

INTERNATIONAL UNION OF SPELEOLOGY  
L'UNION INTERNATIONALE DE SPÉLÉOLOGIE  
INTERNATIONAL SPELEOLOGY  
LA SPÉLÉOLOGIE INTERNATIONALE  
1973

---

Proceedings  
of the 6th International  
Congress of Speleology  
Actes du 6<sup>e</sup> Congrès  
international de spéléologie

OLOMOUC - ČSSR

---

(I)



Organizing Committee of the 6th International Congress of Speleology  
Comité d'organisation du 6<sup>e</sup> Congrès international de spéléologie

ACADEMIA / PRAHA



CZECHOSLOVAK ACADEMY OF SCIENCES

Proceedings  
of the 6th International  
Congress of Speleology

Actes du 6<sup>e</sup> Congrès  
international de spéléologie

OLOMOUČ - ČSSR



INTERNATIONAL UNION OF SPELEOLOGY  
INTERNATIONAL SPELEOLOGY  
1973

---

# Proceedings of the 6th International Congress of Speleology

OLOMOUC - ČSSR

---

(I)



Reports on the Congress and on the General Assembly  
Lists of participants and of organizers  
Papers of the Section Geology of Karst

Edited by Dr. VLADIMÍR PANOŠ, CSc.

ACADEMIA / PRAHA 1975



L'UNION INTERNATIONALE DE SPÉLÉOLOGIE  
LA SPÉLÉOLOGIE INTERNATIONAL  
1973

---

# Actes du 6<sup>e</sup> Congrès international de spéléologie

OLOMOUC - ČSSR

---

(I)



Rapports du Congrès et de la Session plénière  
Listes des participants et des organisateurs  
Communications de la Section Géologie du karst

Édité par Dr. VLADIMÍR PANOŠ, CSc.

ACADEMIA / PRAHA 1975



*Scientific Editor*  
*Rédacteur scientifique*

**Dr. Vojen Ložek, DrSc.**

The authors are responsible themselves for the contents as well as for the language correctness of their contributions.

This text has not been corrected after rewriting

Les auteurs sont eux-même responsable au point de vue du contenu et pour la justesse de la langue des travaux.

Après la transcription le texte n'était pas corrigé



# TABLE DES MATIÈRES

## T O M E I

Préface .....	7
Rapport du 6 <sup>e</sup> Congrès International de Spéléologie 1973	9
Introduction .....	9
Préparations, organisation, corps organisateurs	10
Participants du Congrès .....	14
Services pour le Congrès .....	15
Programme du Congrès .....	19
- Activités pré-congrès .....	19
- Activités post-congrès .....	22
- Principal programme du Congrès .....	27
- Publications, film, radio, télévision, arts .....	39
- Union Internationale de Spéléologie .....	45
- Deuxième Assemblée générale .....	45
- Bureau de l'UIS /1973-1977/ .....	78
- Clôture et appréciation .....	79
Liste des participants .....	81
Liste des participants de l'exposition "Grottes touristiques dans le monde" ....	142
Liste des films participants au Festival de films spéléologiques	
"Interspeleologia-Film Olomouc 1973" .....	149
Liste des membres du Comité scientifique .....	151
Liste des membres du Comité d'organisation .....	154
Liste des membres du corps organisateur .....	161
Liste des organisateurs du Camp de spéléo-alpinisme et de sauvetage .....	168
Liste des organisateurs du Camp de spéléo-plongée et de sauvetage .....	171
Liste des membres du jury international du Festival de films spéléologiques	
"Interspeleologia-Film Olomouc 1973" .....	177
Liste des traducteurs et interprètes .....	178
Liste des hôtes .....	183
Liste des membres du Secrétariat du Congrès .....	185
Communications de la Section Géologie Karstique /A/ .....	187



Sous-section Aa: Géologie des roches solubles .....	189
Sous-section Ab: Géologie des couvertures karstiques et des sédiments cavernicoles .....	342
Index des auteurs .....	566



## PRÉFACE

Cet ouvrage renferme la plupart des communications écrites soumises lors du 6e Congrès International de Spéléologie tenu en République Socialiste Tchécoslovaque en 1973. Ce congrès était la conférence quadriennale de l'Union Internationale de Spéléologie, l'unique association de spéléologues et explorateurs du karst du monde. Le premier congrès s'est tenu en France en 1952 et les plus récents en Yougoslavie (Ljubljana 1965) et en République Fédérale d'Allemagne (Stuttgart 1969).

Dans le but de fournir un document de travail pour les discussions, les comités d'organisation et scientifique du 6e Congrès International de Spéléologie ont décidé de publier les abstracts des communications soumises avant le congrès et les ont édités dans un volume spécial "International Speleology 1973". Ces abstracts écrits en anglais donnèrent aux délégués un important dossier sur les principaux sujets de discussion à leurs réunions ainsi qu'une vue d'ensemble exceptionnelle du progrès dans la spéléologie - science complexe du karst.

Cet ouvrage des communications complètes représente le travail de spéléologues et explorateurs du karst de presque 40 pays et se rapportent aux problèmes qui comprennent toutes les disciplines de la spéléologie moderne.

Nous espérons que tous les auteurs qui ont soumis des communications écrites à ce congrès se rendront compte des difficultés auxquelles les organisateurs et le soussigné ont dû faire face. La complexité qu'implique la correspondance avec les organisateurs disséminés dans tout le pays et la nécessité d'entrer en communication dans plusieurs langues des exposés multidisciplinaires avec les auteurs à travers le monde, ont probablement occasionné des omissions et des erreurs inévitables. La tâche n'a pas été simplifiée par le fait qu'il était absolument nécessaire de publier cet ouvrage en 1975, tout au plus tard un an après le Congrès. Pour cette raison il manque dans cet ouvrage les communications dont les auteurs n'ont pas remis



à temps leurs manuscrits, malgré le rappel. En d'autres circonstances nous serions entrés en contact avec un plus grand nombre d'auteurs avant de nous prévaloir de notre rôle de rédacteurs.

Compte tenu des problèmes occasionnés par un congrès de cette envergure, il nous était impossible de publier un recueil de travaux dont le style et la qualité soient homogènes; nous avons plutôt compilé un ouvrage qui se lit bien, du moins nous l'espérons, et qui constituera par dessus tout une importante source de références après le congrès.

Cet ouvrage est composé 8 tomes et divisé en 20 grands chapitres: le premier chapitre est une revue du programme du Congrès et une liste des membres des comités d'organisation et scientifique. Le deuxième chapitre comprend une liste complète de tous les participants du congrès avec leur sigle de qualité de membre et la participation à l'excursion. Les 18 chapitres sont consacrés aux textes des communications soumises dans les 18 sous-sections des 6 sections principales des travaux du congrès.

Chaque communication a son préfixe d'après la section principale (A, B, C, D, E, F), et d'après les sous-sections (a, b, c, d, etc.). A côté des préfixes s'ajoutent les numéros des communications de chaque sous-section.

Malgré que beaucoup d'auteurs n'aient respecté ni l'espace des textes, ni le nombre et les dimensions fixés des figures, nous avons cependant tâché de garder l'ordre alphabétique.

Les titres des 18 sous-sections permettent de trouver sans difficulté les textes qui se trouvent dans l'ouvrage. Au début de chaque chapitre il y a une liste des communications par numéro d'ordre d'après le titre et les auteurs. Afin de compléter cette liste nous avons inclus un index des auteurs et des co-auteurs à la fin de chaque tome de cet ouvrage.

Pour économiser l'espace nous avons exclu toutes les discussions et questions ainsi que, dans certains cas, les références.

Nous remercions sincèrement les responsables dont le nom paraît au début de chaque section et sous-section ainsi que les auteurs des communications publiées.

Vladimír Panoš  
Université Palacký, Olomouc  
Tchécoslovaquie  
Décembre 1973



# RAPPORT DU 6<sup>e</sup> CONGRÈS INTERNATIONAL DE SPÉLÉOLOGIE 1973

## INTRODUCTION

Par la décision du gouvernement de la République Socialiste Tchécoslovaque il a été organisé à Olomouc et dans d'autres villes de la République Socialiste Tchèque (ČSR) et la République Socialiste Slovaque (SSR) le 6e Congrès International de Spéléologie 1973, approuvé pour le plan des activités principales scientifico-culturelles de 1973 par la résolution de la présidence du Comité Central du Parti Communiste de Tchécoslovaquie déjà le 19-1-1973.

Le gester du Congrès était le ministère de l'Éducation de la République Socialiste Tchèque (ČSR) qui a établi aussi le budget central du Congrès.

Le Congrès a été placé sous les auspices du ministère de l'Éducation ČSR, des ministères de la Culture de ČSR et SSR, du président de l'Académie tchécoslovaque des Sciences (ČSAV) et du président de la Commission tchécoslovaque pour l'UNESCO.

Pour les questions d'organisation, de matériel, de finances ont participé:

L'Office tchèque de Géologie, le Comité gouvernemental tchèque pour le Tourisme et le Comité gouvernemental slovaque pour le Tourisme.

Par l'intermédiaire de leurs institutions y ont pris part:

L'Association tchécoslovaque de la Culture Physique et des Sports (ČSTV) et l'Association tchécoslovaque pour la collaboration avec l'Armée (SVAZARM).



## PRÉPARATIONS, ORGANISATION, CORPS ORGANISATEURS

Les hôtes et les organisateurs du Congrès étaient:

L'Université Palacký d'Olomouc et l'Administration des Grottes Slovaques (Institution du ministère de la Culture SSR) de Liptovský Mikuláš.

L'Université Palacký a incorporé le Congrès dans les festivités du 400e anniversaire de la fondation de l'Université à Olomouc et a donné par là au Congrès un cadre très digne. L'Université a également donné l'initiative pour former des comités d'Organisation et Scientifique, a permis la formation et l'activité d'un Secrétariat pour le Congrès et a mis à la disposition du Congrès non seulement ses objectifs, son installation et ses moyens de transport mais aussi son corps enseignant, ses employés de l'administration et l'appareil de son économie. L'Administration des Grottes Slovaques et plusieurs autres institutions participantes, des écoles et des établissements ont aussi mis à la disposition du Congrès leurs employés, leurs objectifs et leurs moyens de transport et, en plus, dans le cadre du Congrès ont organisé par leur propre initiative des actions scientifiques et culturelles et ont déployé une très grande activité publicitaire.

Les plus importants partenaires des deux organisateurs principaux étaient:

L'Institut d'Histoire Naturelle d'Olomouc, l'Institut de Géographie ČSAV de Brno, l'Institut d'Archéologie ČSAV de Brno, l'Institut Central de Géologie de Prague, l'Université Charles de Prague, l'Institut National pour la Protection des Monuments et de la Nature, de Prague, l'Institut Slovaque pour la Protection des Monuments et de la Nature de Bratislava, l'Institut de Géographie SAV de Bratislava, l'Institut d'Archéologie SAV de Nitra, le Musée Morave de Brno, le Museum National de Prague, le Museum du Karst Slovaque de Liptovský Mikuláš et le Museum Régional de Beroun, l'Administration du Karst Morave de Blansko, l'Administration des Grottes de Koněprusy de Beroun et l'Administration Régionale des Grottes de Bozkov près de Semily.

Les organisations d'amateurs et scientifiques suivantes ont aussi contribué:

La Société hongroise de Spéléologie de Budapest, la Société slovaque de spéléologie de Liptovský Mikuláš, le Club spéléologique de Brno, la Section karstique de l'Association pour la protection de la

nature TIS de Prague, le Club de plongée SVAZARM Delfín de Brno, Trygon Brno et les Aciéries Moraves d'Olomouc, la Société numismatique tchèque d'Olomouc et le Service de sauvetage dans les mines OKD d'Ostrava-Radvanice et encore le Service de sauvetage des alpinistes des Tatras.

Parmi les institutions culturelles qui ont participé directement au Congrès mentionnons surtout:

Littérature Etrangère, entreprise nationale, Olomouc et Prague; Maison d'édition ČSAV "Academia"; Théâtre Oldřich Stibor, Olomouc; Orchestre Symphonique National, la Filharmonie Morave, Olomouc; Nešvera, chœur de voix d'hommes du Club syndical de l'entreprise nationale Moravské železářny, Olomouc; Parc de Culture et de Loisirs, Olomouc; Chœur d'enfants, Maison de pionniers, Olomouc; Bibliothèque Nationale des Sciences, Olomouc; Archives Nationales, Olomouc; Ensemble folklorique "Radhošť" de Rožnov p.R.; "Hanačka" de Slatinice; Club "Insurrection slovaque" de Moravské železářny, entreprise nationale, Olomouc et beaucoup d'autres ensembles musicaux et culturels.

Une grande aide a été fournie aux organisateurs du Congrès par les entreprises industrielles et agricoles suivantes:

Direction Sigma, entreprise nationale, Olomouc; Constructions de machines, e.n. Uničov; Entreprise ČKD J. Dimitrov, e.n. Blansko; Adast, e.n. Adamov; Metra, e.n. Blansko; Industrie de confection, e.n. Prostějov; Fezko, t.n. Strakonice; Textilana, e.n. Liberec; Oděvní Tvorba, e.n. Olomouc; Mlaď, Société coopérative de production, Handlová, Zora, e.n. Olomouc; Olma, e.n. Olomouc; Nealco, e.n. Olomouc; Imprimeries moraves, e.n. Olomouc; Geoindustria, e.n. Prague; Sigma, e.n. Lutín; Entreprises de constructions de transport, e.n. Olomouc; Entreprises de constructions, e.n. Olomouc; Usine Milo, e.n. Olomouc; Moravia, e.n. Olomouc; TOS, e.n. Olomouc; Papcel, e.n. Litovel; Prefa, e.n. Olomouc; Extraction de gravier et sable, e.n. Olomouc; Fatra, e.n. Napajedla; Machineries et Fonderies, Brandýs n.L., e.n. Senice na Hané; Coopératives agricoles suivantes: Bělkovice, Bohuňovice, Červenka, Dlouhá Loučka, Dolany, Drahanovice na Hané, Řimice, Senice na Hané, Štěpánov près d'Olomouc, Troubelice et beaucoup d'autres entreprises socialistes.

Tous les facteurs des ministères de l'Intérieur CSR et SSR ont aidé exemplairement et initiativement ainsi que les ministères des Communications, ČSD, ČSAD, ČSA et Čedok, les Interhotels, RaJ et surtout la coopérative de consommation Jednota Litovel, la Caisse



d'Épargne Nationale tchèque Olomouc et nombre d'autres institutions, organisations, écoles et entreprises socialistes.

Une grande aide active politique, financière et organisatrice a été fournie par les comités nationaux et par les organes du Parti Communiste des régions de la Moravie du sud et de la Moravie du nord et des districts suivants: Beroun, Blansko, Břeclav, Liptovský Mikuláš, Olomouc, Rožňava et Semily; et des villes: Olomouc, Brno et Mikulov; et des villages: Luká (Javoříčko), Náklo et Štěpánov près d'Olomouc et de tous les endroits où se sont déroulées des actions du Congrès.

Le Comité d'Organisation avait 78 membres qui travaillaient dans plusieurs commissions et sous-commissions. Il était divisé par régions. Le programme en ČSR était assuré par des groupes de Prague, de Olomouc, de Brno et de Blansko, le programme de SSR avait une commission propre et un groupe de travail de Rožňava.

Le Comité d'organisation formait une partie de ses membres, une partie d'autres volontaires, le Secrétariat central du Congrès (5 personnes) des corps organisateurs de 193 personnes, un ensemble de traducteurs et d'interprètes de 51 personnes.

Le noyau du corps organisateur était un groupe de 54 hôtesse, informatrices et assistantes sélectionnées, sur la recommandation de l'Organisation de la Jeunesse Socialiste, parmi les étudiantes de l'Université Palacký et des écoles secondaires. Ce groupe a de sa propre initiative et à ses frais et grâce aussi à la compréhension des entreprises Fezko de Strakonice et Textilana de Liberec, fait faire des uniformes élégants, ceci a donné un éclat particulier au Congrès.

L'ensemble des interprètes et des traducteurs était formé en grande partie des membres des chaires linguistiques de l'Université Palacký et de l'École des langues d'Olomouc, d'une petite partie de travailleurs des institutions participantes, de volontaires et d'étudiants de l'Université Palacký d'Olomouc et de l'Université J.E. Purkyně de Brno. Des ressortissants de l'Armée Soviétique ont aussi participé au travail des interprètes.

Le Comité d'organisation était formé dans son ensemble de représentants des Organes centraux, fédéraux et nationaux et de leurs institutions, de représentants des organes régionaux et locaux et des organes du Parti Communiste intéressés au Congrès.

Monsieur le professeur MUDr. Jan HRBEK, CSc, vicerecteur de l'Université Palacký d'Olomouc a été élu président du Comité d'Organisation.

Le Comité Scientifique du Congrès avait 26 membres et a été formé de façon à représenter dignement les principales disciplines de la Spéléologie complexe en Tchécoslovaquie.

L'académicien Josef POULÍK, vice-président de l'Académie des Sciences tchécoslovaque a été élu président du Comité Scientifique du Congrès.

Le Secrétaire général du Congrès était RNDr. Vladimír PANOŠ, CSc., membre de l'Université Palacký d'Olomouc et vice-président de l'Union Internationale de Spéléologie.

La plupart des membres des comités d'organisation et scientifique ou des corps organisateurs se sont présentés volontairement une petite partie a été désignée ou déléguée par les corporations participantes. En constituant ces ensembles les organisations du Parti Communiste et des Syndicats de toutes ces corporations participantes ont activement aidé, surtout le Comité du Parti de la faculté des sciences naturelles et le Comité Central du Parti de l'Université Palacký qui se sont systématiquement intéressés à tous les problèmes et ont contribué à les résoudre avec l'aide des organes supérieurs du Parti.

Le Congrès s'est déroulé d'après le projet élaboré par RNDr. Vladimír Panoš, CSc. Le projet a été fait en tenant compte des buts scientifiques, culturels et politiques du Congrès et en tenant compte aussi de l'organisation fédérale de la Tchécoslovaquie et de la position des régions karstiques en ČSR et SSR et des centres principaux de recherches scientifiques, pédagogiques, culturels et administratifs s'occupant de la Spéléologie théorique ou appliquée.

La décentralisation territoriale du programme du Congrès a demandé des efforts exceptionnels pour son organisation et ses finances, pour ses préparations et sa réalisation, mais d'un autre côté elle s'est trouvée être un facteur actif et positif quant aux buts de propagande du Congrès. Elle a surtout permis aux participants étrangers de connaître presque tout le territoire tchécoslovaque, non seulement ses beautés naturelles et ses procédés culturels, scientifiques et économiques de l'emploi et de la protection des régions karstiques comme une partie spécifique et sensible du milieu vital, mais surtout de connaître les avantages, les succès et les progrès du régime socialiste et le haut niveau matériel et culturel de notre peuple. En plus de cela toutes les parties du programme sur le territoire des pays tchèque et slovaque ont rencontré une aide exceptionnelle et une assistance directe de la part des corporations nationales, régionales et locales des entreprises et organisations et une grande sympathie et vive



attention de la part des habitants. Ainsi toutes les parties du programme avaient un éclat et une dignité exceptionnels.

Grâce à la compréhension et à l'appui imposant des organes centraux, régionaux et locaux de l'Etat et du Parti, grâce à la collaboration exemplaire et désintéressée de toutes les institutions participantes nationales, régionales et locales de tous les ressorts, grâce à l'enthousiasme et au dévouement de tous les membres des comités d'organisation et scientifique, des organisateurs et de l'ensemble des interprètes et enfin grâce aussi à l'aide active de tant d'entreprises industrielles et d'agriculture, d'institutions et d'organisations, il a été possible de créer des conditions optimales pour la préparation du 6e Congrès International de Spéléologie 1973 en Tchécoslovaquie lequel a ainsi dans son cours général et dans ses détails atteint, par son côté formel, son contenu et son côté organisateur, le haut niveau des grands congrès scientifiques internationaux. Dans certaines lignes il a dépassé largement le but fixé et a représenté dignement la Spéléologie tchécoslovaque et la République Socialiste Tchécoslovaque.

La participation directe et la présence des représentants du Parti et du Gouvernement, d'éminents travailleurs scientifiques et organisateurs régionaux et locaux de toutes les disciplines et le haut niveau de la Spéléologie théorique et appliquée a provoqué chez tous les participants étrangers de l'étonnement et de l'admiration car ils ont bien compris que les problèmes des karsts en Tchécoslovaquie ne sont pas des problèmes économiques de gérance, mais des problèmes scientifiques, pédagogiques et culturels et aussi des problèmes de la création et de la protection de l'environnement et des problèmes de l'emploi socialement utile du temps libre.

Ainsi le Congrès a confirmé avec évidence l'intérêt que porte la société socialiste au progrès culturel et scientifique.

## **PARTICIPANTS DU CONGRÈS**

Plus de 1.000 personnes en tout ont pris part au 6e Congrès International de Spéléologie 1973.

Pour les négociations principales du Congrès on a enregistré 477 membres ordinaires (Mo), 96 membres adhérents (Ma), 61 observateurs (O) et 131 personnes accompagnatrices (A) de 41 pays:

Argentine, Australie, Autriche, Belgique, Berlin-Ouest, Bulgarie, Canada, Cote d'Ivoire, Cuba, Danemark, Espagne, Etats-Unis, Finlande, France, Grande-Bretagne, Grèce, Guatemala, Hongrie, Irlande, Italie, Jamaïque, Japon, Liban, Luxembourg, Mexique, Nouvelle-Zélande, Pays-Bas, Pologne, Portugal, R.D. Allemande, République du Zaïre, R.F. D'Allemagne, Roumanie, Sri-Lanka (Ceylan), Suède, Suisse, Tchécoslovaquie, Turquie, Union Soviétique, Venezuela, Yougoslavie, dont 385 personnes des pays socialistes (compris Cuba, Yougoslavie et Tchécoslovaquie) et 378 personnes des pays capitalistes et des pays en voie de développement.

Ajoutons encore 260 participants tchécoslovaques et étrangers de la IVe Rencontre tchécoslovaque des touristes-spéléologues organisée dans le Karst Morave dans le cadre du Congrès, 200 membres du corps organisateur, scientifique et des interprètes, 60 membres d'honneur et délégués d'organisations internationales non-gouvernementales (UIG - Union Internationale de Géographie, ICOMOS - Organisation Internationale pour la protection des monuments historiques et CMAS - Confédération Mondiale des activités subaquatiques, et un programme spécial de l'UNESCO - DHI - Décade hydrologique internationale).

## **SERVICES POUR LE CONGRÈS**

Les services pour le Congrès ont été assurés par les centres d'enregistrements du Congrès. Le Centre principal se trouvait à Olomouc, les centres régionaux se trouvaient à Prague, Blansko et Rožňava. Outre les membres du Comité d'Organisation et les ensembles des organisateurs et des interprètes, des employés de la Banque tchécoslovaque (caisse, change), des bureaux de voyages Čedok et des Lignes aériennes tchécoslovaques ont également travaillé dans les centres d'enregistrements.

Pour informer les participants du Congrès à leur arrivée un service permanent était assuré à l'aéroport de Prague-Ruzyně à celui de Přerov et à celui de Brno, ainsi que dans les gares ČSD et ČSAD à Olomouc, Prague, Brno; Blansko et Rožňava.

Tous les objectifs du Congrès, les centres et les hébergements étaient marqués de signaux très visibles, de panneaux indicateurs et de banderolles avec le signe du Congrès. À Olomouc sur les routes principales, aux carrefours et aux arrêts des trams et des autobus il



y avait des flèches; les édifices publics, les trams et les autobus étaient ornés de drapeaux, d'affiches, de tracts et d'insignes du Congrès ou d'affiches de propagande du Congrès. Les objectifs du Congrès et les monuments historiques de la ville étaient solennellement illuminés la nuit. A Olomouc et à Liptovský Mikuláš les vitrines des magasins étaient spécialement arrangées en l'honneur du Congrès. Devant le bâtiment de la faculté des sciences naturelles de l'UP d'Olomouc l'entreprise nationale Sigma-Olomouc avait installé une immense sculpture en plastique avec l'insigne du Congrès et un pavoisement rappelant en 5 langues la part que l'entreprise Sigma a prise dans les recherches des eaux karstiques souterraines avec sa technique de pampage mondialement connue. Des banderolles et des drapeaux ornaient aussi toutes les grottes aménagées et tous les villages où se déroulaient des parties du Congrès. Beaucoup de villages rivalisaient entre eux dans l'ornementation folklorique.

Une partie du principal centre d'enregistrement du Congrès à Olomouc était le centre d'information et le centre des services.

Parmi ceux-ci mentionnons avant tout le guichet de la poste pour le courrier et pour les colis; pour les communications téléphoniques il y avait une ligne spéciale directe reliée à la centrale internationale de Prague. Le guichet postal avait aussi un département de philatélie et s'est servi du cachet spécial du Congrès, des timbres et des enveloppes émis à l'occasion du 400e anniversaire de la fondation de l'Université à Olomouc. Le service de la poste s'occupait aussi du tri du courrier des congressistes, distribuait gratuitement des journaux étrangers et du pays et aidait les participants du Congrès à emballer et à expédier la littérature officielle et non-officielle du Congrès et tous les livres achetés.

Dans le centre d'information les participants du Congrès et les membres du corps organisateur avaient à leur disposition des machines à écrire (avec l'alphabet latin et russe) des dictaphones et des magnétophones. Pour les réunions spéciales des commissions de l'UIS, pour les consultations des présidences et pour les réunions non-officielles et cercles de discussions, des salles spéciales avaient été aménagées.

Le centre de la presse travaillait en permanence pour organiser des causeries et pour rapporter régulièrement par les moyens de diffusion, radio et télévision, les informations sur le Congrès et enregistrer des interviews avec les participants et les organisateurs du Congrès.

En collaboration avec la rédaction de la revue géographique Lidé + Země (Peuple et Nation) ČSAV et le centre d'édition de l'Université Palacký on a distribué journallement, tôt le matin, le Bulletin d'information du Congrès (en anglais, en russe et en français).

Le centre d'information a donné aussi le programme d'informations et de propagande par un rayon de télévision interne comprenant plusieurs moniteurs dans tous les objectifs du Congrès. Cette installation a particulièrement intéressé les participants du Congrès et a aussi été très utile.

Les objectifs du Congrès et la résidence universitaire étaient reliés entre eux par un circuit téléphonique installé par les soins de l'Administration régionale des Communications d'Olomouc, ce qui aidait beaucoup l'information et l'organisation.

Le transport des congressistes était assuré de plusieurs manières par le centre des transports. Les objectifs du Congrès étant assez éloignés les uns des autres une ligne d'autobus universitaire fonctionnait régulièrement ainsi qu'un transport irrégulier d'autos, on a aussi installé des arrêts spéciaux pour les autobus des Lignes aériennes tchécoslovaques et les autobus de la ville. Le personnel assurait en permanence un transport irrégulier de voitures de l'Université Palacký, de l'Institut de Géographie ČSAV de Brno, de l'Administration des Grottes Slovaques de Liptovský Mikuláš et de l'Institut d'Histoire Naturelle d'Olomouc ainsi que d'autres institutions participantes.

Le programme du Congrès a été documenté par un groupe de photographes et de cinéastes du Karst Morave de Blansko et par "Fotografia" d'Olomouc. La clôture de l'Assemblée Générale a été traduite simultanément de cabines à l'aide de transistors en anglais, en russe, en français, en allemand et en tchèque. La traduction simultanée a été assurée par l'Organisation Internationale des Journalistes de Prague. Tous les discours officiels solennels et les conférences en tchèque ou en slovaque ont été traduits et polycopiés par l'ensemble des traducteurs du Congrès.

Grâce à la compréhension de la Section de l'Education du Comité National du district d'Olomouc on a pu organiser pour les enfants des congressistes une garderie et une crèche dans la nouvelle école moderne de neuf ans J. Stupka, les enfants y prenaient leurs repas. Régulièrement un microbus faisait le ramassage de la résidence universitaire. Des monitrices parlant des langues étrangères assuraient pour les enfants des excursions et un programme pour toute la journée.



Les enfants étaient ravis et beaucoup quittaient le soir la garderie en pleurant. Ce service était gratuit et les participants l'ont hautement apprécié.

Près de la résidence universitaire on avait aménagé un camping pour caravanes et un parking surveillé. Dans les édifices du Congrès des buffets étaient ouverts jusqu'à des heures tardives ainsi que des stands pour la vente de souvenirs, de cartes postales et de timbres. L'Institut Central de Géologie de Prague assurait la vente de la littérature scientifique et des cartes géologiques.

Dans la résidence universitaire de l'Université Palacký on avait installé un service permanent du logement et un service médical de premier secours. Le restaurant universitaire assurait toute la journée et en cas de besoin même la nuit des repas de qualité et de régime (la plupart des participants y prenaient leurs repas). Les administrations des résidences universitaires de l'Université Charles de Prague et de l'Université J.E. Purkyně de Brno prodiguaient les mêmes soins.

Au centre d'enregistrement du Congrès à Olomouc les membres ordinaires du Congrès ont reçu des serviettes avec ce qu'il faut pour écrire, la carte de membre, la carte-broche nominative avec l'emblème et le nom du pays, l'insigne du Congrès, une médaille commémorative avec les motifs du Congrès et du 400e anniversaire de la fondation de l'Université à Olomouc, une carte géologique, une carte-auto de la Tchécoslovaquie, le plan d'Olomouc (pour les participants du programme de Prague, une carte avec le plan de Prague), les cartes d'invitations et d'entrées pour les actions culturelles, les places réservées dans les autobus pour les excursions, des bons de repas et de logement, les tickets de train et d'avion, des souvenirs et des cadeaux offerts par le Comité de la Ville d'Olomouc et des usines industrielles de la région d'Olomouc et des administrations des grottes touristiques. Dans des emballages spéciaux, offerts par l'entreprise nationale Fatra Napajedla, une riche littérature officielle et non-officielle du Congrès a été distribuée. La littérature non-officielle a été offerte aux participants du Congrès surtout par: le Comité gouvernemental de ČSR et SSR pour le Tourisme, les administrations des grottes aménagées, les commissions des régions et des districts pour le Tourisme, l'Institut Central Géologique de Prague, l'Institut de Géographie ČSAV de Brno, l'Université Charles de Prague et plusieurs entreprises et institutions. Les participants ont aussi obtenu de la littérature en cadeau de plusieurs participants du Congrès de tous les endroits où se sont tenus des actions du Congrès, surtout en Slovaquie.

La prise en charge de l'Organisation était pour tous les participants du Congrès une surprise et contribua à un haut niveau culturel, social et de propagande des beautés naturelles tchécoslovaques. Plusieurs participants, comme l'Institut de Géographie ČSAV de Brno, ont profité de l'occasion pour organiser un échange régulier de littérature scientifique avec des partenaires étrangers.

## **PROGRAMME DU CONGRÈS**

Le programme du 6e Congrès International de Spéléologie 1973 était très varié, riche et intéressant. Il était composé d'activités pré-congrès, du 31/8 au 2/9/73, les principales actions du Congrès se sont déroulées du 2/9 au 9/9/73 et les activités post-congrès du 10/9 au 19/9/73.

## **ACTIVITÉS PRÉ-CONGRÈS**

Du 31/8 au 2/9/73 ont eu lieu 3 excursions dans les régions karstiques de ČSR. Une, partait de Prague, deux, d'Olomouc.

La première excursion (A-1) est partie de Prague et conduisait dans le Karst Bohème dans les environs de Beroun, dans le pseudokarst de la région de l'Eden de Bohème (Český Ráj), dans le karst des Prémontagnes des Géants (Podkrkonoší) sur Semily et dans le Parc National des Monts des Géants (Krkonošský národní park). Les présidents des comités nationaux des districts de Beroun et de Semily ont patronné cette excursion et ont organisé des banquets en l'honneur des congressistes à Beroun et à Hrubá Skála. Une partie de cette excursion comprenait aussi la visite de la ville de Prague, le côté historique, et le côté moderne. Pour les participants de cette excursion et pour les congressistes, se trouvant alors à Prague, un cocktail-party et un programme culturel (concert du Quarteto de Prague) a été organisé avec l'aide du ministère de la Culture tchèque dans le Palais Waldstein à Prague. A ce cocktail-party ont pris part les représentants éminents de la vie politique, scientifique et culturelle de Prague. Les discours d'accueil ont été prononcés par RNDr. J. Šibrava, directeur de l'Institut Central de



Géologie, par RNDr. V. Král, professeur à l'Université Charles et par RNDr. M. Laitoch, vice-recteur de l'Université Palacký. La plupart des participants du Congrès étaient logés dans les résidences universitaires de l'Université Charles et une petite partie dans des hôtels.

