungary/. Utilization problems of underground karst were studied in ancient Rome. Interests in caves as natural forms was initiated during the Renaissance period when such peculiarities as ice forms and bone fossils were examined. Detailed mapping of caves are known to exist from the beginning of XVIIIth century. During the ege of Enlightenment it was a method of design to construct "caves" as elements of parks surrounding residences of magnates.

Geographic-physical and geologic problems of karst were first studied at the second half of XIXth century mainly in the Dinarides. Among the studies on this subject J. Cbijič's "Das Karstphänomen" (1893) has to be mentioned. In XXth century more detailed studies were initiated on fossil karst, biospeleology, speleotherapy, accessibility of caves for tourism, etc. Speleology was introduced into programmes of teaching in some of higher education schools.

Hundred of papers on speleology are noted each year in bibliographies. In some countries (eg. in Great Britain, Czechoslovakia and Hungary) attempts have been made critically evaluate the published materials. Many of the papers indicate the poor state of affairs in the subject of the contemporary history of speleology and in the proper evaluation of older literature of this subject.

It is the opinion of the current authors that, there is an urgent need to publish a volume on the general history of speleology. Such a publication, edited by a specialized international board, should be preceded by publication of classical speleologic books and important sources which could serve as the basis for preparing the history of speleology in individual countries and in more important mountain ranges and uplands. Critical evaluation of these publications may result in a collective monograph on the history of study of caves and karst on the Earth.

FURTHER DATA ON THE LOWER MIDDLE PLEISTOCENE PETRALONA CAVE

POULIANOS, Nickos

The biostratigraphic aspect coming from the excavations of the Anthropological Association of Greece in the Petralona Cave and the studies made by an international team of scientists

have had provided a reconsideration of the current palaeoanthropological and palaeoenvironmental state of knowledge. This effort, obviously under strong debate, is proceeding and new data are to be presented from the site.

CAVE DIVING EXPLORATIONS OF DEEP KARST SYSTEMS

KISSELJOV, Vladimir - MINEKOV, Peter

There is review of dives into sumps of deep alpine caves of Caucasus and Central Asia. The sumps of upper levels and in phreatic zone (caves-resurgences) were explored. Recommendations for organization of similar researchs are given.

СПЕЛЕПОДВОДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЛУБОКИХ КАРСТОВЫХ СИСТЕМ

Приведен обзор погружений в сифоны глубоких альпийских пропастей Кавказа и Средней Азии. Помимо "подвешенных" сифонов, обследовалась и зона "сифонной циркуляции", включая пещерно-источники. Даны рекомендации по проведению подобных исследований.

CAVE DWELLING FISHES OF THE WORLD

PROUDLOVE, Graham

At the end of 1988 fifty-three species of cave-dwelling fishes had been described, with a further twelve discovered but awaiting description. A classified checklist is provided, and details are given of country of origin and distribution. Eight orders and sixteen families of fishes have cave-dwelling members, with the Ostariophysan orders predominating with 44 species. Twenty-five species belong to cave-restricted genera, seventeen of them monotypic. Twenty two species

are known only from their type localities and ten pairs of species coexist. The geographic distribution of cave dwelling species is discussed. All species lie between 40°N and 20°S. There are probably many more species of cave-dwelling fishes to be discovered and areas where they may be found are pointed out. Because of their relatively restricted ranges cave fishes are at risk of population reduction or extinction and the conservation status of some species is described.

CAVE PROTECTION - A THEORETICAL APPROACH

PETRESCU, Mircea

Modern studies have emphasized visible modifications of the caves due to their arrangement and touristical flux.

Underground cavities' protection nowadays shows several trends: protection by empirical arrangements, protection by interdiction/assignment of natural reservations/, protection by special scientific researches preceding the arrangement and protection by establishing of permanent laboratories for the scientific studies of the touristical flux.

Key words: touristical flux, protection by: empirical arrangement, interdiction, special scientific researches, permanent laboratories.

La protection des grottes - un aperçu théorique

Les études modernes montrent que l'aménagement des grottes et le flux touristique déterminent des modifications sensibles dans les cavités qui y sont affectées.

La protection des cavités souterraines relève à présent plusieurs tendances, à savoir: protection par aménagement empirique, protection par interdiction/classement en tant que réserves naturelles/, protection par recherches spéciales précédant l'aménagement et protection par installation des laboratoires permanents en vue de l'étude scientifique du flux touristique.

Mots-clé: flux touristique, protection par: aménagement empirique, interdiction, recherches spéciales, laboratoires permanents.

PRELIMINARY INVESTIGATION OF OSSEOUS REMAINS FOUND IN THE MIDDLE QUATERNARY IN THE CAVERN OF SANTA ENGRACIA - LA RIOJA (SPAIN)

MARTINEZ FLOREZ, Julio

We may start with the investigation of a series of osseous remains and those representing warm weather forms belonging to the tertiary and Middle Quaternary (Inter glacial Mindel-Riss), found in the cavern of Santa Engracia (Peña Esquillas), (La Rioja, Spain).

That cavern is placed next to the village of Santa Engracia de Jubera (La Rioja), and it's formed by a complex and labyrinthine network of galleries ending in a cavity of great size. The stratum characteristics make the cavern uneven and has a labyrinthine shape with numerous galleries with different dimensions that interlace themselves. An important feature consists of the fact that the

floor of the cavity is occupied by sands reminding the cavern origins.

From the paleontological point of view, the deposit shows a very important diagnostic because of the most of it has been subject to works of dragging and presents osseous remains belonging to different geological periods. On the one hand we are talking about a homogeneous substratum of micromammals and birds bones, covered with reddish clays, belonging to the tertiary. On the other hand we can find intercalated and discontinuously osseous remains of big mammals. Some of them can be the species *Rhinoceros* and *Crocota* corresponding, no doubt about it, to the Interglacial Mindel-Riss (Middle Quaternary).

SINGLE STEEL CORDE TECHNIQUE

SNETKOV, Agency

SINGLE STEEL CORDE TECHNIQUE INHERIT ONE ROPE ONE HAS A FEW ADVANTAGES AND SHORTCOMINGS COMPARE WITH IT. GREAT WEARNESS GIVES CHANCE NOT TO WORRY ABOUT THE SECURITY OF THE CORDE.

ELECTRIC CONDUCTIVITY MAKE POSSIBLE TO USE IT AS TELEPHONE CABLE. STIFFNESS OF THE CORDE FACILITATE CLIMBING OUT OF THE WELLS, AND OF COURSE THERE IS GREAT ADVANTAGE IN THE WEIGHT (1:2) AND VOLUME (1:3) COMPARATIVELY WITH WET OR DIRTY ROPE (WHEN USING STEEL CORDE 3,5-4,5 CM DIAMETER).

THE MAIN DISCOMFORT OF DESCRIBED TECHNIQUE TWISTING OF THE CLIMBING SPELEOLOGIST AROUND THE CORDE, WHILE THE DESCENDING IT IS NEGLIGIBLE, BUT CLIMBING CAN CAUSE PATHOGENIC REACTION. DESCENDING IS MADE WITH THE HELP OF DOUBLE ROLLERS WHEELS OR GRIDS WITH FOUR SLEEPERS. CLIMBING IS MADE WITH THE HELP OF FROG CLAMP WITH MINOR SPOLLING EFFECT.

САМОТРОСОВАЯ ТЕХНИКА, ЯВЛЯЮСЬ РАЗВИТИЕМ САМОНЕВЕСОЧНОЙ ТЕХНИКИ, ИМЕЕТ ПО СРАВНЕНИЮ С НЕЕЯ РЯД ПРЕИМУЩЕСТВ И НЕДОСТАТКОВ. БОЛЬШАЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ПОЗВОЛЯЕТ НЕ ЗАБОТИТЬСЯ О НАДЕЖНОСТИ, ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ДАЕТ ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАТЬ НАВЕСКУ КАК ТЕЛЕФОННЫЙ ПРОВОД. ЖЕСТКОСТЬ ТРОСА ОБЛЕГЧАЕТ ПОДЪЕМ ИЗ КОЛОДЕЦОВ. И, КОНЕЧНО ЖЕ, ОГРОМНОЕ ПРЕИМУЩЕСТВО ПО ВЕСУ (1:2) И ОБЪЕМУ (1:3) ПО СРАВНЕНИЮ С МОКРОЙ ИЛИ ГРЯЗНОЙ ВЕРЕВКОЙ (ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ТРОС 3,5-4,5 CM).

ОСНОВНОЕ НЕУДОБСТВО ПРИ РАБОТЕ С ТРОСОМ ЯВЛЯЕТСЯ КРУЧЕНИЕ СПЕЛЕОЛОГА ВОКРУГ НАВЕСКИ, И ЕСЛИ ПРИ АСКЕНЦИИ ВНИЗ НА ЭТО МОЖНО НЕ ОБРАЩАТЬ ВНИМАНИЯ, ТО ПРИ АСКЕНЦИИ ВВЕРХ КРУЧЕНИЕ МОЖЕТ ВЫЗВАТЬ БОЛЕЗНЕННЫЕ РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА.

СПУСК ПРОИЗВОДИТСЯ НА АСУХРОДКОВОЙ КАТАЛКЕ, ЛИБО РЕШЕТКЕ С ЧЕТЫРЬМА ИПАЛАННИ ПОДЪЕМ - НА ЗАКЛЮЧКАХ-ДВУМЪЯКАХ, КОТОРЫЕ ЗНАЧИТЕЛЬНО МЕНЬШЕ ПОРТИТ ТРОС.

BRONCHITIS CHRONICA SPELEOTHERAPY PECULIARITIES IN SOLOTVINO SALT MINES

LENKO, Olga

Specially worked out speleotherapy regimens including speleostethics of different duration were used. On the basis of careful clinical, immunological observations and definition of breathing functions it was determined that cure effect depends on a speleotherapy regime ordered according to the disease course variant.

Efficiency of speleotherapy was confirmed by the patients examination in remote post-treatment period (in 1,5-3 years).

Practical recommendations on differentiate usage of speleotherapy in patients with bronchitis chronica are given.

The aim of the work was to study the peculiarities of Solotvino salt mines microclimate influence on patients with bronchitis chronica in preasthmatic stage and to work out on this basis a differentiated treatment according to the clinicopathetic variants of the disease course.

The examination results of the patients with different sensibility variants (atopical, infectious-allergic, combinational) are presented.

RESEARCH IN SNEZNAJA CAVE

BIZUKIN, A. V. - NEMCHENKO, T. A. - USIKOV, D. A.

Sneznaja cave (the system of caves Sneznia-Mezonogo) is placed on the west slope of the Hipsta mountain region (Ezib mountain system, the West Caucasus). The length is more than 20 km, the depth - 1 3370m. There are two entrances in the cave (near 2 000m altitude). The main discharge of water takes place through the big spring in the Hipsta river basin on 300m altitude.

With the aim to go deeper into the system authors made the series of extended investigations inside the cave and on the region surface. Investigation near the bottom part resulted in the up-to-date cave depth and the topographic scheme. On the surface the main attention was applied to the seeking both upper located and located near spring new entrances. To determine perspective districts of seeking was made matching the cave system scheme with the surface photographic map. The setting snow water tracing, meteorology watching and watching for water levels on different depth in cave permitted to refine regions of water supplies of different cave river tributaries. Near 150 wells up to 100m, 12 - more than 100m, one 350m well and 2 caves deeper 200m are known in these districts now.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕШЕРЫ СНЕЖНАЯ.

Пещера Снежная (пещерная система Снежная-Меженного) расположена на западном склоне Хипстинского массива (Езбский хребет, Западный Кавказ). Длина - свыше 20 км, глубина - 1 370м. Имеет два входа на высоте около 2000м н.у.моря. Основная разгрузка вод происходит через воклок в бассейне реки Хипста на высоте около 300м н.у.моря.

С целью дальнейшего углубления системы авторы проводили серию длительных исследований внутри пещеры и на поверхности массива. Исследования донной части дали современную глубину пещеры и позволили получить представление о ее расположении внутри массива. На поверхности основное внимание было уделено поиску вышерасположенных и расположенных недалеко от воклоха новых входов. Для определения перспективных районов поиска была проведена увязка плана пещеры с поверхностью. Трассирование талых снеговых вод, метеонаблюдения и наблюдения за паводковыми волнами в пещере на разных глубинах позволили уточнить область питания различных притоков реки. В пределах этой области сейчас известно около 150 колодезев до 100м глубины, 12-глубже 100, 1 колодезев - 350м и 2 пещеры глубже 300 м.

GEOMORPHOLOGICAL CYCLE IN KARST - IDEAS AND REALITY

WOJCIK, Zbigniew

The begins of the idea of cyclicality in geomorphologic evolution data back to the second half of XIXth century. It was expressed eg. by J. Czerski in his papers on geology of Siberia in the years 1871-1885 but, first of all, by W. M. Davis in the book "The geographical cycle" /1899/. These and other contemporaneous authors considered the formation of relief on the Earth's surface to be the result of action of endogeneous /uprising movements - intensification of erosion/ and endogeneous factors /erosion leading to peneplenization/. Davies' ideas were applied by L. Sawicki /1909/ to interpret the morphology of karst areas in Europe in the paper "Beitrag zum geographischen Zyklus im Karst" and his considerations developed by the former autor in his "Origin of limestone caverns" /1930/.

Apart from nomenclature /geomorphologic or geographic cycle/, Sawicki's paper initiated a new stage in the study of karst areas. He supplemented the two fundamental factors /uprising movements and erosion/ by other ones as: climate /precipitations/, rock type, character of jointing, sedimentation /of residual clay, calcite/. Later studies of surface and underground karst form have shown that

the evolution of relief is also influenced by other factors, as: mechanics of orogen, stepwise uprising of areas documented sometimes by stages of cave galleries, erosion due to glaciation etc. On the ground of present-day knowledge of this problem, Davies' ideas or no longer considered to represent an universal model. However, some forms of fossil karst can be considered as evidence of cyclicality in geomorphologic processes. This refers but to some areas in which the same rock were subjected to denudation during different geologic epochs.

Davies' and Sawicki's ideas have considerably influenced the development of geomorphologic studies of karst area. Their value consists in introducing a definite ordering into analytical material collected at the break of XIXth and XXth centuries. However, the reality was found to be more complicated. Therefore, we consider now the geomorphologic evolution of karst areas as examples of geologic units showing individual character of evolution cycle.

GENETIC CLASSIFICATION OF THE ENDO-VOLCANO-KARST PHENOMENA FROM ROMANIA ASPECTS OF THEIR DISTRIBUTION IN CARPATHIANS RANGE

TULUCAN, Tiberiu

The proposed genetic classification, which takes into account the genetic processes pertinent to caves in volcanic rocks from different parts of the world points out the sharp individuality of these phenomena occurring in the Romania Carpathians. In this respect it is shown 99% of the cavities known up to now are not located in lava flows but in pyroclastic deposits, while many of the caves from the gorges of Crişul Alb and of Mureş river display a strong altimetric correlation with the terrace levels. This fact suggests an important part played by the fluvial erosion, either in the excavation or in the opening at daylight of the voids. The high altimetric position indicates an early genesis (Sarmatian-Mindel-Riss interglacial range).

B. LA CLASSIFICATION GENETIQUE DES PHENOMENES ENDO-VOLCANO-CARSTIQUES DE ROUMANIE, ASPECTS DE LEUR REPARTITION DANS LA CHAÎNE DES MONTAGNES CARPATIENNES

La classification genétique proposée, qui tient compte de la manière de présence des grottes en roches volcaniques dans différentes zones du globe permet une individualisation nette de ces phénomènes des Montagnes Carpates.

Dans ce sens, on fait voir que 99% des cavités connues jusqu'à présent ne surgissent pas en laves, mais en roches pyroclastiques et beaucoup de cavités connues dans les défilés du Crişul Alb (Gurebonţ-Virfuriile) et du Mureş (Topliţa-Beda) présentent des corrélations altimétriques nettes avec les niveaux des terrasses, ce qui suggère un rôle important de la modelation fluviale, soit dans l'érosion soit dans l'ouverture à jour de cavités. La position altimétrique élevée de la plupart des grottes indique une formation précoce.

SPELEOLOGY AND UNDERGROUND RESERVOIRS

YUAN, Daoxian

The construction of underground dams on subterranean streams in China's karst regions has gained momentum in recent years because it entails less engineering work and yields quicker results in the supply of irrigation water and electric power.

According to preliminary statistics, there are 2936 subterranean streams in an area of 300 thousand km² from Guangxi, Guizhou, Yunnan, Sichuan, Hubei and Hunan provinces. The minimum discharge of these subterranean streams totals 1482 m³/s and their total length is 13,919 km. Most of them were identified by intensive cave exploration and tracing during the regional hydrogeological survey in the scale of 1/200,000 carried out in 1970s. Moreover, karst water resources in China totals 200 billion m³ annually, i.e., it makes about one-fourth of the total groundwater resources in China. It is understandable,

that China's speleology has been developed on the basis of harnessing subterranean stream, and that it is sometimes difficult to remain the natural situation of cave passage unchanged while exploiting its water resources.

In accordance with the characteristics of cave system, underground dams take different forms, e.g., the full dam (damming up the whole cross section of a subterranean stream), and the semi-dam (partially damming the cross section). Besides, according to their position on subterranean streams, they may be further distinguished into three types as foredam (dam site near resurgence), window dam (dam site near a karst window), and back dam (dam site near the swallow hole and converting a karst depression into a reservoir).

Detailed speleological survey is the prerequisite for proper planning and design of underground dams.

A COMPLEX STUDY OF THE ENVIRONMENTAL IMPACTS IN BUDAPEST'S CAVES WITH PARTICULAR RESPECTS TO SPECIAL CLIMATIC TESTS AND THE POSSIBILITIES OF MEDICAL UTILIZATION

TARDY, Janos

In cooperation with a series of specialized institutions different types of experiments have been carried on since 1985 in the caves situated between the underground karst surface provided with a built-in infrastructure (and all its shortcomings) and the spring zone along the river Danube. One aim of these experiments was the complex research of the ecosystem of these caves of special spatial position: how the air, soil and infiltrating waters in the caves "reacted" to the disturbing environmental impacts on the surface.

Could these caves under a highly polluted city "producing" tens of thousands of patients of respiratory diseases serve the purposes of cave therapy in the long-run, or are there any factors, processes that rule this out? (Based on the results achieved so far the answer is: reasons excluding this are not known. In the vicinity of the measurement points of the sometimes extensively contaminated infiltrating waters the air in the caves is not polluted. At the same time it was proven that the continuous monitoring of the changes in these caves is indispensable. The determination of the measurement points (number and site) basically differs from the usual, from those of caves under natural surface areas. In the given case the measurement results at three different sites within a 30 metre long cave area may differ considerably.)

A series of complex bacteriological measurements have been carried on to verify or refute certain alleged, but never proven "axioms": either tourism or cave therapy. The result of the series of experiments, underlined by control measurements was unambiguous: the alternative is ruled out at least in our case. The intensity of the regenerational ability, the change of the air in the cave will have to be studied, and on the basis of those studies the two types of utilization may perfectly be connected in space and time. (In less than half an hour after visiting groups left the two caves in question the bacteriological purity of the air was adequate to the standards of hospital operation wards, almost sterile.) The thorough analysis of the issue may be decisive, among others, for the possible multi-purpose utilization of the available infrastructure.

The paper reports on the results reached so far during this series of experiments.

TYPES OF KARSTIC SYSTEMS IN THE APUSENI MOUNTAINS

COCEAN, Pompei

The karstic system represents a morpho-hydrographical functional unit generated by the action of the same factors, action permanently directed towards connections and interdependence. There are 4 distinct types of karstic system in the Apuseni Mountains: bipolar systems, in sequence (cascade) systems, underground-confluence systems and multi-level systems, with the degree of complexity simplifying from the bipolar towards the multi-level systems.

KOMPLEXE UNTERSUCHUNG DER UMWELTWIRKUNGEN IN DEN BUDAPESTER HÖHLEN MIT BESONDERER RÜCKSICHT AUF SPEZIELLE KLIMAFORSCHUNG UND MÖGLICHKEIT DER THERAPEUTISCHEN NUTZUNG

In den zwischen der bebauten, mit Infrastruktur /und deren sämtlichen Fehlern/ versehenen Karstoberfläche und der entlang der Donau liegenden Quellenzone befindlichen Höhlen durchführten wir seit 1985 mit Einzug mehrerer Fachkonstitutionen verschiedene Untersuchungen, laufende Messungen. Das eine Ziel dieser Untersuchungen war die komplexe Forschung des Ökosystemes dieser räumlich eigenartig gelegenen Höhlen: wie "verhältet" sich unter solchen störenden oberirdischen Umweltwirkungen die Luft, der Boden und das Sickerwasser dieser Höhlen?

Ist in einer mit stark verschmutzter Luft versehener, zehntausende Atmungskranke "produzierender" Weltstadt die Höhlentherapie perspektiv vorstellbar, oder sind solche Faktoren, Verläufe nachweisbar, welche dies ausschliessen? Auf Grund der bisherigen Kenntnisse kann man antworten: ausschliessen der Grund unbekannt! In der Umgebung der manchmal sehr verschmutzten Sickerwässer ist die Höhlenluft rein. Wir bewiesen gleichzeitig, dass die laufende Forschung der Änderung in diesen Höhlen unentbehrlich ist und die Bestimmung der Messpunkte /Zahl und Ort/ grundsätzlich anders ist, als bei Höhlen unter natürlicher Umwelt, bzw. Umgebung. Gegebenenfalls können innerhalb eines 30 m langen Höhlenganges die Ergebnisse von 3 Messpunkten Unterschiede von Größenordnung zeigen.

Komplexe bakteriologische Messreihen machten wir zur Rechtfertigung oder Widerlegung einiger allgemein behaupteten aber nie bewiesenen "Axiomen" welche sagen: entweder Fremdenverkehr, oder Höhlentherapie. Einmütig, mit Kontrollmessungen unterstütztes Ergebnis der Untersuchungsreihe: wenigstens in unserem Fall ist von einer oder anderen Möglichkeit keine Rede. Es muss in dem für therapeutische Nutzung in Anspruch zu nehmenden Höhlenteil die Intensität der Regenerierungsmöglichkeit, des Lufttausches untersucht werden und dementsprechend können die beiden Nutzungen zeitlich und örtlich vollkommen einander gegliedert werden. Kaum eine halbe Stunde nach Beendigung der Besuche ist die bakteriologische Reinheit der Luft in den beiden untersuchten Höhlen wie in Operationssälen vorgeschrieben, so rein, beinahe steril!

Die gründliche Analyse kann entscheidend sein wegen den verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten der vorhandenen Infrastruktur. Der Vortrag gibt aufschluss über die bisherigen Erfolge dieser Untersuchungsreihen.

Le système karstique représente une unité fonctionnelle morpho-hydrographique née sur l'action des memes facteurs, action continuellement orientée vers des connexions et interdependance. Dans les monts Apuseni on rencontre 4 types distincts de systèmes karstiques, à savoir: systèmes karstiques bipolaires, systèmes karstiques en cascade, systèmes karstiques de confluence souterraine et systèmes karstiques polyétagés. Le degré de complexité augmente à partir des systèmes bipolaires vers ceux polyétagés.

RADIOSYNTHESIS - A NEW HYPOTHESIS ON CAVE ALGAE AUTOTROPHY

GRUIA, Lucian

Based on rich theoretical and experimental data, the author puts forward the hypothesis that cave algae in the processes of synthesizing their own proteins (use electron-magnetical radiations shorter wave lengths than the visible spectrum).

The physical, biochemical and physiological grounds of the

formulated hypothesis as well as series of data confirming it are presented. Comparisons with the algological edaphical flora in the aphotic edaphical areas of soils are presented.

The author presents a part of the theoretical and practical implications to confirm this hypothesis.

SPACE-TIME OF THE KARST CAVITY FORMATION

DUBLYANSKY, V. N. - DUBLYANSKAYA, G. N. - SHIPUNOVA, V. A.

Karst cavities are subdivided into the following four classes: corrosio-gravitational, niveo-corrosional, corrosio-erosional and corrosio-abrasional (Dublyansky, 1977; Shipunova, 1984). The corrosio-erosional cavities including the world's largest caves and shafts (Courbon, Chabert, 1986), are of the greatest interest both in theoretical and practical aspects.

In the analysis of the corrosio-erosional cavities the authors use such terms as cycles, phases, etaps, stages. These display the periods of one-way tectonic development of karst, hydrogeological conditions of cavity formation, the essential processes of speleogenesis and morphologo-hydrological conditions of cavity development.

Such numerous ways of formation of corrosio-erosional cavities resulted in the existence of over 50 hypotheses of their formation (Davis, 1930; Swinnerton, 1932; Eretz, 1942; Maksimowitch, 1963; Maruachwili, 1969; Gardner, 1977; Bögli, 1978; Bailey, 1978; Ford, 1979; Maire, 1980 e.o.). The authors recognize four standart models: monophasic, multiphasic, multicycle cavities and their systems.

Using these models, paleogeographical method allows to reveal the characteristic features of cave development, and alternatively, the study of their structures, morfo-sedimentological and hydrological features may yield an additional paleogeographical data of the proper karstland.

THE IMPORTANCE OF KARST CAVES CLIMATE STUDY FOR THE PURPOSES OF PUBLIC ECONOMY

TSIKARISHVILI, Kukuri

The problem of study the climate of karst caves is of great theoretical and practical importance. To use the karst caves as storage-refrigerators and hospitals, to develop the psychophysiological aspects of a man adaptation to the extreme conditions and tourism, the speleoclimatic data are required. Today the favourable conditions are created for rational utilization of cave resources for various purposes of public economy and science.

The analysis of rich actual material on climate of the low and middle mountain karst caves of Georgia (air temperature 10-15°, absolute humidity 8-12 mm, carbon dioxide content up to 0.5% absence of noxious gases etc) gives possibility to consider their climatic peculiarities quite favourable for public economy. Among the underground caves of Georgia which are to be used in the nearest future are karst caves of Abkhazeti-Imereti, Askhi-Racha piedmont and middle-mountain karst belts.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ

1. Карстовые полости как множество природных объектов подразделяются на четыре класса: коррозионно-гравитационный, нивально-коррозионный, коррозионно-эрозионный, коррозионно-абразивный (Дублянский, 1977; Шипунова, 1984). Наибольший интерес в теоретическом, практическом аспектах представляют коррозионно-эрозионные полости, включающие все крупнейшие пещеры и шахты Мира (Курбон, Шабер, 1986).

2. При анализе формирования коррозионно-эрозионных полостей авторы применяются понятия цикл, фаза, этап, стадия, характеризующие, соответственно, периоды однонаправленного тектонического развития карстующей структуры, гидрогеологические условия образования полостей, ведущие процессы спелеогенеза и морфолого-гидрологические условия развития полостей.

3. Множественность возможных путей образования коррозионно-эрозионных полостей определяет существование более 50 гипотез их формирования (Девис, 1930; Свиннертон, 1932; Бретц, 1942; Максимович, 1963; Маруашвили, 1969; Гарднер, 1977; Бёгли, 1978; Байлей, 1978; Форд, 1979; Майр, 1980 и др.). Авторы сводят их к четырем типовым моделям (однофазные, многофазные многоцикловые пещеры и их системы).

4. Предложенные модели позволяют методами палеогеографического анализа вскрыть особенности формирования пещер или на основе изучения их структуры, морфолого-седиментологических и гидрологических особенностей получить новую информацию о палеогеографии конкретного карстового района.

ЧАРОДНО-АБСОЛЮТНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЛЮЧЕНИЯ КЛИМАТА КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ

Проблема изучения климата карстовых полостей имеет важное теоретическое и практическое значение. Сведения о спелеоклимате необходимы при использовании карстовых полостей в качестве складов-холодильников, лечебниц, при разработке психофизиологических аспектов адаптации и пребывания человека в экстремальных условиях, а также для туристско-экскурсионных целей. Члены создались весьма благоприятные условия более рационального использования пещерных ресурсов для разнообразных народно-хозяйственных и научных целей.

Анализ богатых фактических материалов по климату низко- и среднегорных карстовых полостей Грузии (температура воздуха 10-15°, абсолютная влажность 8-12 мм, содержание углекислоты не более 0.5%, отсутствие вредных газов и др.), позволяет считать их климатические особенности весьма оптимальными для народно-хозяйственного освоения. Из тех памятников подземной природы Грузии, которые следовало бы оборудовать в ближайшее время, следует упомянуть карстовые пещеры Ахазской-Мететской, Ахско-Гачинской предгорно- и среднегорной карстовой полос.

THE EVOLUTION OF THE BOHEMIAN KARST

BOSAK, Pavel - LYSENKO, Vladimir

After Middle Devonian deposition in the Barrandian finished, the Bohemian Karst underwent by long-lasting continental evolution. It was interrupted only by sedimentation of Upper Carboniferous continental redbeds /Westphalian to ?Autunian/ and by marine epicontinental deposition during Upper Cretaceous /?Albian to Middle-Upper Turonian/. Therefore, three periods of karstification are distinguishable here: /1/ Middle Devonian to Westphalian; /2/ Autunian to ?Albian-Cenomanian, and /3/ post-Turonian. Direct evidence of pre-Carboniferous karstification has been missing, however some indirect indices have been detected in correlate de-

posits. An intensive karstification took place in the pre-Cenomanian period. There is evidence even of the development of the river network. The post-Turonian karstification period is the most important for the origin of karst phenomena. The karstification began partly even under the Upper Cretaceous cover of clastic deposits, which were eroded during Paleogene. The main phase of cave origin is dated to Oligocene-Miocene. A bulk of caves were fossilized during Upper Miocene to Pliocene. The Quaternary evolution resulted only in minor cosmetic retouches and in origin of certain features connected with the downcut of rivers.

THE COCCI CAVE AT NARNI - (TR) ITALY

NINI, Roberto - De ANGELIS, Maria Cristina - ROSSI, Roberto

Speleologists carried out longh researches ~~about~~ of this ~~ca~~ cave which cauded to know various prehistoric finds. The pottery dates beginning from XVIII century b.C. to the

X century b.C..

The cave situation makes to think that the human intervention was induced by ritual functions.

THE FELLING ENERGY DAMPERS PROSPECTING FOR IMPROVING THE SAFETY OF CAVE EXPLORATION

SERAFIMOV, K. V.

At last years a new frietion felling energy dampers of different size was invented in USSR. This report has analyse its. The best set of characteristics among this devices has the "FRAMS". The "FRAMS" was invented by the author and is recommended for use by Safety Group of the East-Kazachstan Regional Caving

club, or Sumgan-SRT.

So, the prospects of improving the safety of cave exploration gives the "AKS" - Absorber Karabiner by Serafimov. This device can substitute for knots in certain applications in rigging.

SPORT- TECHNICAL DESCRIPTION OF VERTICAL ROUTES

SERAFIMOV, K. V.

The system of Sport-Technical Description of vertical routes was offered for using it by the Safety Group of the East-Kazachstan Regional Caving Club, or Sumgan-SRT. This system is meant for being used by sport-technical groups aimed at making orientation on a route of descending easier,

and as a result, improving of cave exploration safety.

STD consist of 2 parts: a table and a section-development of the cave along the line of the route. The information is given in the form of conventional signs.

INDIVIDUAL HELP TO PARTNER

SERAFIMOV, K. V.

To make help in an incident more timely and effective it is necessary to teach speleologists methods of safety work beforehand. Speleology film club Sumgan-SRT has released a number of training

slide films for teaching new comers technical actions while helping an individual partner in an incident on a vertical line. The author shows the techniques of shooting safety works training films.