La partie scientifique de l'excursion était assurée par le Dr. P. Hromas et le Dr. J. Kučera (Institut National pour la Protection des Monuments historiques et de la Nature), du Dr. V. Lysenko (Musée du district de Beroun) et de J. Řehák, directeur de l'Administration des grottes de Bozkov. La participation à cette excursion était de 60 personnes de 18 pays.

La deuxième excursion (A-2) est partie d'Olomouc et conduisait dans la région karstique de Bouzovská vrchovina (karsts de Javoříčko et Mladeč), Hrubý et Nízký Jeseník, Rychlebské hory (Na Pomezí), Žulovská pahorkatina (Na Špičáku, Supíkovice) et la Parte Morave (karst de Hranice, Teplice nad Bečvou et Zbrašov). Les participants de cette excursion ont aussi visité le Mont Praděd (1492 m), la plus haute montagne en Moravie. Le directeur de l'Institut d'Histoire Naturelle d'Olomouc, M. Jan Kočí, a patronné cette excursion.

La partie scientifique de l'excursion était assurée par le Dr. P. Ryšavý (Recherches géologiques, entreprise nationale, Brno) et par le Dr. F. Mayer (Géophysique, entreprise nationale, Brno) et par les travailleurs de l'Institut d'Histoire Naturelle d'Olomouc. Participation: 60 personnes de 9 pays.

Les participants étaient logés dans le centre de loisirs très moderne appartenant à l'entreprise nationale Pozemní stavby d'Olomouc à Malá Morávka et dans des chalets de la station balnéaire Karlova Studánka. Là on avait organisé pour eux un banquet et un cercle-causerie sur la perspective du tourisme dans la région protégée des montagnes de Jeseníky.

La troisième excursion (A-3) est également partie d'Olomouc et conduisait aux célèbres localités archéologiques et paléontologiques des régions karstiques de Předmostí près de Přerov et de Pavlovské vrchy. Elle a visité aussi le monument historique national de la Grande Moravie à Mikulčice, et les villes Mikulov et Brno et ensuite le Karst Morave. Une partie de cette excursion comprenait aussi la visite de la ville de Brno, la partie historique et la partie moderne, les lieux scientifiques de travail de l'Académie tchécoslovaque des Sciences et les collections archéologiques et paléontologiques du Musée Morave de Brno dans le pavillon

"Anthropos" très connu. Cette excursion était organisée par les Instituts d'Archéologie et de Géographie de ČSAV de Brno et patronnée par les présidents du Comité national régional de la Moravie du sud à Brno, des Comités nationaux des districts de Břeclav et Blansko et des Comités nationaux des villes de Mikulov et Brno. Ils ont préparé pour les participants un accueil officiel au château de Mikulov (dans le cadre des festivités du 700e anniversaire de la fondation de la ville), une soirée accompagnée d'un riche programme folklorique à Dolní Věstonice, un banquet avec un très beau programme culturel à Blansko et un accueil officiel à l'hôtel de ville de Brno.

La partie scientifique de l'excursion était assurée par l'académicien J. Poulík et le maître de conférences Dr. B. Klíma (Institut d'Archéologie ČSAV, Brno), le maître de conférences Dr. J. Demek, CSc., le Dr. O. Štelcl, CSc., et d'autres travailleurs de l'Institut de Géographie ČSAV de Brno, de travailleurs du Musée Morave de Brno, de la direction du Karst Morave de Blansko et du Club spéléologique de Brno.

Cette excursion a obtenu un vif succès. Les participants étaient logés dans la résidence universitaire de l'Université J.E. Purkyně de Brno. Participation: 100 personnes de 19 pays.

Une partie du programme pré-congrès était aussi une e x c u r s i o n d'études non-officielle d'un groupe de spécialistes et de travailleurs des Parcs Nationaux du Canada et des Etats-Unis (du 25/8 au 31/8/73). Elle a été organisée sur la demande du professeur Dr. D.C. Ford de MacMaster University, Hamilton Ontario, Canada, avec le dessein d'étudier les moyens d'exploitation culturels et touristiques des karsts et les moyens pour organiser les activités de la spéléologie-amateur. La participation à cette excursion était de 18 personnes et elle a été assurée avec beaucoup de dévouement par M. P. Sklenář pour l'organisation et la spécialisation, et par les membres de la Section karstique de l'Association pour la protection de la nature TIS de Prague, par les travailleurs de plusieurs institutions scientifiques de Prague et des Hautes Ecoles et par l'Administration des grottes touristiques de Koněprusy près de Beroun et de Bozkov près de Semily. Les participants étaient logés dans la résidence universitaire de l'Université Charles. Pour le travail dans le terrain le Comité national local de Koněprusy et l'administration des grottes de Bozkov leur a assuré le logement.



## ACTIVITÉS POST-CONGRÈS

Du 10/9 au 18/9/73 se sont déroulés d'une part 5 excursions post-congrès et d'autre part 3 camps spéléologiques spécialisés. Quatre excursions partaient d'Olomouc et conduisaient dans les régions karstiques principales de la Slovaquie et de la Hongrie, la cinquième partait de Prague et avait un programme analogue à l'excursion pré-congrès de Prague. Toutes ces excursions avaient un but thématique. Les camps spéléologiques se sont déroulés dans le Karst Slovaque, Morave et Morave-Nord. Ils avaient un programme théorique et pratique.

La première excursion B-1 (8 jours) partait d'Olomouc et passait par tous les types de reliefs karstiques des Carpates Occidentales et traversait les grottes aménagées les plus importantes de la Slovaquie. Cette excursion était aussi une partie du Symposium de la typologie du karst organisée par l'Institut de Géographie SAV de Bratislava et l'Administration des Grottes Slovaques de Liptovský Mikuláš. Le Symposium s'est tenu le 13/9/73 à Liptovský Mikuláš et le 17/9/73 à Košice (on y a lu 10 exposés).

Les participants ont été invités par le président du Comité national du district de Liptovský Mikuláš à un banquet. Le 16/9/73 la Société spéléologique slovaque et l'Administration des Grottes Slovaques ont donné en leur honneur un banquet d'adieu à Košice.

La partie scientifique de l'excursion a été assurée par le maître de conférences Dr. E. Mazúr, DrSc., directeur de l'Institut de Géographie SAV de Bratislava, le Dr. J. Jakál, CSc., directeur de l'administration des grottes slovaques de Liptovský Mikuláš et par M. M. Trnovský, travailleur de cette administration. Les participants au nombre de 72 de 18 pays étaient logés dans des hôtels de 1ère catégorie. Les membres des Services de Secours Alpiniste des Hautes Tatras ont participé dans l'organisation de l'excursion dans la région karstique des hautes montagnes de Červené vrchy.

La deuxième excursion B-2 (6 jours) était orientée sur le problème de la géologie karstique et de la spéléoarchéologie. Le tracé partait d'Olomouc vers les principales localités archéologiques et paléontologiques du karst dans les Carpates Occidentales et dans les grottes aménagées et non-aménagées les plus importantes de la Slovaquie.

Cette excursion était patronnée par la Société spéléologique de

Slovaquie qui a offert un banquet aux participants à Bystrá le 11/9/73.

La partie scientifique de l'excursion était assurée par le Dr. J. Bárta, CSc., (Institut d'Archéologie SAV Nitra), le Dr. D. Kubíny (Recherches Géologiques, entreprise nationale, Banská Bystrica) et par M. M. Liška. Participation 46 personnes de 11 pays.

La troisième excursion B-3 (4 jours) était surtout orientée sur les questions de la spéléogénèse, mais elle donnait aussi des informations des autres disciplines de la science spéléologique. En collaboration avec la Société spéléologique de Hongrie et avec l'accord des autorités des deux pays, l'excursion a pu traverser, sans remplir les formalités de visa, les frontières tchécoslovaques-hongroises près de la grotte Domica et visiter les régions karstiques en Hongrie nord-est et les grottes Aggtelék et Jósvalö. Les participants étaient accompagnés de spéléologues hongrois qui se sont occupés d'eux. Le président du Comité national du district de Liptovský Mikuláš a invité les participants de l'excursion à un banquet le 10/9/73.

La partie scientifique de cette excursion était assurée par le Dr. A. Droppa, CSc., le maître de conférences Dr. E. Zaňko, CSc., et L. Kostolný. Les participants au nombre de 72 de 11 pays étaient hébergés dans des hôtels de 1ère catégorie.

Les excursions B-4 et B-6 annoncées dans les circulaires du Congrès ont été annulées pour un trop petit nombre d'intéressés.

La quatrième excursion en Slovaquie B-7 (8 jours) avait le même itinéraire que la première excursion B-1 et un programme analogue. Les jours où avait lieu le Symposium sur la typologie du karst, les participants de cette quatrième excursion avaient un programme compensatoire complété par la visite d'autres régions karstiques et des grottes aménagées.

L'organisation de cette excursion a été assurée par les Bureaux de voyages Čedok Olomouc et n'a été organisée que parce que le nombre limite de l'excursion B-1 était dépassé. La partie scientifique de cette excursion était assurée par le Dr. J. Sloboda, le Dr. P. Mariot, CSc., et le Dr. M. Stankovianský, CSc., travailleurs de l'Institut de Géographie SAV de Bratislava. Les participants au nombre de 30 personnes de 9 pays étaient logés dans des hôtels et des chalets de montagnes. Un banquet d'adieu leur était réservé à Roňňava et ils ont aussi assisté à celui de Košice.

La cinquième excursion post -



c o n g r è s B-5 (2 jours) partait de Prague pour les régions karstiques principales de Bohême près de Beroun et Semily, pour l'Eden de Bohême et le parc national des Monts des Géants. Elle avait le même programme que l'excursion de Prague pré-congrès A-1. Elle a été organisée pour les participants du Congrès qui quittaient la Tchécoslovaquie par Prague et n'avaient pu prendre part à l'excursion pré-congrès.

Cette excursion a été patronnée par les présidents des comités nationaux des districts de Beroun et de Semily qui ont invité les participants à un banquet à Beroun et à Hrubá Skála. Un dîner d'adieu a été servi au restaurant universitaire de l'Université Charles.

La partie scientifique de cette excursion était assurée par les mêmes responsables de l'excursion pré-congrès A-1. Les participants au nombre de 22 personnes de 6 pays ont été hébergés dans la résidence universitaire de l'Université Charles.

Tous les participants des excursions pré-congrès et post-congrès ont reçu des guides imprimés pour les excursions (en anglais, russe, français et allemand), des cartes et du matériel de propagande touristique.

L e c a m p d e s p é l é o - a l p i n i s m e e t d e s a u v e t a g e C-1 s'est tenu du 10/9 au 16/9/73 à Gombasek dans le Karst Slovaque (district Rožňava) et était orienté sur l'échange des expériences de l'exploration des cavernes verticales et l'activité de sauvetage, et sur la sécurité dans la spéléologie sportive. Dans la partie théorique du programme il y a eu 4 exposés instructifs, la partie pratique a eu lieu sur le territoire des plateaux Silica et Plešivec.

Le camp était organisé par le Musée du Karst Slovaque de Liptovský Mikuláš. Dans la partie pratique il y a eu des démonstrations de sauvetage exécutés par les membres des Services de Secours Alpiniste des Hautes Tatras et par les membres de la Société de spéléologie slovaque dans la Grotte Silická ladnica. Des démonstrations exceptionnelles ont été exécutées par les membres du Service de Spéléo-secours belge qui sont venus avec des voitures de sauvetage spéciales. L'action de spéléologie sportive était la descente dans le gouffre Zvonivá propast au moyen d'une technique moderne (60 personnes). Un petit groupe est descendu dans le gouffre Velká Buková et Zombor. Les participants du Camp ont aussi visité les grottes Domica, Kečovo, la grotte Ochtinská aragonitová jaskyňa, la grotte Dobšinská ladová jaskyňa, les châteaux de Betliar et de Krásná Hôrka ainsi que

le Musée minier de Rožňava. A l'ouverture solennelle du Camp les représentants du Comité national du district et du Comité régional du Parti Communiste de Tchécoslovaquie à Rožňava étaient présents et ils ont invité le 13/9/73 les participants à un banquet à l'hôtel Kras à Rožňava.

La partie scientifique du programme était assurée par le Dr. P. Mitter, A. Chovan et l'ingénieur M. Erdös (Museum du Karst Slovaque), l'Ing. A. Abonyi (Recherches Géologiques, entreprise nationale, Rožňava), l'Ing. I. Cebecauer (Institut Slovaque pour la Protection des Monuments historiques et de la Nature, Bratislava). Un groupe de 20 volontaires spéléologues-amateurs ont prêté main-forte pour l'organisation. Participation: 92 personnes de 17 pays.

Le camp de spéléo-plongée et de sauvetage subaquatique C-2 s'est tenu dans les régions du Karst Morave et de Hranice du 10/9 au 19/9/73. Il était orienté sur l'activité exploratrice et la sécurité des plongées spéléologiques. Ce camp avait aussi des tâches de prospections et explorations pratiques. Dans la partie théorique on a donné 9 exposés et présenté 7 films de cette spécialité. On y a organisé une petite exposition avec des instructions sur l'équipement de plongée.

L'organisateur principal du Camp était l'Administration du Karst Morave de Blansko. Le corps organisateur et l'équipe d'aide étaient formés de membres des clubs plongée "Delfín" et "Trygon" de Brno, du Club-plongée de Moravské železářny d'Olomouc et du Club spéléologique de Brno. La sécurité des activités subaquatiques était assurée par les plongeurs professionnels du Service de Sauvetage dans les mines d'Ostrava-Radvanice.

A part les activités pratiques de plongée et l'emploi d'une technique moderne les participants du Camp ont obtenu des résultats spectaculaires dans l'exploration du karst. Parmi les plus importants citons le percement dans des cavernes inconnues jusqu'à ce jour derrière des siphons dangereux dans le niveau inférieur de la grotte Sloupsko-šošuvské jeskyně du Karst Morave, effectué par les plongeurs du Service de Sauvetage dans les mines, d'Ostrava; le percement derrière les siphons de la grotte Červíkovy jeskyně dans les systèmes inondé et sec, inconnus jusqu'à ce jour, de Ľa Punkva dans le fond du gouffre Macocha, il a été effectué par les groupes de plongée suisse-tchécoslovaque; et enfin le record de la descente dans le gouffre Hranická propast où les plongeurs de l'entreprise nationale de Moravské železářny d'Olomouc sont descendus dans le lac d'eau minérale



à une profondeur de 89 mètres, munis d'appareils remplis d'air comprimé. C'est la limite des possibilités humaines.

Le camp était patronné par le président du Comité national du district de Blansko qui, avec les représentants du Comité du Parti Communiste de Tchécoslovaquie de Blansko et du Comité national de la Moravie du sud de Brno, a assisté à l'ouverture solennelle, à la clôture cérémonielle et à quelques activités du Camp. La partie scientifique et la partie organisatrice du Camp étaient assurées par le Dr. L. Slezák, directeur du Karst Morave de Blansko, l'Ing. F. Piškula du club Delfín de Brno, J. Daněk du Service de Sauvetage dans les mines OKD Ostrava et d'autres travailleurs. Les participants étaient fort bien logés et nourris dans des chalets romantiques du Centre de Loisirs "Metra" Blansko à Protivanov. Participation: 80 personnes de 9 pays.

Le camp de spéléo-tourisme C-3 s'est déroulé du 14/9 au 16/9/73 à Jedovnice (Karst morave). Il faisait partie de la IVe Rencontre nationale des touristes-spéléologues organisée sous les auspices de l'Union tchécoslovaque de la Culture physique et des Sports et de l'Association du Tourisme tchèque. Son but était d'utiliser le tourisme dans les régions karstiques et l'éducation du touriste pour la protection des karsts. Une partie du programme du Camp a fusionné avec le programme du Camp de Spéléo-plongée et de Sauvetage. A part leurs excursions propres dans les grottes aménagées et non-aménagées du Karst Morave, les participants du Camp pouvaient en tant qu'observateurs assister aux activités de plongée et avec les participants de ce camp pouvaient prendre part aux causeries près d'un feu de camp. Les deux camps avaient un programme culturel très riche. La partie spécialisée et organisatrice était assurée par l'ingénieur K. Vytřas, CSc., de la Haute Ecole de Chimie et Technologie de Pardubice, par J. Kopecký de Broumov, travailleur du Comité central ČSTV. La participation comptait 260 personnes. Cette très grande activité a eu un écho très favorable et une très importante signification éducative pour tous les participants.

## PRINCIPAL PROGRAMME DU CONGRÈS

Le principal programme du Congrès s'est déroulé à Olomouc du 3/9 au 9/9/73 dans le cadre du 400e anniversaire de la fondation de l'Université à Olomouc.

La partie solennelle a débuté par l'accueil des participants du Congrès et des invités proposés pour recevoir des médailles d'or et d'argent du 6e Congrès International de Spéléologie 1973 et les médailles d'or et commémorative de l'Université d'Olomouc chez le recteur Monsieur le professeur MUDr. F. Gazárek CSc. et les membres du Conseil scientifique de l'Université.

Le cérémoniel d'ouverture du Congrès s'est tenu le 3/9 dans le Grand Théâtre O. Stibor à Olomouc. Il a été ouvert par les fanfares solennelles et l'arrivée des hôtes avec les drapeaux des pays des participants du Congrès et les drapeaux de la Tchécoslovaquie, de l'Organisation des Nations Unies et de l'Union Internationale de Spéléologie accompagnés d'une garde d'honneur de spéléologues en uniformes portant des flambeaux et d'un groupe de jeunes filles en costume national hanakien. Ce rassemblement était du plus bel effet et a été longuement applaudi par plus de 600 participants présents.

Après l'hymne national tchécoslovaque le président du Comité d'organisation, le professeur MUDr. J. Hrbek, CSc., a souhaité la bienvenue aux participants du Congrès et a présenté les présidents des délégations officielles. Ensuite le ministre de la Culture tchèque le Doc.Dr. Milan Klusák, CSc., au nom du gouvernement fédéral de ČSSR a salué le Congrès en tchèque, en français, en russe et en anglais, ce qui lui a valu des applaudissements enthousiastes.

Puis ont parlé: l'hôte du Congrès, le Recteur de l'Université Palacký d'Olomouc le professeur MUDr. F. Gazárek, CSc., le président du Comité national municipal d'Olomouc le Dr. J. Tencián, le secrétaire général du 5e Congrès International de spéléologie 1969 Monsieur H. Binder (RFA) et le président de l'UIS Monsieur le professeur B. Gèze.

Ensuite le Congrès a été officiellement ouvert par le président du Conseil scientifique et président du Congrès l'académicien J. Pouлік, vice-président de ČSAV, au nom de ČSAV.

Après les discours solennels 17 travailleurs étrangers méritants dans la spéléologie et 80 tchécoslovaques ont été décorés des médailles du Congrès et de l'Université Palacký et ont reçu un diplôme



en latin. Par ailleurs les ouvriers forestiers et les découvreurs des Grottes Javoříčské jeskyně martyrisés par les nazis lors de la destruction du village Javoříčko, de Lidice Morave, en mai 1945, ont reçu la médaille d'or du Congrès "in memoriam". Cette cérémonie a fortement impressionné les participants qui se sont tous spontanément levés lorsque les membres des familles des martyrs sont montés sur l'estrade pour recevoir les médailles.

A la fin de cet acte solennel on a écouté la chorale Nešvera du Club du Syndicat de l'entreprise nationale Moravské železářny d'Olomouc, au programme: "La dot" de B. Smetana et "A la Moravie" de J. Nešvera.

En plus des 600 congressistes étaient encore présentes des délégations officielles participantes du Parti et du Gouvernement: la délégation du ministère de l'Education ĀSR conduite par le vice-ministre Ing. K. Kuřna, DrSc., la délégation du ministère de la Culture ĀSR, le ministre Doc.Dr. M. Klusák, CSc., la délégation du ministère de la Culture SSR, Dr. Š. Rybecký, CSc., la délégation ĀSAV, l'académicien J. Poulik, la délégation de la Commission tchécoslovaque pour UNESCO, son président et vice-ministre des Affaires Etrangères Dr. I. Rohal, la délégation du Comité gouvernemental ĀSR pour le Tourisme RSDr. R. Krařoch, la délégation du Bureau de Géologie tchèque et vice-président Ing. J. Krauter. Etaient encore présentes les délégations suivantes: les Comités régionaux du Parti Communiste et les Comités nationaux régionaux de la Moravie du sud et du nord, les Comités du Parti et des administrations de l'Etat des districts de Beroun, de Semily, de Blansko, de Rořňava, de Liptovský Mikuláš et d'Olomouc.

L'ouverture solennelle a été suivie d'un déjeuner offert par le vice-président ĀSAV l'académicien Poulik et le recteur de l'Université Palacký le professeur MUDr. F. Gazárek, CSc.

L'après-midi il y avait le vernissage des expositions du Congrès où des discours ont été prononcés par le président de l'Union Internationale de Spéléologie le professeur B. Gèze (France) et les représentants du Comité gouvernemental ĀSR pour le Tourisme. Une partie du programme était la première des "Fragments Spéléologiques" de Leoř Janáček, qu'il a composés comme une fraction de Všudybyl (Ubiquiste) dans les Grottes Demánovská jaskyňa. L'interprétation sur les orgues des "Fragments" a suscité une grande surprise auprès des congressistes étrangers et tchécoslovaques car il s'agissait d'une oeuvre presque inconnue du célèbre compositeur.

Après le vernissage le ministre de la Culture ĀSR le Doc.Dr. M.

Klusák, CSc., a inspecté les centres d'enregistrement, d'information et des services du Congrès et il s'est entretenu amicalement avec les représentants des comités d'organisation et scientifique, les représentants de l'UIS et avec plusieurs congressistes.

A la fin de cette cérémonie le président du Comité national municipal d'Olomouc le Dr. J. Tencián a reçu à l'Hôtel de Ville les membres de la présidence de l'Union Internationale de Spéléologie, les présidents des délégations officielles nationales du Congrès et les représentants des comités d'organisation et scientifique du Congrès.

La partie scientifique du programme du Congrès à Olomouc a été remplie, d'une part par deux sessions de 10 commissions scientifiques de l'UIS et des réunions constitutives pour les commissions nouvellement créées et, d'autre part par des sessions de 18 sections de travail du domaine de la Géologie, de la Spéléologie physique, de la Biospéléologie, de la Spéléoarchéologie et de la Spéléologie appliquée et encore par des exposés du soir, accessibles au public.

Les séances des commissions ont été tenues dans des pièces spécialement aménagées à cet effet et avaient un caractère organisateur et théorique. Elles avaient aussi pour sujet l'activité de coordination internationale des disciplines individuelles de la spéléologie complexe. Elles ont abouti à de nombreuses ententes internationales pour une collaboration dans les solutions de problèmes difficiles théoriques et pratiques surtout dans l'aide aux pays en voie de développement.

Le procédé des sections de travail était en général orienté sur des problèmes du karst comme une partie spécifique et très sensible de l'environnement, sur les problèmes de son exploitation culturelle, scientifique, économique et touristique et sur sa protection. Les sections de travail étaient dirigées par des membres du Comité scientifique, d'éminents spécialistes tchécoslovaques des disciplines scientifiques respectives (convocateurs et secrétaires des sections); ces sections ont travaillé au Congrès avec une participation de 345 exposés. Chaque exposé accepté pouvait durer 30 minuts avec la discussion. Beaucoup dépassent le cadre de la Spéléologie en tant que science complexe interdisciplinaire du karst et sont valables aussi pour des disciplines scientifiques de base; une grande partie des exposés concerne les nouvelles méthodes d'exploration et les nouveaux appareils modernes.



Les sections suivantes ont travaillé au Congrès:

A. GÉOLOGIE DU KARST

(convocateur principal: Professeur Dr. F. Němec, Université Palacký, Olomouc),

Aa) Géologie des roches solubles

(convocateur: Professeur Dr. F. Němec, Université Palacký, Olomouc),

Ab) Géologie des couvertures kartiques et des sédiments cavernicoles

(convocateur: Professeur Ing.Dr. J. Pelíšek, DrSc., Haute Ecole d'Agriculture et Forestière, Brno),

B. GÉOMORPHOLOGIE KARSTIQUE

(convocateur principal: Doc.Dr. J. Demek, DrSc., directeur de l'Institut de Géographie ČSAV, Brno),

Ba) Géomorphologie des surfaces karstiques

(convocateur: Doc.Dr. E. Mazúr, DrSc., directeur de l'Institut de Géographie SAV, Bratislava),

Bb) Géomorphologie des phénomènes karstiques souterrains

(convocateur: Doc.Dr. V. Král, CSc., Université Charles, Prague),

C. HYDROLOGIE ET CLIMATOLOGIE KARSTIQUES

(convocateur principal: Dr. J. Pacl, CSc., président du Conseil spéléologique du Ministère de la Culture SSR, Bratislava),

Ca) Hydrologie karstique

(convocateur: Dr. J. Pacl, CSc., président du Conseil spéléologique du Ministère de la Culture SSR, Bratislava),

Cb) Facteurs géographiques dans l'érosion karstique

(convocateur: Dr. O. Štelcl, CSc., Institut de Géographie ČSAV, Brno),

Cc) Climatologie et microclimatologie du karst

(convocateur: Dr. E. Quitt, CSc., Institut de Géographie ČSAV, Brno),

D. BIOLOGIE ET PALÉONTOLOGIE KARSTIQUES

(convocateur principal: Dr. J. Rauscher, CSc., Institut de Géographie ČSAV, Brno),

Da) Botanique karstique

(convocateur: Dr. B. Šula, CSc., Institut d'Histoire Naturelle, Olomouc),

Db) Zoologie karstique

(convocateurs: Dr. J. Vašátko, Institut de Géographie ČSAV, Brno,

Dr. J. Gaisler, CSc., Université J.E. Purkyně, Brno),

Dc) Paléontologie karstique quaternaire

(convocateur: Dr. V. Ložek, DrSc., Institut de Géologie ČSAV, Prague)

E. SPÉLÉO-ARCHÉOLOGIE

(convocateur principal: académicien J. Poulík, directeur de l'Institut d'Archéologie ČSAV, Brno),

Ea) L'homme paléolithique et le karst

(convocateur: Dr. J. Bárta, CSc., Institut d'Archéologie SAV, Nitra),

Eb) L'homme néolithique et le karst

(convocateur: professeur Dr. J. Neústupný, DrSc., Museum National, Prague),

F. SPÉLÉOLOGIE APPLIQUÉE

(convocateur principal: Dr. B. Kučera, Institut National pour la Protection des Monuments et de la Nature, Prague),

Fa) Protection des phénomènes karstiques, des eaux, des sols et de la végétation

(convocateur: Dr. D. Kubíny, CSc., Recherches Géologiques, e.n., Banská Bystrica),

Fb) Spéléo-thérapie et médecine sportive

(convocateurs: PhMr. Š. Roda, Administration des Grottes Slovaques, Liptovský Mikuláš,

Doc.Dr. Z. Jirka, CSc., Université Palacký, Olomouc),

Fc) Tourisme dans le karst et aménagement des grottes

(convocateurs: Doc.Dr. S. Šprincová, CSc., Université Palacký, Olomouc,

professeur L. Blaha, Institut Slovaque pour la Protection des Monuments historiques et de la Nature, Bratislava),



Fd) Spéléo-cartographie et documentation

(convocateur: Dr. A. Droppa, CSc., Institut de Géographie SAV, Bratislava - Liptovský Mikuláš),

Fe) Spéléologie sportive, technique, équipement, sécurité et aspects juridiques de l'exploration karstique

(convocateurs: Dr. P. Ryšavý, Recherches géologiques, e.n., Brno,

Ing. K. Vytřas, CSc., Haute Ecole de Chimie et de Technologie, Pardubice),

Ff) Spéléologie pédagogique

(convocateur: Doc.Dr. J. Machyček, CSc., Université Palacký, Olomouc).

Dans le cadre des négociations de la section de travail pour le tourisme dans le karst, des sessions communes de la Commission de l'Union Internationale de Spéléologie pour l'aménagement des grottes se sont tenues avec le Groupe de travail de l'Union Internationale de Géographie pour le tourisme et les loisirs. Une collaboration étroite a été convenue entre les deux organisations.

Les négociations des sections se sont déroulées dans les salles d'audition de la faculté pédagogique, des Instituts théoriques de la faculté de médecine et dans les cliniques de l'hôpital universitaire d'Olomouc. Les négociations étaient organisées de telle façon que, les sections les plus importantes en nombre puissent aussi être terminées dans le temps planifié. Par l'indisciplinité de quelques participants l'horaire prévu pour les exposés a été dérangé et ainsi le temps limité n'a pas été respecté. Les salles d'audition étaient pourvues de micros, de diaprojecteurs, de projecteurs-réfecteurs et d'épidiascopes. Les discussions des exposés étaient facilitées par des interprètes et traducteurs des langues exigées. La projection des diapositives et la documentation des images étaient assurées par des assistants, connaissant au moins une langue étrangère.

Une partie du programme était encore des conférences du soir, accessibles au public, données par d'éminents participants du Congrès. Les conférences étaient complétées par des diapositives et des films et traduits en tchèque. Les conférences étaient de: Ing. F. Oedl (Autriche) "Les Grottes de Dachstein et le Monde géant de la glace"; Madame Ute Mueller (Espagne) "Grottes colorées d'Espagne"; Professeur Dr. D.C. Ford (Canada) "Le Karst dans les Cordillères Canadiennes et l'Arcti-

de"; Professeur J. Mitchell (USA) "La Faune dans les grottes mexicaines".

Ces conférences publiques du soir ont été intégrées dans le programme du Congrès expérimentalement comme une nouveauté et dans le but d'informer le public d'Olomouc et les étudiants de l'Université Palacký sur le niveau scientifique du Congrès. Ces conférences obtinrent le plus vif succès et les salles, bondées devaient être fermées avant le début de la conférence.

Dans le cadre du programme durant tout le Congrès se sont tenues des discussions organisées et non-organisées. Elles ont apporté beaucoup de neuf surtout pour la solution des problèmes concernant la création et la protection de l'environnement dans le karst et l'emploi du temps libre en forme de spéléologie sportive, tourisme, inventarisation et documentation.

La partie culturelle du programme du Congrès d'Olomouc a eu grâce aux institutions culturelles d'Olomouc un très haut niveau et a contribué largement au succès général du Congrès.

Le programme culturel a débuté le 3/9/73 le soir par un très beau concert d'orgues et la chorale d'enfants du centre régional de Pionniers dans l'église St. Maurice. Grâce à la bonne acoustique et à l'ambiance particulière de cette église gothique et aussi grâce à la très bonne interprétation sur les plus grandes orgues d'Europe Centrale et les chœurs latins et italiens des chœurs d'enfants, ce concert a obtenu un immense succès auprès des participants.

Le 5/9/73 les performances de l'opéra de B. Smetana "La Fiancée Vendue" et le concert des "Danses Slaves" de A. Dvořák, interprétés par la Filharmonie Morave d'Olomouc ont vivement impressionné tous les participants qui ont applaudi avec ardeur les deux représentations.

Un événement culturel exceptionnel dans le cadre du Congrès était le Festival de films spéléologiques - "I N T E R S P E L E O L O G I A - F I L M O L O M O U C 1973" organisé pour la première fois dans l'histoire des congrès internationaux de spéléologie. A ce festival on a projeté 31 films de 12 pays. Le jury international de spécialistes a décerné 8 grands prix:

- Grand Prix du Comité scientifique du 6e Congrès,
- Grand Prix de l'Université Palacký, Olomouc,
- Grand Prix de l'Académie des Sciences tchécoslovaque,
- Grand Prix du Comité National Municipal de Olomouc,
- Grand Prix du Comité d'organisation du 6e Congrès,



Grand Prix du Comité Régional pour le Tourisme, Moravie-Nord,  
Grand Prix du Comité National Régional, Moravie-Nord,  
Grand Prix des Usines Uničovské strojírny, e.n., Uničov,  
et le Prix du Jury (offert par la direction des Usines Uničovské strojírny, e.n., Uničov). Tous les films ont reçu un prix de participation, des plaquettes et des diplômes latins. Les prix ont été distribués, lors du banquet, par le recteur de l'Université Palacký et par le directeur de l'Institut de Géographie ČSAV le 6/9/73. L'organisation du festival a été assurée par le Dr. J. Duda, Université Palacký, et les travailleurs des festivals traditionnels Academia-Film-Olomouc.