CONTENTS
INHALT
TABLE DE MATIÈRES
INDICE
INDICE
СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS
 INHALT
 TABLE DE MATIÈRES
 INDICE
 INDICE
 СОДЕРЖАНИЕ

1

AUTHORS
 AUTOREN
 AUTEURS
 AUTORI
 AUTORES
 АВТОРЫ

ABRAMOV, I. P. - IVANTCHENKO, V. G.: Speciality of karst and cavern ecology of the Altai (in Russian)	391	BURIN, Kliment - KOLEV, Dimitar - SPASSOV, Konstantin: Experiments in tracing karst underground waters with bromine using neutron activation analysis	130
ANDRAITCHUK, V. - LUKHIN, V.: Large sink in the Ural	666	BÁRÁNY-KEVEI, Ilona: Investigation of karst soil of dolinas in Bükk and Aggtelek-Mountains in Hungary	551
ANDRAITCHUK, V. N. - KOVALTCHUK, A. I. - BELOKRYSS, I. A.: Cave in siderite	241	CALANDRI, Gilberto: Jordan karst: geomorphologic and hydrogeologic looks	672
ARAKAWA, Tatsuhiko: Dating of Growth Rings and their relation to Late Quaternary climatic changes in the Ryukyu Islands, Japan	39	CALANDRI, Gilberto: The karst in the evaporitic diapires of the Northeast Algeria	671
ARAKAWA, Tatsuhiko - OSHIRO, Naoki - IGAWA, Hiroyuki: The developments of Limestone Ramparts and Limestone Walls in the Ryukyu Islands, Japan	41	CALANDRI, Gilberto: Preliminary note on some karst waters of the Middle-Southro Morocco	671
ARAKAWA, Tatsuhiko - HORI, Nobuyuki - MIURA, Hajime: The ages of one cycle of cave developments in a subtropical Raised Coral Reef Area: Yoron Island, The Ryukyus, Japan	44	CHIKVASHVILY, G. A.: Karst cave microclimate immunocorrection effect (in Russian)	586
ASPARUHOV, Milko: An attempt for elucidation of the medieval drawings - graffiti from North-West Bulgaria (in Russian)	344	CHONKA, J. - SIMIONKA, J. - POTING, D.: Dinamics of microclimate parameters of speleo- therapeutic hospital (in Russian)	416
BACHINSKIY, Georgy: Cave protection and social ecology (in Russian)	449	CHONKA, J.: Clinical affectivity of microclimate treatment of salt mine (in Russian)	419
BALIAN, Sogomon - VANIAN, R. A.: On the usage of the karst cave of Archeri, the first one in Armenia	674	CIGNA, Arrigo A.: Underground water dating by tritium measurements	562
BELTYUKOV, German: The evaluation of the recent karst process activity by hydrochemical methods (in Russian)	376	COCEAN, Pompei: Types of karstic systems in the Apuseni Mountains	686
BERNASCONI, Reno: Thoughts about the hydrobioida fauna of Hungary	679	CRAVEN, Stephen A.: The Congo Caves of South Africa: has government control been beneficial?	156
BERSENEV, Yuri: Karst and features of speleogenesis in the eastern USSR (in Russian)	388	CSEPREGI, A. - LORBERER, Á.: Computer simulation of the karstwater level changes in the Transdanubian Mountain Ranges	466
BIZUKIN, A. V. - NEMCHENKO, T. A. - USIKOV, D. A.: Research Sneznaja cave	684	CSER, Ferenc: Calculations on the formation of wholes by corrosion	470
BODOLEA, Ana - VIEHMANN, Iosif: The floating calcite from the cave Hoanca Apei (Bihor Mountains - Romania)	655	DE IPIÑA, Jesus Maria LZ. - PINEDO, Roberto: Features and hidrologic running of the karst in Sierra Salvada (Alava, Burgos, Vizcaya, North Spain)	85
BONEV, Kamen I.: Geologic structural control of karst-forming processes in the plateau Guaso, Southeast Cuba	669	DE IPIÑA, Jesus Maria LZ.: Contribution to study of ground-water pollution in the Apodaca Karstic Aquifer (Basque Country, Northern Spain)	88
BOSÁK, Pavel - LYSENKO, Vladimir: The evolution of the Bohemian Karst	688	DEBENATH, André: L'occupation paleolithique du karst de Charente (France)	30
BOSTED, Peter E. - TINSLEY, John C.: Documentation of caves and karst in Redwood Canyon Kings Canyon National Park, California, USA, with applications to sinkhole sedimentation	179	DEMEK, Jaromir: Periglacial processes in karst regions	656
BOSÁK, Pavel: A key to paleogeography and stratigraphy of continental periods	663	DEREVYANKO, A. - IVLEVA, N. - MARKIN, S.: Archeological and paleogeographical researches of the Altaic Mousterian cave (Southern Siberia, USSR)	682
BROOK, George A. - BURNEY, David A. - COWART, James B.: Evidence of quaternary environmental changes in Eastern and Southern Africa from cave and rock shelter sediments	287	DEAK, József: Dating the karst thermal waters in the Eger area	570
BUCK, Marcus: Reinterpretation of primary gypsum deposits in Guadalupe Caves, New Mexico	662	DOBRIČEV, Mladen: Computer-aided description of caves, based on conventional measurement	677
BUCK, Marcus J.: C-0 isotopic composition of subaqueous calcite spar deposits in Guadalupe caves, New Mexico - implications for a thermal water genesis	649	DREYBRODT, Wolfgang: Karst Development in its Initial State: a Model of Speleogenesis	174
BUDAVÁRY, Ágota - GRYNAEUS, Tamás: Results of electroencephalographic (EEG) and psychological examinations of cave explorers	229	DREYBRODT, Wolfgang: The effect of MgCO ₃ on the solubility of calcite: enhanced aggressiveness?	177
		DUBLYANSKY, V. N. - DUBLYANSKAYA, G. N. - SHIPUNOVA, V. A.: Space-time of the karst cavity formation	687

DUBLYANSKY, Viktor - MILJUCHIKIN, Andrej - REZVAN, Vladimir - SHULIK, Natalija - SHLJAKOVA, Larisa: Some peculiarities of vauclose Mchishta regime (in Russian)	590	FORTI, Paolo - MENICETTI, Marco - ROSSI, Alberto: Speleothems and speleogenesis of the Faggeto Tondo Cave (Umbria, Italy)	74
DUBLYANSKY, Yuri: The main principles of development and the diag- nostic criteria of a carbonate hydrothermal karst	77	FRACHON, Jean-Claude: Apercu historique sur la plongee souterraine Francaise	519
DUBOIS, Paul - SORRIAUX, Patrick - SOUDET, Henry Jean: Rospo Mare (Adriatique) un paléokarst pétrolier du domaine méditerranéen	481	FRACHON, Jean-Claude: Apercu historique sur les sauvetages speleologiques en France	526
DULINKSKI, Marek - GLAZEK, Jerzy - HERCMAN, Helena: Numerical dating of cave deposits from the High Tatra Mountains (Southern Poland)	666	FRANTZ, Peri: Caves, conservation and children	677
DUSHEVSKY, Vladislav: Determination of the rate of cave development based on archeological data (in Russian)	443	FUCHS, Gerald: Höhlengrubungen in der Steiermark Ergebnisse neuer Forschungen und Probleme	6
DUSHEVSKY, Vladislav P.: Methods of defining the rate of formation of grottos based on archeological data	661	GABALDON CASASAYAS, Jesús E.: Aspectos topoclimáticos de la cova del masiet (Mont-ral: Tarragona) versus comportamiento estacional de petaloptila aliena Brunner	676
DZULINSKY, Stanislaw - SASS-GUSTKIEWICZ, Maria: Paleophreatic hydrothermal karst structures in Zn-Pb sulfide deposits	649	GAJDOS, László - CSÖLLE, Edit - SZILÁGYI, Ferenc: Radioisotopindikation in der Strecke zwischen dem Minerva-Wasserschlinger und der Jósva-Quellen- gruppe im Baradla-Höhlensystem	542
DÉNES, György - SZILÁGYI, Ferenc: Hydrographische Zusammenhänge im Einzugsgebiet des Baradla-Höhlensystems Aggtelek-Ungarn	555	GALDENZI, Sandro - MENICETTI, Marco: Space time evolution of the underground karst system in the Umbria Marche Apennines in Central Italy	648
DÉVAI, György - KOVÁTS, Nóra: Purposes and necessity of grid mapping	115	GAMS, Ivan: International measurements of solution by means of limestone tablets	473
EK, Camille - GEWELT, Michel - ZHANG, Shouyue: Carbon dioxide content of cave sediments and cave air in China Preliminary results	63	GARASIC, Mladen: The latest research of speleological objects in Dinaric Karst area (Yugoslavia) from the geological point of view	232
ERASO ROMERO, Adolfo - de LIMA, Marcelo Taylor: The Itacolomi quartzite karst, Minas Gerasis, Brazil: aplicacion of the underground drainage direction prediction method	476	GARASIC, Mladen: New concept of the morphogenesis and hydro- geology of the speleological objects in karst area in Croatia (Yugoslavia)	234
ESZTERHÁS, István: Infolge der Denudation der Basaltplateaus Entstandene Pseudokarst-Erscheinungen und Höhlen	222	GAREV, B. L.: Results of the cave fauna studies effected by an amateur biospeleological group from Pleven (in Russian)	460
FABIAN, Calin: The influence of the petrographic subsystem upon the evolution of the karstic system	670	GAREV, B. L.: Mastricht mesosaurus remains from the caves round the town of Pleven	462
FABIAN, Calin: The karstic domain analysed as a depositional system	654	GAÁL, Ludovit: Several remarks on the protection of karst based on the experience gained by the Slovak Speleolo- gical Society	294
FERGUSON, Lynn: Taxonomy and distribution of the Eumesocampa (Diplura: Campodeidae) of North America	680	GERGOV, Ventsislav: Prehistoric researches of the caves in midland North Bulgaria (in Russian)	340
FERNOLENDI, Marius - VIRÁG, János - RADU, Ioan - PINTEA, Tamás: Biological considerations concerning the fluorescein dyeing of carstic waters	517	GEWELT, Michel - MEUS, Philippe - JIN, Yuzhang: Physico-chemical analyses and dye tracing of Teng Long Cave waters (Lichuan, Hubei Province, China)	656
FIGSOR, Lajos - MAJOROS, Zsuzsanna - PETHŐ, Gábor: VLF method for surveying caves	127	GEWELT, Michel - LIU, Minglin - QUINIF, Yves - ZHAO, Shusen: Uranium series dating of speleothems from Teng Long cave (Lichuan, Hubei province, China), preliminary results	665
FILIPPOV, Andrey: Cryokarst of the Vilujan Plateau	580	GIGINEISHVILI, Givi - JISHKARIANI, Jumber: Intensive atmospheric precipitations and formation of high floods in Tskhaltubo cave system (in Russian)	372
FILIPPOV, Andrey: Geology of the Baikal lakeshore caves (in Russian)	583	GINÉS, Ángel - GINÉS, Joaquin: Absolute dating of phreatic speleothems from Coastal Caves of Mallorca (Spain)	191
FORD, Derek: Morphological classification of dissolutional cave systems	652	GLAZEK, Jerzy - JEVLOGIEV, Jordan - KALCHEVA, Veselina - RUDNICKI, Jan: Paleokarst in the vicinity of Ruse (North-eastern Bulgaria)	663
FORD, Derek: Stable isotope studies of subaqueous calcite deposits from thermal water caves	650	GLAZEK, Jerzy: Paleokarst and the neogene paleogeography of Poland	689
FORD, Derek: A review of dating techniques applied to calcite speleothems	665	GNASPINI NETTO, Pedro: Fauna associated with bat guano deposits from brazilian caves (a comparisón)	52
FORNOS, Joan J. - GINÉS, Ángel - GINÉS, Joaquin: Paleokarst collapse features in the uppermost miocene of Mallorca Island (Spain)	46	GORBENKO, P. P. - GORBENKO, V. P. - SIMIONKA, J. M. - GORBATCHOV, V. M.: Results of medicobiological experiments dealing with prolonged stay of speleologist in Podolya karst caves (in Russian)	407
FORTI, P. - PENSABANE, G.: The cubic cave pearls of the Corchia Karst System (Apuane Alps, Italy)	69	GORBENKO, V. P. - TOROKHTIN, M. D. - POVSTJANOY, N. E. - LENKO, I. S. - SIMIONKA, J. M. - GORBENKO, P. P.: The effect of aseptic microclimate of saltmines on the course of experimental burns (in Russian)	393
FORTI, P. - MICHELI, L. - PICCINI, L. - PRANZINI, G. - SASSOLI, U. - TREVISANI, M.: The study of karst regions in Tuscany	488		
FORTI, Paolo: The role of sulfide-sulfate reactions in speleogenesis	71		

GORBENKO, V. P. - TOROKHTIN, M. D. - POVSYANOV, N. E. - LENKO, I. S. - SIMIONKA, Y. M. - GORBENKO, P. P.: Influence of the aseptic microclimate of salt mines on curing burns (in Russian)	411	HUNYADI, Ilona - HAKL, József: Historical review of one decade radon measurements in Hungarian caves performed by solid state nuclear track detection technique	631
GORBUNOVA, Klara A. - MAXIMOVICH, Nikolay G.: Speleogenesis and evolution of earthcrust (in Russian)	386	HUPPERT, George N. - THORNE, Janet B.: Federal cave protection in the United States: The Federal Cave Resources Protection act of 1988	188
GRIGOROPOL, Fedon: Traitement de l'asthme bronchique dans la mine de sel de Slanic, Departement Prahova, Roumanie	504	HÁLA, József: Ethnomedical applications of dripstone in the Carpathian basin	564
GRIGOROPOL, Fedon: Recherches pour la decouverte de nouveaux facteurs microclimatiques dans la mine de sel de Slanic, Departement Prahova, Roumanie	506	IORDANSKY, Leonid: Karst caverns morphology of Zeypuria plateau	668
GRUIA, Lucian: The algal flora in Pestera Muierilor (District Gorj - Romania)	679	ISACSSON, Gunnar: Cave deposits during glaciations and interglacials - An example from the Korallgrottan in middle Sweden	217
GRUIA, Lucian: Radiosynthesis - a new hypothesis on cave algae autotrophy	687	ISSAR, A.: Hydrothermal Karst in the Deserts of Israel	608
GUNN, John - LOVE, David: Caves on the Tongan Islands of Tongatapu & 'Eua	204	IZÁPY, Gábor - MAUCHA, László: Subsurface water chemical matter - transportation values of karstic areas in Hungary	533
GUNN, John - GUNAY, Gultekin: Caves of the Koprucay River Basin & Vicinity, Southern Turkey	201	JAMES, J. M. - ROGERS, P. - SPATE, A. P.: Speleogenesis of the caves of the Nullarbor Plain, Australia	651
GUNN, John - FLETCHER, Stan - PRINE, David: Radon daughter concentrations in British Caves: Implications for cavers = tourist cave operators	206	JANCARIK, Antonin: Computer processing and speleological and geological maps	675
GUNN, John - VALTERS, Iestyn D. - VILCOCK, John D.: Predicting the response to recharge of partially instrumented aquifers: towards an adaptive heuristic model	257	JANCARIK, Antonin: Aerosol speleothems - theory and practice	657
GÉCZY, Gábor - CSIGE, István - SONOGYI, György: Air circulation in caves traced by natural radon	615	JANIEC, Bronislaw: The problem of CaCO ₃ deposition in waters saturated with carbonates in the light of field experiments	17
HADNAGY, Árpád: Speleogenetic and sedimentological investigations in Bears Cave - Bihar Mountains	158	JIMÉNEZ, Antonia Nuñez: El Agujero Azul de Dean (Bahamas) y su importancia en el estudio de las fluctuaciones del nivel del mar	688
HAKL, József - LÉNÁRT, László - SONOGYI, György: Time integrated radon measurements performed in a karstic well water	618	JIN, Yuzhang - ZHANG, Shouyue: Corrosive test under abnormal temperature and pressure	65
HAMILTON, James: Geology-geomorphology of the lower devonian bear rock formation karst, Norman Region, N. W. T., Canada	659	KABASHNYUK, V. - BOBYLEV, A. - KOROBKA, K.: The influence of the cavern microclimate with various CO ₂ content on the physiological systems and man's capacity for work (in Russian)	426
HAMILTON, James P.: Hidrology and hydrochemistry of a dolomite karst in permafrost terrain in the Norman Region, N. W. T. Canada	652	KACHKOVSKIY, Igor: North Vietnamese karst	669
HARDWICK, Paul - GUNN, John: The impact of agricultural operations on British caves	198	KANDOV, Ivo: Research of food structure of Chiroptera inhabiting caves with regard to their economic significance	677
HARDWICK, Paul - GUNN, John: Cave management and conservation in Britain: An historical overview	196	KARAKOSTANOGLU, Iakovos: Some remarks on the genesis and geography of static ice-shafts	656
HARDWICK, Paul - GUNN, John: The limestone cave resources of Great Britain	194	KARAKOSTANOGLU, Iakovos: Observations on the glacier's stability of the ice-shaft system "Eftastomo", Parnassos Mountains, central Greece	654
HAVLICEK, David - TÁSLER, Radko: "North Plateau" of Mt. Anne (SW Tasmania)	499	KARDOS, László: The cave of Kálmán-rét (Kálmán clearing)	671
HILL, Carol A.: Mississippi Valley - type synore karst development	657	KASHIMA, Naruhiko: Geochemistry of the secondary phosphate minerals from Japanese Islands	142
HIR, János: Oldenburg-type vertebrate fauna from the Pongor cave (North Hungary, Bükk Mountains)	521	KATAEV, Valeriy: The influence of the structural plan on the distribution of underground karst forms	660
HOLLAND, Ernst: Away with the wire	260	KEVEINÉ BÁRÁNY, Ilona - MUCSI, László: Einige Angaben zur Charakterisierung der Lösungs- dolenen in Ungarn	663
HOLLER, Gato - HOLLER, Margaret: North Carolina Granitic Caves: Valuable Speleological Resources	140	KHATIASCHVILY, N. M.: Karst cave microclimate effect on lipid metabolism in patients with neurocirculatory dystonia (ND) (in Russian)	435
HOLSINGER, John E.: Preliminary zoogeographic analysis of five groups of Crustaceans from Anchialine caves in the West Indian region	25	KIKNADZE, Tamaz: Dynamic properties of karst waters and the part they play in the speleogenesis of mountainous countries (in Russian)	369
HORVÁTH, Tibor: Evaluation of the role speleoclimate in the human therapy. Difficulties, open questions	507	KIKNADZE, Tamaz: Speleogenesis in the Great Caucasus	672
HUBBARD, David A. - HERMAN, Janet S. - MITCHELL, Richard S. - HAMMERSCHMIDT, Elmar: Cave Saltpetre: chemical, historical and mineralogical Aspects	148	KIPIANI, Shalva - TINTILOZOV, Zurab: Principales Étapes de l'Étude Spéléologique de la Géorgie	248
		KIRPILEV, A. A. - ZAKOPTELOV, V.: Prediction of accelerated karst process zones using remote sensing	661

KISSELJOV, Vladimir - MINEKOV, Peter: Cave diving explorations of deep karst systems	683	LORDKIPANIDZE, David O.: Environment of stone-aged people's habitation in the caves of Western Georgia (on the materials of the cave site Ortvala-Klde)	681
KITTEL, Erika - WOLLENIK, Franz: Sexualzeichen in Höhle und Fels	306	LUND, Cecilie - ERASO, Adolfo: The endogenic drainage at the karst area of Glomdalen, Melfjord-Utbyggingen, the prediction method and its results	9
KLIMCHOUK, Alexander - JABLOKOVA, Nataly: Evidence of hydrogeological significance of subsurface zone from study of oxygen isotope composition of water (Arabica Massif, W. Caucasus)	653	LUNDBERG, Joyce: Speleothem dating by mass spectrometry	667
KLIMCHOUK, Alexander - AKSEM, Sergej - SHESTOPALOV, Vjacheslav: Gypsum solution rate in karst regions of Western Ukrain under natural conditions and under impact of industrial activity	674	LUNDBERG, Joyce: Dolomite pavements in N. W. T. , Canada	658
KNISS, V. A.: About the cave fauna of the South Urals: the results of a ten year biospeleological research (in Russian)	437	LYACH, V. - CHONKA, J.: Distance results of speleotherapy on the patients with bronchial asthma of the population of Transcarpatian region (in Russian)	421
KORZHIK, V. P. - RIDOUSH, B. T.: A "Fresh" cave "Zoloushka" assimilation problems (in Russian)	366	LYSENKO, Vladimir: Fluorit caves in the Decin Sneznik (Czechoslovakia)	308
KORZHIK, Vitaly - MINKEVICH, Irene: On speleoresources approach to study, mastering and protection of caves (in Russian)	452	LYSENKO, Vladimir: Linear tectonics as factor of karstification	661
KOSA, Attila: A type of vertical cave, considered as "very deep Karrenfeld"	109	LÉNÁRT, László - BALLA, Béláné: On the fluctuation of the number of the bats living in the Létrási-Vizes Cave (Bükk Mountains, Hungary) during the years 1975-1989	316
KOSEL, Vladimir - MARTINEK, Vladislav: Summer synusie and distribution of the family Heleomyzidae (Insecta, Diptera) in a cave of the western Carpathians	281	LÉNÁRT, László: Types of postage-stamps and picture-postcards containing cavemotives	312
KOSIK, Miroslav - TULIS, Ján: Physical and chemical research of gypsum in the Cave Stratenská Jaskyna	310	LÉNÁRT, László - SOMOGYI, György - HAKL, József - HUNYADI, Ilona: Radon mapping in caves of Eastern Bükk region	620
KOVÁCS, Hajnal: Paradoxical consequences of the impact between man and cave	606	MAIS, Karl: Speldok-Austria, das Dokumentationssystem der Karst- und Höhlenkundl. Abt. des Naturhist. Museums in Wien und des Verbandes Öst. Höhlenforscher	553
KOVÁTS, Nóra: How do bats respond to environmental factors?	112	MALTSEV, V. A. - MALISHEVSKY, D. I.: About the hydrothermal stage on the later part of evolution of the Cupp-Coutunn cave system	649
KRASNOSTEIN, Arkadij E.: Prospects of speleotherapy in Potash mine entries	254	MALTSEV, Vladimir A.: The influence of season changes of the cave microclimate to the gypsum genesis	658
KRIEG, Walter: Parameter der Höhlengrösse und Raumgrösse	251	MALTSEV, Vladimir A. - MALISHEVSKY, Dmitriy I.: Karst cave minerals of USSR	658
KRUSTEV, K. - BOJANOV, K. - DJAROVA, T. - MATEEV, G.: Comparative study of the adaptation to extreme conditions of a cave mountaineering (in Russian)	396	MAHATKULOV, M. M.: Paleokarst of Central Asia	577
KRUSTEV, K. - DJAROVA, T. - MATEEV, G.: The character of quick adaptation of the body at extreme cave conditions (in Russian)	399	MARTINEZ DE CAÑAS, Jacinto J.: Consideraciones en torno a la cueva de Penches (Burgos) y sus representaciones parietales	245
KRUSTEV, K. - DJAROVA, T. - MATEEV, G.: Attempt for assessment of exhaustion degree and changes in functional capacity of speleologists during the expedition "BU-56", Spain (in Russian)	401	MARTINEZ FLOREZ, Julio: Preliminary investigation of osseous remains found in the middle quaternary in the cavern of Santa Engracia - La Rioja (Spain)	684
KUCERA, Bohumil: Development of caves in Bohemian karst	671	MAUCHA, László: Climatic cumulative method for estimating infiltration in karst areas	536
KUCERA, Bohumil: System of registration of caves in the Czech Socialist Republik	681	MAUCHA, László: Estimation of infiltration in karst areas as related to climate	531
LATHAM, A. G. - SCHWARCZ, H. P.: Dating of contaminated travertines	80	MAVLYUDOV, Bulat: Snow and ice formation in caves and there regime	295
LATHAM, Alfred G.: Magnetization of speleothems: detrital or chemical	82	MAVLYUDOV, Bulat: Cave glaciation	298
LAURITZEN, Stein-Erik: Shear, tension or both - a critical view on the prediction potential for caves	118	MAXWELL, Charles: Underwater exploration of Dragon's Breath Lake (1987)	134
LAURITZEN, Stein-Erik: Scallop dominant discharge	123	MENICHETTI, Marco: Underground hydrogeology of Monte Cucco karst system in Central Italy	673
LEMKO, Ivan: Asthma bronchiale speleotherapy in Solotvino salt mines	676	MENICHETTI, Marco: Tectonic control in the genesis and the evolution of karstic systems in Central Apennines Italy	659
LEMKO, Olga: Bronchitis chronica speleotherapy peculiarities in Solotvino salt mines	684	MIHEVC, Andrej: The remains of gears of the first explorers of Skocjanske Jame and Kacna Jama	673
LIEBE, Pál: Thermakarst-systems in Hungary - Exploration and problems thereof	566	MIKHAILOV, Vasil: Paleokarst of Tyan-Shan Mts. (Central Asia, USSR)	662
LORBERER, Árpád - RONAKI, László: Pinlike "peastone"-speleothems as indicators of draught in caves	151	MIKHAILOV, Vasil: The origin and development of caves in glaciers: a case studies in the Tyan-Shan Mts. (USSR)	670
		MILLER, Thomas: Fluvial karst development in the humid Tropics	650
		MILLER, Thomas E.: Cave development in Belize, Central America	670

MIOUGE, Nikolaj: Communities of troglotic invertebrates in the caves of the West Transcaucasus and the Mountainous Crimea	678	PETROV, I. - KOSTOV, D.: The interdisciplinary approach in the training and the socializing in speleology from the early childhood and adolescence (in Russian)	362
MIOUGE, Nikolaj: Biospeleological map of Mountainous Crimea and West Transcaucasus	678	PICCINI, Leonardo - PRANZINI, Giovanni: Karst of the Apuan Alps Initial hypotheses on their origin and development	497
MIURA, Hajime: Surface features and their relations to the caves in the Akiyoshi plateau in Japan	21	PINEDO, Roberto: A sedimental study of detrital materials in the Hayal de Ponata System, Sierra Salvada, North Spain	92
MOTYKA, Jacek: Karst features in Triassic limestones and dolomites of Olkusz Area (SW Poland)	219	PIROS, Olga - GYURICZA, György: The lithological structure of cave Baradla in Aggtelek and of its environment	623
MUCSI, János - HORVÁTH, Tibor: Care of asthmatic children in the Hospital cave in Tapolca	132	PONTA, George - MARIN, Constantin: Karstic aquifers in Sebes Mountains - Romania	463
MUCSI, László: The connection between the different soil-types and the seeping water system in the cave Hajnóczy	226	POULIANOS, Nickos: Further data on the lower middle pleistocene Petralona cave	683
MUGLOVA, Penka - STOEY, Alexey: A projecting system with the functions of measuring time in the cave Monastery at Derevny Krasen (in Russian)	337	PRIDE, Thomas E. - OGDEN, Albert E. - HARVEY, Michael J.: Biology and water quality of caves receiving urban runoff in Cookeville, Tennessee, USA	27
MUGLOVA, Penka - STOEY, Alexey: Linear egouttatic hollows-genesis, evolution and practical means in the speleoclimatology	350	PROUDLOVE, Graham: Cave dwelling fishes of the world	683
MULAOMEROVIC, Jasminko: The paleolithic of Middle Bosnia (Yugoslavia)	239	RACOVITA, Gheorghie: Topoclimatical particularities of a glaciary cave: Ghetarrul de la Scarisoara (Bihar Mountains, Romania)	655
MULAOMEROVIC, Jasminko: Rock drawings in Bosnia (part of Yugoslavia)	682	RAICHEV, George: Some considerations on the geomorphological development of the Triangular cave in the west Rhodope Mountains, based on sedimentation analysis	324
MULAOMEROVIC, Jasminko: Prehistoric men and caves of Malta	682	RAITCHEV, Dimitar: Some problems concerning the dating and structure of pleistocene cave deposits in the Triangular cave in the Karst Spring region, W. Rhodope, Bg.	269
McCLURG, David: Proposed standards for caving equipment and techniques	677	RAITCHEV, Dimitar - RAICHEV, George: Some climatic phenomena in the Yagodina cave used by eneolithic dwellers	327
NINI, Roberto - De ANGELIS, Maria Cristina - ROSSI, Roberto: The Cocci cave at Narni - (TR) Italy	688	RAITSCHEV, Ivan M.: Studies on Rove Beetles (Coleoptera, Staphylinidae) in the caves in Bulgaria	58
NOVOTNY, Ladislav: Tertiary sediments Stratena Cave system (in Russian)	597	RAJCZY, M. - BUCZKO, K.: The development of the vegetation in lamp-lit areas of the cave Szemlő-hegyi-barlang, Budapest, Hungary	514
NOVOTNY, Ladislav: Tertiary cave levels and denuded surfaces in the Slovak Paradise (in Russian)	600	RAKVIASHVILI, Kiaso: Caves in the South Okriba thrust zone, Western Georgia	667
OGDEN, Albert E. - COLLAR, Paul D.: Theoretical considerations for the origin of Edwards Aquifer Caves in the Balcones Fault Zone, Texas, USA	145	RAYCHEVA, Yovka: Cave geology of the Arda River basin, Bulgaria	321
ONAC, Bogdan P.: On a new mineral paragenesis in the Cave Ungurulul (Padurea Craiului Mts.)	655	REEDER, Philip P. - DAY, Michael J.: Lead Mining of Caves in the Driftless Area of Southwest Wisconsin and Northwest Illinois, USA	137
OVSTEDAL, Jarl - LAURITZEN, Stein-Erik: The Sirijoda Karst Aquifer, Nordland, Northern Norway	121	REINER, Andreas - KEMPE, Stephan: Recent and paleokarst systems and their relation to ore mineralization in the Iberg-Reef-Complex, Harz Mountains	1
PAS, van der, J. P.: Speleophilately	512	REZVAN, Vladimir - KISELEV, Vladimir: Speleological events in the USSR in the years 1962-1988 (in Russian)	602
PAVUZA, Rudolf - TRAINDL, Helmut: Hinweise auf aufsteigende Karstwässer in Alpinen Karstquellen	272	REZVAN, Vladimir D.: Hydrogeological zonation of Sochi speleological region (West Caucasus)	668
PECHORKIN, Andrai - PECHORKIN, Igor - ZAKOPTILOV, Valery: Paleokarst of the South-Western part of Melekesskaja depression (in Russian)	378	RONAKI, László: Quantitative spectrofluorometric determination of fluorescein dye used in tracing of underground water	215
PECHORKIN, Andrai: Regional regularities of Russian platform karst	383	RUDNICKI, Jan: Relation between natural convection and cave formation in hydrothermal karst	14
PEKELADOV, Michail: Some aspects of distribution of fishes in the subaquatic caves near Kugitang-Tau Mountains	679	RUGGIERI, Rosario: Fenomeni carsici nel territorio di pachino (Sicilia sud-orientale)	491
PETRESCU, Mircea: Cave protection - a theoretical approach	683	RUSDEA, Evelyn: Topoclimatic research in the Eggerloch cave (Carinthia, Austria)	675
PETROCHILOU, Anna: Sculptures et gravures rupestres al'île de Naxos depuis l'époque préhistorique jusque a nos jours	153	RÁDAI, ödön: Aerospace data and karst exploration - exploita- tion	548
PETROV, I. - NIKOLOVA-BONEVA, A. - BOSHEV, N.: Vision changes of four speleologists following a one-month cave stay (in Russian)	354	RÁDAI, ödön: Paleo-karstic phenomena and their recent appearance	664
PETROV, I. - NIKOLOVA-BONEVA, A. - BOSHEV, N.: Circadian biorythm of four participants in a 30-day cave isolation (in Russian)	358		