Les expositions suivantes faisaient aussi partie du programme culturel du Congrès:

- Grottes tchécoslovaques

(organisée par l'Institut d'Histoire Naturelle, Olomouc, dans le cadre du 125e anniversaire du Museum tchèque à Olomouc),

- Grottes touristiques dans le monde - 100 exposants

(organisée par l'Institut d'Histoire Naturelle, Olomouc),

- Pour les temps à venir

(les nouvelles découvertes dans le Karst Morave, organisée par l'Institut de Géographie ČSAV, Brno),

- Romania

(expédition tchéco-roumaine dans les karsts roumains, organisée par l'Administration des Grottes Bozkovské jeskyně et la Section karstique de l'Association pour la Protection de la Nature TIS),

- Sigma Olomouc et le Karst

(documentaire sur l'emploi des pompes anciennes et modernes durant les recherches des eaux karstiques souterraines, organisateur: direction de l'entreprise nationale Sigma, Olomouc)

- Le Karst dans les Cordillères canadiennes et l'Arctide

(organisateur: Département de Géographie de l'Université Mac Master, Hamilton, Ontario, Canada)

D'autres expositions ont été organisées hors de Olomouc:

- Les nouvelles découvertes dans le Karst Morave

(organisateur: le Museum Morave et le Club spéléologique, Brno) à Brno

- Les grottes inconnues du Karst Bohème

(organisateur: Museum régional, Beroun) à Beroun

- Les spéléologues tchécoslovaques en Roumanie

(organisateur: Administration des Grottes à Bozkov près de Semily)

- 250 ans depuis la première descente au fond du gouffre Macocha  
(organisateur: Administration du Karst Morave Blansko)
- 30 ans de la pénétration dans Macocha par voie fluviale souterraine  
(organisateur: Administration du Karst Morave Blansko) à Blansko.

Une grande importance culturelle avait "L'Exposition de la Littérature Mondiale de Spéléologie", exposition et vente des publications étrangères et tchécoslovaques de différents domaines de la Spéléologie (organisateur: Littérature étrangère, entreprise nationale, Olomouc, Prague et Maison d'édition Academia, Prague). L'exposition a eu un très bon résultat économique.

On a également exposé des collections du Museum du Karst Slovaque de Liptovský Mikuláš, des Musea régionaux de Blansko et Beroun et du Museum d'Histoire Naturelle d'Olomouc.

Dans le cadre du programme culturel 3 excursions à pied ont été organisées pour visiter la ville d'Olomouc dans sa partie ancienne et sa partie moderne (organisateur: le Bureau de voyages Čedok - Olomouc) et 3 excursions intra-congrès (D-1 dans le Karst Morave, toute la journée, D-2 dans le Karst Morave, une demi-journée, et D-3 dans le Karst de Hranice, une demi-journée). Plusieurs centaines de personnes ont pris part aux excursions dans la ville d'Olomouc et 120 personnes ont pris part aux excursions intra-congrès. Les excursions avaient des guides professionnels et des interprètes.

La visite de l'exposition de fleurs "Flora Olomouc 1973" était gratuite pour tous les congressistes. Sans nul doute tous les participants l'ont visitée. La direction "Flora" leur a offert un riche matériel de publicité. En plus de cela la direction de "Flora" et la direction du "Jardin botanique expérimental" de l'Université Palacký ont fourni journallement dans tous les objectifs du Congrès et dans la résidence universitaire des fleurs fraîches, ce qui faisait l'admiration des participants du Congrès.

Le programme des loisirs était très varié.

Le soir du 3/9/73 on a organisé trois soirées d'introduction, 900 membres du Congrès et invités y ont pris part. Les soirées étaient organisées dans trois salles. Dans la salle des fêtes de la Faculté pédagogique de l'UP la soirée était organisée par le président de ČSAV et le Comité scientifique du Congrès; dans la salle B. Václavek de la résidence universitaire par le président du Bureau tchèque de Géologie et dans la Grande salle de sessions du rectorat de l'Université par le recteur et le président du Comité d'organisation du Congrès. L'hospi-



talité et les rafraîchissements à ces soirées étaient assurés par la coopérative "Jednota" qui a su arranger avec goût les tables. Les soirées commençaient par des discours de bienvenue de la part des organisateurs et avaient un haut niveau.

Un autre évènement important au Congrès était les banquets (6/9/73) organisés dans la Grande salle à manger de l'hôtel Národní Dům et dans la Grande salle à manger de la faculté pédagogique d'Olomouc. Les tables étaient décorées par les soins du personnel de l'Interhôtel et de Jednota. Surtout le banquet à la Faculté pédagogique avait un haut niveau. La participation aux banquets était de 600 personnes. Les hôtes étrangers ont vu un programme culturel de folklore et admiré les costumes nationaux et les chants et danses des principaux groupes ethniques de Moravie - hanakien, valakien et slovaque-moravien. Ce programme riche a été fortement applaudi, il a été assuré par la Maison de la Culture et des Loisirs d'Olomouc. Les chœurs suivants y ont pris part: le chœur artistique "Hanačka" de Slatini- ce, le chœur valaque "Radhošť" de Rožnov et l'ensemble slovaque-moravien du chœur artistique du Club syndical de l'entreprise nationale Moravské železářny, Olomouc, l'interprétation cymbalum a vivement attiré l'attention des congressistes. A l'issue du banquet à l'hôtel Národní Dům on a distribué les prix des films gagnants du Festival de films spéléologiques "Interspeleologia-Film 1973".

Une partie attrayante du programme des loisirs était la performance des Aquabelles d'Olomouc, ensemble artistique de jeunes filles, complété par l'obligation des congressistes à se baigner dans le bassin couvert des Bains de la ville. Cette activité s'est poursuivie tard dans la nuit et a dû être terminée sur ordre de l'organisateur. Elle a enthousiasmé les jeunes et les moins jeunes congressistes.

Une partie spéciale du programme de loisirs était encore le Programme des Dames, pour les personnes accompagnatrices des membres du Congrès. Cela a duré une semaine entière du 3/9 au 9/9/73. Cette partie était tellement populaire que même des messieurs y prenaient part. Parmi les activités les plus réussies notons les excursions dans les principales entreprises d'Olomouc (Usine de cosmétiques MILO, Olomouc; Chocolaterie ZORA, Olomouc; Laiterie OLMA, Olomouc); l'excursion dans l'Entreprise de confection du prêt-à-porter J. Wolker à Prostějov comprenant un grand défilé de modes; le tournoi de mini-golf; la visite dans les serres de plantes tropicales "Flora"; l'excursion "Dans l'Inconnu" où l'on a cherché, préparé et mangé des champignons à l'ancienne mode tchèque; la visite

des châteaux Bouzov, Úsov et Šternberk; le concert de voix d'hommes d'Olomouc et d'autres. Ces excursions ont obtenu un très vif succès et ont largement contribué au succès du Congrès. Le programme a été préparé par le Dr. J. Bičík et d'autres professeurs de l'Université Palacký.

La plus grande occasion du programme de loisirs était une e x - c u r s i o n d'un jour libre dans les environs d'Olomouc, le 7/9/73. Cette excursion a été préparée et réalisée d'après le projet du Dr. Vladimír Panoš, CSc., avec la participation directe et la collaboration des travailleurs et fonctionnaires du Comité du Parti Communiste de Tchécoslovaquie et du Comité national du district Olomouc. C'est grâce à Monsieur F. Šimeček, secrétaire de la Faculté des sciences naturelles de l'Université Palacký et un ensemble spécial d'organiseurs que cette action très compliquée a pu être réalisée.

La Participation à cette excursion était de plus de 900 personnes, des membres du Congrès, des personnes accompagnatrices et d'invités; 22 autobus ont traversé la région de Haná dans la partie nord d'Olomouc. Les travailleurs de l'Inspectorat de transport de la Sécurité publique d'Olomouc ont assuré exemplairement le transport rapide et continu de cet imposant groupe d'autocars.

Tôt le matin les participants ont déposé des fleurs sur la tombe de J. Opletal à Náklo près d'Olomouc et écouté le discours du président du Comité de la Jeunesse de l'Université qui a parlé de l'importance du 17 Novembre 1939. Le village de Náklo était solennellement orné et le cimetière bien arrangé. Les élèves de l'école primaire du village attendaient les participants de l'excursion et formaient une haie jusqu'au cimetière. Tout l'ensemble a laissé une profonde émotion sur les participants. Ensuite s'est déroulé un acte de piété près du monument érigé à la mémoire des victimes tombées sous les coups des nazis à Javoříčko - le Lidice Morave, on y a déposé les couronnes du 6e Congrès International de Spéléologie, de l'Union Internationale de Spéléologie et de l'Université Palacký. Après le lever du drapeau tchécoslovaque et l'Hymne national le représentant du Comité national du district Olomouc a prononcé un discours en français où il a parlé du destin tragique des événements de Javoříčko. Beaucoup de congressistes se sont agenouillés sur la tombe des martyrs parmi lesquels il y avaient plusieurs spéléologues de Javoříčko. Tout le monde a été frappé par la solennité de l'acte, l'arrangement exemplaire autour des monuments et ceci grâce aux soins du Comité national local. Après il



y a eu un concert d'instruments à vent d'Olomouc, les exécutants étaient en costume régional hanakien; les participants de l'excursion ont visité la Grotte Javoříčko et la Grotte de la Paix, puis ils sont partis visiter le château Bouzov. Dans le parc du château on avait organisé un pique-nique et la musique locale a donné un concert populaire. Après le déjeuner on a visité la Grotte Mladečské jeskyně.

A Mladeč les participants de l'excursion se sont séparés par nationalité, se sont dispersés pour visiter 10 coopératives agricoles de la région Olomouc. Les participants de l'URSS ont été reçus par le directeur de l'entreprise nationale des Constructions de machines de Uničov. Les coopératives agricoles ont préparé pour leurs hôtes des causeries sur l'histoire et les résultats de l'économie collective actuelle, on leur a facilité la visite de la marche et du fonctionnement des productions spéciales, les installations culturelles et les logements des membres de la coopérative. Pour terminer on leur a offert généreusement des rafraîchissements et une bonne chère dans le style hanakien et préparé un programme folklorique. Partout les enfants des écoles maternelles souhaitaient la bienvenue aux congressistes avec un gentil programme. Les coopératives individuelles rivalisèrent entre elles.

La visite dans les coopératives a laissé une profonde émotion auprès des participants et aussi auprès des participants des pays socialistes. Ils se sont vivement intéressés à la grande production agricole socialiste et étaient surpris de leurs succès, des hauts rendements et du haut niveau matériel et culturel des membres de la coopérative. La plupart des congressistes n'ont pas caché leur admiration et leur surprise qu'ils ont exprimées dans des lettres adressées au Secrétariat du Congrès et aux coopératives agricoles individuelles. De vives discussions se sont développées avec des fonctionnaires qualifiés et capables et avec plusieurs membres des coopératives agricoles. Partout les discussions devaient être interrompues faute de temps. Les participants des excursions ne se séparèrent pas volontiers de leurs hôtes et dans plusieurs cas ils invitaient les présidents des coopératives agricoles et des comités nationaux à participer à d'autres programmes.

Cette excursion a atteint son point culminant à Štěpánov près d'Olomouc où tous les groupes se sont réunis le soir. Sur la place solennellement décorée, les participants ont été accueillis par des discours très cordiaux des présidents du Comité national local et de la coopérative agricole qui invitèrent tous les participants à un

diner commun dans le plus pur style d'une kermesse hanakienne, dans le cadre des festivités du 700e anniversaire de la fondation de la commune. A l'issue du diner on a écouté la musique des instruments à vent, les exécutants étaient aussi en costume régional. Ce programme était préparé à la perfection et s'est terminé tard dans la nuit et, insensiblement a changé toute l'ambiance en une réelle et sincère manifestation d'amitié et de collaboration entre les nations.

La partie finale du programme de loisirs était la participation des congressistes à La Fête nationale de la moisson à Olomouc. Elle s'est déroulée le 9/9/73. Les participants ont été conviés à la fête par l'intermédiaire de publicité, de programmes de télévision internes et par le Bulletin du Congrès. Le programme du Congrès a été arrangé de façon à ce que tous les membres du Congrès puissent y assister. Une partie des membres a pris part à la fête individuellement mais un groupe de 300 personnes annoncé par une banderolle quittait la résidence universitaire, traversait la ville jusqu'à l'endroit réservé pour eux en face de la tribune principale. Ils ont eu l'occasion de voir de près et de photographier le Secrétaire Général du Parti Communiste de Tchécoslovaquie le Dr. G. Husák et les autres représentants éminents du Parti et du Gouvernement ainsi que des groupes en costume national et les voitures allégoriques du cortège. Les discours officiels ont été traduits.

## **PUBLICATIONS, FILM, RADIO, TÉLÉVISION, ARTS**

Le Congrès a exigé non seulement une grande activité de tous les éléments participants mais aussi une activité publicitaire, de propagande et d'art comme il ne s'en est jamais trouvé dans les autres réunions scientifiques internationales.

L'activité publicitaire, du Comité d'Organisation, réalisée et assurée par le secrétariat et le secrétaire général était très vaste et s'est acquittée des exigences des plus grands congrès. On a écrit, traduit et émis les publications congressistes suivantes:

1ère circulaire - tirage 3.500 exemplaires (anglais, russe, français, tchèque)

2me circulaire - tirage 1.600 exemplaires (anglais, français)

3me circulaire - tirage 1.300 exemplaires (anglais)



Circulaire de publicité pour l'exposition "Grottes Touristiques dans le Monde" - tirage 1.000 exemplaires (anglais)

Circulaire de publicité pour le Festival de films spéléologiques "Interspeleologia-Film Olomouc 1973" - tirage 1.000 exemplaires (anglais, russe, français, allemand, tchèque)

Circulaire de publicité "Camp de Spéléo-alpinisme et Sauvetage" - tirage 1.000 exemplaires (anglais, russe, français, allemand, tchèque)

Circulaire de publicité "Camp de Spéléo-plongée et de Sauvetage" - tirage 1.000 exemplaires (anglais, russe, français, allemand, tchèque)

Programme du 6e Congrès International de Spéléologie 1973 - tirage 1.000 exemplaires, avec le sommaire

La date et l'heure des exposés annoncés et des tracts d'information sur les éléments participants (anglais)

Catalogue de l'exposition "Grottes Touristiques dans le Monde" - tirage 1.000 exemplaires (anglais, russe)

Catalogue de l'exposition "Littérature Spéléologique Internationale" - tirage 2.000 exemplaires (anglais, russe)

Programme du Festival des films spéléologiques - tirage 2.000 exemplaires (anglais, russe)

Liste des adresses des participants du Congrès - tirage 1.000 exemplaires

Guides des excursions: A-1, A-2, A-3, B-1, B-2, B-3, B-4 - tirage 1.400 exemplaires (anglais, russe, français, allemand)

Pantheon of the Czech Speleologists (biographie des classiques tchèques et moraves de la spéléologie) - auteurs D. Trávníček et R. Burkhardt - tirage 1.500 exemplaires (anglais)

Speleological Club in Brno (l'histoire du mouvement spéléologique-amateur en Moravie) - collectif d'auteurs, tirage 1.500 exemplaires (anglais)

Caves in Czechoslovakia (en collaboration avec la Maison d'édition Academia, Prague) - auteurs F. Skřivánek et J. Rubín, tirage 1.000 exemplaires (anglais)

Interspeleologia Olomouc 1973 (Bulletin d'information, 7 numéros, russe, anglais, français) émis en collaboration avec la rédaction de la revue géographique Lidé + Země (Academia), tirage 7.000 exemplaires

Dictionnaire de terminologie spéléologique - tirage 1.000 exemplaires (russe, anglais, français, allemand, tchèque)

Cartes d'invitations aux festivités et actions d'ensemble (en cinq langues)

Publications occasionnelles et informatives

Traductions des discours officiels tchèques et slovaques

Imprimés pour la comptabilité et l'enregistrement

Cartes individuelles des congressistes

International Speleology 1973 - Abstracts of Papers (recueil officiel du Congrès des abstracts anglais des exposés acceptés) - 438 abstracts, rédacteur scientifique Dr. Vladimír Panoš, CSc., tirage 1.000 exemplaires

L'activité des institutions participantes et des revues spécialisées ayant pour thème le Congrès était particulièrement importante quant aux publications:

Lidé + Země (numéro spécial - Maison d'édition Academia Prague)

Geologický průzkum - Recherche Géologique (numéro spécial - Maison d'édition nationale de la littérature technique, SNTL)

Krásy Slovenska - Beautés Slovaques (numéro spécial - Maison d'édition Sport, Bratislava)

Speleologický věstník - Bulletin spéléologique (numéro spécial - Institut de Géographie ČSAV, Brno)

Studia geographica, 35/1973 (numéro spécial - Institut de Géographie ČSAV, Brno)

Československý kras - Karst Tchécoslovaque (recueil consacré au Congrès, Maison d'édition Academia, Prague)

Slovenský kras - Karst Slovaque (recueil consacré au Congrès, Museum du Karst Slovaque, Liptovský Mikuláš)

Bienvenue en Tchécoslovaquie (numéro d'automne, revue représentative du Comité gouvernemental ČSR pour le Tourisme, consacré au Congrès, Prague)

Panorama (numéro d'automne, revue représentative du Comité gouvernemental SSR pour le Tourisme, consacré au Congrès, Bratislava)

For the Future Ages (publication scientifique richement illustrée et les nouvelles découvertes dans le Karst Morave, éditeur: Institut de Géographie CSAV, Brno)

Karst Morave (publication illustrée en 4 langues, éditeur: Administration du Karst Morave consacré au Congrès)

Les Grottes Slovaques (publication illustrée, grand format, publiée pour le Congrès par le Comité gouvernemental SSR pour le Tourisme et par l'Administration des Grottes Slovaques)

Welcome to our Slovak Caves (publication illustrée, publiée par



le Comité gouvernemental SSR pour le Tourisme pour le Congrès en anglais, russe et slovaque)

En plus les administrations de toutes les grottes touristiques ont publié pour le Congrès un assortiment de prospectus et de cartes postales en noir-blanc et en couleurs.

Des informations détaillées sur le Congrès ont été données également par des revues étrangères spécialisées en spéléologie, géographie, géologie, biologie et archéologie tels: "Geoforum" (RFA) revue internationale de géoscience; "International Speleological Bulletin" (Hollande) et d'autres. Les détails et le programme du Congrès ont été publiés dans plusieurs numéros de la revue officielle de "UIS Bulletin". Les revues spécialisées dans tous les pays socialistes, surtout en URSS, en Roumanie, en Hongrie et en RDA ont publié de larges informations et des articles de recrutement du Congrès, des photos des phénomènes karstiques en Tchécoslovaquie et des reproductions des insignes du Congrès (comme "Terra" Roumanie).

Plusieurs articles (illustrés) ont paru dans la presse italienne, française et suédoise sur la marche et les résultats du Congrès.

Les institutions pour l'information des masses ont consacré une grande attention au Congrès. Ces informations ont été livrées d'une part par plusieurs conférences de presse et causeries, d'autre part en forme d'articles et de reportages travaillés au secrétariat et au centre de la presse du Congrès.

Déjà avant le Congrès le Comité gouvernemental ČSR pour le Tourisme avait organisé deux grandes conférences de presse dans le cadre d'information pour le tourisme dans le Karst Morave. L'une s'est tenue à Prague (Club du Film), l'autre à Brno (Palais de la Foire). Par ailleurs dans le cadre du patronage sur les rencontres du Groupe de travail pour le tourisme et les loisirs de l'Union Internationale de Géographie et de la Commission pour les Grottes Touristiques de l'UIS il a organisé le deuxième jour du Congrès (4/9/73) une grande conférence de presse et un banquet pour les journalistes FIJET au château Šternberk. Toutes ces conférences ont eu un écho très favorable.

Une grande conférence de presse suivie d'un cocktail-party a été organisée aussi par le presidium ČSAV à Prague où, d'accord avec les Comités d'organisation et scientifique on a donné aux journalistes de la spécialisation "Science et Technique" des informations détaillées sur l'orientation et le programme du Congrès.

Juste avant le Congrès, durant les principales journées du Con-

grès et après le Congrès plusieurs conférences de presse se sont déroulées à Olomouc, organisées par le centre de la presse du Congrès. Ce centre de la presse et des informations a encore donné des informations régulières du Congrès par la voie de la filiale d'Olomouc, Agence tchécoslovaque de presse ČTK, le bureau de la rédaction, les journaux centraux, régionaux et locaux et les studios de télévision et de radio. Sous cette influence et grâce au directeur du centre de la presse de Prague, Monsieur B. Bílek, presque tous les quotidiens tchécoslovaques ont publié un grand nombre d'articles plus ou moins longs. Les revues hebdomadaires illustrées ont également publié des reportages illustrés sur le Congrès. Le centre de la presse avait assuré un service pour les coupures.

La Radio tchécoslovaque a diffusé régulièrement dans ses informations des nouvelles du Congrès dans les différents programmes et sur chaque chaîne. Encore après le Congrès il a été diffusé plusieurs grands reportages. Pour l'étranger la Radio tchécoslovaque a diffusé en langues étrangères.

La Télévision tchécoslovaque a consacré une attention toute particulière au Congrès. Le studio Ostrava a tourné et diffusé un court métrage (aussi pour Intervision) déjà avant le Congrès. Le studio de Prague a tourné et diffusé un court métrage pour le journal de la télévision. Le studio de Brno a tourné durant le Congrès à Olomouc et à Blansko quelques interviews avec d'éminents participants. Ces interviews ont été diffusées dans un programme individuel. Le studio de Bratislava a accordé une grande attention au Congrès, elle a tourné et donné quelques shots pour le journal télévisé et pour les programmes nationaux.

En plus de ces informations centrales on a organisé des conférences de presse et donné des informations par les moyens d'informations de masse grâce aussi à la partie Slovaque du Comité d'organisation et du groupe de travail de Blansko.

Le concours des radio-amateurs SVAZARM, organisé par l'Université Palacký pour le 400e anniversaire de la fondation de l'Université à Olomouc, a obtenu à l'étranger une signification de publicité exceptionnelle. Comme le 6e Congrès International de Spéléologie 1973 était une partie des festivités de cet anniversaire, beaucoup d'inscriptions au Congrès ont été reçues au Secrétariat par l'intermédiaire de ce concours de radio-amateurs. Le nom de l'Université Palacký d'Olomouc, en tant que hôtesse du Congrès, a été connu par des milliers de participants de ce concours dans le monde entier.



Le Congrès a contribué non seulement à une grande activité publicitaire, mais aussi à une création des arts qui a dignement représenté le haut niveau culturel en Tchécoslovaquie.

Le Comité d'Organisation a publié des affiches avec l'insigne du Congrès propageant en même temps les grottes touristiques de Tchécoslovaquie (tirage 2.500 exemplaires en anglais et slovaque) Les affiches petit format ont été distribuées comme tracts publicitaires (tirage 4.000 exemplaires). Les affiches et les tracts ont été envoyés aux intéressés inscrits préliminairement, aux institutions scientifiques et écoles à l'étranger et en Tchécoslovaquie.

L'insigne du Congrès International de Spéléologie 1973 représente la lampe spéléologique stylisée, le globe et le drapeau du pays, hôte du Congrès.

En collaboration avec la Société numismatique tchèque (filiale à Olomouc) on a frappé à l'Hôtel de la Monnaie de Kremnica des médailles du Congrès d'or, d'argent et de bronze, d'après le projet du sculpteur académique R. Doležel d'Olomouc. Il s'est servi de l'insigne du Congrès avec le texte latin et le motif du 400e anniversaire de la fondation de l'Université à Olomouc. Les médailles d'or et d'argent étaient destinées à apprécier le travail des participants méritants du Congrès, la médaille de bronze faisait partie du matériel du Congrès distribué aux membres ordinaires du Congrès. Tout le monde était vivement intéressé par ces médailles.

Les 8 prix principaux pour les films gagnants projetés au Festival de films spéléologiques Interspeleologia Film Olomouc 1973 avaient une grande valeur artistique. Les commandes des donateurs (Académie des Sciences tchécoslovaque, Université Palacký, Comité national municipal d'Olomouc et Commission du tourisme du Comité national de la Moravie du Nord, Ostrava) ont été exécutées par Monsieur F. Sochor de Turnov. Pour leur exécution on s'est servi de sinter des grottes et de métal. Les prix pour tous les films projetés au Festival étaient très appréciés, ils étaient l'oeuvre du sculpteur, Doc.Dr. S. Přikryl de l'Université Palacký d'Olomouc, un moulage de plâtre et une patine très réussie.

Les diplômes en latin accompagnant les médailles du Congrès et les prix du Festival de films spéléologiques (le cachet de l'Université en relief plastique) sont l'oeuvre du peintre académique Doc.Dr. L. Janoušek de l'Université Palacký d'Olomouc.

Tous les auteurs des projets de ces oeuvres d'art ont offert leurs projets au Comité d'Organisation du Congrès gratuitement.

Tous les membres du Congrès ont encore reçu beaucoup de souvenirs de valeur. Le Comité national municipal d'Olomouc leur a offert une série de moulages des gargouilles gothiques de la réserve des monuments de la ville et des reproductions en couleurs des peintres d'Olomouc avec des motifs d'Olomouc; le Comité national du district de Liptovský Mikuláš, des objets en céramique populaire; le Comité national du district de Blansko et l'Administration du Karst Morave, une imitation des haches de pierre de l'âge préhistorique et bien d'autres souvenirs encore. Les administrations des grottes touristiques en Tchécoslovaquie a en plus émis à l'occasion du Congrès une collection d'insignes, de nouvelles cartes postales et d'autres impressions.

## **UNION INTERNATIONALE DE SPÉLÉOLOGIE**

La session de l'UIS était aussi une partie du programme du Congrès.

Le soir du 2/9/73 a eu lieu la session commune des Comités d'Organisation et scientifique du Congrès avec les membres de la présidence de l'UIS et la participation des délégués de UIG, ICOMOS, CMAS et la Commission tchécoslovaque pour UNESCO.

A l'ordre du jour i y avait les informations sur le programme et la marche du Congrès.

Le 4/9/73, dans la Salle des Fêtes de l'UP s'est tenu la lère Assemblée Générale et, durant le Congrès quelques conseils de travail de la présidence de l'UIS se sont réalisés.

Le 9/9/73 s'est tenu la deuxième Assemblée Générale dans la Salle Pohraniční Stráž à Olomouc. Le cours de cette Assemblée Générale a été simultanément traduit.

## **DEUXIÈME ASSEMBLÉE GÉNÉRALE**

(Transcription mot à mot de la bande magnétique)

Le programme a débuté par l'entrée solennelle des porteuses des drapeaux des nations participantes, des Nations Unies, de l'Union Internationale de Spéléologie et par l'hymne national tchécoslovaque.

Ensuite le président du Comité d'organisation et vice-recteur de



l'Université Palacký d'Olomouc le professeur MUDr. Jan Hrbek ouvre la deuxième Assemblée Générale:

Chers amis et participants du 6e Congrès International de Spéléologie à Olomouc:

Aujourd'hui pour la dernière fois je me trouve ici. J'ai un devoir assez triste à remplir et c'est celui de faire mes adieux à vous tous avec lesquels j'ai eu la possibilité et la joie de passer une semaine très agréable dans notre ville et ses environs.

Je les fais au nom du Comité d'Organisation du Congrès et au nom de l'Université Palacký. Je vous remercie tous de tout coeur pour avoir fait un si grand voyage jusque chez nous en République Socialiste Tchécoslovaque et, pour avoir par votre présence aidé à une digne représentation du Congrès et des festivités en l'honneur du 400e anniversaire de la fondation des Hautes Ecoles à Olomouc. Tous mes remerciements.

L'Organisation, la partie Culturelle et les traductions du Congrès et la diversité du programme ont été organisées par plus de 250 personnes. Toutes ont déployé le maximum de forces pour que le Congrès ait une bonne marche. Les organes du Parti et de l'Etat ainsi que plusieurs organisations et institutions de toute la Tchécoslovaquie nous ont efficacement aidés. A eux aussi j'adresse mes très sincères remerciements.

Vu que, en même temps qu'a eu lieu le 6e Congrès International de Spéléologie, d'autres actions nationales importantes se sont déroulées, le Comité d'Organisation s'est trouvé quelquefois dans une situation assez critique. Pour cette raison il y a eu de temps en temps des changements imprévus et des imperfections dans la réalisation du programme. Nous nous en sommes rendu compte et nous vous prions de nous en excuser, mais je pense que c'est à vous de juger des préparations du programme et du cours même du Congrès.

Chers amis, je vous remercie encore une fois de tout coeur de votre visite. Je vous souhaite un séjour très agréable dans notre pays, je vous souhaite aussi une très bonne santé et beaucoup de succès dans l'évolution de la Spéléologie et des disciplines scientifiques associées.

Je n'aime pas les adieux et pour cela je vous dis plutôt au revoir en République Socialiste Tchécoslovaque.

Pour terminer veuillez me permettre qu'au nom du Comité d'Organisation et au nom de nous tous je rende hommage et je remercie celui qui a durant tant de mois porté le poids de la très lourde charge du

Congrès, le Secrétaire général et Vice-président de l'Union Internationale de Spéléologie, le Dr. Panoš. Par la décision du Comité d'Organisation et de l'Université Palacký, j'ai l'honneur et la joie de pouvoir décorer le Dr. Panoš de la médaille de l'Université Palacký et de la médaille d'Or du 6e Congrès International de Spéléologie. Je pense qu'il était bien celui qu'il fallait pour cette fonction. C'est à lui que vont nos remerciements, notre admiration et notre reconnaissance.

(Applaudissements prolongés, le Dr. Panoš est décoré)

P r o f e s s e u r     B . G è z e     (France):

Avant l'Ouverture officielle de la séance pour l'Assemblée Générale de l'Union Internationale de Spéléologie, je demande que le délégué officiel de chaque pays vienne occuper une place dans les deux premiers rangs afin de faciliter les votes.

#### LA SECONDE ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DE L'UNION INTERNATIONALE DE SPÉLÉOLOGIE AU COURS DU 6me CONGRÈS INTERNATIONAL DE SPÉLÉOLOGIE 1973

Notre Ordre du jour demande d'abord l'adoption d'un nouveau membre, nous avons un nouveau pays candidat: La Pologne. Si personne n'a d'avis contraire nous allons procéder comme nous avons fait pour les pays précédents, sauf avis contraire, la Pologne devient membre de l'Union. Applaudissements. La Pologne est le 35e pays-membre de l'Union, vous voyez que notre Union devient réellement importante et de valeur tout à fait mondiale. Nous devons faire le contrôle des électeurs avant de commencer le véritable travail. Je rappelle, il y a un titulaire par pays-membre de l'Union, en son absence il peut être remplacé par son suppléant, mais il y a en tout état de cause, qu'un seul votant par pays. Notre Secrétaire général va faire l'appel des pays-membres, le délégué représentant voudra bien se lever à l'appel de son nom, nous aurons ainsi le contrôle immédiat.

Dr. H. T r i m m e l     (Autriche):

La langue française est la langue officielle de notre Union, la langue des Statuts, je vous présente donc la liste des pays-membres par ordre alphabétique français:

Allemagne République Fédérale	Japon
Australie	Liban
Autriche	Luxembourg
Belgique	Mexique
Bulgarie	Nouvelle-Zélande



Canada	Pays-Bas
Cuba	Pologne
Danemark	Portugal
Espagne	Roumanie
Etats-Unis	Suède
France	Suisse
Grande-Bretagne	Tchécoslovaquie
Grèce	Turquie
Hongrie	Venezuela
Irlande	Yougoslavie
Italie	il y a 29 votants + 3 absents

Professeur B. Gèze rappelle qu'il a reçu par écrit les votes de la Belgique et de l'Irlande pour le Bureau et pour choix du Congrès.

Notre Ordre du jour demande maintenant le compte-rendu du sommaire des activités du 6me Congrès International par le Secrétaire Général le Dr. Panoš:

Dr. V. P a n o š (Tchécoslovaquie):

La Tchécoslovaquie a eu l'honneur d'organiser le 6me Congrès International de Spéléologie par la décision de l'Assemblée Générale du 5me Congrès à Stuttgart. Les délégués officiels ont tout fait pour que les Autorité tchécoslovaques préparent pour le 6me Congrès International de Spéléologie les meilleures conditions techniques, organisatrices, scientifiques et humaines.

Nous avons déployé le maximum d'efforts pour que, le Congrès soit une contribution pour l'évolution de la Spéléologie, en tant que, science de différenciation multidisciplinaire du karst, pour que les expériences des délégués de tous les pays puissent être utilement échangées et qu'on puisse nouer des contacts efficaces et utiles, et enfin pour renforcer la collaboration et l'amitié entre les nations.

Les préparations du Congrès ont été gênées par certaines circonstances dont quelques-unes ont eu une répercussion inévitable sur le cours même du programme du Congrès.

On a expédié la première circulaire à 1800 adresses dont une partie nous a été donnée par le Secrétaire général de l'Union Internationale de Spéléologie et une partie par les organisateurs tchécoslovaques. Nous avons reçu 1400 inscriptions préliminaires. Nous avons élaboré et préparé un projet détaillé du Congrès et envoyé la deuxième circulaire.