RÁDAI, Ödön: Tropical karstic areas hydrological and hydro- geological exploration by aerospace methods	610	SILVESTRU, Emil: Genesis and evolution of the mirabilite in the cave Izvorul Tausoarelor	657
RAKOSY-TIGAN, Lenuta - GRUIA, Lucian - PLAMADA, Emanuel: Data on the lamp flora affecting the Ursilor Cave at Chiscau	679	SILVESTRU, Emil: Hydrothermally-generated karst in Romania	648
RAKOSY-TIGAN, Lenuta - NOMEU, Laura - LÖRINCZI, Francisc: Investigations on the microflora in the Vadu Crisului Cave (Padurea Craiului Mts.) - Romania	678	SIMIONKA, J.: Concentration of microorganisms in speleobiotop of salt mine and karst cave perspective for speleotherapy (in Russian)	403
SAIZ QUEVEDO, Luisa - FERNANDEZ SANDINO, Javier A. - FERNANDEZ IBÁREZ, Carmelo: Introduccion al Estudio del Santuario Esquemático de la Caverna de "Peña Esquillas"	36	SIMIONKA, J. - POP, I. - CHONKA, J. - CHONKA, K. - SIMIONKA, M.: Some aspects of resistance patients organism with chronic illness of respiratory system in conditions of salt mine (in Russian)	413
SASOVSKY, Ira D. - WHITE, William B. - MEDVILLE, Douglas M.: The remarkably constant longitudinal profile of Toothpick stream, Friars Hole cave system, West Virginia, U. S. A.	284	SJÖBERG, Rabbe: Weathering studies on pseudokarst-caves along the northern Swedish Coast	290
SCHRODER, Iain: Some Caves in silicious rocks in Norway	301	SMITH, D. I. - GREENAWAY, M. A. - SPATE, A. P.: Absolute measurement of surface limestone erosion in Australia	539
SCHROEDER, Jacques: Karsts et glaciations dans l'est Canadien	660	SNETKOV, Egeniy: Single steel rope technique	684
SCHROEDER, Jacques: L'aménagement des grottes au Québec	673	SONG, Lin Hua - LIU, Hong: Cockpit karst and geological structures in South Yunnan, China	668
SCHÖNE, Tilo: Genauigkeit von Höhlenplänen	237	SONG, Lin Hua: Weather dependence of evolution sequence from Fengcong to Fengling	668
SCUKA, Julius - RODA, Stefan jun. - RAJMAN, Ladislav - RODA, Stefan: Ein Thermodynamisches Modell Vertikaler Höhlen vom Typ "Aven"	172	SONG, Lin Hua: Subsurface reservoirs and karst geomorphology	666
SEPIASHVILI, R. I. - DONADZE, D. S.: Speleotherapy role in rehabilitation of patients with chronic bronchitis at Tskhaltubo	674	STANKOVA, Elena - VELIKOV, Borislav: Hydrochemical investigations of cave waters in the mid Rhodope Mountains, Bulgaria (in Russian)	348
SERAFIMOV, K. B.: Individual help to partner	688	STENSON, Ronald: Submerged dolomitic karren in Fresh Water Lakes	658
SERAFIMOV, K. B.: The felling energy dampers prospecting for improving the safety of cave exploration	689	STOEV, Alexej - GUERASSIMOVA-TOMOVA, Vassilka - STOYTCHEV, Todor: Complexe de grottes pres du village Bajlovo, region de Sofia (Bulgarie) et son utilisation par l'homme	330
SERAFIMOV, K. B.: Sport- technical description of vertical routes	689	STOYTCHEV, Todor - STOEV, Alexey - RADOSLAVOVA, Tsvetanka - STOYTCHIEVA, Ulyana: Astronomical motives in rock art designs in Bulgarian caves (in Russian)	334
SERBAN, Mihai: Complex wall microrelief in caves and developed turbulence	653	STUMMER, Günter: EDV-gestütztes Höhlenverzeichnis in Österreich	545
SGIBNEV, Valentin V.: Zonation of karst in Tien-Shan and plate tectonics	184	SVENSSON, Uwe - KEMPE, Stephan: Hydrochemistry of karst waters in the Iberg-Reef- Komplex, Harz Mountains	3
SGIBNEV, Valentin V.: Tectonics boundaries and stages of karstification in Tien-Shan	186	SWEET, Geraldine: Subcutaneous drainage and cave development in the Northern Interlake Area, Manitoba, Canada	275
SGIBNEV, Valentin V.: Cave site Sel-Ungur and paleogeography of upper pleistocen in southern Tien-Shan	182	SWEET, Geraldine: Karst pavements, depressions and cave development in the Interlake Area of Manitoba: a random rela- tionship?	278
SHAHINYAN, S. M. - GEVORGYAN, A. A.: Cave dwellings with stone doors (in Russian)	440	SZENTES, George: Evolution of tropical karst and caves in the Red River Delta region	106
SHAHINYAN, S. M.: The "Xenophon dwellings" and their analogues in the basin of Lake Sevan (in Russian)	446	SZUNYOGH, Gábor: The theoretical investigation of the origin of spherical caverns of thermal origin (second approach)	648
SHAHINYAN, Samvel M. - GEVORGYAN, Armen A.: Karstogenic peculiarities of the karst structures in the lime massive of the region of Vaik of the Armenian S. S. R.	651	SZUNYOGH, Gábor: Hierarchical system of cave fractures and its role in the prediction of cave-in hazards (in Russian)	648
SHI MENG, Xiong - ZHANG, Shouyue: Simulation test for developing model on cave system	61	SZYMKIEWICZ, Adam: Influence of lithology on development of karst forms in upper jurassic limestones on polish jura region	664
SHOPOV, Yavor: Genetic classification of cave minerals	101	SZÁKELY, Kinga - WOJCIK, Zbigniew: Problems of history of geology	683
SHOPOV, Yavor: Bases and structure of the international programme "Luminescence of cave minerals" of the commission of UIS	98	SÁRVÁRY, István: Estimation of velocities for tracer experiments	651
SHOPOV, Yavor - DERMENDJIEV, Vladimir - BUYKLIEV, Georgy: Investigations on the old variations of the climate and solar activity by a new method - LLMZA of cave flowstone from Bulgaria	95	T. BOLNER, Katalin - TARDY, János - NÉMEDI, László: Evaluation of the environmental impacts in Buda- pest's caves on the basis of the study of the quality of dripping waters	634
SHUTOV, Yu. I. - SEVOST'YANOV, E. M.: High-altitude zonation of mid-mountain karst connected with nival corrosion	667	T. BOLNER, Katalin: Results of bat-registration works in the cave of Pál-völgy	680
SILVESTRU, Emil: Proposals for a litho-genetical classification of karst and karst-like features	672		

TARDY, János - HIROS, László: The aeroion-concentration of caves based on continuous measurements	640	VERESS, Márton - PÉNTEK, Kálmán: Kartographic representation of the extension of karstification	162
TARDY, János: A complex study of the environmental impacts in Budapest's caves with particular respects to special climatic tests and the possibilities of med.	686	VJATCHIN, Andrej - REZVAN, Vladimir: Thirty years of soviet caving (in Russian)	593
TARKHNISHVILI, I. D.: Karst cave microclimate effect in chronic non-specific lung diseases (in Russian)	423	VUKOV, Péter: Der Esperanto in der Speleologie	509
TINTILOZOV, Zurab - KIPIANI, Shalva - TSIKARISHVILI, Kukuri: Climate and speleogenetic in mountains (The Great Caucasus as an example)	165	VÉGH, Zsolt: Characterization of the climate of Baradla cave with measuring its carbon dioxide content systematically	627
TOROKHTIN, Alexander: Speleotherapy of patients suffering from asthma bronchiale concomitant with cardiovascular pathology	675	VÉGH, Zsolt: The problem of the lampflora in Baradla Cave	559
TOROKHTIN, Alexander: Speleotherapy and prospects of its development	676	WANG, Xunyi: The longest Karst caves in China	487
TRAJANO, Eleonora: Preliminary study on the chemical communication in the troglobite catfish, <i>Pimelodella kronei</i> (Ribeiro, 1907) from Southeastern Brazil	49	WARILD, Alan: Caves of Zongolica (Mexico)	266
TSIKARISHVILI, K. D.: Speleoclimate and its practical importance in the national economy (in Russian)	433	WARILD, Alan: An Australian Topofil	680
TUEV, A. V. - VERIKHOVA, L. A. - NOKHRINA, L. M. - KRASNOSHTEIN, M. A.: Experiences in curing patients with easier cases of chronic nonspecific sicknesses in Potash Pits (in Russian)	430	WHITE, Elizabeth L. - WHITE, William B.: Storm water management in karst areas	209
TULIS, Ján: The importance of disjunctive tectonics in development of underground karst (in Russian)	454	WHITE, William B. - BRENNAN, Edward S.: Luminescence of speleothems due to fulvic acid and other activators	212
TULIS, Ján: A representation of complicated caves systems (On an example of Stratenska cave) (in Russian)	457	WHITE, William B. - WHITE, Elizabeth: Evolution of the Plateau Margin Karst of Tennessee and Alabama, USA	659
TULUCAN, Tiberiu: Genetic classification of the endo-volcano-karst phenomena from Romania. Aspects of their distribution in Carpathians range	685	WOJCIK, Zbigniew: Geomorphological cycle in karst - ideas and reality	685
TURINA, Inna: Evolution of paleokarst cavities in carbonaceous series (in Russian)	381	WORTHINGTON, S. R. H.: Cave sediments: glimpses of the past	665
TASLER, Radko - HAVLICEK, David: New discoveries in Vecná Labuz cave (Julian Alps, Yugoslavia)	672	YAGER, Jill: The reproduction of Remipede Crustaceans	679
USHVERIDZE, G. A.: Results and prospects of speleotherapy in the Georgian Soviet Socialist Republic (in Russian)	588	YONGE, Charles: Isotopic studies of speleothems from Rats Nest Cave, Alberta, Canada	666
VALEN, Vidar - LAURITZEN, Stein-Erik: Sedimentology in Sirijoda cave, Nordland, Northern Norway	125	YONGE, Charles J.: Cave exploration in the Canadian Rocky Mountains	168
VANDENVINNE, Roger: Localisation Electromagnetique en Surface de Deux Grottes de Belgique	67	YONGE, Charles J.: The Rats Nest Cave project	170
VANIAN, R. A.: Morphology of caves of the Armenian SSR along the lines of their genetic characterization	669	YUAN, Daoxian: The origin of Heishuidong Cave, Menzi County, Yunnan province	673
VARGA, Laszlo - KOVACS, Andras - SZABO, Zoltan: Paleocarst phenomena in the Suncuius - Zece Hotare area	664	YUAN, Daoxian: Speleology and underground reservoirs	685
VARGA, Laszlo - NAGY, Istvan - BAZSA, Iulia: The Wind's cavern genesis	652	ZAKOPTILOV, Valery - DERGACHEV, Sergey: Studies of chalk paleokarst development using database "Karst"	660
VENI, George: Hydrology and geochemistry of a large thermal karst spring, Grutas de Tolantongo, Hidalgo, Mexico	662	ZHANG, Shouyue: The measurement of karst denudation in Xizang (Tibet) and Zhejiang, China	60
VENI, George: Geochemical evolution of a cave stream	653	ZHAPARKHANOV, S. Zh.: Fissured karst waters of Central Kazakhstan	654
VENI, George: Geologic factors in the preservation and management of the Maya Naj Tunich Cave paintings, Peten, Guatemala	681	ZHU, Xuewen: The Mianshan - Type karst in West China	304
VERESS, Márton: Karstification of covered paleokarst surfaces depend on uncovering	55	ZHU, Xuewen - WANG, Xunyi - ZHANG, Ren - TAN, Pengjia: Characteristics and development of Vanhuayan Cave, Chenzhou City, Hunan	485
VERESS, Márton - FUTO, János: Experiences of mapping of eroding karst cavities which were formed in current karst water zone	682	ZÁMBO, László - MICZEK, György: Karst chemical characteristics of infiltrating water in karstic soils according to the corrosion capacity on covered limestone	575
		ZÁMBO, László: Calculation of karstic denudation on the basis of observations of the soil impact on corrosion	573

Session A1

Cave formation through thermal water activity
 Höhlenbildung unter Mitwirkung von Thermalwässern
 Formation des grottes sous l'effect d'eaux thermales
 Formación de cuevas mediante fuentes termales
 Образование пещер при участии термальных вод

BUCK, Marcus: Reinterpretation of primary gypsum deposits in Guadalupe Caves, New Mexico	662	JIN, Yuzhang - ZHANG, Shouyue: Corrosive test under abnormal temperature and pressure	65
BUCK, Marcus J.: C-O isotopic composition of subaqueous calcite spar deposits in Guadalupe caves, New Mexico - implications for a thermal water genesis	649	LIEBE, Pál: Thermalkarst-systems in Hungary - Exploration and problems thereof	566
CSEER, Ferenc: Calculations on the formation of wholes by corrosion	470	MALTSEV, V. A. - MALISHEVSKY, D. I.: About the hydrothermal stage on the later part of evolution of the Cupp-Coutunn cave system	649
DEAK, József: Dating the karst thermal waters in the Eger area	570	RÜDNICKI, Jan: Relation between natural convection and cave formation in hydrothermal karst	14
DUBLJANSKY, Yuri: The main principles of development and the diagnostic criteria of a carbonate hydrothermal karst	77	SCUKA, Julius - RODA, Stefan jun. - RAJMAN, Ladislav - RODA, Stefan: Ein Thermodynamisches Modell Vertikaler Höhlen vom Typ "Aven"	172
DZULINSKY, Stanislaw - SASS-GUSTKIEWICZ, Maria: Paleopneumatic hydrothermal karst structures in Zn-Pb sulfide deposits	649	SILVESTRU, Emil: Hydrothermally-generated karst in Romania	648
FORD, Derek: Stable isotope studies of subaqueous calcite deposits from thermal water caves	650	SZUNYOGH, Gábor: The theoretical investigation of the origin of spherical caverns of thermal origin (second approach)	648
GALDENZI, Sandro - MENICETTI, Marco: Space time evolution of the underground karst system in the Umbria Marche Apennines in Central Italy	648	VENI, George: Hydrology and geochemistry of a large thermal karst spring, Grutas de Tolantongo, Hidalgo, Mexico	662
ISSAR, A.: Hydrothermal Karst in the Deserts of Israel	608		

Session A2

The karst water cycle and its role in cave evolution
 Die Karstwasserzirkulation und ihre Rolle bei der Höhlenentstehung
 Circulation karstique et son rôle dans la formation des grottes
 Flujo de aguas cársticas y su papel en la formación de cuevas
 Движение карстовых вод и их роль в образовании пещер

BELTYUKOV, German: The evaluation of the recent karst process activity by hydrochemical methods (in Russian)	376	DUBLJANSKY, Viktor - MILJUCHIKIN, Andrej - REZVAN, Vladimir - SHULIK, Natalija - SHLJAKOVA, Larisa: Some peculiarities of Vaucluse Mchishta regime (in Russian)	590
BURIN, Kliment - KOLEV, Dimitar - SPASSOV, Konstantin: Experiments in tracing karst underground waters with bromine using neutron activation analysis	130	DÉNES, György - SZILÁGYI, Ferenc: Hydrographische Zusammenhänge im Einzugsgebiet des Baradla-Höhlensystems Aggtelek-Ungarn	555
CIGNA, Arrigo A.: Underground water dating by tritium measurements	562	FABIAN, Galin: The karstic domain analysed as a depositional system	654
CSEPREGI, A. - LORBERER, Á.: Computer simulation of the karstwater level changes in the Transdanubian Mountain Ranges	466	FORD, Derek: Morphological classification of dissolutional cave systems	652
DE IPIÑA, Jesus Maria LZ. - PINEDO, Roberto: Features and hidrologic running of the karst in Sierra Salvada (Alava, Burgos, Vizcaya, North Spain)	85	GAJDOS, László - CSÖLLE, Edit - SZILÁGYI, Ferenc: Radioisotopindikation in der Strecke zwischen dem Minerva-Vasserschlinger und der Jósva-Quellen-gruppe im Baradla-Höhlensystem	542
DREYBRODT, Wolfgang: Karst development in its initial state: a model of speleogenesis	174	GARASIC, Mladen: New concept of the morphogenesis and hydrogeology of the speleological objects in karst area in Croatia (Yugoslavia)	234
DUBLJANSKY, V. N. - DUBLJANSKAYA, G. N. - SHIPUNOVA, V. A.: Space-time of the karst cavity formation	687		

GEWELT, Michel - MEUS, Philippe - JIN, Yuzhang: Physico-chemical analyses and dye tracing of Teng Long Cave waters (Lichuan, Hubei Province, China)	656	OVSTEDAL, Jarl - LAURITZEN, Stein-Erik: The Sirijoda Karst Aquifer, Nordland, Northern Norway	121
GIGINISHVILI, Givi - JISHKARIANI, Jumber: Intensive atmospheric precipitations and formation of high floods in Tskhaltubo cave system (in Russian)	372	PAVUZA, Rudolf - TRAINDL, Helmut: Hinweise auf aufsteigende Karstwässer in Alpenen Karstquellen	272
GUNN, John - WALTERS, Iestyn D. - WILCOCK, John D.: Predicting the response to recharge of partially instrumented aquifers: towards an adaptive heuristic model	257	PONTA, George - MARIN, Constantin: Karstic aquifers in Sebes Mountains - Romania	463
HAMILTON, James P.: Hidrology and hydrochemistry of a dolomite karst in permafrost terrain in the Norman Region, N. W. T. Canada	652	RONAKI, László: Quantitative spectrofluorometric determination of fluorescein dye used in tracing of underground water	215
IZÁPY, Gábor - MAUCHA, László: Subsurface water chemical matter - transportation values of karstic areas in Hungary	533	RADAI, Ödön: Aerospace data and karst exploration - exploita- tion	548
JAMES, J. M. - ROGERS, P. - SPATE, A. P.: Speleogenesis of the caves of the Nullarbor Plain, Australia	651	SERBAN, Mihai: Complex wall microrelief in caves and developed turbulence	653
KIKNADZE, Tamaz: Dynamic properties of karst waters and the part they play in the speleogenesis of mountainous countries (in Russian)	369	SHAHINYAN, Samvel M. - GEVORGYAN, Armen A.: Karstogenic peculiarities of the karst structures in the lime massive of the region of Vaik of the Armenian S. S. R.	651
KLIMCHOUK, Alexander - JABLOKOVA, Nataly: Evidence of hydrogeological significance of subsurface zone from study of oxygen isotope composition of water (Arabica Massif, W. Caucasus)	653	SHI MENG, Xiong - ZHANG, Shouyue: Simulation test for developing model on cave system	61
KOSA, Attila: A type of vertical cave, considered as "very deep Karrenfeld"	109	SILVESTRU, Emil: Proposals for a litho-genetical classification of karst and karst-like features	672
KRIEG, Walter: Parameter der Höhlengrösse und Raumgrösse	251	STANKOVA, Elena - VELIKOV, Borislav: Hydrochemical investigations of cave waters in the mid Rhodope Mountains, Bulgaria (in Russian)	348
LAURITZEN, Stein-Erik: Scallop dominant discharge	123	SVENSSON, Uwe - KEMPE, Stephan: Hydrochemistry of karst waters in the Iberg-Reef- Komplex, Harz Mountains	3
LUND, Cecilie - ERASO, Adolfo: The endogenic drainage at the karst area of Glomdalen, Melfjord-Ütbyggingen, the prediction method and its results	9	SWEET, Geraldine: Subcutaneous drainage and cave development in the Northern Interlake Area, Manitoba, Canada	275
MAUCHA, László: Climatic cumulative method for estimating infiltration in karst areas	536	TULIS, Ján: The importance of disjunctive tectonics in development of underground karst (in Russian)	454
MAUCHA, László: Estimation of infiltration in karst areas as related to climate	531	VARGA, Laszlo - NAGY, Istvan - BAZSA, Iulia: The Wind's cavern genesis	652
MILLER, Thomas: Fluvial karst development in the Humid Tropics	650	VENI, George: Geochemical evolution of a cave stream	653
OGDEN, Albert E. - COLLAR, Paul D.: Theoretical Considerations for the Origin of Edwards Aquifer Caves in the Balcones Fault Zone, Texas, USA	145	ZHANG, Shouyue: The measurement of karst denudation in Xizang (Tibet) and Zhejiang, China	60
		ZHAPARKHANOV, S. Zh.: Fissured karst waters of Central Kazakhstan	654
		ZÁMBO, László - MICZEK, György: Karst chemical characteristics of infiltrating water in karstic soils according to the corrosion capacity on covered limestone	575

Session A3

Genetic of cave concrations/formations

Die Genese der Sinterbildungen

Genèse des formations des grottes

Formación de cuevas como indicaciones genéticas

Форма пещер как индикатор условий их образования

ANDRAITCHUK, V. N. - KOVALTCHUK, A. I. - BELOKRYI, I. A.: Cave in siderite	241	FORTI, P. - PENSABANE, G.: The cubic cave pearls of the Corchia Karst System (Apuane Alps, Italy)	69
ARAKAWA, Tatsuhiko - HORI, Nobuyuki - MIURA, Hajime: The ages of one cycle of cave developments in a subtropical Raised Coral Reef Area: Yoron Island, The Ryukyus, Japan	44	FORTI, Paolo: The role of sulfide-sulfate reactions in speleogenesis	71
BODOLEA, Ana - VIEHMANN, Iosif: The floating calcite from the cave Hoanca Apei (Bihor Mountains - Romania)	655	FORTI, Paolo - MENICHETTI, Marco - ROSSI, Alberto: Speleothems and speleogenesis of the Faggeto Tondo Cave (Umbria, Italy)	74
DREYBRODT, Wolfgang: The effect of HgCO ₃ to the solubility of calcite: enhanced aggressiveness ?	177	HILL, Carol A.: Mississippi Valley - type synore karst development	657
EK, Camille - GEWELT, Michel - ZHANG, Shouyue: Carbon dioxide content of cave sediments and cave air in China Preliminary results	63	HUBBARD, David A. - HERMAN, Janet S. - MITCHELL, Richard S. - HAMMERSCHMIDT, Elmar: Cave Saltpetre: chemical, historical and mineralogical aspects	148
		JANCARIK, Antonin: Aerosol speleothems - theory and practice	657

JANIEC, Bronislaw: The problem of CaCO ₃ deposition in waters saturated with carbonates in the light of field experiments	17	MAVLYUDOV, Bulat: Cave glaciation	298
KASHIMA, Naruhiko: Geochemistry of the secondary phosphate minerals from Japanese Islands	142	ONAC, Bogdan P.: On a new mineral paragenesis in the Cave Ungurului (Padurea Craiului Mts.)	655
KOSIK, Miroslav - TULIS, Ján: Physical and chemical research of gypsum in the Cave Stratenská Jaskyna	310	PINEDO, Roberto: A sedimental study of detrital materials in the Hayal de Ponata System, Sierra Salvada, North Spain	92
LATHAM, Alfred G.: Magnetization of speleothems: detrital or chemical	82	RACOVITA, Gheorghe: Topoclimatical particularities of a glaciary cave: Ghetarrul de la Scarisoara (Bihor Mountains, Romania)	655
LORBERER, Árpád - RONAKI, László: Pinlike "peastone"-speleothems as indicators of draught in caves	151	SHOPOV, Yavor: Genetic classification of cave minerals	101
LYSENKO, Vladimir: Fluorite caves in the Decin Sneznik (Czechoslovakia)	308	SHOPOV, Yavor: Bases and structure of the international programme "Luminescence of cave minerals" of the commission of UIS	98
MALTSEV, Vladimir A.: The influence of season changes of the cave microclimate to the gypsum genesis	658	SILVESTRU, Emil: Genesis and evolution of the mirabilite in the cave Izvorul Tausoarelor	657
MALTSEV, Vladimir A. - MALISHEVSKY, Dmitriy I.: Karst cave minerals of USSR	658	SÁRVÁRY, István: Estimation of velocities for tracer experiments	651
MAVLYUDOV, Bulat: Snow and ice formation in caves and there regime	295	WHITE, William B. - BRENNAN, Edward S.: Luminescence of Speleothems due to Fulvic Acid and other Activators	212

Session A4

Surface features and their relations to the caves
 Beziehungen zwischen Oberflächenformen und Höhlen
 Relations entre les formations de surface et les grottes
 Valores de formación superficial como indicaciones genéticas
 Поверхностные и карстовые формы и их связь с условиями образования пещер

ARAKAWA, Tatsuhiko - OSHIRO, Naoki - IGAWA, Hiroyuki: The developments of Limestone Ramparts and Limestone Walls in the Ryukyu Islands, Japan	41	MUGLOVA, Penka - STOEVA, Alexey: Linear egouttatic hollows-genesis; evolution and practical means in the speleoclimatology	350
BÁRÁNY-KEVEI, Ilona: Investigation of karst soil of dolinas in Bükk and Aggtelek-Mountains in Hungary	551	NOVOTNY, Ladislav: Tertiary cave levels and denuded surfaces in the Slovak Paradise (in Russian)	600
ERASO ROMERO, Adolfo - de LIMA, Marcelo Taylor: The Itacolomi quartzite karst, Minas Gerais, Brazil: application of the underground drainage direction prediction method	476	SASOVSKY, Ira D. - WHITE, William B. - MEDVILLE, Douglas M.: The remarkably constant longitudinal profile of Toothpick stream, Friars Hole cave system, West Virginia, U. S. A.	284
GAMS, Ivan: International measurements of solution by means of limestone tablets	473	SCHROEDER, Jacques: Karsts et glaciations dans l'est Canadien	660
HAMILTON, James: Geology-geomorphology of the lower devonian bear rock formation karst, Norman Region, N. W. T. , Canada	659	SMITH, D. I. - GREENAWAY, M. A. - SPATE, A. P.: Absolute measurement of surface limestone erosion in Australia	539
KATAEV, Valeriy: The influence of the structural plan on the distribution of underground karst forms	660	STENSON, Ronald: Submerged dolomitic karren in Fresh Water Lakes	658
KEVEINÉ BÁRÁNY, Ilona - MUCSI, László: Einige Angaben zur Charakterisierung der Lösungs-dolinen in Ungarn	663	SWEET, Geraldine: Karst pavements, depressions and cave development in the Interlake Area of Manitoba: a random relationship?	278
KIRPILEV, A. A. - ZAKOPTELOV, Valery: Prediction of accelerated karst process zones using remote sensing	661	SZENTES, George: Evolution of tropical karst and caves in the Red River Delta region	106
LAURITZEN, Stein-Erik: Shear, tension or both - a critical view on the prediction potential for caves	118	WHITE, William B. - WHITE, Elizabeth: Evolution of the Plateau Margin Karst of Tennessee and Alabama, USA	659
LUNDBERG, Joyce: Dolomite pavements in N. W. T. , Canada	658	ZAKOPTELOV, Valery - DERGACHEV, Sergey: Studies of chalk paleokarst development using database "Karst"	660
LYSENKO, Vladimir: Linear tectonics as factor of karstification	661	ZHU, Xuewen: The Mianshan - Type karst in West China	304
MENICETTI, Marco: Tectonic control in the genesis and the evolution of karstic systems in Central Apennines Italy	659	ZÁMBO, László: Calculation of karstic denudation on the basis of observations of the soil impact on corrosion	573
MIURA, Hajime: Surface features and their relations to the caves in the Akiyoshi plateau in Japan	21		
MUCSI, László: The connection between the different soil-types and the seeping water system in the cave Hajnóczy	226		

Session A5

Paleokarsts and their evolution
Der Paleokarst und seine Entwicklung
Paléokarsts et leur développement
Paleocarsos y su desarrollo

Абсолютное и относительное датирование пещер

BOSÁK, Pavel: A key to paleogeography and stratigraphy of continental periods	663	PECHORKIN, Andrai - PECHORKIN, Igor - ZAKOPTELOV, Valery: Paleokarst of the South-Western part of Melekesskaja depression (in Russian)	378
BOSÁK, Pavel - Lysenko, Vladimir: The evolution of the Bohemian Karst	688	REINER, Andreas - KEMPE, Stephan: Recent and paleokarst systems and their relation to ore mineralization in the Iberg-Reef-Complex, Harz Mountains	1
DUSHEVSKY, Vladislav P.: Methods of defining the rate of formation of grottos based on archeological data	661	RÁDAI, Ödön: Paleo-karstic phenomena and their recent appearance	664
FORNOS, Joan J. - GINÉS, Ángel - GINÉS, Joaquín: Paleokarst collapse features in the uppermost miocene of Mallorca Island (Spain)	46	SZYNKIEWICZ, Adam: Influence of lithology on development of karst forms in upper jurassic limestones on polish jura region	664
GLAZEK, Jerzy - JEVLGIEV, Jordan - KALCHEVA, Veselina - RUDNICKI, Jan: Paleokarst in the vicinity of Ruse (North-eastern Bulgaria)	663	TURINA, Inna: Evolution of paleokarst cavities in carbonaceous series (in Russian)	381
GLAZEK, Jerzy: Paleokarst and the neogene paleogeography of Poland	689	VARGA, Laszlo - KOVACS, Andras - SZABO, Zoltan: Paleocarsst phenomena in the Suncuius - Zece Hotare area	664
JIMÉNEZ, Antonia Nuñez: El Agujero Azul de Dean (Bahamas) y su importancia en el estudio de las fluctuaciones del nivel del mar	688	VERESS, Márton: Karstification of covered paleokarst surfaces depend on uncovering	55
MAMATKULOV, M. M.: Paleokarst of Central Asia	577	WOJCIK, Zbigniew: Geomorphological cycle in karst - ideas and reality	685
MIKHAILOV, Vasil: Paleokarst of Tyan-Shan Mts. (Central Asia, USSR)	662		
MOTYKA, Jacek: Karst features in Triassic limestones and dolomites of Olkusz Area (SW Poland)	219		

Session A6

Relative and absolute dating of cave deposits
Relative und absolute Datierung von Höhlensedimenten
Datations relatives et absolutes des sédiments de grotte
Sedimentos de cuevas fechadas en cronología relativa y absoluta

Палеокарст и его развитие

ARAKAWA, Tatsuhiko: Dating of Growth Rings and their relation to Late Quaternary climatic changes in the Ryukyu Islands, Japan	39	ISACSSON, Gunnar: Cave deposits during glaciations and interglacials - An example from the Korallgrottan in middle Sweden	217
BROOK, George A. - BURNEY, David A. - COWART, James B.: Evidence of quaternary environmental changes in Eastern and Southern Africa from cave and rock shelter sediments	287	LATHAM, A. G. - SCHWARCZ, H. P.: Dating of contaminated travertines	80
DUBOIS, Paul - SORRIAUX, Patrick - SOUDET, Henry Jean: Rompò Mare (Adriatique) un paléokarst pétrolier du domaine méditerranéen	481	LUNDBERG, Joyce: Speleothem dating by mass spectrometry	667
DULINKSKI, Marek - GLAZEK, Jerzy - HERGMAN, Helena: Numerical dating of cave deposits from the High Tatra Mountains (Southern Poland)	666	NOVOTNY, Ladislav: Tertiary sediments Stratena Cave system (in Russian)	597
FORD, Derek: A review of dating techniques applied to calcite speleothems	665	RAITCHEV, Dimiter: Some problems concerning the dating and structure of pleistocene cave deposits in the Triangular cave in the Karst Spring region, W. Rhodope, Bg.	269
GEVELT, Michel - LIU, Minglin - QUINIF, Yves - ZHAO, Shusen: Uranium series dating of speleothems from Teng Long cave (Lichuan, Hubei province, China), preliminary results	665	REEDER, Philip P. - DAY, Michael J.: Lead mining of caves in the Driftless Area of Southwest Wisconsin and Northwest Illinois, USA	137
GINÉS, Ángel - GINÉS, Joaquín: Absolute dating of phreatic speleothems from Coastal Caves of Mallorca (Spain)	191	SHOPOV, Yavor - DERMENDJIEV, Vladimir - BUYKLIIEV, Georgy: Investigations on the old variations of the climate and solar activity by a new method - LLMZA of cave flowstone from Bulgaria	95
HADNAGY, Árpád: Speleogenetic and sedimentological investigations in Bears Cave - Bihar Mountains	158	VALEN, Vidar - LAURITZEN, Stein-Erik: Sedimentology in Sirijoda cave, Nordland, Northern Norway	125
		WORTHINGTON, S. R. H.: Cave sediments: glimpses of the past	665
		YONGE, Charles: Isotopic studies of speleothems from Rats Nest Cave, Alberta, Canada	666