Nous avons reçu 1280 inscriptions définitives. La participation

réelle au Congrès d'après la situation d'aujourd'hui est la suivante: au Congrès il y a peu 765 participants dont 477 membres ordinaires, 96 membres adhérents, 61 observateurs et 131 personnes accompagnatrices. L'enregistrement n'est pas terminé parce que la deuxième partie du Congrès, la partie pratique, continue ou se fera encore.

Il ressort de mon exposé de grandes disproportions entre les inscriptions préliminaires, les inscriptions définitives des participants au Congrès et la participation réelle au Congrès et cela malgré les efforts considérables que les Autorités tchécoslovaques ont déployés auprès des Ambassades tchécoslovaques à l'étranger afin d'obtenir un maximum de facilités pour la délivrance des visas pour la Tchécoslovaquie. Je pense que c'est une bonne expérience aussi pour les organisateurs des prochains congrès. Il faudra exiger des délégués préliminairement inscrits une plus grande discipline en présentant les inscriptions définitives.

Nous sommes heureux d'avoir pu accueillir à notre Congrès les représentants de 41 pays dont quelques-uns ne sont pas encore membre de l'Union Internationale de Spéléologie, mais ce sont des pays qui désirent collaborer dans l'avenir à l'évolution de la spéléologie et dans l'exploration des régions karstiques.

J'ose croire que notre rencontre a apporté des résultats scientifiques fructueux et qu'elle signifiera un certain tournant dans l'évolution de la Spéléologie en tant que Science et que les participants de notre Congrès emporteront les meilleures impressions de notre pays.

Le Dr. V. Panoš remercie.

P r o f e s s e u r B. G è z e (France):

Je remercie le Dr. Panoš de son exposé, nous en reparlerons des remerciements à la fin de cette réunion. L'ordre du jour appelle maintenant le compte-rendu sommaire des activités des commissions de l'Union. Ce sont les présidents respectifs de ces commissions qui vont nous faire un bref compte-rendu, j'insiste, leur compte-rendu détaillé sera imprimé dans le Bulletin de l'Union. Ici je les prie de bien vouloir faire un exposé extrêmement bref, 5 minutes au maximum, en dégagant simplement les grandes choses qui ont pu être faites dans les quatre ans passés et au cours de ce Congrès dans chacune de ces commissions qui ont fonctionnées jusqu'à maintenant. Je les appelle dans l'ordre dans lequel elles figuraient dans notre liste, je mets à part la commission des statuts qui aura un rapport plus long à nous fournir.



COMMISSION DE SPÉLÉO-CHRONOLOGIE: Dr. H.W. Franke (RFA):

Sehr geehrter Herr Präsident, meine Damen und Herren,

Bei der Sitzung der Kommission für Speläochronologie wurde festgestellt, dass die absolute Altersbestimmung von Höhlentwicklungsphasen und Sedimenten immer wichtiger wird und in ihrer Bedeutung weit über den Rahmen der Speläologie hinausreicht. Es wäre deshalb wünschenswert, dass sich die Mitglieder der Kommission eventuell gemeinsam mit einigen Ausgewählten Fachleuten für Datierungsmethoden innerhalb der nächsten 4 Jahre zu einem Fachsymposium treffen könnten. Ein solches soll stattfinden, falls sich die Möglichkeit dazu ergibt. Inzwischen sind die Mitglieder der Kommission nach wie vor aufgerufen, der Kommissionsleitung Speläochronologische Taten und Publikationen bekannt zu geben, Diese werden in kurzen Berichten zusammengefasst und im UIS Bulletin veröffentlicht. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, von Zeit zu Zeit umfangreicheres Datenmaterial Speläochronologisch wichtiger Arbeiten usw abzdrukken, und den Mitgliedern der Kommission zugänglich zu machen.

Die Vertreter jener Länder, die in der Kommission noch nicht vertreten sind, werden gebeten, geeignete Fachleute als Mitglieder zu benennen, da ihre internationale Zusammenarbeit gerade im Bereich der Speläochronologie besonders wichtig ist. Danke schön.

Professeur B. Gèze (France):

Je remercie le docteur Franke pour son bref exposé, cette commission a un objet qui vous parait peut-être restreint mais qui est pourtant extrêmement intéressant et important et nous sommes persuadés que, si on peut réaliser un colloque particulièrement sur ce point il sera suivi par pas mal de personnes intéressées.

La commission suivante est celle de l'érosion karstique et nous demandons à Miss Sweeting de bien vouloir présenter le rapport.

COMMISSION DE L'ÉROSION KARSTIQUE: Prof. Dr. M. M. Sweeting (Grande-Bretagne):

Mr. President, Ladies and Gentlemen,

At our meeting in Stuttgart in 1969, the Commission agreed to have a field session in Great Britain in 1971. This took place in September 1971 under the Presidency of Dr. Panoš. The meeting began in Oxford and we then had an excursion with field techniques and papers that took us to most of Northwest Yorkshire and later in Ireland. The papers given during this meeting were published as a Transactions of the Cave Research Group of Great Britain, in 1972. - At our two

meetings in Olomouc this week I have been elected to serve as Chairman in place of Dr. Panoš for the next four years. We also discussed the possibility of a further field session in Yugoslavia, in the Classical Karst, in September 1975.

We are glad to say that it is hoped that we would go ahead with our proposals for this field session and hold a session on means of precise measurements in the field of karst erosion in Lubliana in 1975. We've also discussed the possibility of preparations for a bibliography on Karst denudation, in English, and we would try to compile a bibliography, each delegate being responsible for its own country's bibliography. The commission would like anyone who is interested in the problems of karst denudation and karst erosion to get in touch through Dr. Trimmel.

P r o f e s s e u r B. G è z e (France):

Je remercie Miss Sweeting pour son rapport qui nous a montré combien cette commission était active et combien elle comptait être encore plus active dans l'avenir. C'est évidemment l'une des commissions essentielles de notre Organisation.

Pour la commission des plus grandes cavités, je passe la parole a notre Secrétaire général le Dr. Trimmel.

COMMISSION LES PLUS GRANDES CAVITÉS: Dr. H. T r i m m e l (Autriche):

Meine Damen und Herren,

Die Kommission für die längsten und tiefsten Höhlen der Erde hat in den vergangenen 4 Jahren unter grossen Schwierigkeiten versucht, mit der Entwicklung der Speläologie Schritt zu halten und die zahlreichen Expeditionen dokumentationsmässig festzuhalten. Wir haben dabei die Möglichkeit gehabt, über die Internationale Union für Speläologie hinaus in die Öffentlichkeit zu wirken, da verschiedene Redaktionen von Zeitschriften, Lexikas und Büchern immer wiederum an die Kommission herangetreten sind, das entsprechende neues Datenmaterial dorthin zu liefern. Für diesen Kongress haben wir eine vorläufige Liste als Grundlage einer Diskussion des Problems der Datenerfassung zusammengestellt, und wir haben festgestellt, dass eine überraschend grosse Zahl von neuen Ergebnissen uns mitgeteilt werden konnten, die zum Teil erst aus den allerletzten Wochen, ja sogar unter Umständen Tagen stammen. Auf Grund der gewonnenen Erfahrungen wird oder hat die Kommission die Beschlüsse gefasst, die es von nun ab sicher stellen soll, dass beginnend von nächsten Jahr, jährlich eine offizielle Liste der Höhlen mit mehr als 20 km Gesamtlänge und mehr als 500 m Gesamthöhlenunterschied



jeweils im Frühjahr herausgegeben wird. Wir hoffen damit zu einer Verbesserung und Vereinheitlichung der Dokumentation beitragen zu können. Gleichzeitig möchte ich auch an dieser Stelle an alle, die Zeitschriften und Zeits- und höhlkundliche Veröffentlichungen herausgeben, Nemens der Komission die Bitte richten, von der Veröffentlichung nicht vollständig revidierter also so zu sagen inoffizieller Listen, die nur in Teilergebnisse eingearbeitet sind, Abstand zu nehmen, um nicht Unklarheiten und Verwirrung hervorzurufen. Wir werden überdies so rasch wie möglich, auch dafür wurde die Grundlage während des Kongresses geschaffen, die Listen der Höhlen mit mehr als 200 m Tiefe beziehungsweise der tiefsten Höhlen jeden Landes und ebenso der längsten Höhlen jedes Landes so rasch wie möglich zusammenfassend veröffentlichen. Ein genauerer Bericht wird in der nächsten Nummer des UIS Bulletins, den alle bekommen werden, zu lesen sein. Über die Arbeit in der Zukunft ist ferner noch zu berichten, dass sie vor allem von unseren französischen Kollegen übernommen werden wird, die sich in den letzten Jahren schon sehr grosse Verdienste um die Arbeit der Komission erworben haben.

P r o f e s s e u r B. G è z e (France):

Je remercie le Dr. Trimmel qui anime remarquablement cette commission qui a toujours, je dirais, le plus grand succès. Même si l'on n'est pas un grand sportif, la notion de record dans les grandes profondeurs, dans les grandes distances nous intéresse tous et je répète, cette commission a devant elle, grace aux travaux constants des explorateurs, un bel avenir que, nous souhaitons encore plus beau chaque fois.

Pour les Grottes Touristiques, en l'absence du professeur B l a h a, je donne la parole au Dr. F. H a b e.

COMMISSION DES GROTTES TOURISTIQUES: Dr. F. H a b e (Yougoslavie):

Die Arbeit, die der Herr Professor Blaha gemacht hat, ist mir nicht bekannt, weil ich nicht mit ihm zusammen gekommen bin, deswegen kann ich nur das berichten, was wir in 2 Sitzungen, während des Kongresses da beschlossen haben. Bei diesen Sitzungen mussten wir feststellen, dass manche Länder nicht an Sitzungen teilgenommen haben. Die Delegierten wählten in diese Komission als Vorsitzenden, zum Sekretär für Schauhöhlen, nicht Irming Heinz und für Höhlenschutz professor Caumartin Victor. Um es zu ermöglichen, eine Liste der Schauhöhlen der Erde zu erarbeiten, war es notwendig, zuerst den Begriff "Schauhöhlen" zu definieren. In der zweiten Sitzung stellte man fest, welche Angaben

ein Schauhöhlen-Verzeichnis enthalten muss. Die Definition und 16 Punkte der Angaben werden im kürze im UIS Bulletin veröffentlicht. Die Delegierten werden aufgefordert, im laufe des Jahres 1974 eine Liste der Schauhöhlen ihres Landes nach der neuen Definition und nach den geforderten Angaben zu erstellen. Die Delegierten haben Herrn Helmut Frank aus Laichingen beauftragt, die Listen zu sammeln und das Gesamtverzeichnis der Schauhöhlen zu erstellen.

Als das Jahr des Höhlenschutzes soll UIS das Jahr 1975 erklären, so dass das Jahr 1974 als das Jahr der Vorbereitung dafür gelten soll. Jedes Land soll ein eigenes Programm für das Jahr des Höhlenschutzes ausarbeiten und davon einen Bericht der Höhlenschutzes für das Jahr 1975 erarbeiten lassen.

P r o f e s s e u r B. G è z e (France):

Je remercie le Dr. Habe qui, en l'absence du professeur Blaha, a pris en mains au cours de ce Congrès le fonctionnement de la Commission des Grottes Touristiques et il vous a montré que déjà plus que le simple tourisme cette commission envisageait un grand nombre d'études extrêmement importantes pour, disons, presque la survie des grottes. Nous en reparlerons dans quelques instants.

COMMISSION DES SIGNES CONVENTIONNELS: M.M. A u d é t a t (Suisse):

La séance a eu lieu à Olomouc le 5 Septembre 1973. Sont présents 11 personnes représentant 9 pays. Le Président présente un bref rapport de l'activité de la commission depuis le Congrès de 1969 à Stuttgart. Durant l'intervalle entre les congrès nous avons reçu quelques propositions de compléments au système existant et quelques travaux concernant les applications des signes conventionnels. Ces divers travaux proviennent des pays suivants: Allemagne République Fédérale - Autriche - Cuba - Espagne - USA et Suisse. Nous regrettons de ne pas avoir reçu davantage de travaux d'application de ces différents systèmes. Au cours de la séance du 5 Septembre la commission a examiné les propositions présentées. Après discussion, ces cernières ne sont pas incluses à titre définitif dans les systèmes de signes existants, mais elles seront publiées et diffusées avec la réimpression des trois systèmes adoptés par l'Union Internationale de Spéléologie. De cette manière ces signes complémentaires pourront être appliqués au cours des années à venir et adoptés définitivement lors du prochain Congrès, s'ils sont jugés utiles. La Commission se chargera en collaboration avec la Société Suisse de Spéléologie de la réalisation de cette publication.



P r o f e s s e u r B. G è z e (France):

Je remercie Monsieur Audétat qui anime avec beaucoup d'ardeur cette Commission des Signes conventionnels, je crois qu'on peut considérer que l'essentiel du travail a été fait, sur quelques points de détail il y a sans doute des retouches à envisager, des retouches peut-être souhaitables, peut-être pes, mais en gros, je crois que le travail fait par Monsieur Audétat et tous ses collaborateurs est déjà une base excellente, il serait souhaitable que l'on applique de tels signes dans le monde entier.

COMMISSION DE TERMINOLOGIE: Dr. M.H. F i n k (Autriche):

Verehrtes Präsidium, meine Damen und Herren,

Anlässlich der 5. Internationalen Kongresses für Speläologie 1969 hat die Subkommission für Terminologie den Beschluss gefasst, die Vorarbeiten für ein mehrsprachiges Lexikon der Karst- und Höhlenkunde vorzubereiten. Zu dieser Vorbereitung hat die Österreichische Delegation 1971 in Österreich eine internationale Arbeitskonferenz einberufen, die eine Woche lang getagt hat. Anlässlich dieser Arbeitskonferenz wurden mehr als 160 Begriffe festgelegt, und einfach beschreibend definiert. Das Protokoll von Obertraun wurde an die Mitarbeiter dieser Arbeitskonferenz und darüber hinaus auch an andere Fachleute, die nicht anwesend waren, verschickt. Aus dem verbesserten Protokoll wurde hier für den Kongress in Olomouc ein Entwurf eines solchen mehrsprachigen Fachwörterbuches vorgelegt. Bisher haben für diesen Entwurf Vertreter folgender 9 Sprachen mitgearbeitet: Englisch - Französisch - Italienisch - Spanisch - Deutsch - Slovenisch - Rumänisch - Ungarisch und Schwedisch. Weitere Mitarbeit wurde von Vertretern folgender Sprache in Aussicht gestellt: Russisch - Tschechisch unter Berücksichtigung der slowakischen Sprache, Portugiesisch und die Einarbeitung der Serbochroatischen Sprache in den slowenischen Teil und eventuell auch die Mitarbeit von Polnisch und Bulgarisch. Einige Fachausdrücke vor allem betreffend die Karst-Hydrographie und den Sulfat- und Salinal-Karst werden zusätzlich noch aufgenommen werden. Die Herausgabe des geplanten Lexikons ist in den nächsten 2 Jahren geplant. Es wurden 2 Vorschläge über Mittel Subkommission und zwar einer von Frankreich, der andere von Rumänien, den Druck dieses Fachwörterbuches betreffend. Die Subkommission plant ferner in der Zukunft die Herausgabe von zwei weiteren Fachwörterbüchern, und zwar erstens ein Lexikon der Bio-Speläologie und zweitens ein Lexikon, betreffend die Befahrungstechnik und

das Befahrungsmaterial. Die Hinweise über die beiden geplanten Lexika werden im Bulletin der UIS veröffentlicht werden.

P r o f e s s e u r B. G è z e (France):

Je remercie le Dr. Fink qui, lui également a fait preuve d'une très grande activité et nous en avons la démonstration évidente par le fait que nous allons pouvoir dans l'année à venir, sans doute, avoir enfin le lexique international que nous attendons tous pour pouvoir traduire, je pense sans fautes, d'une langue dans l'autre nos publications spéléologiques.

COMMISSION DE BIBLIOGRAPHIE: Dr. R. B e r n a s c o n i (Suisse):

Monsieur le Président, Mesdames, Messieurs,

Depuis sa création lors du 5e Congrès International de Spéléologie à Stuttgart, l'activité de la sub-commission de bibliographie s'est traduite premièrement par la publication de bibliographie internationale intitulée: Bulletin Bibliographique-Spéléologique - "Speleological Abstract" à parution semestrielle et généreusement financé par la Société Helvétique des Sciences Naturelles; deuxièmement par la publication d'une liste des bibliographies nationales existantes; troisièmement par une enquête sur les bibliographies et les services bibliographiques nationaux et quatrièmement par les travaux préparatoires pour le Congrès d'Olomouc. Pendant cette période plusieurs ouvrages bibliographiques nationaux spécialisés ont été édités dans différents pays. La première réunion de la sous-commission a eu lieu à l'occasion du présent Congrès à Olomouc; les travaux effectués pendant les deux séances prévues ont porté principalement sur l'élaboration de l'organisation et des tâches et fonctions détaillées de la sous-commission. Les conclusions concernant ces deux sujets ont été consignés dans un cahier des charges. D'après la nouvelle organisation la sous-commission comprend un membre-correspondant par nation chargé de la coordination des réalisations bibliographiques nationales, de l'établissement des centres de documentation bibliographique nationale et d'un service bibliographique national. Les délégués des pays-membres de l'UIS qui n'ont pas encore annoncé leur membre-correspondant sont instamment priés de communiquer son adresse au président de la sous-commission. Le fonctionnement de la sous-commission et les charges des membres-correspondant sont décrits dans le cahier des charges élaboré dont la version définitive sera distribuée à tous les membres-correspondants par poste avant la fin de cette année.



La sous-commission a élu un vice-président en la personne de Monsieur De Block Belgique, le poste de 2e vice-président est encore vacant. La sous-commission a enfin élaboré une résolution pour exprimer son désir que toute aide et appui soient accordés à Monsieur le Dr. Trimmel afin qu'il puisse éditer les volumes de sa "I n t e r - n a t i o n a l e B i b l i o g r a p h i e f ü r S p e - l ä o l o g i e" des années 1965-1970 et assurer par là la continuité des bibliographies internationales.

P r o f e s s e u r B. G è z e (France):

Je remercie le Dr. Bernasconi. Là encre nous pouvons être persuadés de la bonne qualité du travail effectué par cette commission rien qu'à la lecture du très remarquable bulletin qui est publié par les soins de la Société Helvétique des Sciences Naturelles. J'espère que beaucoup d'entre vous y sont abornés, s'il y en a qui ne le sont pas, je me permets de faire un tout petit peu de propagande, puisque c'est pour le bien de l'Union et cela aidera financièrement pour faciliter la publication de ce bulletin bibliographique.

COMMISSION DE SPÉLÉO-SECOURS: M o n s i e u r D. d e M a r - t y n o f f (Belgique):

Monsieur le Président, chers Collègues,

Il me sera très difficile de vous parler en cinq minutes tout ce qu'a fait la Commission. Comme elle a été créée en 1965 elle a surtout travaillé d'abord par la correspondance et puis petit à petit en visitant différents pays. En 1971 elle a organisé en Belgique avec la collaboration de Spéléo-Secours belge et de la Fédération Spéléologique de Belgique und deuxième réunion internationale sur le sauvetage. Nombreux pays ont répondu, il y a eu plus de cinquante participants et représentant les 16 pays comme: l'Allemagne République Fédérale - l'Angleterre - la Belgique - la Bulgarie - le Danemark - l'Espagne - la France - la Grèce - la Hongrie - l'Italie - le Liban - la Nouvelle-Zélande - la Pologne - la Suisse - la Yougoslavie et Zaire. Cette réunion a duré trois jours, a eu un certain succès et a décidé de présenter un avis second. La commission internationale de Secours en Grotte à la suite de la seconde réunion en Septembre 1971 propose aux participants de promulguer les conclusions ci-après: les participants ont travaillé dans un esprit constructif et dans la plus grande fraternité spéléologique. Donc, il ressort la nécessité pour chaque pays d'organiser un Spéléo-Secours, ce qui comporte: la nécessité d'un programme de prévention des accidents en grottes dans lesquels Spé-

Spéléo-Secours doit exercer plus qu'une responsabilité morale. Dans le sauvetage proprement dit, il apparaît qu'indépendamment de l'utilité d'un échange permanent d'informations techniques tant qu'à l'occasion de rencontres que par le canal de l'Union Internationale de Spéléologie et des sous-commissions, il est vital de promouvoir de maintenir l'esprit et la technique secouriste dans la formation des membres de Spéléo-Secours, de promouvoir aussi une participation nombreuse et active de médecins tant au niveau de la formation que de l'intervention. Ces deux derniers souhaits constituent la base de l'action de secours en grottes, il ressort aussi indispensable la collaboration des organismes de secours en grottes au sein des organisations de secours d'Etat et une collaboration plus particulière avec les services de la protection civile, de la Croix-rouge, des Clubs Alpin de Spéléologie etc., et l'Assemblée souhaite une collaboration plus active des membres de la Commission Internationale qui devrait s'adjoindre la collaboration la plus représentative de leurs confrères et de veiller notamment à la plus large diffusion de la doctrine de secours en grottes, et ce plus particulièrement que le secours en grottes soit la mobilisation de toutes les forces vives de la Spéléologie indépendamment de toute considération régionale ou de clubs dans un contexte national-international. Pour continuer notre travail non seulement par écrit car nous sommes en contact avec 27 pays qui sont intéressés par notre action, 20 pays ont désigné officiellement leur délégué, 8 pays ont leur Spéléo-Secours et 8 pays sont en train de s'organiser. Malgré ces chiffres encourageants qui démontrent l'utilité de la Commission il y a encore énormément à faire, pour garder ce contact encore autrement que seulement par écrit, la Commission de Secours de l'Union Internationale de Spéléologie a décidé d'assister aux colloques nationaux sur le Sauvetage en déléguant un de ses techniciens, d'organiser tous les 4 ans une Réunion Internationale. La prochaine aura lieu en Autriche en avril 1975 d'organiser à chaque Congrès une Assemblée Générale afin de pouvoir présenter des travaux réalisés, de donner des explications sur la gestion de la Commission et d'obtenir des membres des conseils et des propositions. Je dirai encore simplement quelques mots sur nos projets. Sur la proposition de Spéléo-Secours français l'Assemblée Générale a décidé de créer un Comité d'études médicales dont le but principal serait de promouvoir des recherches dans le domaine de la médecine sportive, de la physiologie et de la psychologie des spéléologues avec leur application possible dans la pratique courante de l'exploration souterraine ainsi



que d'étudier toutes les techniques médicales modernes dans leur application aux secours opérationnels. Secondo: travailler en contact étroit avec les commissions techniques pour étudier le matériel pouvant être utilisé en sauvetage. Tercio: comme il a été dit plus haut de confier à l'Autriche d'organiser la troisième réunion internationale de sauvetage en avril 1975 et quarto: de poursuivre les travaux comme par le passé. Pour terminer nous avons une demande à adresser; étant donné que la progression de la technique de secours souterrain rend rapidement périmé l'état actuel de nos connaissances aussi nous demandons que les communications soit de secours et des techniques de sauvetage soient publiées en priorité avant qu'elles ne soient dépassées.

P r o f e s s e u r B. G è z e (France):

Je remercie Monsieur de Martynoff. Il nous a prouvé non seulement son activité personnelle mais aussi, je tiens à le souligner, l'activité considérable de la Belgique dans ce sens du secours en cavernes en général. Ce sont bien nos collègues belges qui sont les animateurs essentiels et même si Monsieur de Martynoff a eu la gentillesse de citer les travaux faits en France, en Autriche etc., nous devons bien reconnaître qu'à l'heure actuelle ce sont les Belges qui organisent avec le plus de flamme cette protection des spéléologues qui est une chose essentielle pour le succès de nos explorations.

#### COMMISSION DE SPÉLÉO-THÉRAPIE:

En l'absence de Monsieur l e Dr. H. S p a n n a g e l (RFA) c'est le professeur A. K. C s e k ö (Hongrie) que va présenter le rapport.

Sehr geehrter Herr Präsident, sehr geehrte Kollegen,

Ein detaillierter Bericht war über die Tätigkeit der Kommission auf der Kommissionsitzung am 5 September 1973 vorgetragen. Wir werden hier jetzt ganz kurz zusammenfassen die Arbeitstätigkeit dieser Kommission. Die Kommission organisierte in den letzten drei Jahren 2 internationale Symposien für Speläotherapie, das erste war in Ennepetal und das zweite in Budapest im vorigen Jahr. Die Beiträge sind teilweise schon erschienen und teilweise werden sie noch im diesem Jahr in Druck erscheinen. Bei unserer jetzigen Tagung hielt unsere Kommission Zwei Sitzungen. Bei der ersten wurden beschlossen, zwei Arbeitskomitè zu bilden, deren Aufgabe es ist, die Speläotherapie und die damit verbundenen klimatologischen, physikochemischen Vorschungsmethoden zu vereinheitlichen und dazu Richtlinien und zwar einige konkrete Programme

zu geben. Das zweite Komitee befasst sich mehr mit medizinischen Fragen. Das nächste internationale Symposium für Speläotherapie ist für das nächste Jahr 1974 in Österreich geplant. In der Kommission waren Vertreter aus der Bundesrepublik Deutschland, Bulgarien, Italien, Frankreich, Österreich, Tschechoslowakei und Ungarn. Die wurden jetzt von Vertretern aus den Deutschen Demokratischen Republik, Portugal und Spanien ergänzt.

P r o f e s s e u r B. G è z e (France):

Je remercie le professeur Csekö de nous avoir présenté le rapport du Dr. Spannagel. Cette Commission de Spéléo-Thérapie a été la plus récemment créée dans notre Union, vous voyez qu'elle a déjà une belle activité. C'est une nouvelle porte vers des recherches que l'on ne soupçonnaient pas qui s'ouvre devant nous et qui probablement nous conduira à des résultats extrêmement utiles.

Avant de passer au rapport général de la Commission des Statuts qui nous retiendra plus longuement, nous avons un point administratif à traiter, c'est le rapport des commissaires aux comptes, c'est-à-dire MM. Habe et Eraso, qui avaient été désignés volontaires.

C o m p t e - r e n d u d e s c o m p t e s d e l'UIS:  
Monsieur le Dr. F. H a b e (Yougoslavie) parle:

Zusammen mit meinen Kollegen Eraso Romero haben wir alle unsere enormen Summen, die wir eingenommen haben, genau durchgeschaut und wir haben alle Konten vom Jahre 1969 bis 1973 überprüft und festgestellt, dass alle Konten mit den Beilagen genau übereinstimmen, somit schlagen wir das Absolutorium vor auf einer Seite und auf der anderen Seite empfehlen wir eine wirklich grosse Belobung dem unseren Herrn General-Sekretär, der das so gewissenhaft geführt hat. - Applaudissements.

P r o f e s s e u r B. G è z e (France):

Je suis persuadé que vos applaudissements traduisent bien le sentiment de nous tout, le sentiment qui vous a été exposé par les commissaires au comptes, à savoir que notre Secrétaire général trésorier et notre Secrétaire-adjoint trésorier, Monsieur Anavy font des prouesses pour faire fonctionner l'Union et pour publier son Bulletin avec des finances extrêmement réduites. Ils ont un rôle ingrat quand ils vous tendent la main en vous rappelant qu'il faut que des cotisations soient payées, qu'il y a tout de même quelques petits droits financiers que l'on doit demander, bien sûr, l'Union n'est pas une affaire financière sans quoi elle aurait déposé son bilan depuis très longtemps, mais vous l'aidez, faites tous pour le mieux, j'espère



que, grâce à vous progressivement son Bulletin, c'est les autres publications, pourront avoir une présentation meilleure, une diffusion plus grande et vous faciliterez ainsi matériellement le travail de ceux auxquels nous avons confié nos destinées financières.

Nous avons donc administrativement à approuver les comptes-rendus des Commissions qui nous ont été faits et les rapports d'une façon générale, aussi bien rapports techniques, scientifique que financiers pour les 4 ans qui viennent de s'écouler. Je demande aux électeurs, à main levée, de bien vouloir manifester s'ils sont d'accord, s'ils approuvent le travail fait pendant les 4 ans précédents, en levant la main. Pas d'avis contraire?

Je remercie les délégués de leur geste mais encore une fois nous devons surtout remercier les chevilles ouvrières de notre Union dont nous avons vu le travail qui nous a été présenté. - Applaudissements.

Je donne maintenant la parole au professeur Warwick pour qu'il nous expose le résultat du travail de la Commission des Statuts qui déjà a en plus étudié des questions d'affaires administratives très générales, je dis déjà, parce que nous n'avons peut-être pas approuvé officiellement ce fonctionnement. Je pense que vous l'approuverez, dans un moment nous aurons à étudier ces problèmes de Commissions nouvelles mais déjà le professeur Warwick va vous exposer le travail fait en cette session.

COMMISSION DES STATUTS: Profesor Dr. G.T. W a r w i c k (Grande-Bretagne):

On this occasion there had been no recommendation toward a changing of the statute received by the statutory time limit. Let me remind you, it is to be received in writing by the Secretary General four months before the beginning of this Congress. However, we received at our first meeting, which was held on Wednesday morning 5/9/73 two proposals from Canada, which we discussed and which we mentionned here for information. The first one was concerned with a proposal which was accepted by a majority of the Commission that the term of office of the President in future should be restricted to four years only, with the possible provision that in exceptional circumstances this would be permitted for the period as it is now, by insertion perhaps, of the term "normally". The formal submission of this cannot be given today because of the lack of notice for information but will be, after further study, presented

at the next meeting, at the 7th International Congress. The Canadian delegation also submitted the proposal that the President should give an address to the whole Congress during the Congress at which he retired from office. This affects the rules, the standing orders of the Executive Committee, and it is within the powers of that Committee to determine. The present Executive Committee of which I am a member discussed this question, they felt that it should not be mandatory on the President to give such a discourse but that it should left to his discretion. They had not made formal decision on this but have referred the matter to the new Executive Committee.

In addition to that we have discussed at considerable length following an additional proposal also received at our first meeting from a Czechoslovak group. At our first meeting it was felt that we spend some time discussing in two or three languages the interpretation of article two and the precise meaning now attached to the statement that this is a Union of delegates or people who are empowered by the speleologists of their own countries to represent them, not mandated, but represent them. Our difficulty seem to remain to be over the question of just how it is interpreted of who is the member, the actual people or the countries concerned. We spent a long time on this and the Czechoslovak delegation put into the Bulletin some of their views. They were received actually on the morning of our last session, they obviously could only be discussed very briefly; I think that we are moving towards a solution, this is an important matter, we're not sleeping on the table, but this is matter which we are proposing to study over the next four years. We also hope that the new Executive Committee will give their attention to this problem and give us the benefit of their views.

Now in addition to this we also discussed the question of translation of the statutes. Because the definitive language is French, there is in existence one translation in German and has been partly translated into English. But our problem is with peoples from different countries speaking different varieties of apparently the same language, it is said for instance that the Americans and the English are divided by common language - and this may also refer to other countries; we hope that the division are not too great and can be overcome. But we do want to try and make these as accurate as possible and so our next immediate task is to get these translations made and published. We've also been asked to examine the work of the Commissions, their role within the body of the Union, and also their func-



tioning at Congresses. Some members have already spoken to me of the difficulty coming when you speak in too many sections, the possibility of reorganizing in different ways. And if any of you have any ideas on this, we should like you to write to either me or Mr. Anavy, who is the Secretary of this Commission, or preferably to send a copy to one or the other, and we should be happy to receive them and we hope perhaps to be able to act upon them, because we now have got this new task.

Finally there is a matter concerning the subscriptions. The subscriptions are decided according to the Statutes by this Assembly. The General Secretary of the Union Dr. Trimmel, whose accounts have just been examined, find that the income is really insufficient for the task which are required of him and his very slender organization. And so, it has been proposed that in future the membership fee for a group of speleologists from each country should be fixed at \$ 50 US, for each country. It is at present \$ 30 US. So that is proposal one, it has to be voted on by the delegates that the sum for each country or group in each country is \$ 50 US. However, there is a second proposal, namely that for those countries where there are less than a hundred speleologists, which is defined here as "small country" or national group, there will be the possibility of obtaining some reduction as we do not wish to exclude any country because they cannot pay. The proposal is that there should be a minimum fee of \$ 10 and there is a recommendation of the Statutes Commission to the Secretary General that if possible, he should try and publish a scale to give some guidance to people. We do not wish people to simply pay the minimum if they can obtain from grants of other organizations that vary from country to country a sum in excess of the minimum, they are requested to do so. And the third point regarding the subscriptions is not one of increase but simply to maintain the status quo, namely that the fee per member of a Congress or/and of a Colloquium should remain at the present level of \$ 2 per person. So three items: raising the membership fee for national groups from \$ 30 to \$ 50 US; the possibility of having a reduced fee for small countries with the minimum of \$ 10, and the third one, for which no vote is required, just to remind you and future organizers that there is \$ 2 US per head to be collected from members of any meeting organized in the name of the Union. And this goes to help the running of this Organization. Thank you.