Session A7

Regional speleological phenomena
 Regionale Speläologie
 Phénomènes spéléologiques régionaux
 Legitimidad regional de fenómenos espeleológicos
 Региональные закономерности спелеогенеза

ANDRAITCHUK, V. - LUKHIN, V.: Large sink in the Ural	666	MIKHAILOV, Vasil: The origin and development of caves in glaciers: a case studies in the Tyan-Shan Mts. (USSR)	670
BERSENEV, Yuri: Karst and features of speleogenesis in the eastern USSR (in Russian)	388	MILLER, Thomas E.: Cave development in Belize, Central America	670
BONEV, Kamen I.: Geologic structural control of karst-forming processes in the plateau Guaso, Southeast Cuba	669	PECHORKIN, Andrai: Regional regularities of Russian platform karst	383
CALANDRI, Gilberto: Jordan karst: geomorphologic and hydrogeologic looks	672	PICCINI, Leonardo - PRANZINI, Giovanni: Karst of the Apuan Alps Initial hypotheses on their origin and development	497
CALANDRI, Gilberto: The karst in the evaporitic diapires of the Northeast Algeria	671	PIROS, Olga - GYURICZA, György: The lithological structure of cave Baradla in Aggtelek and of its environment	623
CALANDRI, Gilberto: Preliminary note on some karst waters of the Middle-Southro Morocco	671	RAICHEV, George: Some considerations on the geomorphological development of the Triangular cave in the west Rhodope Mountains, based on sedimentation analysis	324
COCEAN, Pompei: Types of karstic systems in the Apuseni Mountains	686	RAKVIASHVILI, Kiaso: Caves in the South Okriba thrust zone, Western Georgia	667
DENEK, Jaromir: Periglacial processes in karst regions	656	RAYCHEVA, Yovka: Cave geology of the Arda River basin, Bulgaria	321
ESZTERHÁS, István: Infolge der Denudation der Basaltplateaus Entstandene Pseudokarst-Erscheinungen und Höhlen	222	REZVAN, Vladimir D.: Hydrogeological zonation of Sochi speleological region (West Caucasus)	668
FABIAN, Calin: The influence of the petrographic subsystem upon the evolution of the karstic system	670	RUGGIERI, Rosario: Fenomeni carsici nel territorio di pachino (Sicilia sud-orientale)	491
FILIPPOV, Andrey: Cryokarst of the Vilujan Plateau	580	SCHRODER, Iain: Some Caves in silicious rocks in Norway	301
FILIPPOV, Andrey: Geology of the Baikal lakeshore caves (in Russian)	583	SGIBNEV, Valentin V.: Zonation of karst in Tien-Shan and plate tectonics	184
FORTI, P. - MICHELI, L. - PICCINI, L. - PRANZINI, G. - SASSOLI, U. - TREVISANI, M.: The study of karst regions in Tuscany	488	SGIBNEV, Valentin V.: Tectonics boundaries and stages of karstification in Tien-Shan	186
GARASIC, Mladen: The latest research of speleological objects in Dinaric Karst area (Yugoslavia) from the geological point of view	232	SGIBNEV, Valentin V.: Cave site Sel-Ungur and paleogeography of upper pleistocen in southern Tien-Shan	182
GORBUNOVA, Klara A. - MAXIMOVICH, Nikolay G.: Speleogenesis and evolution of earthcrust (in Russian)	386	SHUTOV, Yu. I. - SEVOST'YANOV, E. M.: High-altitude zonation of mid-mountain karst connected with nival corrosion	667
GUNN, John - LOWE, David: Caves on the Tongan Islands of Tongatapu & 'Eua	204	SJÖBERG, Rabbe: Weathering studies on pseudokarst-caves along the northern Swedish Coast	290
GUNN, John - GUNAY, Gultekin: Caves of the Koprucay River Basin & Vicinity, Southern Turkey	201	SONG, Lin Hua - LIU, Hong: Cockpit karst and geological structures in South Yunnan, China	668
HAVLICEK, David - TASLER, Radko: "North Plateau" of Mt. Anne (SW Tasmania)	499	SONG, Lin Hua: Weather dependence of evolution sequence from Fengcong to Fengling	668
HOLLER, Cato - HOLLER, Margaret: North Carolina Granitic Caves: Valuable Speleological Resources	140	SONG, Lin Hua: Subsurface reservoirs and karst geomorphology	666
IORDANSKY, Leonid: Karst caverns morphology of Zeypuria plateau	668	TINTILOZOV, Zurab - KUPIANI, Shalva - TSIKARISHVILI, Kukuri: Climate and speleogenetic in mountains (The Great Caucasus as an example)	165
KACHKOVSKIY, Igor: North Vietnamese karst	669	TULUCAN, Tiberiu: Genetic classification of the endo-volcano-karst phenomena from Romania. Aspects of their distribution in Carpathians range	685
KARAKOSTANOGLU, Iakovos: Some remarks on the genesis and geography of static ice-shafts	656	TASLER, Radko - HAVLICEK, David: New discoveries in Vecná Labuz cave (Julian Alps, Yugoslavia)	672
KARAKOSTANOGLU, Iakovos: Observations on the glacier's stability of the ice-shaft system "Eftastomo", Parnassos Mountains, central Greece	654	VANIAN, R. A.: Morphology of caves of the Armenian SSR along the lines of their genetic characterization	669
KARDOS, László: The cave of Kálmán-rét (Kálmán clearing)	671	WARILD, Alan: Caves of Zongolica (Mexico)	266
KIKNADZE, Tamaz: Speleogenesis in the Great Caucasus	672	YONGE, Charles J.: Cave exploration in the Canadian Rocky Mountains	168
KUPIANI, Shalva - TINTILOZOV, Zurab: Principales Étapes de l'Étude Spéléologique de la Géorgie	248	YONGE, Charles J.: The Rats Nest Cave project	170
KUCERA, Bohumil: Development of caves in Bohemian karst	671		

YUAN, Daoxian:
The origin of Heishuidong Cave, Menzi County,
Yunnan province

673

ZHU, Xuewen - WANG, Xunyi -
ZHANG, Ren - TAN, Pengjia:
Characteristics and development of Wanhuayan Cave,
Chenzhou City, Hunan

485

Session B1

Caves and the environmental pollution
Höhlen und Naturschutz
Les grottes et la conservation de la nature
Las cuevas como indicadores de la contaminación del entorno
Пещеры и охрана природы

ABRAMOV, I. P. - IVANTCHENKO, V. G.:
Speciality of karst and cavern ecology of the
Altai
(in Russian)

391

HARDWICK, Paul - GUNN, John:
The impact of agricultural operations on British
caves

198

BALIAN, Sogomon - VANIAN, R. A.:
On the usage of the karst cave of Archeri,
the first one in Armenia

674

HUPPERT, George N. - THORNE, Janet B.:
Federal cave protection in the United States:
the Federal Cave Resources Protection act of 1988

188

DÉVAI, György - KOVÁTS, Nóra:
Purposes and necessity of grid mapping

115

SCHROEDER, Jacques:
L'aménagement des grottes au Quebec

673

Session B2

Utilization of karst aquifers with special regard to their pollution
Die Nutzung der Karstwasserreserven, unter Berücksichtigung möglicher Wasser-
verschmutzung
L'utilisation des aquifères karstiques, tenant compte de leur pollution
Utilización de los depósitos de aguas cársticas considerando su contaminación
Использование карстовых резервуаров, учитывая их загрязненность

DE IPIÑA, Jesus Maria L.Z.:
Contribution to study of ground-water pollution in
the Apodaca Karstic Aquifer (Basque Country,
Northern Spain)

88

RÁDAI, Ödön:
Tropical karstic areas hydrological and hydro-
geological exploration by aerospace methods

610

KLINCHOUK, Alexander - AKSEM, Sergej -
SHESTOPALOV, Vjacheslav:
Gypsum solution rate in karst regions of Western
Ukrain under natural conditions and under impact
of industrial activity

674

WHITE, Elizabeth L. - WHITE, William B.:
Storm water management in karst areas

209

MENICETTI, Marco:
Underground hydrogeology of Monte Cucco karst
system in Central Italy

673

YUAN, Daoxian:
Speleology and underground reservoirs

685

Session B3

Cave climate and curative effect
Klima und Heilwirkung der Höhlen
Le climat des grottes et les cures en grottes
Clima de las cuevas y sus efectos curativos
Климат пещер и спелеотерапия

BUDAVÁRY, Ágota - GRYNÆUS, Tamás:
Results of electroencephalographic (EEG) and
psychological examinations of cave explorers

229

GORBENKO, V. P. - TOROKHTIN, M. D. -
POVSTJANOV, N. E. - LEMKO, I. S. -
SIMIONKA, J. M. - GORBENKO, P. P.:
The effect of aseptic microclimate of saltmines
on the course of experimental burns
(in Russian)

393

CHIKVASHVILY, G. A.:
Karst cave microclimate immunocorrection effect
(in Russian)

586

GORBENKO, V. P. - TOROKHTIN, M. D. -
POVSTJANOV, N. E. - LEMKO, I. S. -
SIMIONKA, Y. M. - GORBENKO, P. P.:
Influence of the aseptic microclimate of salt
mines on curing burns
(in Russian)

411

CHONKA, J. - SIMIONKA, J. -
POTING, D.:
Dynamics of microclimate parameters of speleo-
therapeutic hospital
(in Russian)

416

CHONKA, J.:
Clinical affectivity of microclimate treatment
of salt mine
(in Russian)

419

GRIGOROPOL, Fedon:
Traitement de l'asthme bronchique dans la mine de
sel de Slanic, Departement Prahova, Roumanie

504

GORBENKO, P. P. - GORBENKO, V. P. -
SIMIONKA, J. M. - GORBATCHOV, V. M.:
Results of medicobiological experiments dealing
with prolonged stay of speleologist in Podolya
karst caves (in Russian)

407

GRIGOROPOL, Fedon:
Recherches pour la decouverte de nouveaux facteurs
microclimatiques dans la mine de sel de Slanic,
Departement Prahova, Roumanie

506

GUNN, John - FLETCHER, Stan - PRINE, David: Radon daughter concentrations in British Caves: Implications for cavers & tourist cave operators	206	PETROV, I. - NIKOLOVA-BONEVA, A. - BOSHEV, N.: Vision changes of four speleologists following a one-month cave stay (in Russian)	354
GÉCZY, Gábor - CSIGE, István - SOMOGYI, György: Air circulation in caves traced by natural radon	615	PETROV, I. - NIKOLOVA-BONEVA, A. - BOSHEV, N.: Circadian biorythm of four participants in a 30-day cave isolation (in Russian)	358
HAKL, József - LÉNART, László - SOMOGYI, György: Time integrated radon measurements performed in a karstic well water	618	PETROV, I. - KOSTOV, D.: The interdisciplinary approach in the training and the socializing in speleology from the early childhood and adolescence (in Russian)	362
HORVÁTH, Tibor: Evaluation of the role speleoclimate in the human therapy. Difficulties, open questions	507	RUSDEA, Evelyn: Topoclimatic research in the Eggerloch cave (Carinthia, Austria)	675
HUNYADI, Ilona - HAKL, József: Historical review of one decade radon measurements in Hungarian caves performed by solid state nuclear track detection technique	631	SEPIASHVILI, R. I. - DONADZE, D. S.: Speleotherapy role in rehabilitation of patients with chronic bronchitis at Tskhaltubo	674
HÁLA, József: Ethnomedical applications of dripstone in the Carpathian basin	564	SIMIONKA, J.: Concentration of microorganisms in speleobiotop of salt mine and karst cave perspective for speleotherapy (in Russian)	403
KABASHNYUK, V. - BOBYLEV, A. - KOROBKA, K.: The influence of the cavern microclimate with various CO ₂ content on the physiological systems and man's capacity for work (in Russian)	426	SIMIONKA, J. - POP, I. - CHONKA, J. - CHONKA, K. - SIMIONKA, M.: Some aspects of resistance patients organism with chronic illness of respiratory system in conditions of salt mine (in Russian)	413
KHATIASCHVILI, N. M.: Karst cave microclimate effect on lipid metabolism in patients with neurocirculatory dystonia (ND) (in Russian)	435	TARDY, János - HIROS, László: The aeroion-concentration of caves based on continuous measurements	640
KRASNOSTEIN, Arkadiy E.: Prospects of speleotherapy in Potash mine entries	254	TARDY, János: A complex study of the environmental impacts in Budapest's caves with particular respects to spe- cial climatic tests and the possibilities of med.	686
KRUSTEV, K. - BOJANOV, K. - DJAROVA, T. - MATEEV, G.: Comparative study of the adaptation to extreme conditions of a cave mountaineering (in Russian)	396	TARKHISHVILI, I. D.: Karst cave microclimate effect in chronic non- specific lung diseases (in Russian)	423
KRUSTEV, K. - DJAROVA, T. - MATEEV, G.: The character of quick adaptation of the body at extreme cave conditions (in Russian)	399	TOROKHTIN, Alexander: Speleotherapy of patients suffering from asthma bronchiale concomitant with cardiovascular pathology	675
KRUSTEV, K. - DJAROVA, T. - MATEEV, G.: Attempt for assessment of exhaustion degree and changes in functional capacity of speleologists during the expedition "BU-56", Spain (in Russian)	401	TOROKHTIN, Alexander: Speleotherapy and prospects of its development	676
LENKO, Ivan: Asthma bronchiale speleotherapy in Solotvino salt mines	676	TSIKARISHVILI, K. D.: Speleoclimate and its practical importance in the national economy (in Russian)	433
LENKO, Olga: Bronchitis chronica speleotherapy peculiarities in Solotvino salt mines	684	TUEV, A. V. - VERIKHOVA, L. A. - NOKHRINA, L. M. - KRASNOSHEIN, M. A.: Experiences in curing patients with easier cases of chronic nonspecific sicknesses in Potash Pits (in Russian)	430
LYACH, V. - CHONKA, J.: Distance results of speleotherapy on the patients with bronchial asthma of the population of Trans- carpathian region (in Russian)	421	USHVERIDZE, G. A.: Results and prospects of speleotherapy in the Georgian Soviet Socialist Republic (in Russian)	588
LÉNART, László - SOMOGYI, György - HAKL, József - HUNYADI, Ilona: Radon mapping in caves of Eastern Bükk region	620	VÉGH, Zsolt: Characterization of the climate of Baradla cave with measuring its carbon dioxide content systematically	627
MUCSI, János - HORVÁTH, Tibor: Care of asthmatic children in the Hospital cave in Tapolca	132		

Session B4

Techniques of cave exploration and touring
 Technik der Höhlenforschung und Höhlensport
 Les techniques de prospection et des visites des grottes
 Técnica de descubrimiento y exploración de cuevas
 Разведка пещер и техника лазания по пещерам

BIZUKIN, A. V. - NEMCHENKO, T. A. - USIKOV, D. A.: Research Sneznaja cave	684	SERAFIMOV, K. B.: The felling energy dampers prospecting for improving the safety of cave exploration	689
FIGSOR, Lajos - MAJOROS, Zsuzsanna - PETHŐ, Gábor: VLF method for surveying caves	127	SNETKOV, Egeniy: Single steel rope technique	684
MIHEVC, Andrej: The remains of gears of the first explorers of Škocjanske Jame and Kačna Jama	673	VANDENVINNE, Roger: Localisation Electromagnetique en Surface de Deux Grottes de Belgique	67
McCLURG, David: Proposed standards for caving equipment and techniques	677	VJATCHIN, Andrej - REZVAN, Vladimir: Thirty years of soviet caving (in Russian)	593

Session B5

Impact of cave tours on cave conditions
 Auswirkungen des Höhlenbesuchs auf den Zustand der Höhlen
 L'impact des visites touristiques des grottes sur l'état des grottes
 El papel de las excursiones en la vida de la cueva
 Влияние экскурсий на состояние пещер