Sorry, I've been corrected by our Assistant Secretary Mr. Anavy,

it is two dollars per head for a main Congress, one dollar for a smaller meeting or a colloquium. I stand corrected. Thank you.

P r o f e s s e u r B. G è z e (France):

Je remercie le professeur Warwick pour son exposé bref pour des travaux qui ont été compliqués. Je me permettrais d'attirer l'attention de tous les participants sur un fait que plusieurs ont oublié et il ne faut pas qu'ils croient qu'il y a de la mauvaise volonté de la part du Bureau notamment, quand par hasard on n'a pas pu étudier sérieusement une des propositions. D'après les statuts il est demandé que toute proposition de modification, aussi bien de statut que de règlement intérieur que de propositions de commission etc., que tout ça soit envoyé au Secrétaire général au moins quatre mois à l'avance, je répète, ce n'est pas pour causer une gêne au contraire, c'est pour pouvoir dans ces quatre mois, diffuser les propositions par la voie de notre Bulletin pour que tous les spéléologues du monde connaissent ces propositions, puissent y réfléchir, voir si les nouvelles propositions présentent des avantages ou peut-être des inconvénients et ensuite leurs délégués peuvent lors du Congrès suivant prendre une décision qui est murie, qui est pesée; quand une proposition est faite le matin d'un vote ce n'est pas sérieux, je m'excuse de le dire ainsi et j'espère que le Bureau prochain étudiera à loisir toutes les propositions qui ont été faites sur lesquelles on a déjà discutées, il y a donc un ensemble d'idées qui se sont dégagées. Le prochain Bureau aura à la prochaine Assemblée Générale à vous proposer les modifications qui pourront être retenues, c'est le seul moyen pour faire du travail sérieux. En complément à ce rapport j'ai peut-être à vous poser tout de même une question. On vous a signalé qu'il y avait eu la proposition pour que l'année 1975 soit déclarée "Année de la protection des cavernes". La Commission actuelle qui s'occupe de ces questions sous l'angle touristique sera vraisemblablement élargie, comme vous l'a dit le professeur Habe, et elle étudiera pendant l'année 1974 les moyens matériels de faire quelque chose de significatif en 75 mais la Commission vous demandera votre aide à tous, toutes les idées de propagande notamment doivent être communiquées simplement par exemple à notre secrétariat général qui, ensuite transmettra à Monsieur Habe et aux autres intéressés. Toutes les idées, même financières, les moyens de financer, de la propagande ou des actions directement utiles pour montrer ce qu'on doit faire pour la protection des cavernes. Tout ce à quoi vous pouvez penser en 74 pensez-y donc sérieusement et écrivez à notre Secrétaire général qui



regroupera tous ces conseils et ce n'est que en tenant compte de tout ce qui aura été dit dans le monde entier sur ce sujet que l'on pourra proposer pour 1975 quelque chose d'utile et non pas simplement un voeu qui resterait un peu trop dans le vague.

J'ai encore toujours comme complément au rapport qui vient de vous être présenté à vous donner des précisions au sujet des commissions que le Bureau envisage de faire fonctionner pour le prochain quadriennat. Vous avez trouvé dans le Bulletin du Congrès des propositions. Quelques retouches nous ont été demandées, plusieurs nous ont semblé utiles à retenir et je vous présente donc la façon dont on retient pour le quadriennat à venir les titres et le fonctionnement de nos commissions:

1<sup>er</sup> g r o u p e d e t r a v a i l : Commission des Statuts et des affaires administratives:

Président: Prof.Dr. Gordon T. Warwick (Grande-Bretagne)

2<sup>me</sup> g r o u p e d e t r a v a i l : Sur les phénomènes karstiques:

Président: Dr. Vladimír Panoš, CSc. (Tchécoslovaquie)

Commission de l'érosion karstique:

Prof.Dr. Marjorie M. Sweeting (Grande-Bretagne)

Commission de la Physico-chimie du karst:

Prof. Adolfo Eraso Romero (Espagne)

Commission de typologie karstique:

Dr. Emil Mazúr, DrSc. (Tchécoslovaquie)

Commission de spéléo-chronologie:

Dr. Herbert B. Franke (RFA)

3<sup>me</sup> g r o u p e d e t r a v a i l : Sur les techniques spéléologiques:

Président John A. Stellmack (Etats-Unis)

Commission de l'enseignement spéléologique:

Dr. Michel Letrone (France)

Commission du matériel:

Bernard Dudan (Suisse)

Commission des secours:

Alexis de Martynoff (Belgique)

Là nous avons un peu hésité pour désigner le président. Monsieur de Martynoff a fait un travail admirable que vous avez pu juger d'après son exposé, mais il nous avait envoyé une lettre dans laquelle il souhaitait une certaine réorganisation de la section, et où il nous laissait entendre qu'on pourrait peut-être le remplacer, nous propo-

sons Monsieur Slagmolen, comme nous l'avons écrit, mais enfin nous laissons nos collègues belges décider entre eux.

Commission des plongées souterraines:

Ing. František Tomáš Piškula (Tchécoslovaquie)

4<sup>me</sup> g r o u p e d e t r a v a i l: Sur la documentation:  
Président: Dr. Hubert Trimmel (Autriche)

Commission de bibliographie:

Dr. René Bernasconi (Suisse)

Commission des signes conventionnels:

Maurice Audétat (Suisse)

Commission de terminologie:

Dr. Max H. Fink (Autriche)

Commission des grandes cavités:

Claude Chabert (France)

5<sup>me</sup> g r o u p e d e t r a v a i l: Sur la spéléologie appliquée:

Président Dr. Marcian Bleahu (Roumanie)

Commission de protection et aménagement des régions karstiques:

Dr. James F. Quinlan (Etats-Unis)

Commission de protection et d'aménagement des cavernes:

Dr. France Habe (Yougoslavie)

J'explique un peu pour ceux qui n'auraient pas bien compris la nuance: la Commission de protection et d'aménagement des régions karstiques, c'est pour l'ensemble de la région, c'est en somme tout l'équipement touristique par exemple d'une grande région calcaire, par contre la deuxième Commission étudie les problèmes relatifs uniquement à ce qui est dans le sous-sol aux cavernes. Commission de Spéléo-thérapie: Dr. H. S p a n n a g e l (RFA):

Nous avons constaté que beaucoup de membres souhaitaient que dans l'avenir les sections de travail des Congrès se transforment progressivement en Commissions; ce n'est pas simplement un changement de noms, cela veut dire qu'au lieu d'avoir un travail temporaire, au cours seulement des Congrès, il y aurait un travail permanent tout au long des 4 années entre les congrès et avec rapport final lors des Congrès. Pour l'instant votre Bureau a estimé que nous devions nous en tenir à la liste des Commissions qui vient de vous être proposée, mais il est très probable que le Bureau suivant aura à étudier notamment la création de deux autres grands groupes de travail sans doute un pour l'hydrologie karstique et un autre pour la bio-spéléologie.



En tout cas nous n'avons pas pris de décision cette fois-ci, puisque nous n'avons pas de programme précis sur ces deux sujets.

Personne n'a d'observations à faire sur ces points-là?

Monsieur de Martynoff monte à la chaire pour dire qu'il y a erreur, qu'il n'a pas demandé de démissionner. Lors de l'Assemblée générale de notre Commission on a demandé que je reste président de la Commission. C'est à vous de décider maintenant ce qu'il faut faire.

P r o f e s s e u r B. G è z e (France):

Si la Commission a voté il n'y a pas de problème. On accepte. Il est évident que le Bureau s'incline devant les décisions de la Commission. Je n'avais pas connaissance d'un vote de la Commission et comme je vous l'ai dit, lorsque le Bureau avait fait une autre proposition c'était en croyant très fermement que vous souhaitiez être remplacé. Je pense que la question est donc réglée, il ne doit pas y avoir de problème. Vous restez président.

Le Dr. Panoš demande la parole et demande une explication au sujet de la proposition du Bureau pour la présidence du 2<sup>me</sup> groupe de travail sur les phénomènes karstiques et de la Commission de l'érosion karstique.

P r o f e s s e u r B. G è z e (France):

Le Bureau a accepté la proposition de la Commission qui est la nomination de Miss Sweeting comme président de la Commission de l'érosion karstique, mais nous avons conservé votre nom, si vous êtes d'accord, comme président du groupe de travail sur l'ensemble des phénomènes karstiques.

Le Dr. Panoš remercie.

P r o f e s s e u r L. D i n e v (Bulgarie) reçoit la parole:

Die Proposition, die im Bulletin gegeben war und die hier gelesen wurde, zeigt, dass wir unsere Arbeit sehr zersplittern. Besser wäre - natürlich werden wir das am nächsten Kongress diskutieren - die Gruppen, in welchen wir arbeiten müssen, in drei Aspekten zu organisieren:

1. Wissenschaftlicher Aspekt
2. Technischer Aspekt
3. Aspekt der praktischen Arbeit

In diesen Gruppen, wie in den Listen geschrieben ist, gibt es sehr viele Subkommissionen. Besser wäre, wenn wir diese Subkommissionen Gruppenkommissionen nennen würden. Das heisst, dass in unserer

Union nur Subkommissionen tätig sein werden. Ich schlage vor, dass noch diese Subkommissionen Kommissionen nennen.

P r o f e s s e u r B. G è z e (France):

Je regrette que le professeur Dinev n'ait pas écouté ce que je venais de dire auparavant, car ce qu'il nous propose est exactement ce qui vous a été exposé, à savoir: il n'y a pas de sous-commissions, il n'y a que des commissions et les commissions sont groupées en Groupes de travail, les uns à orientation scientifique, les autres à orientation technique, les autres à orientation pratique. Je pense que cette fois-ci tout le monde a compris. Peut-être la traduction était-elle mal faite. Je m'excuse, c'est possible.

Sur le plan financier le professeur Warwick vous a présenté le problème, mais d'après nos statuts vous devez approuver ces propositions, donc j'ai à demander aux délégués si vous acceptez que la cotisation annuelle des pays-membres de l'UIS est au minimum de \$ 50 US, sous réserve de diminution, comme on vous l'a exposé, pour les pays dans lesquels il y a très peu de spéléologues. Sauf avis contraire, je pense qu'on peut faire un vote à main levée, si vous acceptez la fixation à ces \$ 50 US minimum, levez la main, si vous n'acceptez pas ... La proposition est donc acceptée.

L'ordre du jour de notre réunion nous conduit maintenant au choix du pays dans lequel se tiendra le 7e Congrès International de Spéléologie. Je vous rappelle que vous avons eu deux invitations: celle de l'Angleterre et celle de la Grèce. Nous n'avons pas enregistré d'autre candidature au cours du Congrès. Le choix est donc entre ces deux pays. Pour simplifier le dépouillement des bulletins de vote je vous propose d'écrire pour l'Angleterre les lettres officielles U. K. et pour la Grèce G.

La Grande-Bretagne ayant obtenu un plus grand nombre de voix c'est en Angleterre qu'aura lieu le 7me Congrès International de Spéléologie en 1977.

P r o f e s s e u r B. G è z e (France):

Pour les délégués de langue espagnole on m'a dit que vous n'aviez pas bien compris le mode de scrutin, je précise: si il y a un grand nombre de noms qui sont proposés pour la présidence il peut très bien ne pas y avoir de candidat qui ait plus que 50 % des voix au 1<sup>er</sup> tour, à ce moment-là il n'y a personne d'élu, il faut un deuxième tour; on dit qu'il n'y a pas de majorité absolue et au 2<sup>me</sup> tour c'est à la majorité relative, c'est-à-dire celui qui a le plus



de voix que l'on obtient l'élection et c'est pareil pour tous les autres postes.

On procède au dépouillement du scrutin et voici les résultats:

Gèze 2 voix. Prof. Gèze fait remarquer qu'il n'était pas éligible. Panoš 8 voix - Cigna 16 voix - Trimmel 1 voix - Warwick 1 voix - 1 blanc.

Le Dr. Cigna est donc élu président. Applaudissements.

On distribue les bulletins de vote pour le 1<sup>er</sup> Vice-président.

P r o f . D r . D . C . F o r d (Canada):

For the office of vice-president and all other elections to later offices I would like the names of those candidates proposed by the ad hoc committee to be announced and that further nominations may be accepted from the floor and secondly of those persons are prepared to stand they didn't stand in competition with the nominated candidates presented by the ad hoc committee. I suspect other electors at the front do not like voting with no names or suggestions set before us for choice.

P r o f e s s e u r B . G è z e (France):

Il est un peu contraire aux usages de répéter cette liste au moment du vote, mais enfin, puisqu'on nous le demande je vais vous rappeler ce qui a été publié dans le Bulletin; on avait proposé comme 1er Vice-président le Dr. Panoš, comme 2me Vice-président la frère Nicholas des Etats-Unis. Je rappelle que le frère Nicholas est l'un des membres les plus actifs de la National Speleological Society et que, si nous tenons compte dans un certain avenir des propositions américaines pour faire un jour un Congrès de l'autre coté de l'Atlantique, il ne serait pas mauvais qu'un Américaine ait été déjà associé au fonctionnement de l'Union pour bien connaître de quelle façon on doit recevoir un Congrès de spéléologues aux USA. C'est avec cette optique que le nom du frère Nicholas vous est proposé, pour la suite vous savez que le secrétaire général est rééligible et il nous a semblé qu'il n'y avait pas lieu de discuter sa réélection: Trimmel, et de même les secrétaires Anavy et Audétat sont rééligibles, et, il nous avait semblé que proposer leur réélection était une chose tout à fait normale étant donné tout le travail qu'ils ont déjà assumé et qu'ils font à la perfection. Je rappelle encore une fois que toute autre candidature peut se manifester.

M . S . K a r k a b i (Liban):

Je voudrais savoir si les statuts de l'Union prévoient de diffuser à l'avance une liste de candidats comme il a été fait et sur-

tout de se présenter auprès des différents délégués pour essayer d'influencer les élections soit vis-à-vis du président ou du vice-président ou des autres, soit du pays destiné à recevoir le prochain Congrès.

P r o f e s s e u r B. G è z e (France):

A la première question je répondrai que nos statuts ne prévoient pas un comité des élections mais que c'est par la pratique que l'on s'est aperçu au Congrès précédent qu'un tel "Nominating Committee" comme disent les Britanniques, est indispensable, précisément peut-être pour empêcher une diversité vraiment abusive de candidatures. Si vous aviez vingt candidats vous ne sauriez pas du tout choisir, le "nominating committee" a fait des propositions en tenant compte de très nombreux facteurs, des facteurs qui, quelquefois ne peuvent pas être dits dans une séance générale. Le seul but de ce "nominating committee" c'est le bon fonctionnement futur de l'Union et c'est avec cette optique qu'on a travaillé cette fois-ci comme on avait travaillé antérieurement. Je précise que ceci est une habitude pour presque toutes les grandes associations ou grandes unions. Inutile de dire que ce n'est pas une obligation, mais c'est pour éviter la dispersion trop grande des votes et en plus pour pouvoir peser vraiment les raisons pour présenter telle ou telle personne. Qu'il y ait ensuite, disons, des propagandes qui se font d'une façon plus ou moins habile ou plus ou moins maladroite, ça je crois que, hélas, toutes les fois qu'il y a des élections à quelque niveau que ce soit et pour quoique ce soit on voit le même phénomène et il est peut-être regrettable mais je ne vois pas très bien ce qu'on pourrait faire pour l'éviter.

P r o f. C. F. A u b - R o b i n s o n (Danemark):

I still think we have a unsolved problem about this method of election. If as it happened here and I think is a good idea that the committee nominates a group of people who are willing to stand and who they think will make a good committee, this is, I think, a very good idea. However, there may be other ideas among the voters and the present method the voting simply makes it utterly impossible for any other candidate in fact, to be voted in because even if we may have other ideas each of us may put down a separate name. I cannot see how any candidate other than the semi-official candidate has any chance unless his name is proposed, his name is put on the blackboard and if there are more nominations than there are posts then we must vote. I think it is utterly silly that we should put a voting slip in the box if for example there is only one candidate. I think this is



the method we used in Stuttgart that the nominations were accepted, nominations were then closed and we then voted. When there was only candidate for a post there was no need for any vote. I think we are waisting our time if we are going to vote for a lot of candidates who probably will go in on a post.

On procède à l'élection du nouveau ler Vice-président:

Professeur Gèze dit encore qu'on peut mettre n'importe quel nom

Quelques petites discussions entre les membres du Bureau

P r o f e s s e u r B. G è z e (France):

De petites discussions comme celles que nous venons d'avoir pour le fonctionnement des élections, je me permets, moi aussi d'émettre un voeu. C'est que le prochain Bureau lorsqu'il aura à faire faire des élections dise, dès le début du Congrès qu'on doit officiellement s'inscrire comme candidat pour les divers postes, qu'on aura à peu près une semaine pour s'inscrire pour faire savoir qu'on est candidat, indépendamment des propositions semi-officielles, mais il faudra le faire savoir dès le début, de façon à ce qu'on ne puisse pas dire ensuite qu'on veut véritablement imposer des noms. Notre fonctionnement est démocratique, il y a des propositions, c'est vrai, mais en principe on aurait accepté absolument n'importe quel autre nom. Il n'y a eu aucune candidature autre que celle que vous avez reçue de la Tchécoslovaquie pour tous les postes du Bureau, alors nous ne pouvions rien faire de plus. Quelqu'un proteste. Le président est élu, on ne peut pas revenir en arrière.

Voici les résultats pour le Premier Vice-président:

Panoš 21 voix - Frère A. Nicholas Sullivan 4 voix - bulletin blanc 1 - abstentions 3

On procède maintenant au vote pour le 2me Vice-président

P r o f e s s e u r B. G è z e (France):

On ne peut pas changer la manière au milieu d'un vote, cela prêterait à plus de confusions. Il faudrait écrire au tableau toutes les personnes qui sont candidats. cela ne changerait rien apparemment. Quelques discussions entre les membres du Bureau, surtout entre M. Gèze et Mr. Warwick.

P r o f. D. C. F o r d (Canada):

With the regret the delegate for Canada will cast blank votes in all further ballots for the Bureau because of the lack of choice, of competitive choice of candidates alternative to those proposed by an ad hoc committee and he most sincerely hopes that arrangements will be put in altogether more rationally at ensuing Contress.

P r o f e s s e u r B. G è z e (France):

Je répèterais au délégué du Canada qu'il avait la liberté dès le premier jour du Congrès de déclarer qu'il était candidat à la présidence. Tout le monde avait le droit d'en faire autant dès le début. Notre système est entièrement libre et c'était uniquement pour éviter une dispersion trop grande, je le repète, que l'on a estimé utile, mais non statutaire, la commission ad hoc pour les élections. Retenez, si vous venez dans un prochain Congrès la façon de procéder si vous êtes candidat et que vous estimez qu'on vous a oublié trop longtemps c'est de faire acte de candidature. ce n'est pas difficile, tout le monde en a le droit.

P r o f. D. C. F o r d (Canada):

Here I am again in expressing my objection to this system. I in no way imply that I have been overlooked for candidature for anything-

D o c. D r. E. M a z ú r (Tchécoslovaquie):

Ladies and gentlemen,

For a while I wanted a word from the president of our sessions in which I wanted to say that we have no good information about our election but I couldn't get a word and some minutes ago we have heard that our election is libre. Thank you.

M. Gèze dit qu'il ignorait qu'on lui avait demandé la parole et qu'il ne l'ait pas donnée.

Je regrette de ne pas avoir constaté à aucun moment qu'on me demandait la parole et que je ne l'ai pas donnée. Je n'ai pas vu qu'on me demandait la parole. Dans tous les cas, je le répète que, pour toutes les modifications éventuelles au fonctionnement de l'Union tous ceux qui désirent ces modifications doivent écrire au Secrétariat général et on étudiera pour le prochain Congrès tout ce qui pourra être fait comme amélioration, quelque soit les propositions.

P r o f. C. F. A u b - R o b i n s o n (Danemark):

May I protest at this suggestion because at Stuttgart we used the voting procedure which we have been all trying, many of us have been trying to get put into effect that is the voting procedure we have always used and the voting procedure we are apparently using today, that is the new thing, the new procedure which we should of had been warning off. The method, we used in Stuttgart was one of nominations which we then closed, if there was more than one candidate we voted for most of the candidates there was only the nomination and therefore we never voted. We voted, I think, for two or three posts we voted in Stuttgart, all the others there was only one



nomination and there was no voting. So the present voting today is a change. It is not we who are proposing the change it is profesor Gèze who is, in fact, railroading a change through.

P r o f. A. A n a v y (Liban):

May I bring this matter to an end by reading my report as secretary. This is what the report says, and you all have it in the UIS Bulletin No. 1:

Profesor Leander Tell, President of the Commission charged to designate the candidates to the election to the Bureau submits a list of names proposed. It is immediately proceeded to the election by secret ballot of a President, 2 Vice-presidents, 1 Secretary general and 2 Secretaries and were elected for four years the actual Bureau. At no moment were there any nominations from the floor and I am just correcting Mr. Aub's memory.

Résultats pour le 2me Vice-président:

Frère Nicholas Sullivan 13 voix - Curl 2 voix - Trimmel 1 voix - Anavy 1 voix - Eraso 1 voix - Robinson 1 voix - Ford 1 voix - bulletin blancs 6 - abstentions 3.

Professeur Gèze demande s'il faut un deuxième tour. Oui, parce que le frère Nicholas n'a pas obtenu la majorité absolue, seulement la majorité relative pour frère Nicholas; au 2me tour la majorité relative suffit.

Quelques discussions entre les membres du Bureau. Mr. Trimmel demande si on peut changer le système de vote.

P r o f e s s e u r B. G è z e (France):

Je regrette mais nous n'avons pas le droit statutairement de changer notre système de vote au milieu d'un vote. Vous avez le droit de faire des propositions pour qu'il y ait un autre système de vote dans la prochaine Assemblée Générale, là vous avez le droit, mais vous n'avez pas le droit de modifier un système de scrutin, surtout au milieu d'un scrutin.

Quelques petites discussions entre les membres du Bureau.

2me tour pour le 2me Vice-président. Voici les résultats pour l'élection du 2me Vice-président au 2me tour:

Curl 1 voix - frère Nicholas Sullivan 17 voix - Anavy 1 voix - Eraso 1 voix - Aub-Robinson 1 voix - Ford 1 voix - bulletin blancs 6 - abstention 1.

Donc le frère Nicholas Sullivan est élu 2me Vice-président. Applaudissements.

Il nous reste à élire le Secrétaire général et deux Secrétares.

Je vous pose la question à tous les délégués votants; la question: si un seul d'entre vous le demande il y aura comme précédemment le vote secret sur papiers dis tribués; si vous estimez qu'il n'y a pas de problèmes d'élection, je vous propose et cela dans le seul but de gagner du temps, car c'est un peu long, s'il n'y a pas d'avis contraire, le vote à main levé pour le Secrétaire général Trimmel et pour les Secrétaire Anavy et Audétat. Si vous préférez le vote secret et pour chacun indépendemment, nous le faisons.

Tout le monde est d'accord pour le vote à main levé  
Pour le Secrétaire général Trimmel 1 abstention - le reste à l'unanimité  
Pour le Secrétaire Anavy 3 abstentions - les autres à l'unanimité  
Pour le Secrétaire Audétat 3 abstentions - les autres à l'unanimité

Avec une belle majorité nous conservons ceux qui ont fait leurs preuves dans notre Union: le Secrétaire général et les Secrétares.  
Applaudissements.

Avant de prier le nouveau Président de donner son rapport je donne la parole au Secrétaire général pour vous présenter le travail futur.

P r o f e s s e u r L e a n d e r T e l l (Suède):

Mesdames et Messieurs,

Il y a eu une discussion au sujet des Statuts de l'Union et je suis aussi actuellement en opposition contre les Statuts, parce que les Statuts défendent par exemple d'élire un membre du Bureau plus que deux fois. Et maintenant notre Président actuel Professeur Gèze n'est plus éligible ce que nous regrettons, pour cela je m'oppose à ces Statuts. Je voudrais proposer ici un poste spécial, un poste de Président d'honneur pour M. Gèze. Pour la première fois dans notre Union et dans notre Assemblée, c'est une proposition, si vous voulez bien.

C'est Mr. Warwick qui prend la parole:

We are in an embarrassing position, the president asked me to take the chair as he is concerned on this and we've had a formal proposal that M. Gèze remain an honorary President of this Union. Is it your wish that this General Assembly agrees with this proposition? Those please in favour indicate now. Those in favour they rise hand. The voting is:

for 22 - 1 against and 2 abstentions. It is a clear majority and I declare that the proposal has been accepted. - Applaudissements.

Dr. F. H a b e (Yougoslavie):

Geehrter Herr Präsident,

vor 8 Jahren ist in Lubljana die Union UIS geboren, damals standen Sie als einer der ersten in unserer Reihe, der uns 8 Jahre glück-



lich geführt hat als ein Speläologischer Schiffkapitän, der durch alle Meere glücklich von Lubljana über Stuttgart bis zu diesem Kongress geführt hat. Im Namen aller, die wir da zusammen sitzen und die wissen, wieviel Arbeit, wieviel Mühe da drinn unser Ehren Präsident in unsere gemeinsame Organisation gelegt hat; deswegen brauche ich nur etwas zu sagen: wir wünschen nur ihm weiterhin, dass unsere Sachen so gut laufen werden, wie sie bis jetzt gelaufen sind. Wir sind froh und ich bin stolz, dass ich als einer derer, die dort in Lubljana am klassischen Karst bei der Geburt gestanden sind, auch heute da bin und dass ich kann Dank sagen im Namen allen unseren Ehren Präsident.

En hommage des spéléologues Yougoslaves veuillez accepter cet album du IV<sup>me</sup> Congrès International en Yougoslavie.

P r o f e s s e u r B. G è z e (France):

Je suis un peu confus par tous ces témoignages de sympathie et par ce beau cadeau qui m'est fait à l'instant. J'ai encore à dire quelques mots plus tard officiellement mais j'aimerais avant tout terminer notre travail avant de passer au reste.

P r o f. G. T. W a r w i c k (Grande Bretagne):

I'm sorry about this but we had some difficulties over translation and on this occasion there has been clear acceptance of the principle we should have an honorary Vice president, as it is not in our Statutes, as Mr. Tell reminds me, it is my pleasant duty to declare our President Bernard Gèze provisionally President of the International Union of the Speleology.

Dr. H. T r i m m e l (Autriche):

Mesdames et Messieurs,

Je veux dire seulement quelques mots en ce qui concerne l'organisation du travail futur, mais le plus proche:

1<sup>o</sup> Ceux qui veulent s'inscrire à l'une ou l'autre des commissions et n'a pas encore pu le faire sont priés d'en donner note au secrétariat général et au président de la Commission aussitôt que possible. Il est prévu de publier la liste des membres de chaque Commission dans le Bulletin de l'UIS N<sup>o</sup> 1 de l'an prochain. Je prie aussi les présidents des Commissions de donner cette liste, elle est indispensable pour la distribution garantie du Bulletin à tous les membres.

2<sup>o</sup> La coordination des dates est nécessaire surtout pour les manifestations de caractère international pour les années 1974-1975. Avant de distribuer les circulaires je prie les organisateurs de contacter le secrétariat général pour éviter la duplication de Con-

grès ou de Colloques. Je rappelle aussi qu'existe la liste des règles et recommandations pour les organisateurs des congrès, colloques ou symposiums.

3° Le Bulletin UIS contiendra dans les prochains numéros beaucoup de décisions que les commissions ont prises au cours de ce Congrès. Le travail des commissions me semble le plus important pour la vie de notre Union et je vous prie donc de lire ce Bulletin attentivement.

4° Il y a encore une proposition qui est d'accord avec la Commission de bibliographie. Il est devenu difficile de trouver la littérature spéléologique dans un centre dans chaque pays car il y a beaucoup de bulletins qui ne sont pas échangés tout à fait parmi les spéléologues. Je propose donc que dans chaque pays on désigne un centre bibliothécaire et nous prierons tous les éditeurs d'un Bulletin ou d'une Revue spéléologique d'envoyer un exemplaire à ces Centres bibliothécaires dans chaque pays pour que les spéléologues y puissent prendre note. La liste des adresses sera distribuée aussi par l'UIS Bulletin et je prie les délégués des pays de faire leurs observations sur ce thème aussitôt que possible au Secrétariat général.

P r o f e s s e u r B. G è z e (France):

Je remercie le Secrétaire général de ces précisions utiles, j'espère que vous en avez tous pris note et que vous faciliterez autant que vous pourrez le travail très lourd que le Dr. Trimmel veut bien faire en faveur de l'Union. J'avais à vous annoncer les résultats du vote d'après l'Ordre du jour, mais vous les connaissez déjà. J'ai maintenant le plaisir de présenter le Nouveau Bureau. Je vous dis tout de suite que le Frère Nicholas qui était venu en Tchécoslovaquie et qui a pris part aux excursions dans la région de Prague avant-congrès a été obligé de repartir aux Etats-Unis, je ne peux donc pas vous le présenter. Je prie donc le nouveau Président Dr. Cigna de bien vouloir venir prendre place au Bureau. - Applaudissements.

L'Ordre du jour prévoit encore une allocution du Président sortant. Les discours les plus courts sont toujours les meilleurs. Je ne vous dirai donc que peu de mots, mes chers amis.

Ça sera un historique en deux dates. Il y a exactement 20 ans en 1953 avait lieu à Paris le premier Congrès International de Spéléologie. La réalisation d'un tel Congrès avait été le rêve du Dr. Jeannel, qui était directeur du Musée "Homme d'Histoire Naturelle"



de Paris et l'un des fondateurs de la bio-spéléologie. Le Dr. Jeannel a actuellement disparu mais il a vu avant de mourir son rêve réalisé. Plus tard j'ai fait moi-même un rêve, celui d'assurer une liaison entre tous les spéléologues du monde, une liaison plus étroite que celle qui résultait des seuls Congrès. La proposition, vous le savez, a été faite il y a 8 ans à Ljubljana et actuellement, je peux dire que j'ai la très grande satisfaction de voir cet autre rêve réalisé. Notre Union comme toute autre Union a de temps en temps des petits hauts et des petits bas, c'est ça qui montre qu'elle est vivante et je suis très heureux de voir la part que tous les présents ont prise aux discussions peut-être vives par moments, mais c'est très sympathique. Je suis sûr que l'Union est maintenant bien lancée, son fonctionnement s'améliorera certainement, il doit s'améliorer à tous points de vue, mais maintenant l'Union existe et j'en suis particulièrement heureux. Elle a été réalisée, cette Union, grâce à tous les spéléologues du monde, elle a été réalisée aussi grâce au travail continu des organisateurs des congrès et je crois qu'aujourd'hui vous serez tous d'accord avec moi pour une fois de plus féliciter les organisateurs de ce Congrès qui a été grandiose. Le Président du Congrès a du partir, il est très occupé, mais nous avons heureusement encore avec nous le Secrétaire général du Congrès que vous avez élu tout à l'heure premier Vice-président de notre Union. Je renouvelle les félicitations très sincères ce qui est votre vœu à tous, pour l'effort considérable qu'il a fourni et pour les résultats excellents auxquels il est arrivé. Si par hasard par moment nous avons critiqué ceci ou cela, c'était aussi parce que nous voulions tous que tout aille admirablement bien, il n'y a jamais la perfection absolue, mais je crois qu'on s'en est rapprochée beaucoup ici. Donc encore tous mes remerciements pour ce très beau travail et ces très beaux résultats obtenus par le Congrès d'Olomouc. - Applaudissements prolongés et tous debout.

La parole est au nouveau Président le Dr. Arrigo A. Cigna (Italie):

Le Dr. Cigna remercie pour son élection. Il espère que tous travailleront activement pour la protection des grottes.

Le Dr. Cigna parle d'abord en italien, puis en français, puis en anglais, puis en russe, puis en allemand et à la fin en tchèque. Applaudissements.

Professeur B. Gèze (France):

J'ai une dernière fois à prendre la parole pour déclarer close notre Assemblée Générale. Je vous rappelle qu'après la clôture de

l'Assemblée Générale il reste à faire la clôture du Congrès lui-même.

Dr. V. P a n o š (Tchécoslovaquie):

Chers collègues de l'Assemblée Générale, chers Amis,

Veillez me permettre pour terminer de dire quelques mots au nom des 104 membres des Comités d'Organisation et Scientifique, au nom des 303 autres organisateurs des différentes actions qui se sont déroulées dans plusieurs endroits de la République Socialiste Tchécoslovaque, au nom des travailleurs de l'administration et du logement et au nom de tous ceux qui directement ou indirectement ont aidé à préparer et à réaliser cette 6<sup>me</sup> rencontre internationale de Spéléologie en Tchécoslovaquie.

Je peux vous assurer que tous, sans exception, nous avons fait ce qui était en notre pouvoir pour que le 6<sup>me</sup> Congrès International de Spéléologie 1973 fut une revue digne de l'état actuel et un succès de la Spéléologie théorique, appliquée et d'amateurs, une occasion pour les spécialistes du monde entier d'échanger leurs expériences, d'avoir des contacts utiles, une contribution dans l'effort général de compréhension et d'amitié et une collaboration étroite entre les nations européennes et les autres continents. Nous espérons que vous vous êtes persuadés du grand intérêt que porte la Société Socialiste pour le Karst, pour la partie spécifique de l'environnement et que vous avez remarqué que tous les organes du Parti et les organes de l'Administration de l'Etat, les coopératives agricoles, les institutions scientifiques, pédagogiques et sportives, les entreprises industrielles et enfin l'Université Palacký d'Olomouc ont de la compréhension et, je peux dire, de la sympathie pour la Spéléologie et ses adhérents.

Nous voulions tous que le Congrès fut préparé à la perfection. Aujourd'hui nous savons très bien que cela n'a pas réussi partout et que vous avez rencontré des imperfections. Je veux pour cela au nom des travailleurs de l'organisation vous présenter des excuses. Nous croyons que ces imperfections n'ont pas toujours été causées par la faute de l'organisation. Que cela soit une bonne source d'instruction pour les organisateurs du prochain Congrès International de Spéléologie en Angleterre.

Notre souhait à tous est que vous emportiez de notre pays les meilleures impressions et vous, qui étiez contents chez nous que, vous aimiez revenir dans ce pays au coeur de l'Europe.

En ce qui me concerne je voudrais ajouter que pour le travail compliqué que j'ai dû assumer durant le Congrès il m'a été impossible de m'entretenir, ne fut-ce que quelques instants, avec mes meilleurs



amis que je n'ai pas vu depuis des années, cela m'est infiniment pénible et je les prie de bien vouloir m'en excuser et je leur demande de me comprendre. Pour la bonne marche du Congrès, sans grandes complications, c'était nécessaire.

Permettez-moi de dire encore quelques mots au sujet de notre Union Internationale de Spéléologie. Je suis persuadé que l'UIS devient une importante organisation internationale et un important facteur international, surtout dans le domaine de l'environnement. Elle peut et doit remplir de multiples devoirs en ce qui concerne les connaissances scientifiques de ce milieu légitime et la légalité de sa protection. Il me semble que dans la situation actuelle cette Organisation pourrait difficilement résoudre par elle-même les devoirs que lui imposent l'humanité et je suppose que sa position exigera l'appui de l'UNESCO. J'espère que dans les prochaines années nous pourrons obtenir un Statut consultatif de l'UNESCO et moi-même avec l'appui de la Commission Tchèque pour l'UNESCO et en tant que vice-président de cette Organisation je veux tout faire pour que dans l'intérêt de toute la Spéléologie cela réussisse.

Je vous remercie de votre participation, de votre compréhension pour nos imperfections et, au nom de tous ceux dont je suis l'interprète et au mien je vous salue très cordialement. Je vous souhaite beaucoup de succès personnels et professionnels et je me réjouis d'avance de vous revoir tous au prochain Congrès en Angleterre ou plus tôt encore en Tchécoslovaquie.

Le 6me Congrès International de Spéléologie 1973 est terminé!  
Vive le 7me Congrès International de Spéléologie 1977!  
Applaudissements prolongés.

## **BUREAU DE L'UNION INTERNATIONALE DE SPÉLÉOLOGIE**

(Pour la période 1973-1977)

**P r é s i d e n t :**

Dr. Arrigo A. Cigna (Italie)

**P r e m i e r V i c e - p r é s i d e n t :**

Dr. Vladimír Panoš, CSc. (Tchécoslovaquie)

**S e c o n d V i c e - p r é s i d e n t :**

Prof. Fr.A. Nicholas SULLIVAN (Etats-Unis)

**S e c r é t a i r e - G é n é r a l e t T r é s o r i e r :**

Dr. Hubert Trimmel (Autriche)

S e c r é t a i r e     e t     s e c o n d     t r é s o r i e r :  
Prof. Albert Anavy (Liban)

D e u x i è m e     s e c r é t a i r e :  
Maurice Audétat (Suisse)

L'ancien président de l'Union Internationale de Spéléologie M. le professeur Bernard Gèze (France) a été nommé et élu président d'honneur de l'Union.

### **CLÔTURE ET APPRÉCIATION**

Pour terminer on peut constater objectivement que le niveau d'organisation, scientifique et culturel du Congrès répondait au grand intérêt qu'on a témoigné pour le Congrès en Tchécoslovaquie et à l'étranger. On a pu atteindre ce très haut niveau dans toutes les parties de ce programme compliqué parce que, entre autre, les préparations autour du Congrès ont duré trois ans et durant deux ans chaque partie du programme a été soigneusement consultée, ajustée et assurée par des contrats des travailleurs responsables de leur réalisation.

Des négociations directes du secrétaire général le Dr. Vladimír Panoš, CSc., avec les Comités d'Organisation et Scientifique et la direction des institutions participantes, les écoles, les organisations et les institutions ont permis que 41 pays du monde entier, membres de l'UIS ou non, ont pu envoyer au Congrès une nombreuse délégation officielle composée et dirigée par les meilleurs spécialistes des différents groupes de la spéléologie complexe.

Beaucoup d'éminents représentants du monde scientifique étaient présents au Congrès à titre personnel.

Plusieurs groupes de spécialistes étrangers ont profité de la participation au Congrès pour acquérir des expériences dans la spéléologie théorique et appliquée et de l'activité spéléologique dans l'organisation professionnelle et amateur.

Le Congrès a largement contribué à l'amitié et aux collaborations fructueuses des spécialistes du monde entier ainsi qu'aux invitations personnelles pour la participation à de multiples expéditions d'exploration, à établir des contrats à longue échéance de collaboration dans la solution de problèmes principaux et à des échanges de littérature.

Le Congrès a dignement contribué à représenter la République Socialiste Tchécoslovaque et son système scientifique, éducatif, cultu-



rel et économique. Il a aussi contribué à représenter dignement la spéléologie tchécoslovaque, à propager les beautés naturelles de la Tchécoslovaquie, au mouvement touristique et aussi à faire connaître l'Université d'Olomouc qui est la deuxième plus ancienne Université en Tchécoslovaquie.

On ne peut non plus omettre de signaler que l'organisation du Congrès à Olomouc a demandé une Grande activité de la part du corps enseignant, du personnel administratif et économique, des étudiants de l'Université Palacký et des travailleurs de toutes les institutions participantes, sans qu'ils soient pour cela spéléologues.

Pour accomplir et dépasser les buts scientifiques et culturels le Secrétariat du Congrès a beaucoup contribué, il était le réel organisateur et centre administratif de la préparation et de la réalisation du Congrès à Olomouc et dans les autres endroits en Tchécoslovaquie. Le Secrétariat s'est formé vers la moitié de 1972 et son personnel permanent se composait d'une secrétaire à plein temps, d'une correspondante étrangère à mi-temps, et de trois aides pour une courte durée: deux comptables et un expert juridique. Ce personnel a assuré, avec le plus grand dévouement et sans compter son temps de travail, toutes les affaires du Congrès et a pratiquement assuré toutes les parties des différentes activités du Congrès. En un an et demi de son existence le Secrétariat a reçu et envoyé plus de 20.000 plis postaux différents (la plupart en langue étrangère) et a donné plus de 10.000 communications téléphoniques. En plus il a formé les bases de la documentation d'enregistrement et le matériel pour la presse officielle du Congrès. Le Congrès terminé les employés du Secrétariat travaillent encore à la liquidation des travaux et à la rédaction du recueil des exposés.

Le cours du Congrès a prouvé que Olomouc (et les villes lui ressemblant) sont, objectivement parlé, bien plus avantageuses pour organiser les grandes rencontres internationales que la capitale ou d'autres très grandes villes. Cette atmosphère propice qu'a préparé pour le Congrès Olomouc et les autres petites villes en ČSR et SSR, le grand intérêt de la population locale et des institutions et la haute qualité des ensembles culturels ont particulièrement contribué au succès du Congrès et par là ont montré le haut niveau culturel de tout le pays, aussi hors de la capitale.

## LISTE DES PARTICIPANTS

Les participants sont classés dans le catalogue des pays individuels d'après l'adresse de leur lieu de travail actuel et non d'après leur nationalité.

### Liste numérique

	Pays	Membres ordinaires	Membres adhérents	Obser-vateurs	Accompa-gnateurs	Total
		Mo	Ma	O	A	
1.	ARGENTINE	-	1	-	-	1
2.	AUSTRALIE	4	1	-	-	5
3.	AUTRICHE	15	2	2	6	25
4.	BELGIQUE	10	1	15	4	30
5.	BERLIN-OUEST	1	-	-	-	1
6.	BULGARIE	14	3	-	3	20
7.	CANADA	12	3	-	15	30
8.	COTE D'IVOIRE	1	-	-	-	1
9.	CUBA	5	-	-	-	5
10.	DANEMARK	1	-	-	-	1
11.	ESPAGNE	14	4	5	8	31
12.	ETATS-UNIS	21	10	-	17	48
13.	FINLANDE	1	-	-	-	1
14.	FRANCE	30	6	2	16	54
15.	GRANDE-Bretagne	10	1	2	3	16
16.	GRÈCE	3	-	-	3	6
17.	GUATEMALA	-	1	-	-	1
18.	HONGRIE	15	-	3	3	21
19.	IRLANDE	1	1	-	-	2
20.	ITALIE	15	15	-	16	46
21.	JAMAÏQUE	-	1	-	-	1
22.	JAPON	1	1	-	1	3



Pays		Membres ordinaires Mo	Membres adhérents Ma	Observateurs O	Accompagnateurs A	Total
23.	LIBAN	3	-	-	2	5
24.	LUXEMBOURG	1	1	-	-	2
25.	MEXIQUE	2	1	-	-	3
26.	NOUVELLE-ZÉLANDE	1	1	-	1	3
27.	PAYS-BAS	2	-	-	1	3
28.	POLOGNE	26	1	3	1	31
29.	PORTUGAL	3	1	-	1	5
30.	R. D. ALLEMANDE	39	2	7	6	54
31.	R. du ZAÏRE	1	1	-	1	3
32.	R. F. d'ALLEMAGNE	11	4	-	1	16
33.	ROUMANIE	20	5	1	3	29
34.	SRI-LANKA	-	1	-	-	1
35.	SUÈDE	5	-	1	2	8
36.	SUISSE	12	2	-	5	19
37.	TCHÉCOSLOVAQUIE	115	7	17	4	143
38.	TURQUIE	2	-	-	1	3
39.	UNION SOVIÉTIQUE	26	12	3	-	41
40.	VENEZUELA	3	3	-	-	6
41.	YOUgosLAVIE	31	3	-	7	41
Totaux		477	96	61	131	765

#### ARGENTINE

1. OVANDO Norberto,  
Ma

Museo Argentino de Ciencias Naturales  
"Bernardino Rivadavia"  
Avda. Angel Gallardo 470  
Buenos Aires

#### AUSTRALIE

1. DUNKLEY Janette G.,  
Mo, A-1, B-1  
Box 35, The Union University of Sydney  
N.S.W. 2006
2. JAMES Julia M., Dr.,  
Mo, C-1  
The Union University of Sydney  
School of Chemistry, Sydney  
N.S.W. 2006
3. JENNINGS Joseph N., Prof.,  
Mo, A-3, B-1, D-3  
The Australian National University  
Canberra, A.T.C. 2601
4. MATTHEWS Peter G.,  
Ma,  
Australian Speleological Federation  
66 Frogmore Crescent, Park Orchards  
Victoria 3114
5. WOOD Ian David,  
Mo, B-5  
P.O. Box 374, North Ryde  
N.S.W. 2113

#### AUTRICHE

1. BAUER Fridtjof, Dr.,  
Mo,  
Speläologisches Institut b. Bundes-  
ministerium f. Land- u. Forstwirtschaft  
Dr. H. Maier Strasse 46-50/4/4  
1180 Wien
2. BEDNARIK Edith  
O,  
Rebengasse 49  
A-2700 Wiener Neustadt
3. CUBUK Georg, Dr.,  
Hydrogeologisches Institut  
Universität Düsseldorf  
Düsseldorf, Gurlittstrs. 53 RFA
4. DRAXLER Ilse, Dr.,  
Mo, D-1  
Rasumofskygasse 23  
A-1030 Wien
5. FINK Max, Dr.,  
Mo, A-2, B-1  
Metzgergasse 5  
A-3400 Kloster Neuburg - Weidling
6. GRESSEL Walther, Dr.,  
Mo,  
Flughafen-Flugsicherung  
A-9020 Klagenfurt



- |     |                                   |   |
|-----|-----------------------------------|---|
| 7.  | HOLLENDER Werner,<br>Mo, A-1, B-7 | Rasumof'skygasse 34/17<br>A-1030 Wien                           |
| 8.  | ILMING Heinz,<br>Mo,              | Bahngang 6, E, 1, 4<br>2345 Brunn am Gebirge                    |
| 9.  | KLAPPACHER Walter,<br>O, C-1      | Alpenstr. 40<br>A-5020 Salzburg                                 |
| 10. | KRIEG Walter, Dr.,<br>Mo, B-7     | Fischbachgasse 20<br>A-6850 Dornbirn                            |
| 11. | MAIS Karl, Dr.,<br>Ma,            | Messeplatz 1/7a<br>A-1070 Wien                                  |
| 12. | MRKOS Heinrich, Ing.,<br>Mo, A-2  | Rudolf Zellergerasse 50-52/3/1<br>A-1238 Wien                   |
| 13. | MORROCUTTI Albert,<br>A,          | Getreidegasse 21<br>A-5020 Salzburg                             |
| 14. | MORROCUTTI Hilde,<br>A,           | Getreidegasse 21<br>A-5020 Salzburg                             |
| 15. | OEDL Franz R., Dr. Ing.,<br>Mo,   | Rudolfkai 50<br>A-5020 Salzburg                                 |
| 16. | OEDL Friedrich, Dr.,<br>A,        | Getreidegasse 21<br>A-5020 Salzburg                             |
| 17. | OEDL Anelise,<br>A,               | Getreidegasse 21<br>A-5020 Salzburg                             |
| 18. | OEDL Marta,<br>A,                 | Getreidegasse 21<br>A-5020 Salzburg                             |
| 19. | REICH Herbert,<br>Mo, B-2         | 21 Seidlung Jedlesee<br>Amperegasse 11, st 107/3<br>A-1210 Wien |
| 20. | SIEBERT Kurt, Prof.,<br>Mo,       | Leberstr. 2/15/8<br>A-1030 Wien                                 |
| 21. | SIEBERT Hildegard,<br>A,          | Leberstr. 2/15/8<br>A-1030 Wien                                 |

- |     |                                  |   |
|-----|----------------------------------|---|
| 22. | SIEGL Johann A.,<br>Mo, A-3, B-3 | Stifterstr. 16/2<br>A-4020 Linz           |
| 23. | STUMMER Günter,<br>Mo,           | Landstr. Hauptstr. 70/4<br>A-1030 Wien    |
| 24. | TRIMMEL Hubert, Dr.,<br>Mo,      | Draschestr. 77<br>A-1232 Wien - Inzerdorf |
| 25. | WEISS Karl, Dr.,<br>Mo,          | Messeplatz 1/7a<br>A-1071 Wien            |

#### BELGIQUE

- |     |                                  |  |
|-----|----------------------------------|--|
| 1.  | AGNESSENS Michel,<br>O, C-1      | 5, rue Général Gratry<br>1040 Bruxelles        |
| 2.  | CHALON Emile,<br>O, C-1          | 5, rue Général Gratry<br>1040 Bruxelles        |
| 3.  | COMPERE Etienne,<br>O, C-1       | 5, rue Général Gratry<br>1040 Bruxelles        |
| 4.  | DE BLOCK Guy,<br>Mo,             | 47, rue du Taciturne<br>1140 Bruxelles         |
| 5.  | DE MARTYNOFF Alexis,<br>Mo,      | 45, Av. O, van Goidtsnoven<br>B-1180 Bruxelles |
| 6.  | DE MARTYNOFF Dimitri,<br>Mo, C-1 | 5, rue Général Gratry<br>1040 Bruxelles        |
| 7.  | DECLLEER Serge,<br>Mo,           | 229, rue de Binche<br>6180 Courcelles          |
| 8.  | DE NOËL Guy,<br>Mo,              | Avenue des Désirs 25<br>1140-Bruxelles         |
| 9.  | DELBROUCK Robert,<br>Ma,         | Avenue de Tabora 12<br>B-5000 Namur            |
| 10. | DUPAGNE Jacques,<br>O, C-1       | 5, rue Général Gratry<br>1040 Bruxelles        |



- |     |                                |  |
|-----|--------------------------------|--|
| 11. | DUPIERREUX Bernard,<br>Mo, D-1 | 44, rue Jules Destrée<br>6000 Charleroi  |
| 12. | FONTAINE Jean-Paul,<br>Mo,     | 1, Avenue du Daring<br>1080 Bruxelles    |
| 13. | GOBERT Willy,<br>Mo, D-1       | 3, Résidence poudrière<br>6228 Viewilles |
| 14. | GOOSSENS Paulette,<br>A, D-1   | 3, Résidence poudrière<br>6228 Viewilles |
| 15. | GRÉGOIRE Gaston,<br>O, C-1     | 5, rue Général Gratry<br>1040 Bruxelles  |
| 16. | LAGASSE Joseph,<br>O, C-1      | 5, rue Général Gratry<br>1040 Bruxelles  |
| 17. | LEDUC Ginette,<br>O, C-1       | 5, rue Général Gratry<br>1040 Bruxelles  |
| 18. | LEDUC Madeleine,<br>O, C-1     | 5, rue Général Gratry<br>1040 Bruxelles  |
| 19. | LEJEUNE Jean-Marcel,<br>O, C-1 | 5, rue Général Gratry<br>1040 Bruxelles  |
| 20. | MAQUET Jacques,<br>O, C-1      | 5, rue Général Gratry<br>1040 Bruxelles  |
| 21. | MARÉCHAL Marcel,<br>O, C-1     | 5, rue Général Gratry<br>1040 Bruxelles  |
| 22. | VAN ESPEN Christine,<br>A, C-1 | 5, rue Général Gratry<br>1040 Bruxelles  |
| 23. | PASSCHIER Georges,<br>A, C-1   | 5, rue Général Gratry<br>1040 Bruxelles  |
| 24. | ANHESSE Andrée,<br>A, C-1      | 5, rue Général Gratry<br>1040 Bruxelles  |
| 25. | MASSINON André,<br>Mo, D-1     | 8, rue Charles Dupret<br>6000 Charleroi  |

- |     |                                  |   |
|-----|----------------------------------|---|
| 26. | MENJOT Marie,<br>O, C-1          | 5, rue Général Gratry<br>1040 Bruxelles       |
| 27. | PIRNAY Claude,<br>O, C-1         | 5, rue Général Gratry<br>1040 Bruxelles       |
| 28. | REMELS Théo,<br>O,               | 161, rue Baudoin Leprince<br>6101 Jamioulx    |
| 29. | ROBYNS Jules,<br>O, C-1          | 5, rue Général Gratry<br>1040 Bruxelles       |
| 30. | SLAGMOLEN André,<br>Mo, C-1, C-2 | 113, rue Adolphe Marbotin<br>B-1030 Bruxelles |

#### BERLIN - OUEST

- |    |  |  |
|----|--|--|
| 1. | VETTER Friedrich, Prof., Dr.,<br>Mo, B-7 | Geographisches Institut<br>Freie Universität Berlin<br>Grunewaldstr. 35<br>1 Berlin 41 |
|----|--|--|

#### BULGARIE

- |    |                                |   |
|----|--------------------------------|---|
| 1. | ANDREEV Stoitze,<br>Mo,        | University of Sofia<br>Dept. of Zoology, Bld. Ruski 15<br>Sofia |
| 2. | BACHVAROV Marin, Prof.,<br>Ma, | University "Clement Ohridski"<br>Bld. Ruski 15<br>Sofia         |
| 3. | CHARIZANOV Christo,<br>Mo,     | Speleoclub "Academic", Višněva 7<br>Sofia 26                    |
| 4. | DELTSHEV Christo,<br>Mo,       | University of Sofia<br>Dept. of Zoology, Bld. Ruski 15<br>Sofia |



5. DELTSHEVA Dora M.,  
A,  
University of Sofia  
Dept. of Zoology, Bld. Ruski 15  
Sofia
6. DIMICHEV Kamen,  
Ma,  
ul. Sviščov 1  
Russe
7. DINEV Ljubomir, Prof. Dr.,  
Mo,  
University of Sofia, Bld. Ruski 15,  
Sofia
8. DRAGANOV Stefan J.,  
Mo,  
University of Sofia  
Dept. of Biology, Bld. Ruski 15  
Sofia
9. DRAGANOVA Lidija,  
A,  
Krasno selo, Blok 10/B  
Sofia 80
10. GUEORGUIEV Vassil B.,  
Mo,  
University of Sofia  
Dept. of Zoology, Bld. Ruski 15  
Sofia 1
11. MALEEV Michail,  
Ma,  
University of Sofia, Bld. Ruski 15  
Sofia
12. NEDKOV Petko,  
Mo,  
Bld. Tolbuchin 18  
Sofia
13. PENTSHEV Peter, Prof.,  
Mo, A-3  
University of Sofia, Bld. Ruski 15  
Sofia
14. PENTSHEVA Lilia,  
A, A-3  
University of Sofia, Bld. Ruski 15  
Sofia
15. PETKOVA Angelina,  
Mo,  
Rue 124, nr. 20  
10 Sofia
16. PISHTALOV Staiko, Doc.,  
Mo,  
University of Sofia, Bld. Ruski 15  
Sofia
17. POPOV Vladimír, Dr.,  
Mo, A-3, B-1  
University of Sofia, Bld. Ruski 15  
Sofia
18. RADOUCHEV Radouch,  
Mo, B-2  
Néophyte Rilski 18  
Sofia

19. SPASOV Konstantin,  
Mo, D-3  
N. Zanol 60  
Sofia 3
20. TRANTEEV Peter I.,  
Mo,  
ul. Gagarina 2  
Sofia 13

#### CANADA

1. BROOK George Albert,  
Mo, A-3, B-7  
McMaster University, Dept. of Geography  
Hamilton, Ontario
2. BROOK Diana L.,  
A, A-3, B-7  
McMaster University, Dept. of Geography  
Hamilton, Ontario
3. BROWN M. Charles, Dr.,  
Ma,  
University of Alberta  
Dept. of Geography  
Edmonton, Alberta
4. BUTLER Richard W., Prof.,  
Mo,  
University of Western Ontario  
Dept. of Geography  
London, Ontario
5. BUTLER Margaret,  
A,  
1677 Kathryn Drive  
London, Ontario
6. DRAKE John J.,  
Ma,  
McGill University, Dept. of Geography  
Montreal
7. CARPENTIER Robert,  
Mo, A-3  
880 Chemin Ste Foy, Québec  
6.P. Québec
8. CARPENTIER Yolande,  
A, A-3  
880 Chemin Ste Foy, Québec  
6.P. Québec
9. DUBUC Gérard,  
Mo, A-3  
C.P. 336, Station Delorimier  
Montréal 178, Québec
10. ELAIS Ginette,  
A, A-3  
C.P. 336, Station Delorimier  
Montréal 178, Québec
11. EWERS Ralph O.,  
Mo, A-3, B-1  
McMaster University, Dept. of Geography  
Hamilton, Ontario



12. EWERS Lynda,  
A, A-3, B-1  
McMaster University, Dept. of Geography  
Hamilton, Ontario
13. FISH John,  
Mo, A-3, B-1  
McMaster University, Dept. of Geology  
Hamilton, Ontario
14. FORD Derek C., Prof. Dr.,  
Mo, A-3, B-1  
McMaster University, Dept. of Geography  
Hamilton, Ontario
15. FORD Margaret,  
A, A-3, B-1  
222 Martin's Road  
Ancaster, Ontario
16. FORD Owen,  
A, A-3- B-1  
222 Martin's Road  
Ancaster, Ontario
17. FORD Piers,  
A, A-3, B-1  
222 Martin's Road  
Ancaster, Ontario
18. FORD Sophy,  
A, A-3, B-1  
222 Martin's Road  
Ancaster, Ontario
19. FORD William,  
A, A-3, B-1  
222 Martin's Road  
Ancaster, Ontario
20. HARMON Russel S.,  
Mo, B-1  
McMaster University, Dept. of Geology  
Hamilton, Ontario
21. PECK Steward, Dr.,  
Mo, A-3, B-7, D-3  
Carleton University, Dept. of Biology  
Ottawa 1
22. PECK Jarmila,  
A, A-3, B-7, D-3  
Carleton University, Dept. of Biology  
Ottawa 1
23. SCHROEDER Jacques,  
Mo, A-3, B-1  
Université de Moncton  
Dept. Histoire et Géographie  
Moncton (N.B.)
24. SCHROEDER Monique,  
A, A-3, B-1  
Université de Moncton  
Dept. Histoire et Géographie  
Moncton (N.B.)
25. WIGLEY Tom M.L.,  
Mo, A-3  
University of Waterloo  
Waterloo, Ontario N 22 361

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| 26. WOLFE R.I.,<br>Ma,          | York University<br>N 412 Ross, Toronto |
| 27. WOLFE Thomas E.,<br>Mo, A-3 | Guelph, RR/3, Ontario                  |
| 28. WOLFE Jacqueline,<br>A, A-3 | Guelph, RR/3, Ontario                  |
| 29. WOLFE Stephen,<br>A, A-3    | Guelph, RR/3, Ontario                  |
| 30. WOLFE Michel,<br>A, A-3     | Guelph, RR/3, Ontario                  |

#### CÔTE D'IVOIRE

- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| 1. COTTEN Anne-Marie,<br>Mo, A-2 | Université d'Abidjan, Faculté des<br>Lettres, Boite postale 8863<br>Abidjan |
|----------------------------------|---|

#### CUBA

- |  |  |
|--|--|
| 1. ARRIBARAN Angel Graña, Dr.,<br>Mo, A-3, B-2 | Instituto de Geografía<br>Academia de Ciencias de Cuba<br>Habana |
| 2. CAÑAS-ABRIL Pedro, Prof. Dr.,<br>Mo, A-3    | Instituto de Geografía<br>Academia de Cienciaa de Cuba           |
| 3. NUÑEZ JIMENEZ Antonio, Prof. Dr.,<br>Mo,    | Instituto de Geografía<br>Academia de Ciencias de Cuba<br>Habana |
| 4. GUITPEREZ Juan,<br>Mo,                      | Instituto de Geografía<br>Academia de Ciencias de Cuba<br>Habana |



5. VIÑA Bayes Nicasio, Dr.,  
Mo, A-3, B-2

Institute of Geography  
Academia de Ciencias de Cuba  
Habana

#### DANEMARK

1. AUB-ROBINSON Conrad F.,  
Mo, A-2, B-3, D-1

Geologisk Institut, Lab. f. fysisk  
Geografi, Aarhus Universitet  
Vennelyst Boulev. 8  
8000 Aarhus - C

#### ESPAGNE

1. AGUIRRE VIEGA Juan,  
Mo, A-3

15, J. Lazurtegui St.,  
Bilbao 6-izq.

2. ALAMO ORTIZ Miguel Angel,  
O,

Servicio de Investigaciones  
Espeleologicas  
Burgos

3. ALVAREZ ORTEGA Angel,  
O, C-1

Servicio Espel. Vizcaino, P.O. Box 53  
Bilbao

4. ANTÓN MARTINEZ Carlos,  
O,

Ayala No. 24

5. ARAUZO ARMENTIA Andrea,  
Mo, A-1

Fuenteminaya 40  
Aranda de Duero

6. ARRIBAS Luciano,  
A, A-1

Avenida Reyes Catolicos F4-8<sup>o</sup>  
Burgos

7. BARTOLOME MARTINEZ Juan Angel,  
Mo,

Vilviestre del Pinar  
Provincia de Burgos

8. BONILLA Juan Antonio,  
Mo, A-1

Avenida Reyes Catolicos F4-8<sup>o</sup>  
Burgos

9. CERRADA CALLESA Ricardo,  
Mo, D-1

Avda José Antonio 15  
Alcoy

10. COENEGRACHTS Ursula,  
A, A-2, B-1  
Alberto Aguilera 3-4  
Madrid 15
11. ESPAÑOL François,  
Ma,  
Museo de Zoología, Apartado 593  
Barcelona 3
12. ERASO ROMERO Adolfo, Prof. Dr.,  
Mo, A-2, B-1  
Comité Nacional de Espeleología  
Alberto Aguilera 3-4  
Madrid 15
13. JOSÉ RIBELLES Bonifacio,  
A, D-1  
Avda José Antonio 15  
Alcoy
14. MONTORIOL-POUS Joaquin, Prof. Dr.,  
Ma,  
Universidad de Barcelona, Dpto. de  
Cristalografía y Mineralogía  
Disputacion 339  
Barcelona 9
15. MORENO SORLI Felix,  
Mo,  
Comité Nacional de Espeleología  
Alberto Aguilera 3-4  
Madrid 15
16. NOLTE Y ARAMBURU Ernest,  
Mo, A-3, B-7  
P.O. Box 922  
Bilbao
17. AMANN Isabel,  
A, A-3, B-7  
P O. Box 922  
Bilbao
18. PEREZ DE URIBARRI L. David,  
Mo, A-2  
Avenida Reyes Catolicos 11  
Burgos
19. PEREZ GONZALES Maria A.,  
A, A-2  
Avenida Reyes Catolicos 11  
Burgos
20. PETIT LLONGUERES Esteban,  
Mo, C-2  
Gruppo Especial Salvamentos  
Clínica Pujol y Brull  
E. Granados 83
21. PIEDRO MIRO Vincente,  
A, D-1  
Avda José Antonio 15  
Alcoy
22. PILAR ASTELARRA Barrueta,  
A, A-3  
15, J. Lazurtegui St.  
Bilbao 6-izq.