CRAVEN, Stephen A.: The Congo Caves of South Africa: has government control been beneficial?	156	HOLLAND, Ernst: Away with the wire	260
FRANTZ, Peri: Caves, conservation and children	677	KOVÁCS, Hajnal: Paradoxical consequences of the impact between man and cave	606
HARDWICK, Paul - GUNN, John: Cave management and conservation in Britain: An historical overview	196		

Session B6

Documentation of caves
 Dokumentation der Höhlen
 La documentation spéléologique
 Documentación de las cuevas
 Документация пещер

BOSTED, Peter E. - TINSLEY, John C.: Documentation of caves and karst in Redwood Canyon Kings Canyon National Park, California, USA, with applications to sinkhole sedimentation	179	SCHÖNE, Tilo: Genauigkeit von Höhlenplänen	237
DOBRICHEV, Mladen: Computer-aided description of caves, based on conventional measurement	677	STUMMER, Günter: EDV-gestütztes Höhlenverzeichnis in Österreich	545
HARDWICK, Paul - GUNN, John: The limestone cave resources of Great Britain	194	SZÉKELY, Kinga - WOJCIK, Zbigniew: Problems of history of geology	683
JANCARIK, Antonin: Computer processing and speleological and geological maps	675	TULIS, Ján: A representation of complicated caves systems (on an example of Stratenska cave) (in Russian)	457
KUCERA, Bohumil: System of registration of caves in the Czech Socialist Republik	681	VERESS, Márton - FUTO, János: Experiences of mapping of eroding karst cavities which were formed in current karst water zone	682
LÉNÁRT, László: Types of postage-stamps and picture-postcards containing cave motifs	312	VERESS, Márton - PÉNTEK, Kálmán: Kartographic representation of the extension of karstification	162
MAIS, Karl: Speldok-Austria, das Dokumentationssystem der Karst- und Höhlenkundl. Abt. des Naturhist. Museums in Wien und des Verbandes Öst. Höhlenforscher	553	VUKOV, Péter: Der Esperanto in der Speleologie	509
PAS, van der, J. P.: Speleophilately	512	WANG, Xunyi: The longest Karst caves in China	487
SERAFIMOV, K. B.: Sport- technical description of vertical routes	689	WARILD, Alan: An Australian Topofil	680

Session B7

Human activities and the cave biota
 Höhlenfauna und Einflüsse des Menschen
 Le monde des êtres vivants des grottes et les activités humaines
 El efecto de la actividad humana sobre la flora y fauna de las cuevas
 Влияние деятельности человека на животный мир пещер

BERNASCONI, Reno: Thoughts about the hydrobioidea fauna of Hungary	679	GAREV, B. L.: Results of the cave fauna studies effected by an amateur biospeleological group from Plevan (in Russian)	460
FERGUSON, Lynn: Taxonomy and distribution of the Eumesocampa (Diplura: Campodeidae) of North America	680	GNASPINI NETTO, Pedro: Fauna associated with bat guano deposits from Brazilian caves (a comparison)	52
FERNOLENDT, Marius - VIRÁG, János - RADU, Ioan - PINTEA, Tamás: Biological considerations concerning the fluorescein dyeing of carstic waters	517	GRUIA, Lucian: The algal flora in Pestera Muierilor (District Gorj - Romania)	679
GABALDON CASASAYAS, Jesús E.: Aspectos topoclimáticos de la cova del masiet (Mont-ral: Tarragona) versus comportamiento estacional de petaloptila aliena Brunner	676	GRUIA, Lucian: Radiosynthesis - a new hypothesis on cave algae autotrophy	687

HOLSINGER, John R.: Preliminary zoogeographic analysis of five groups of Crustaceans from Anchioline caves in the West Indian region	25	PRIDE, Thomas E. - OGDEN, Albert E. - HARVEY, Michael J.: Biology and water quality of caves receiving urban runoff in Cookeville, Tennessee, USA	27
KANDOV, Ivo: Research of food structure of Chiroptera inhabiting caves with regard to their economic significance	677	PROUDLOVE, Graham: Cave dwelling fishes of the world	683
KNISS, V. A.: About the cave fauna of the South Urals: the results of a ten year biospeleological research (in Russian)	437	RAITSCHIEV, Ivan M.: Studies on Rove Beetles (Coleoptera, Staphylinidae) in the caves in Bulgaria	58
KOSEL, Vladimir - MARTINEK, Vladislav: Summer synusie and distribution of the family Heleomyzidae (Insecta, Diptera) in a cave of the Western Carpathians	281	RAJCZY, M. - BUCZKO, K.: The development of the vegetation in lamp-lit areas of the cave Szemlő-hegyi-barlang, Budapest, Hungary	514
KOVÁTS, Nóra: How do bats respond to environmental factors?	112	RÁKOSY-TICAN, Lenuta - GRUIA, Lucian - PLAHADA, Emanuel: Data on the lamp flora affecting the Ursilor Cave at Chiscau	679
LÉNÁRT, László - BALLA, Béláné: On the fluctuation of the number of the bats living in the Létrási-Vizes Cave (Bükk Mountains, Hungary) during the years 1975-1989	316	RÁKOSY-TICAN, Lenuta - HONEU, Laura - LÓRINCZI, Francisc: Investigations on the microflora in the Vadu Crisului Cave (Padurea Craiului Mts.) - Romania	678
MIOUGE, Nikolaj: Communities of troglobitic invertebrates in the caves of the West Transcaucasus and the Mountainous Crimea	678	T. BOLNER, Katalin: Results of bat-registration works in the cave of Fál-völgy	680
MIOUGE, Nikolaj: Biospeleological map of Mountainous Crimea and West Transcaucasus	678	TRAJANO, Eleonora: Preliminary study on the chemical communication in the troglobite catfish, <i>Pimelodella kronei</i> (Ribeiro, 1907) from Southeastern Brazil	49
PERELADOV, Michail: Some aspects of distribution of fishes in the subaquatic caves near Kugitang-Tau Mountains	679	VÉGH, Zsolt: The problem of the lampflora in Baradia Cave	559
		YAGER, Jill: The reproduction of Remipede Crustaceans	679

Session 88

Prehistoric men and the caves
Prähistorischer Mensch und Höhlen
L'homme préhistorique et les grottes
El hombre prehistórico, y las cuevas
Доисторический человек и пещеры

ASPARUHOV, Milko: An attempt for elucidation of the medieval drawings - graffiti from North-West Bulgaria (in Russian)	344	MULAOMEROVIC, Jasminko: Rock drawings in Bosnia (part of Yugoslavia)	682
DERENATH, André: L'occupation paleolithique du karst de Charente (France)	30	MULAOMEROVIC, Jasminko: Prehistoric men and caves of Malta	682
DEREVYANKO, A. - IVLEVA, N. - MARKIN, S.: Archeological and paleogeographical researches of the Altaic Mousterian cave (Southern Siberia, USSR)	682	PETROCHILLOU, Anna: Sculptures et gravures rupestres al'île de Naxos depuis l'époque préhistorique jusque a nos jours	153
DUSHEVSKY, Vladislav: Determination of the rate of cave development based on archeological data (in Russian)	443	POULIANOS, Nickos: Further data on the lower middle pleistocene Petralona cave	683
FUCHS, Gerald: Höhlengrabungen in der Steiermark Ergebnisse neuer Forschungen und Probleme	6	RAITCHEV, Dimiter - RAICHEV, George: Some climatic phenomena in the Yagodina cave used by eneolithic dwellers	327
GERGOV, Ventsislav: Prehistoric researches of the caves in midland North Bulgaria (in Russian)	340	SAIZ QUEVEDO, Luisa - FERNANDEZ SANDINO, Javier A. - FERNANDEZ IBÁÑEZ, Carmelo: Introducción al Estudio del Santuario Esquemático de la Caverna de "Peña Esquillas"	36
KITTEL, Erika - VOLLENIK, Franz: Sexualzeichen in Höhle und Fels	306	SHAHINYAN, S. M. - GEVORGYAN, A. A.: Cave dwellings with stone doors (in Russian)	440
LORDKIPANIDZE, David O.: Environment of stone-aged people's habitation in the caves of Western Georgia (on the materials of the cave site Ortvala-Klde)	681	SHAHINYAN, S. M.: The "Xenophon dwellings" and their analogues in the basin of Lake Sevan (in Russian)	446
MARTINEZ DE CAÑAS, Jacinto J.: Consideraciones en torno a la cueva de Penches (Burgos) y sus representaciones parietales	245	STOEV, Alexej - GUERASSIMOVA-TOMOVA, Vassilka - STOYTCHIEV, Todor: Complexe de grottes pres du village Bajlovo, region de Sofia (Bulgarie) et son utilisation par l'homme	330
MUGLOVA, Penka - STOEV, Alexey: A projecting system with the functions of mesuring time in the cave monastery at Derevny Krasen (in Russian)	337	STOYTCHIEV, Todor - STOEV, Alexey - RADOVLAVOVA, Tsvetanka - STOYTCHIEVA, Ulyana: Astronomical motives in rock art designs in Bulgarian caves (in Russian)	334
MULAOMEROVIC, Jasminko: The paleolithic of Middle Bosnia (Yugoslavia)	239	VENI, George: Geologic factors in the preservation and management of the Maya Naj Tunich Cave paintings, Petén, Guatemala	681

Session B9

Problems of protection of show caves
 Schutz der Schauhöhlen
 Les questions de la protection des grottes touristiques
 Cuestiones sobre la protección de cuevas turísticas
 Вопросы защиты туристических пещер

BACHINSKIY, Georgy: Cave protection and social ecology (in Russian)	449	PETRESCU, Mircea: Cave protection - a theoretical approach	683
GAÁL, Ludovít: Several remarks on the protection of karst based on the experience gained by the Slovak Speleolo- gical Society	294	SZUNYOGH, Gábor: Hierarchical system of cave fractures and its role in the prediction of cave-in hazards (in Russian)	648
KORZHIK, V. P. - RIDOUSH, B. T.: A "Fresh" cave "Zoloushka" assimilation problems (in Russian)	366	T. BOLNER, Katalin - TARDY, János - NÉMEDI, László: Evaluation of the environmental impacts in Buda- pest's caves on the basis of the study of the quality of dripping waters	634
KORZHIK, Vitaly - MINKEVICH, Irene: On speleoresources approach to study, mastering and protection of caves (in Russian)	452		

Session B10

Problems of subaquatic cave exploration
 Probleme der Unterwasserhöhlenforschung
 Les problèmes de la prospection subaquatique des grottes
 Problemas de la exploración de cuevas acuáticas
 Проблемы исследования подводных пещер

FRACHON, Jean-Claude: Aperçu historique sur la plongée souterraine Française	519	MAXWELL, Charles: Underwater exploration of Dragon's Breath Lake (1987)	134
KISSELOV, Vladimir - MINEKOV, Peter: Cave diving explorations of deep karst systems	683		

Session B11

Paleoflora and paleofauna
 Paläozoologie und Paläobotanik in Höhlen
 Les paléofaunes et paléoflores des grottes
 La paleofauna y paleoflora de las cuevas
 Палеоботаника и палеозоология пещер

GAREV, B. L.: Mastricht mesosaurus remains from the caves round the town of Pleven	462	MARTINEZ FLOREZ, Julio: Preliminary investigation of osseous remains found in the middle quaternary in the cavern of Santa Engracia - La Rioja (Spain)	684
HIR, János: Oldenburg-type vertebrate fauna from the Pongor cave (North Hungary, Bükk Mountains)	521		

Cave rescue
 Höhlenrettung
 Secours en Grotte
 Salvamento en las Cuevas

FRACHON, Jean-Claude: Aperçu historique sur les sauvetages speleologiques en France	526	SERAFIMOV, K. B.: Individual help to partner	688
REZVAN, Vladimir - KISELEV, Vladimir: Speleological events in the USSR in the years 1962-1988 (in Russian)	602		

CONTENTS
 INHALT
 TABLE DE MATIÈRES
 INDICE
 INDICE
 СОДЕРЖАНИЕ

3

COUNTRIES IN THE PAPERS
 LANDER IN DEN VORTRAGEN
 PAYS DANS LES ARTICLES
 PAESI NEI ARTICOLI
 PAISES EN LAS COMUNICACIONES
 СТРАНЫ В РЕФЕРАТАХ

Australia	49, 260, 263, 539	Japan	21, 39, 41, 44, 142
Austria	6, 251, 272, 306, 545, 553	Mexico	25, 82, 266
Bahamas	25	Namibia	134
Belgium	67	Norway	9, 118, 121, 123, 125, 301
Brazil	49, 52, 476	Poland	219
Bulgaria	58, 95, 130, 269, 321, 324, 327, 330, 334, 337, 340, 344, 348, 350, 354, 358, 362, 460, 462	Romania	158, 463, 504, 506, 517, 606
Canada	82, 168, 170, 275, 278	South African Republic	156, 287
China	60, 63, 304, 485, 487	Spain	36, 46, 85, 88, 92, 148, 191, 245, 396, 401
Czechoslovakia	109, 172, 281, 294, 308, 310, 454, 457, 564, 597, 600	Sweden	217, 290
Cuba	25	Tonga	204
France	30, 69, 118, 148, 519, 526	Turkey	201
F. R. G.	1, 3, 148	United Kingdom	194, 196, 198, 206, 257
G. D. R.	80, 237	U. S. A.	27, 137, 140, 145, 148, 179, 188, 209, 284, 606
Greece	80, 153	USSR	77, 165, 182, 184, 186, 241, 248, 254, 295, 298, 366, 369, 372, 376, 378, 381, 383, 386, 388, 391, 393, 396, 399, 401, 403, 407, 411, 413, 416, 419, 421, 423, 426, 430, 433, 435, 437, 440, 443, 446, 449, 452, 577, 580, 586, 588, 590, 593, 602
Hungary	55, 80, 109, 112, 115, 127, 132, 151, 162, 215, 222, 226, 229, 312, 316, 466, 470, 507, 514, 521, 531, 533, 536, 542, 548, 551, 555, 559, 564, 566, 570, 573, 575, 615, 618, 620, 623, 627, 634, 640	Viet Nam	106
Israel	608	Yugoslavia	232, 234, 239, 473
Italy	69, 74, 481, 488, 491, 497, 562, 606		

GEŌÉP: SOCIETY FOR SUBSURFACE AND PROTECTONING ENVIROMENTAL CONSTRUCTION

WIRTSCHAFTSGESELLSCHAFT FÜR UNTERIRDISCHE UND UMWELT- FREUNDLICHE BAUARBEITEN



FIELDS OF ACTIVITY:

- Preparation and strenghtening of foundations
- Preparation and strenghtening of subsurface caverns, cellars and storage spaces, elimination
- Outcrop of subsurface caverns, preparation of test pits deeper than 2m in extraordinary circumstances
- Examination, repair of subsurface storage places, load test of soils
- Preparation of retaining walls
- Preparation of drainages and of deep-
-drainages without uncovering, using special materials, glued rubber filter

TÄTIGKEITEN:

- Anfertigung und Befestigung von Gründungen
- Ausgestaltung und Verstärkung von unterirdischen Hohlräumen, Kellern, und Lagerräumen Verschüttung
- Aufschluss von unterirdischen Hohlräumen, Ausgestaltung von über 2M tiefen Schürfgruben bei besonderen Umständen
- Überprüfung, Reparatur der unterirdischen Hohlräume, Probelastung der Böden
- Aufbau der Stützwände
- Ausgestaltung von Sickergraben von Tiefsickergraben ohne Blosslegung, mit Verwendung von speziellen Materialien, geklebten Kiesfiltern

MEMBER COMPANIS:

Central Mining Development Institute
1027 Budapest, Varsányi Irén u. 40-42.

FTV Consulting Engineering
1088 Budapest, Revicky u. 4.
T: 183-281

Délborsod Agricultural Co-operative
3467 Ároktő, Széchenyi u. 45.
T: Ároktő 5

MITGLIEDSUNTERNEHMEN:

Zentrales Entwicklungsinstitut für den Bergbau

FTV Beratung und Planung

LPG Délborsod

BÜRO: 3300 EGER, Sertekapu u. 35.
T: (36)14-129