- |   |   |
|---|---|
| 23. PLANA PANYART Pedro,<br>Ma,                   | Grupo Espeleológico Edelweiss,<br>Disputación Provincial de Burgos                |
| 24. PORQUERAS JARDI Montserrat,<br>Mo, C-2        | Vallhonrat 11<br>Barcelona  |
| 25. RUBIO MARCOS Aurelio,<br>Mo,                  | Servicio de Investigaciones<br>Espeleologicas<br>Burgos                           |
| 26. SEGUI LLOPIS Alvaro<br>Mo, D-1                | Avda José Antonio 15<br>Alcoy   |
| 27. SERRANO MARTINEZ José Luis<br>O, C-1          | Servicio Espeleologico Vizcaino<br>María Díaz de Haro 58-3 <sup>o</sup><br>Bilbao |
| 28. TORREZ PEREZ HIDALGO, Trinidad<br>José<br>Mo, | Covarrubias 19<br>Madrid  |
| 29. UGARTE URTIAGA Gaizka<br>O, C-1               | Servicio Espeleologico Vizcaino<br>P.O. Box 53<br>Bilbao                          |
| 30. URIBARRI Angulo J.L.,<br>Ma,                  | Diputacion Provincial de Burgos   |
| 31. VADILLO GONZALES Maria, Carmen<br>A,          | Servicio de Investigaciones<br>Espeleologicas<br>Burgos                           |

ETATS UNIS

- |  |   |
|--|---|
| 1. American Geological Institute,<br>Ma, | 2201 M. Street NW<br>Washington, D.C. 20037                             |
| 2. BECK BARRY F., Dr.,<br>Mo, B-3        | Luis Pales Matos FF-19, 6; ta. sec.,<br>Levittown<br>Catano, P.R. 00632 |

3. BECK Patricia,  
A, B-3  
Luis Pales Matos FF-19, 6 ta. sec.,  
Levittown  
Catano, P.R. 00632
4. BRIDGE John F., Prof. Dr.,  
Mo, A-3, B-3  
Ohio State University, Dept. of  
Mechanical Engineering, 45 Short Street  
43085 Worthington
5. BRISON David N.,  
Mo,  
5, rue Jouvenet  
75016 Paris
6. CATE William, Prof.,  
Ma,  
P.O. Box 8002  
St. Louis, Mo. 63108
7. CURL Rane L., Dr.,  
Mo, A-2, B-5  
University of Michigan  
Dept. of Chemical Engineering  
Ann Arbor, Michigan 48103
8. CURL Shirley A.,  
A, A-2, B-5  
University of Michigan  
Ann Arbor, Michigan 48103
9. DE CALMES Anna,  
A,  
5, rue Jouvenet  
75016 Paris
10. DICKEY Fred J.,  
Mo, A-3, B-3, D-3  
Ohio State University, Dept. of  
Computer and Information Science  
Columbus, Ohio 43210
11. EHMAN Burnell F.,  
Mo, B-1, A-2  
223 Cory St., P.O. Box 26  
Yellow Springs, Ohio 45387
12. EHMAN Doris,  
A, B-1, A-2  
223 Cory St., P.O. Box 26  
Yellow Springs, Ohio 45387
13. FORNEY Gerald Glenn,  
Mo, A-2, B-7  
Ave. Ellis 5734  
Chicago, Ill. 60637
14. GURNEE Russell H.,  
Mo, A-3, B-3  
231 Irving Avenue  
Closter, N.J. 07624
15. GURNEE Jean,  
A, A-3, B-3  
231 Irving Avenue  
Closter, N.J. 07624



16. GURNEE Susan,  
A, A-3, B-3  
231 Irving Avenue  
Closter, N.J. 07624
17. GURNEE Wendy,  
A, A-3, B-3  
231 Irving Avenue  
Closter, N.J. 07624
18. HESS John W.,  
Ma,  
Pennsylvania State University  
343 Deike Building  
University Park, Pa. 16802
19. HOWIE Wil,  
Mo, C-1, A-1  
749 Gardner St.  
Jackson, MS 39206
20. JOHNSON Paul E.,  
Mo, A-3, B-7  
5288 Rossiter  
Waterford, Michigan 48095
21. JONES William K.,  
Mo, A-1, B-2  
20 Rhea Terr  
Fair Mont, Va. W. 26505
22. JONES W. Ellen,  
A, A-1, B-2  
20 Rhea Terr,  
Fair Mont, W.V. 26505
23. KOPPER John S.,  
Ma,  
150 Columbia Heights  
Brooklyn, N.Y.
24. KROMM David E., Dr.,  
Mo,  
Kansas State University  
Dept. of Geography  
Manhattan, Kansas 66506
25. KROMM Roberta J.,  
A,  
Kansas State University  
Dept. of Geography  
Manhattan, Kansas 66506
26. KROMM M. David,  
A,  
Kansas State University  
Dept. of Geography  
Manhattan, Kansas 66506
27. KROMM Randall,  
A,  
Kansas State University  
Dept. of Geography  
Manhattan, Kansas 66506
28. KROMM Christopher,  
A,  
Kansas State University  
Dept. of Geography  
Manhattan, Kansas 66506

29. LUDWIG Irene,  
Mo, A-3, B-7  
5039 N. Harding  
Chicago, Ill. 60625
30. MITCHELL Robert W., Prof. Dr.,  
Mo,  
Texas Tech. University, Dept. of  
Biology, P.O. Box 4149  
Lubbock, Texas 79409
31. MONROE Watson H., Prof.,  
Mo, A-3, B-1  
US Geological Survey, P.O. Box 2230  
San Juan, Puerto Rico 00936
32. MROCZKOWSKI Donna,  
Ma,  
1408 South 5th Apt. H  
Alhambra, California 91803
33. MUELLER Albert C.,  
Mo, A-3  
631 Lincoln Park East  
Cranford, N.J. 07016
34. MUELLER Margaret,  
A, A-3  
631 Lincoln Park East  
Cranford, N.J. 07016
35. MUELLER Cynthia,  
A, A-3  
631 Lincoln Park East  
Cranford, N.J. 07016
36. MUELLER Priscilla,  
A, A-3  
631 Lincoln Park East  
Cranford, N.J. 07016
37. QUINLAN James F., Dr.,  
Mo, A-3, B-1  
P.O. Box 8, Mammoth Cave  
Kentucky 42259
38. QUINLAN Patricia,  
A, A-3, B-1  
P.O. Box 8, Mammoth Cave  
Kentucky 42259
39. QUINLAN Daniel,  
A, A-3, B-1  
P.O. Box 8, Mammoth Cave  
Kentucky 42259
40. SHECK EXLEY I.,  
Ma,  
2889 College Street 4  
Jacksonville, Florida 32205
41. STELLMACK John A.,  
Mo, A-3, B-1  
Pennsylvania State University  
P.O. Box 649  
State College, Pa. 16811
42. SULLIVAN Nicholas G.,  
Mo, A-1  
La Salle College, Dept. of Geology  
Philadelphia, Pa. 19141

43. WAGNER Frederick T.,  
Mo, B-7, D-2  
21 E. Turnbull Ave.,  
Havertown, Pa. 19083
44. WATSON Richard A., Prof.,  
Ma,  
University of Washington  
Dept. of Philosophy  
St. Louis, Missouri 63130
45. WATSON Patty J., Prof.,  
Ma,  
University of Washington  
Dept. of Anthropology  
St. Louis, Missouri 63130
46. WERNER Eberhard,  
Ma,  
National Speleological Society  
6140 Surrey Square Lane  
Washington D.C. 20028
47. WHITE William, Dr.,  
Ma,  
Pennsylvania State University  
Dept. of Geochemistry  
State College, Pa. 16802
48. WOLFE Thomas E.,  
Mo,  
State University of New York  
and Buffalo  
Buffalo, N.Y.

#### FINLANDE

1. ERIKSSON Gösta, Prof.,  
Mo, A-3  
Handelshögskolan vid Abo Academi  
Henriksgatan 7  
20500 Abo 50

#### FRANCE

1. BARBIER Bernard, Prof.,  
Ma,  
Université d'AIX-EN-PROVENCE
2. BESSON Jean-Pierre,  
Mo, B-3  
Avenue Nansouty 65  
65400 Argelès-Gazost
3. BESSON Anne-Marie,  
A, B-3  
Avenue Nansouty 65  
65400 Argelès-Gazost



4. BOUCHARD Alain G.,  
Mo, A-1, B-3, C-3  
Club Spéléo-Loisirs, 4, rue du Tribunal  
21200 Beaune
5. BOUVET Yvette,  
Mo, B-7  
43, Bd. du 11 Novembre  
69521 Villeurbanne
6. BOUVET Philippe,  
A, B-7  
43, Bd. du 11 Novembre  
69521 Villeurbanne
7. CASTIN Pierre, Dr.,  
Mo,  
3, Place St. Bernard  
21000 Dijon
8. CASTIN Georgette,  
A,  
3, Place St. Bernard  
21000 Dijon
9. PICOT Suzanne,  
A,  
3, Place St. Bernard  
21000 Dijon
10. CAUMARTIN Victor, Prof. Dr.,  
Mo, A-2, B-1  
12, Boulevard de la Marne  
21000 Dijon
11. CAUMARTIN Germaine,  
A, A-2, B-1  
12, Boulevard de la Marne  
21000 Dijon
12. CHABERT Claude,  
Mo,  
47, rue de la Sablière  
75014 Paris
13. BOULLIER Nicole,  
A,  
47, rue de la Sablière  
75014 Paris
14. CIRY Raymond,  
Mo, A-1, B-2  
9, rue Frédérique-Lévêque  
21000 Dijon
15. CIRY Geneviève,  
A, A-1, B-2  
9, rue Frédérique-Lévêque  
21000 Dijon
16. CHOPPY Jacques,  
Mo, A-1, B-7, D-1, D-3  
110, Bd. E. Zola  
F - 54 Laxou
17. DEBOUTTEVILLE-DELAMARE M.,  
Ma,  
Laboratoire d'Ecologie Générale  
4, Ave du Petit Chateau  
91 - Brunoy - Essonne
18. DELAY Bernard,  
Mo,  
Laboratoire souterrain du C.N.R.S.  
09410 Moulis

19. DURAND Gérard Guy, 84570 Mormoiron (Vaucluse)  
Mo, B-3
20. DURAND Lucie, 84570 Mormoiron (Vaucluse)  
A, B-3
21. FENELON Paul, Prof., 12, rue A. Theuriet  
Mo, A-1, B-1, D-2 92340 Bourg-la-Reine
22. GÈZE Bernard, Prof., Institut National Agronomique  
Mo, A-1, B-1 16, rue Claude-Bernard  
75005 Paris
23. GÈZE Clémence, 16, rue Claude-Bernard  
A, A-1, B-1 75005 Paris
24. GINET René, Prof., 43, Bd. du 11 Novembre 1918  
Mo, B-5 69621 Villeurbanne
25. GINET Jean-Dominique, 43, Bd. du 11 Novembre 1918  
A, B-5 69621 Villeurbanne
26. HENRY Jean-Paul, Faculté des Sciences, Biologie animale  
Mo, 2, Bd. Gabriel  
21000 Dijon
27. HUSSON Roger, Prof. Dr., Faculté des Sciences, Biologie animale  
Ma, 21000 Dijon
28. JUBERTHIE-JUPEAU L., Dr., Laboratoire souterrain C.N.R.S.  
Mo, 09410 Moulis (Ariège)
29. De LAVAUUR Guy, Château de Laboisie  
Ma, 46400 St. Céré
30. LETRONE Michel, Dr., Fédération française de spéléologie  
Mo, 73, Cours Tolstoï  
F - 69100 Villeurbanne
31. LE BAS Alain Henri, Ste Anne d'Evenos  
Mo, A-2 83330 Le Beausset
32. LE BAS Germaine, Ste Anne d'Evenos  
A, A-2 83330 Le Beausset

**PLATES**  
**PLANCHES**









1. Défilé des pavillons pendant l'ouverture solennelle du Congrès.





2. Le ministre de la culture de la République Socialiste Tchèque professeur Dr. Milan Klusák, CSc., pendant son discours d'accueil.



3. Professeur Jan Hrbek, président du Comité d'organisation du Congrès pendant son discours d'accueil.





4. Professeur Bernard Gèze, président de l'Union Internationale Spéléologique remercit aux notes.

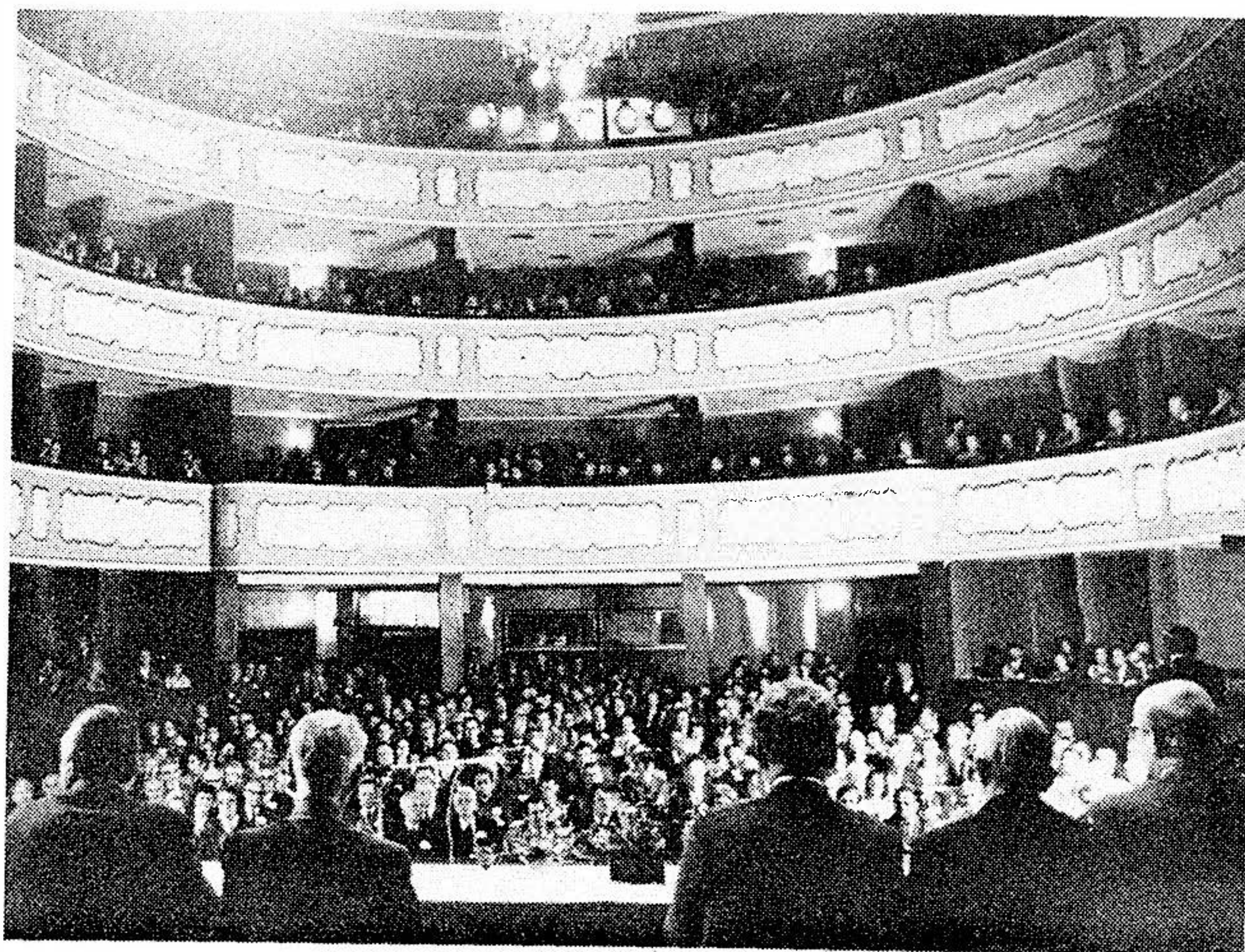


5. Professeur Josef Poulík, Vice-président de l'Académie Tchèque des Sciences et président du Congrès ouvre le Congrès.





6. Professeur František Gazárek, Recteur de l'Université Palacký, hôte du Congrès, prend la parole d'accueil.



7. Inauguration solennelle du Congrès.

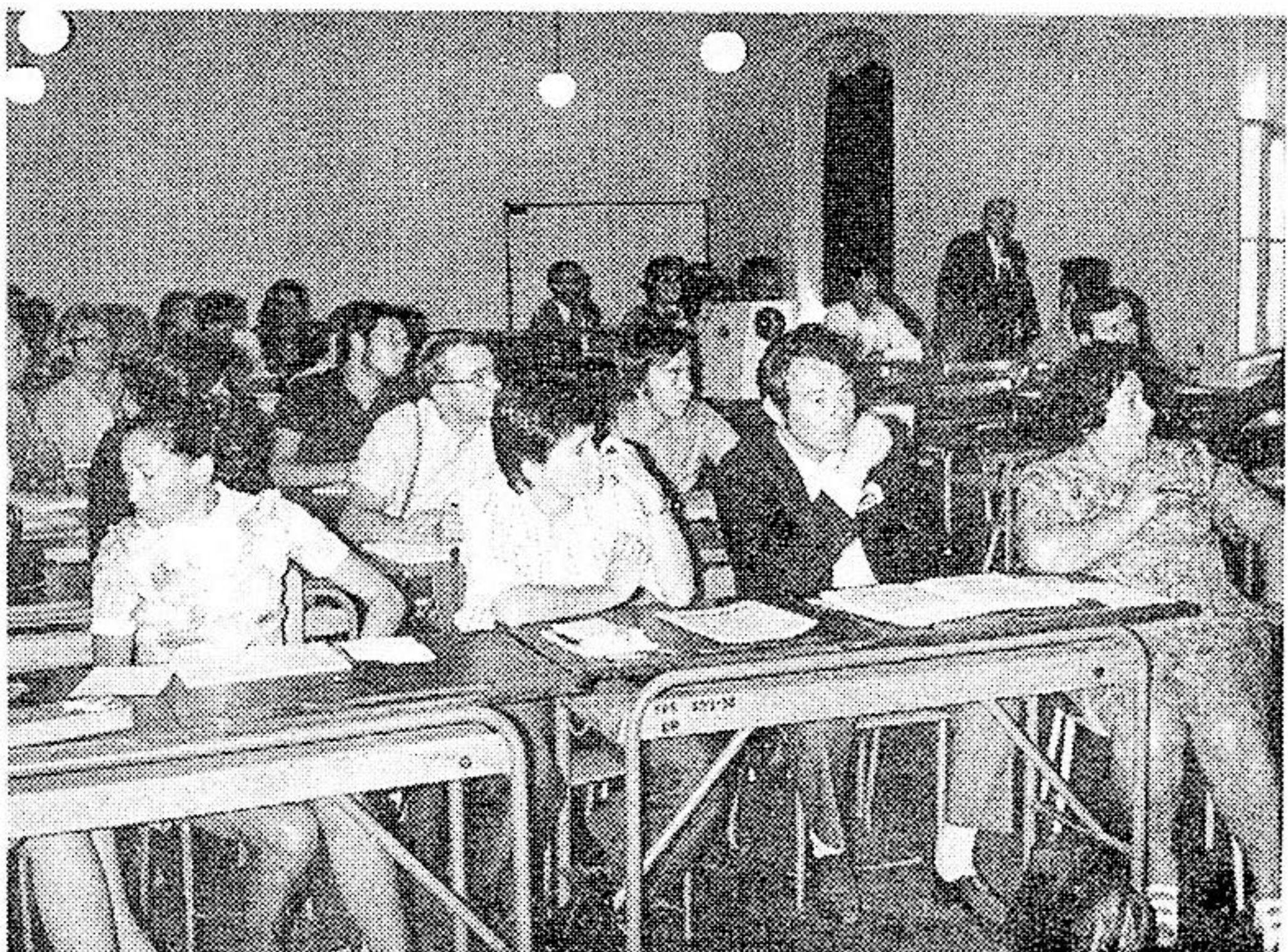




8. Quelques moments du programme de société du Congrès.



9. Presidium de l'Union Internationale de Spéléologie pendant l'Assemblée plénière.



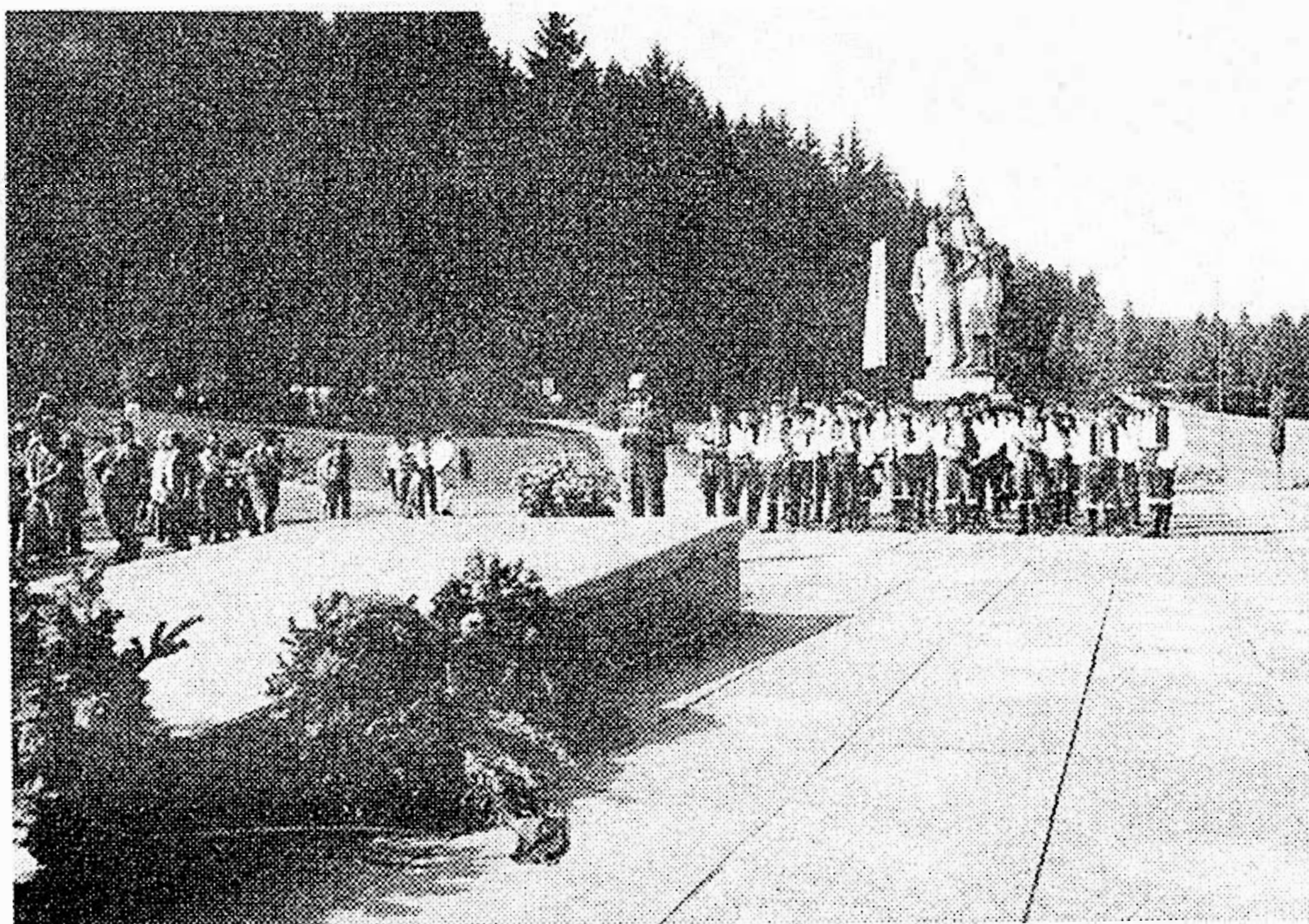
10. Une des sections du Congrès pendant la session.



11. L'accueil solennel à Blansko, le centre du Karst Moravique.



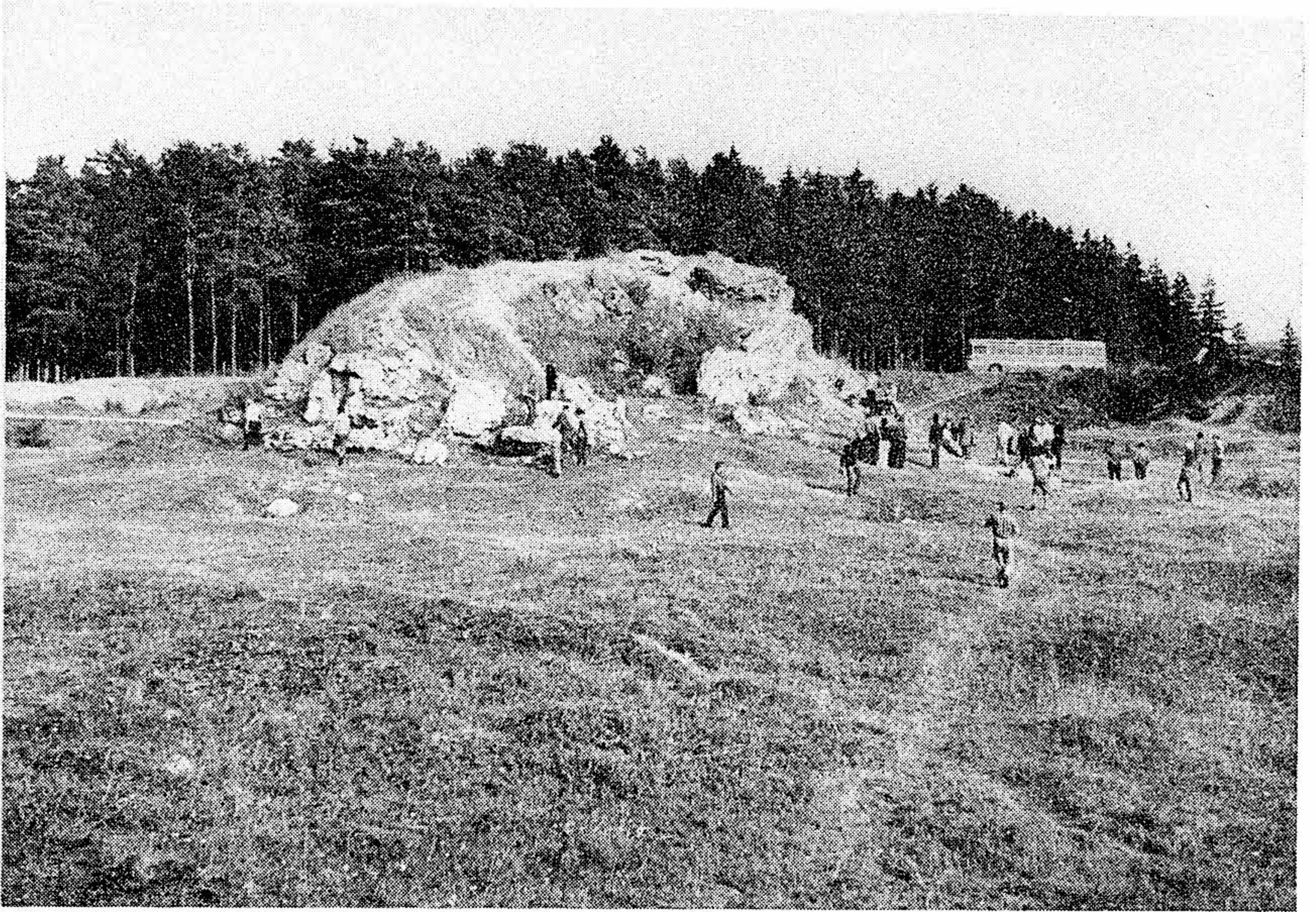
12. Près de la tombe commune des martyrs d'un petit village de Javoříčko - Lidice de Moravie, fusilés le 5 Mai 1945 par les unités de SS.



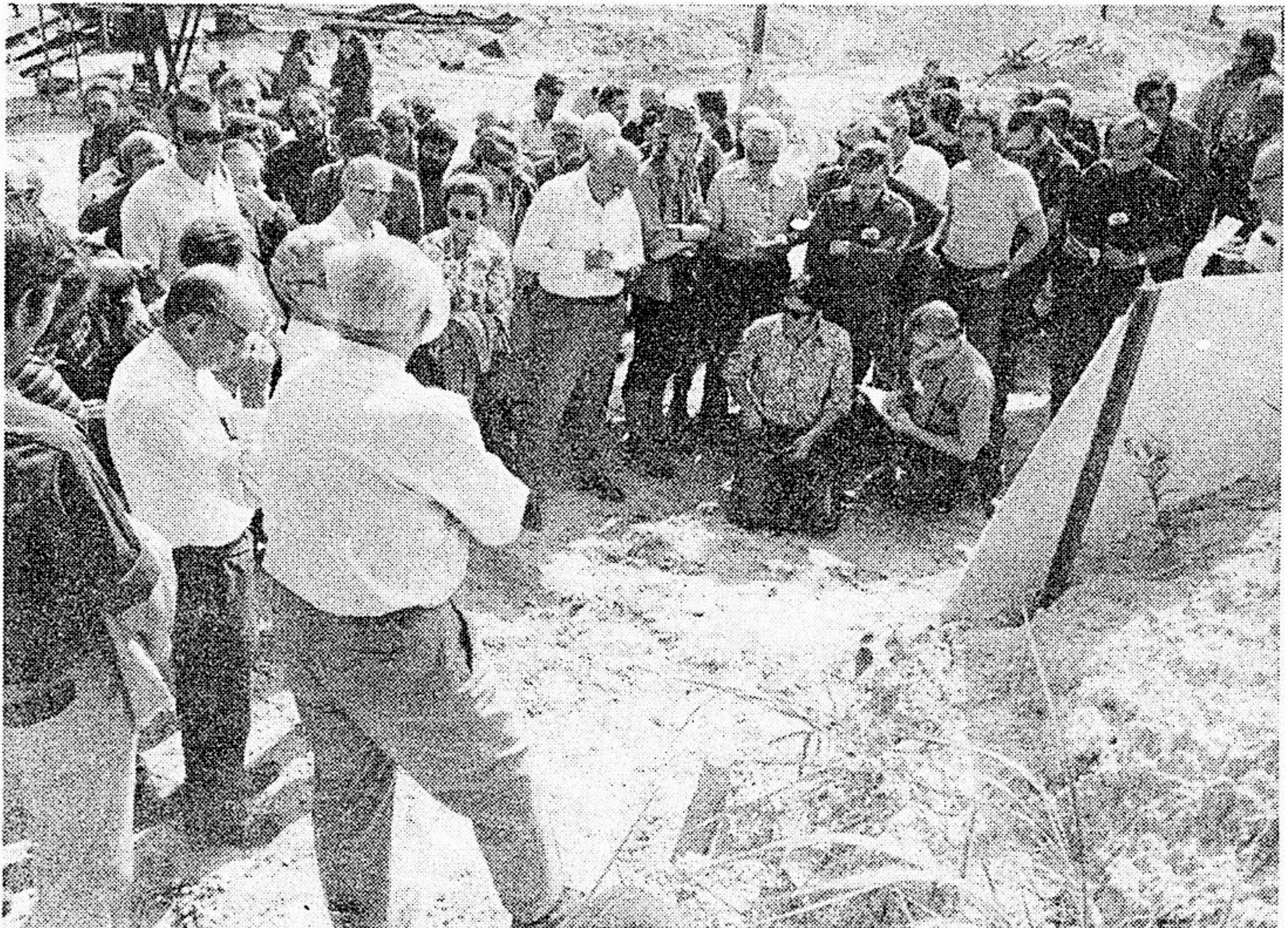
13. Ouverture d'une soirée dans la commune de Štěpánov à l'occasion du 700<sup>ème</sup> anniversaire de sa fondation.







14. L'élévation de travertin à Gánovce - l'un des buts des participants de l'excursion B 1.

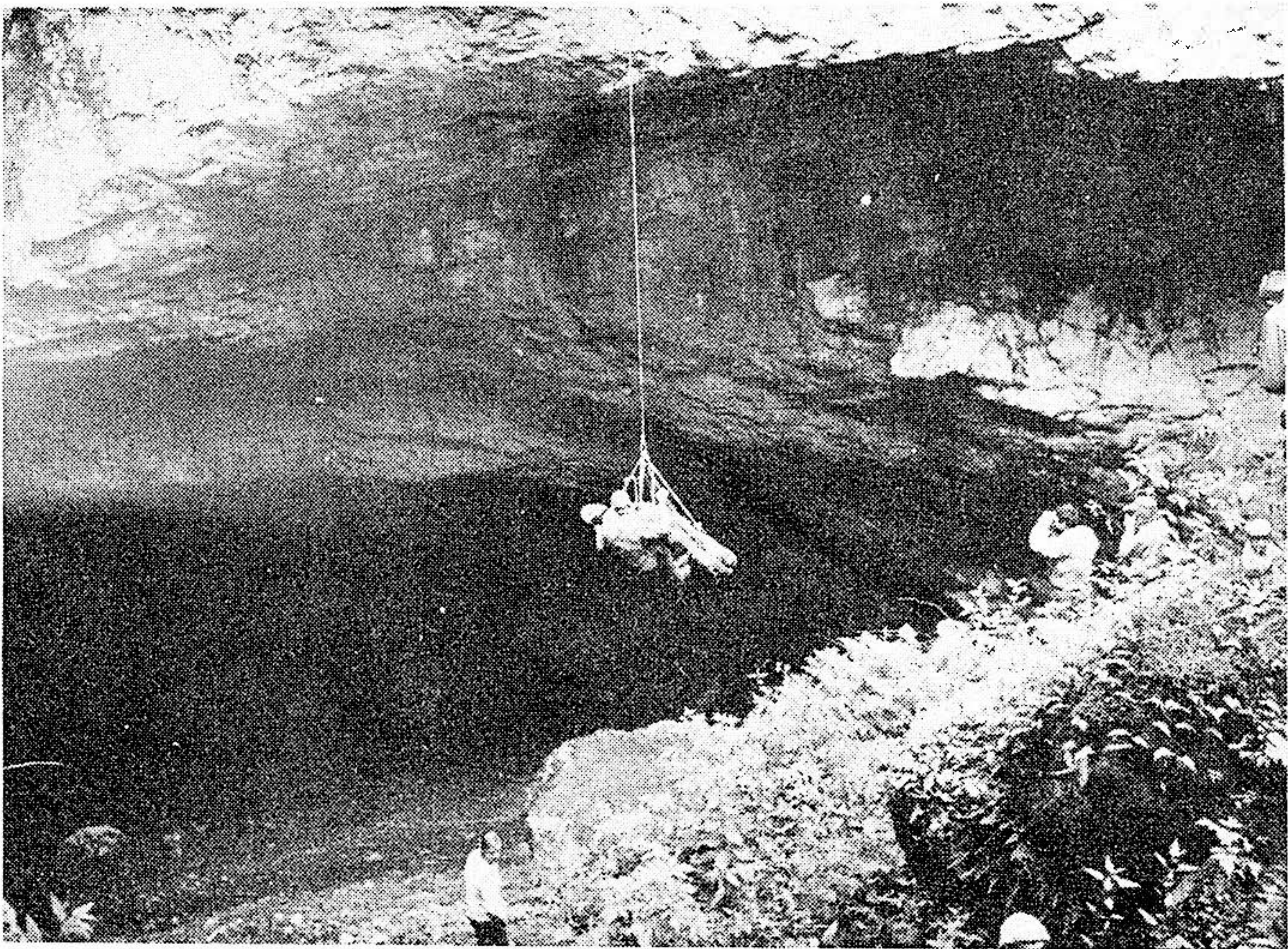


15. Les excursions du Congrès.





16. La fermeture du Camp des spéléo-plongeurs et du Congrès.

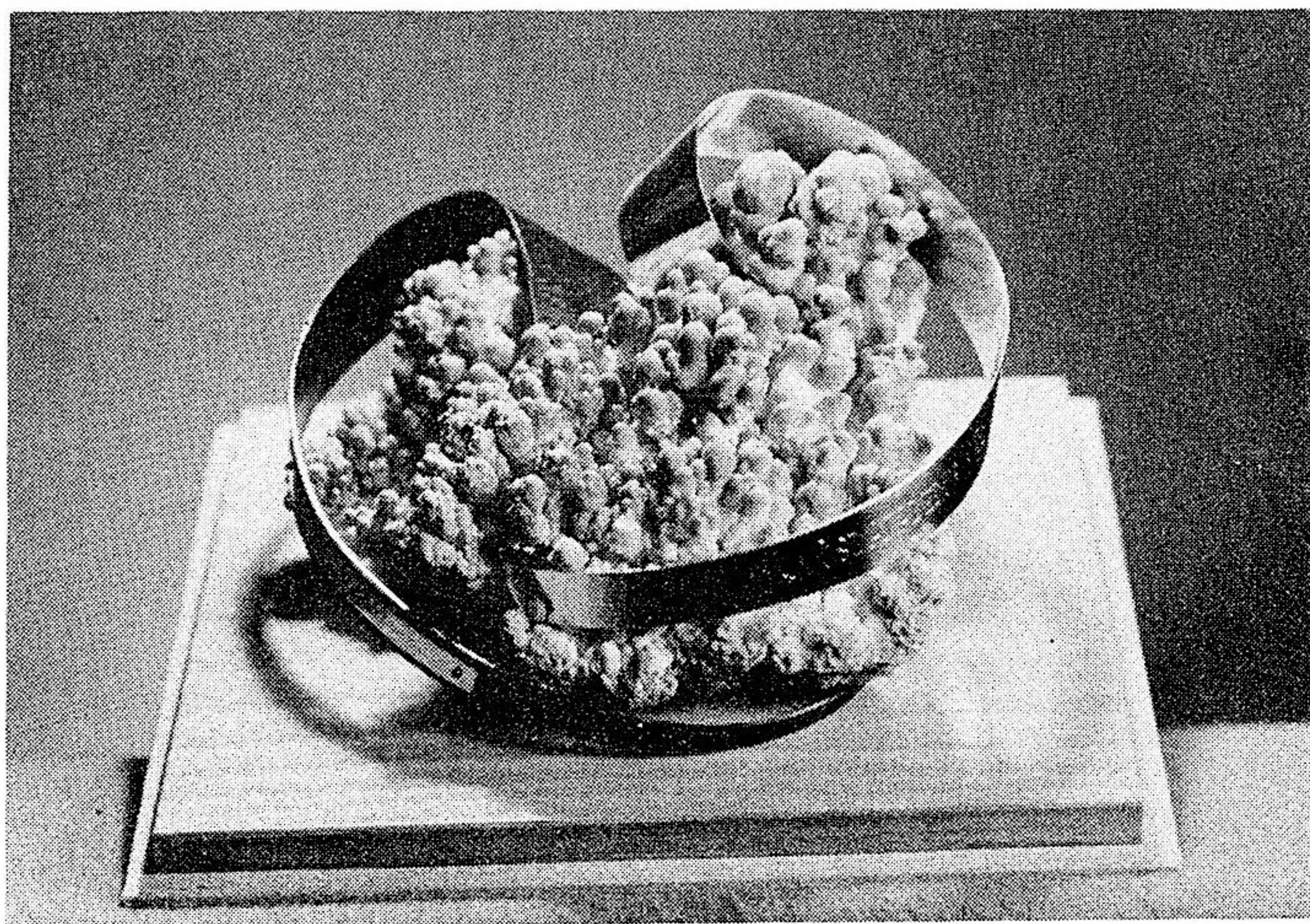


17. La Karst Slovaque - deux scènes du camp des spéléo-alpinists et spéléo-secours.





18. Les participants du Congrès dans la Grotte de la Liberté (jaskyňa Slobody) dans la Vallée de Demänová.



19. Grand prix du Festival International des films spéléologiques "Interspeleologia-Film-Olomouc 1973".







33. LE BAS Michèle,  
A, A-2  
Ste Anne d'Evenos  
83330 Le Beausset
34. LEVIER William,  
Mo,  
Rimourin - Gras  
07700 Bourg-Saint-Andeol
35. LEVIER Micheline,  
A,  
Rimourin - Gras  
07700 Bourg-Saint-Andéol
36. MAGNIEZ Guy,  
Mo,  
Université de Dijon  
6, Bd. Gabriel  
21000 Dijon
37. MANGIN Alain,  
Mo, A-1, B-7  
Laboratoire souterrain C.N.R.S.  
094 Moulis (Ariège)
38. MARRANDON J.-Cl., Dr.,  
O,  
5, rue Chabanais  
75 Paris - 02
39. MARRANDON Siegrun,  
O,  
5, rue Chabanais  
75 Paris - 02
40. MASSOUD Z., Dr.,  
Mo,  
4, Avenue du Petit Chateau  
91 Brunoy - Essonne
41. MICHALON Elvire,  
Mo,  
Biologie Souterraine  
Université Claude-Bernard  
Lyon 1
42. MICHALON Guy,  
A,  
43 Bd. du 11 Novembre 1918  
69621 Villeurbanne
43. MIÈGE Jean, Dr.,  
Mo,  
Université de Nice  
98, Boulevard Carlone  
06000 Nice
44. MIÈGE Denise,  
A,  
130, Avenue des Arènes  
06000 Nice
45. NICOD Jean, Prof.,  
Mo,  
Institut de Géographie  
29, rue Robert Schuman  
13 Aix-en-Provence
46. PALOC Henri, Dr.,  
Mo,  
9, rue de l'Université  
34 Montpellier

- |   |   |
|---|---|
| 47. PROPOS Gérard J.A.,<br>Mo, A-2      | Le Devenson, Allée de Pins<br>13009 Marseille                                     |
| 48. ROQUES H.,<br>Ma,                   | Institut National des Etudes Appliquées<br>dépt. de la Chimie<br>Toulouse         |
| 49. SALVAYRE Henri, Prof. Dr.,<br>Ma,   | Centre universitaire<br>66000 Perpignan   |
| 50. SAUMANDE Pierre, Prof.,<br>Mo, A-1  | Faculté de médecine et de pharmacie<br>11, rue François Chenieux<br>87000 Limoges |
| 51. SAUMANDE,<br>A, A-1                 | 18, rue Gustave Nadaud<br>87000 Limoges   |
| 52. THIBAUD Jean-Marc, Dr.,<br>Mo,      | 4, Ave du Petit Château<br>91000 Brunoy   |
| 53. TURQUIN Marie-José,<br>Mo, A-1, B-7 | 43, Bd. du 11 Novembre 1918<br>69000 Villeurbanne                                 |
| 54. VIDAL Pierre,<br>Mo, A-2            | 7, rue de la Cité<br>24 Périgueux   |

#### GRANDE BRETAGNE

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 1. BENTHLEY David,<br>O, C-1    | University of Leeds<br>Speleological Assoc.<br>Leeds LS 2 9JT |
| 2. EVERETT P.S.,<br>Mo, C-1     | University of Leeds<br>Speleological Assoc.<br>Leeds LS 2 9JT |
| 3. FERMOR John, Dr.,<br>Mo, A-1 | 31, Atholl Place<br>Dunblane, Perthshire, Scotland            |
| 4. HEDLEY David<br>Ma,          | 30 Norwood Terrace<br>Leeds 6                                 |



5. JEFFERSON George T., Dr.,  
Mo, A-3, B-3  
University College Cardiff  
Dept. of Zoology, Cathays Park  
Cardiff
6. JEFFERSON M.G.,  
A, A-3, B-3  
University College Cardiff  
Dept. of Zoology, Cathays Park  
Cardiff
7. OLDHAM Anthony,  
Mo, A-3, B-3  
17, Freemantle Road Eastville  
Bristol BS5 6SY
8. PRIDDLE Colin John  
Mo, C-2  
40, Ralph Road  
Bristol BS 79 QP
9. PRIDDLE Doreen,  
A, C-2  
40, Ralph Road  
Bristol BS 79 QP
10. ROGERS Martin Howard,  
O, C-1  
"Horseshoes", The Heath Weybridge  
Surrey
11. SMITH David Ingle,  
Mo, A-3, B-3  
University of Bristol  
Dept. of Geography  
Bristol BS 8 1SS
12. SWEETING Marjorie M., Prof. Dr.,  
Mo, A-3, B-1  
University of Oxford  
School of Geography  
Oxford
13. SWEETING George S.,  
A, A-3, B-1  
University of Oxford  
School of Geography  
Oxford
14. TRATMAN Edgar K., Prof.,  
Mo, A-3, B-3  
University of Bristol  
Bristol BS 18, 1AA
15. TRUDGILL Stephen T., Dr.,  
Mo, A-3, B-3  
University of Strathclyde  
Dept. of Geography  
Richmond Street, Livingstone Tower  
Glasgow C-1
16. WARWICK Gordon, Prof. Dr.,  
Mo, A-1, B-1  
University of Birmingham  
Dept. of Geography, Box 363  
Birmingham B 15 2TT

## GRÈCE

1. BERGUIN Anna,  
A, A-1, B-7  
Speleological Society of Greece  
Constantinople Road, 35  
Athènes (N. Smyrne)
2. DILARAS M.G.,  
A, A-1, C-1  
Speleological Society of Greece  
Constantinople Road, 35  
Athènes
3. PAPACONSTANTINOS Ch.,  
A, A-1, B-7  
Speleological Society of Greece  
Constantinople Road, 35  
Athènes
4. PETROCHILOS Anna J.,  
Mo, A-1, B-7  
Speleological Society of Greece  
Constantinople Road, 35  
Athènes (N. Smyrne)
5. POULIANOS Nickolas A.,  
Mo, A-1, B-7  
Speleological Society of Greece  
Dafnomili Str., 5  
706 Athènes
6. SIFNAIOS Antonios M.,  
Mo, A-3, B-1  
Anthropological Society of Greece  
Perikles 31  
Athènes

## GUATEMALA

1. STOREK José, Dr.,  
Ma,  
Apartado postal 585  
Guatemala C.A.

## HONGRIE

1. BAJOMI Daniel,  
Mo,  
Néphadseveg út. 6  
Budapest V.
2. BALÁS Anna,  
O,  
Egyetém út. 1,  
4032 Debrecen



3. BALÁSZ Dénes, Dr.,  
Mo, A-2  
Hungarian Academy of Sciences  
Geographical Research Institute  
Budapest VI.
4. BÁRSONYOS Jenő, Dr.,  
Mo,  
Katowice út. 35  
Miskolc
5. BÁRSONYOS LÉVAI Viktoria,  
A,  
Katowice út. 35  
Miskolc
6. CSEKŐ ARPÁD K.,  
Mo,  
Böszerményi út. 40  
1126 Budapest
7. DÉNES György, Dr.,  
Mo,  
Úlloi út. 54, VL 46  
Budapest VIII.
8. FODOR István, Dr.,  
Mo,  
Kulich út. 22  
Pécs
9. GYÖRFFY László J.,  
Mo,  
Vörösmarty ut. 42 I/3  
3530 Miskolc
10. HAJDU Lajos, Dr.,  
Mo,  
Bajcsy 18, III. 24  
1051 Budapest
11. JAKUCS László, Prof. Dr.,  
Mo, B-1  
University of Szeged, Dept. of Geography  
6701 Szeged
12. KESSLER Hubert, Ing. Dr.,  
Mo,  
Magyar Karszt-és Barlangkutató Társulat  
Budapest
13. KESSLER J.,  
A,
14. KÓSA Attila, Dr.,  
Mo,  
Kövér L., út. 46  
1149 Budapest
15. LÁNG Sándor, Prof. Dr.,  
Mo,  
Logodi út. 63  
1012 Budapest
16. LOVÁSZ György, Dr.,  
Mo,  
Scientific Institute of Hungarian  
Academy of Sciences  
Pécs

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| 17. MOLNÁR László,<br>O,     | Szécsényi út. 59<br>Miskolc   |
| 18. MYSLIVECZ Anna M.,<br>A, | Böszörményi út. 40<br>1126 Budapest                                     |
| 19. NAGY Géza M.,<br>Mo, C-1 | Sport Organization of Budapest<br>College of Surveing<br>Székesfehérvár |
| 20. SAIN Béla,<br>O,         | Traján út. 309, IV. 12<br>6723 Szeged                                   |
| 21. SÁNDOR György,<br>Mo,    | Paskál út. 7<br>Budapest IV   |

#### IRLANDE

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| 1. DREW David P., Dr.,<br>Ma,        | Trinity College, Dept. of Geography<br>Dublin 2               |
| 2. O'REILLY Patrick,<br>Mo, A-1, C-1 | Carlow Regional College<br>18 Greenoque Rathcocolle<br>Dublin |

#### ITALIE

- |                                     |                                      |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. ANELLI Franco, Prof.,<br>Mo, A-2 | Parallelo Giulio Petroni 13A<br>Bari |
| 2. ANELLI J.,<br>A, A-2             | Parallelo Giulio Petroni 13A<br>Bari |
| 3. BADINI Giulio,<br>Ma,            | Via Angelo Bisi 34<br>20152 Milano   |
| 4. BERTOLDI Leonardo,<br>Ma,        | Piazzeta Pescheria 1<br>Verona       |



5. BURRI Ezio,  
Ma, Speleo-Club Chieti
6. CAPPE Giulio, Ing. Dr.,  
Ma, Piazza 8 Novembre 6  
20129 Milano
7. CAPELLO Carlo, Prof.,  
Ma, Via S. Ottavio 20  
10124 Torino
8. CARIOLA Alfio,  
Mo, C-2 Piazza Lanza 3  
Catania
9. CIGNA Arrigo, Prof.,  
Mo, A-1 Viale Med. d'Oro 285  
00136 Roma
10. CIGNA ROSSI Luciana,  
A, A-1 Viale Med. d'Oro 285  
00136 Roma
11. CIGNA Alessandrina,  
A, A-1 Viale Med. d'Oro 285  
00136 Roma
12. CIGNA Margherita,  
A, A-1 Viale Med. d'Oro 285  
00136 Roma
13. CHIARELLI Bruno,  
Ma, Via Rustici 38  
L'Aquila
14. FELICI Alberta,  
Ma, Via Prati dei Papa 9  
00146 Roma
15. FINOCCHIARO Carlo,  
Ma, Via Bellosguardo 23  
34123 Trieste
16. FORTI Fabio, Dr.,  
Ma, Piazzale Europa 1  
34127 Trieste
17. GARUTI Giorgio, Dr.,  
Mo, Via P. Mascagni 17  
41100 Modena
18. GARUTI Dugoni,  
A, Via P. Mascagni 17  
41100 Modena
19. Gruppo Grotte Milano,  
Ma, S.E.M. sezione del C.A.I.  
Via Ugo Foscolo 3  
20121 Milano

20. Gruppo Speleologico Alpi,  
Marittime C.A.I., "Mondo ipogeo",  
Ma,  
Piazza Galimberti 13  
12100 Cuneo
21. Gruppo Speleologico Faentino  
C.A.I. - ENAL,  
Ma,  
Via Fadina 12  
48018 Faenza
22. LICITRA Giuseppe,  
Mo,  
Gruppo Grotte Catania - C.A.I.  
17, Via Monfalcone  
95127 Catania
23. LICITRA J.,  
A,  
17, Via Monfalcone  
95127 Catania
24. LUCA Pietro,  
Mo,  
St. Croce 764/A  
30100 Venezia
25. LUCREZI Alfonzo, Dr.,  
Mo,  
Via del Giardini 18  
68100 L'Aquila
26. LUCREZI Catarina,  
Mo,  
Via del Giardini 18  
68100 L'Aquila
27. LUCREZI Gino,  
A,  
Via del Giardini 18  
68100 L'Aquila
28. MAIFREDI Pietro, Prof.,  
Mo, D-1  
Via Cesare Cabella 22/22  
16122 Genova
29. MAIFREDI Giuseppine,  
A, D-1  
Via Cesare Cabella 22/22  
16122 Genova
30. PASQUINI Giorgio,  
Mo,  
Via Bensa 1  
16100 Genova
31. PERNA Giuliano, Prof.,  
Ma,  
Università di Bologna  
Bologna
32. PICIOCCHI Alfonzo, Dr.,  
Mo,  
Parco Comola Ricci 9  
80122 Napoli
33. PICIOCCHI Bianca,  
A,  
Parco Comola Ricci 9  
80122 Napoli



34. PICIOCCHI Antonio,  
A,  
Parco Comola Ricci 9  
80122 Napoli
35. PICIOCCHI Luca,  
A,  
Parco Comola Ricci 9  
80122 Napoli
36. PICIOCCHI Marco,  
A,  
Parco Comola Ricci 9  
80122 Napoli
37. PICIOCCHI Irma,  
A,  
Parco Comola Ricci 9  
80122 Napoli
38. PICIOCCHI Carlo,  
A,  
Parco Comola Ricci 9  
80122 Napoli
39. SBORDONI Valerio, Dr.,  
Ma,  
Istituto di Zoologia, Università di  
Roma, Viale Università 32  
Roma
40. SCAMACCA Blasco,  
Mo, C-2  
Istituto di Botanica, Via A. Longo 19  
Catania
41. SAURO Ugo, Prof.,  
Mo, A-2  
Istituto di Geografia, Università di  
Padova, Via del Santo 14  
35100 Padova
42. RAGNOLINI Laura,  
A, A-2  
Via del Santo 14  
35100 Padova
43. SILVESTRI Pietro, Prof.,  
Mo,  
Laboratorio Ricerche, Via Mauro 67  
28037 Domodossola
44. PIRALLI C.,  
A,  
Via Fed. Tesio 70  
28040 Dormelletto
45. VIANI Bruno,  
Mo,  
S. Polo 1975  
Venezia
46. VIGNA TAGLIANTI Augusto, Dr.,  
Ma,  
Istituto di Zoologia, Università di  
Roma  
Roma

## JAMAÏQUE

1. FRANK Ruben Milton, Prof.,  
Ma, University of the West Indies Mona  
Kingston 7

## JAPON

1. IIDA Yosho,  
Ma, Hanbai CO. LTD.
2. UENO Shun-Ichi, Dr.,  
Mo, B-5 Hyakunincho 3-23-1, Shinjuku  
Tokio 160
3. UENO Yoshito,  
A, B-5 Hyakunincho 3-23-1, Shinjuku  
Tokio 160

## LIBAN

1. ANAVY Albert Rafael, Prof.,  
Mo, B-1 B.P. 236  
Beyrouth
2. ANAVY Noemie,  
A, B-1 B.P. 236  
Beyrouth
3. MALEK Ahmed,  
Mo, B-1 Conseil Général de Discipline  
Bir Hassan  
Beyrouth
4. MAROUN Alain,  
A, B-1 Bir Hassan  
Beyrouth
5. KARKABI Samir,  
Mo, B-1 Conseil National de Tourisme  
Rue Néjib Haddad 124  
Beyrouth



#### LUXEMBOURG

1. SCHINGTEN Guy,  
Ma, 2, place Blèche  
Larochette
2. WELTER Adrien,  
Mo, C-1 19, rue des Jardins  
Differdange

#### MEXIQUE

1. CASTRO RUIZ Eduardo,  
Mo, A-2, C-2 Cerro de Tezonco 117  
Col. Campestre de Churubusco  
21 México, D.F.
2. LOZANO HUBE Arturo,  
Mo, A-2, B-2 Av. San Jeronimo 78, Dpto. 22  
20 México, D.F.
3. PEREZ CASAR Alejandrina,  
Ma, Comision Nacional de Espeleología  
Texcoco 237-7  
México 16, D.F.

#### NOUVELLE ZÉLANDE

1. ASHTON Ken,  
Mo, A-3, B-1 University of Auckland, 6, Aplin Place  
Auckland 10
2. ASHTON Anette,  
A, A-3, B-1 6, Aplin Place  
Auckland 10
3. KERMODE Les O.,  
Ma, NZ - Geological Survey, P.O. Box 61-012  
Otara

#### PAYS-BAS

1. DEELEMAN-REINHOLD Christina,  
Mo, Sparrenlaan 8  
Ossendrecht

2. VAN VLIMMERN Henk,  
Mo, C-2

Balistraat 96  
Den Haag

3. VAN VLIMMERN Ama,  
A, C-2

Balistraat 96  
Den Haag

#### POLOGNE

1. BARANEK Włodzimierz,  
Mo, D-3

Słowackiego 12/4  
42400 Zawiercie

2. BEREZOWSKI Stanislaw, Prof. Dr.,  
Mo, A-2

Karłowicza 1/7, m. 47  
02502 Warszawa

3. BRAUN Juliusz, Prof. Dr.,  
Mo, D-3

Wiśniowa 13, m. 17  
25552 Kielce

4. CHMIELEWSKI Waldemar, Prof. Dr.,  
Mo, A-3, B-2

Niemcewicza 24, m. 45  
02306 Warszawa

5. CHZANOWSKA Wiesława, Dr.,  
O, A-1

ul. Kozuchowska 1/3  
51631 Wrocław 12

6. GIZEJEWSKI Jerzy,  
Mo, C-2

ul. Morszyńska 7, m. 1  
02917 Warszawa

7. GLAZEK Jerzy, Dr.,  
Mo, A-3, B-1, D-3

al. Zwirki i Wigury 93  
02089 Warszawa

8. GÓZDŹ Oliwia, Mgr.,  
Ma,

Polish Academy of Sciences  
Centre for Protection of Nature  
Kielce

9. GRADZINSKI R., Doc. Dr.,  
Mo, B-2, D-1

Museum geologie młodych struktur  
Kraków

10. GRODZICKI Jerzy, Dr.,  
Mo, C-2

ul. Madalńskiego 102, m. 26  
02506 Warszawa

11. HARASIMIUK Marian, Dr.,  
Mo, B-1

Akademicka 19  
20033 Lublin



12. HARASIMIUK Krystyna,  
A, B-1  
Kraśińskiego 6/103  
20709 Lublin
13. HENKIEL Andrzej,  
Mo, A-3, B-1, D-3  
Akademicka 19  
20033 Lublin
14. JACKOWSKI Antoni, Dr.,  
Mo,  
ul. Grodzka 64  
31044 Kraków
15. KALMUS Marek,  
Mo, A-3, C-1  
Os. Ogrodowe 10/23  
31915 Kraków 28
16. LIJEWSKI Teofil, Dr.,  
Mo,  
Krakowskie Przedmieście 30  
Warszawa 64
17. LISZKOWSKI Jerzy, Dr.,  
Mo, A-3  
Al. Zwirki i Wigury 93  
00905 Warszawa
18. MADEYSKA Teresa, Dr.,  
Mo, A-3, B-2  
Grzybowska 6-10, m. 1328  
00131 Warszawa
19. MARKOWICZ-LOHINOWICZ Maria,  
Mo, A-3, B-7  
ul. Kniewskiego 11, m. 56  
00019 Warszawa
20. MIKUSZEWSKI Jerzy, Mgr.,  
O, A-2  
Zwierzyniecka 11, m. 17  
Warszawa 36
21. NIEWIAROWSKI Wojciech,  
Mo, A-2  
M. Fakata 39  
Bytom
22. POWICHROWSKI Lech,  
Mo, D-3  
ul. Armii Czerwonej 32/48  
4004 Katowice
23. PULINOWA Maria,  
Ma,  
ul. Rozenbergów 25  
51616 Wrocław
24. ROGALEWSKA Barbara, Mgr.,  
Mo,  
Krakowskie Przedmieście 30  
Warszawa 64
25. SKALSKI Andrzej W., Mgr.,  
Mo,  
Al. Zawadzkiego 70/6  
42200 Częstochowa
26. SZYNKIEWICZ Adam, Prof.,  
Mo, A-3, B-1  
Al. Kościuszki 21  
Łódź

- |  |   |
|--|---|
| 27. WARSZYŃSKA Jadwiga, Dr.,<br>Mo,            | Grodzka 64<br>31044 Kraków                |
| 28. WISZNIOWSKA Teresa, Mgr.,<br>Mo, A-1       | ul. Sienkiewicza 21<br>Wrocław            |
| 29. WÓJCIK Zbigniew, Doc. Dr.,<br>Mo, A-3, B-7 | Na Skarpie 20/26<br>Warszawa              |
| 30. WRZOSEK Antoni,<br>Mo,                     | Grodzka 64<br>Kraków                      |
| 31. WYROST Piotr, Doc.,<br>Mo, A-1             | ul. Koźuchowska i - 3<br>51631 Wrocław 12 |

PORTUGAL

- |   |  |
|---|--|
| 1. AGOSTINHO DILAO Rui Manuel,<br>Mo, C-1 | Rua Almeida Brandao 39<br>Lisboa 2                   |
| 2. CAETANO CORDIERO Orlando,<br>Mo, C-1   | Rua Almeida Brandao 39<br>Lisboa 2                   |
| 3. CRISPIM José Antonio,<br>Mo, B-3       | Rua Saraiva de Carvalho 233<br>Lisboa                |
| 4. DA SILVA CARRASCO Antonio M.,<br>Ma,   | Rua Nova da Trindade 8-2 <sup>o</sup> Esq.<br>Lisboa |
| 5. PERÉZ Maria Luisa,<br>A, C-1           | Rua Almeida Brandao 39<br>Lisboa 2                   |

RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE ALLEMANDE

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| 1. BENTHIEN Bruno, Prof. Dr.,<br>Mo, | Universität Greifswald<br>Ludwig-Jahn Str. 16<br>22 Greifswald |
|--------------------------------------|--|



- |     |                                       |  |
|-----|---------------------------------------|--|
| 2.  | BENTHIEN Helga,<br>A,                 | Universität Greifswald<br>Ludwig-Jahn Str. 16<br>22 Greifswald |
| 3.  | BIRNDT Heinz,<br>Mo, A-3, B-2         | Bergakademie Freiberg, Zeunerstr. 1<br>92 Freiberg             |
| 4.  | BRENDEL Kurt, Dr.,<br>Mo, A-3         | Puschkinstrasse 35<br>402 Halle (Saale)                        |
| 5.  | BRUNZEL Ulrich, Dr.,<br>Mo, A-3       | Maxim-Gorki 8<br>60 Suhl                                       |
| 6.  | BRÜNING Bernd,<br>O, A-2, B-7         | Ernst Thälmannstr. 121<br>55 Nordhausen (Harz)                 |
| 7.  | CALLIES Heidrun,<br>Mo, A-3, B-2      | Bergakademie Freiberg, Zeunerstr. 1<br>92 Freiberg             |
| 8.  | EHLE Norbert,<br>Mo, A-3, B-1         | Spandauerstr. 2<br>102 Berlin                                  |
| 9.  | FANTASNY Dieter,<br>Mo, B-3, D-3      | Block 155/3/3<br>409 Halle-Neustadt                            |
| 10. | FINN Gerd,<br>O, C-2                  | Block 486/1<br>409 Halle-Neustadt                              |
| 11. | FRITZ Klaus Jürgen,<br>Mo, C-2        | Heidehäuser 4<br>Halle   |
| 12. | FRITZ Roswitha,<br>O, C-2             | Heidehäuser 4<br>Halle   |
| 13. | GROSS Achim,<br>Mo, A-2, B-5          | VEB Halzer Kalk- u. Zementw.<br>3725 Rübeland (Harz)           |
| 14. | HATTENHAUER Helmut,<br>O, A-2         | Meyerbeerstr. 78<br>112 Berlin                                 |
| 15. | HAUTHAL Fritz,<br>Mo,                 | Toeplerstr. 12<br>8021 Dresden                                 |
| 16. | KAMMHOLZ Helmut, Dr.,<br>Mo, A-3, B-2 | Halberstädter Str. 10<br>402 Halle (Saale)                     |

17. KILZ Joachim,  
Mo, A-3, B-2  
Bergakademie Freiberg, Zeunerstr. 1  
92 Freiberg
18. KNITZSCHE Gerhard, Dr.,  
Mo, A-3, B-2  
Strasse des Aufbaus 36  
425 Eisleben
19. LEGIER Claus,  
Mo, A-3, B-2  
Bergakademie Freiberg, Zeunerstr. 1  
92 Freiberg
20. LEY Fritz,  
Mo,  
Otto-Nuschke Str. 1  
108 Berlin
21. LOBST Reiner,  
Mo, A-3, B-2  
Bergakademie Freiberg, Zeunerstr. 1  
92 Freiberg
22. MARR Ingrid,  
Mo, B-3  
Gauss Str. 11  
20 Neubrandenburg
23. MARR Jürgen,  
Mo, B-3  
Gauss Str. 11  
20 Neubrandenburg
24. MUCKE Dieter, Dr.,  
Mo, A-2, B-1  
Brennhausgasse 8  
92 Freiberg
25. NEMITZ Volkmar,  
Mo, A-2  
Karl-Liebknecht Str. 31  
55 Nordhausen
26. OSWALD Heinz, Ing.,  
Mo, B-1  
Otto-Nuschke Str. 13  
6824 Königsee (Thür.)
27. PEIN Wolfgang,  
O, A-3  
Plauesche Strasse 8  
521 Arnstadt
28. PFEIFFER Siegfried,  
Mo, A-2, B-5  
Gustav-Mahler Str. 14  
701 Leipzig
29. PFEIFFER Ingrid,  
A, A-2, B-5  
Gustav-Mahler Str. 14  
701 Leipzig
30. PÖTZSCH Peter, Dr.,  
Mo, A-3, C-1  
Mitschurinstr. 56  
37 Wernigerode
31. PÖTZSCH Sybilla,  
A, A-3, C-1  
Mitschurinstr. 56  
37 Wernigerode



32. REICHEL Wolfgang,  
Ma,  
Malterstr. 22  
8028 Dresden
33. REUTER Fritz, Prof. Dr.,  
Mo, A-2  
Bergakademie Freiberg, Zeunerstr. 1  
92 Freiberg
34. ROSCHER Eckhard,  
Mo, A-2  
Leinbacher Str. 16  
55 Nordhausen
35. RÜSSEL Folker Hans,  
Mo, A-3  
Waldheimer Str. 8  
8028 Dresden
36. SCHEIDER Margott,  
Mo, B-1  
Sandstrasse 12  
55 Nordhausen (Harz)
37. SCHEIDER Richard,  
Mo, P-1  
Sandstrasse 12  
55 Nordhausen (Harz)
38. SCHELLER Rainer,  
Mo,  
Tschaikowski Str. 28  
92 Freiberg
39. SCHÖNROK Bodo,  
Mo, A-3, D-3  
Sonnweg 2  
402 Halle 15 (Saale)
40. SCHRÖTER Erhard,  
O, A-3, B-3, D-3  
Lafontainestr. 32  
402 Halle (Saale)
41. SCHUSTER Friedrich Alfred,  
Ma,  
Jahnstrasse 40/I  
55 Nordhausen (Harz)
42. SENZE Helmut, Dipl. Geol.,  
Mo, A-2  
Hallesche Strasse 85  
55 Nordhausen (Harz)
43. TOEPFER Volker, Dr.,  
Mo, A-3  
Richard Wagner Str. 9/10  
Halle (Saale)
44. UNVERRICHT Herbert,  
Mo, A-3, B-2  
Bergakademie Freiberg, Zeunerstr. 1  
92 Freiberg
45. VÖLKER Reinhard,  
Mo, B-3  
Fasanenstrasse 23/b  
20 Neubrandenburg
46. VÖLKER Christel,  
A, B-3  
Fasanenstrasse 23/b  
20 Neubrandenburg

- |  |   |
|--|---|
| 47. WADEWITZ Siegbert,<br>Mo, A-2, B-5 | Coccius Str. 15<br>7043 Leipzig                 |
| 48. WADEWITZ Ilse,<br>A, A-2, B-5      | Coccius Str. 15<br>7043 Leipzig                 |
| 49. WAGNER Frank,<br>O, A-3, D-3       | Ho-shi-minh Str. 138<br>8027 Dresden            |
| 50. WEINERT Peter,<br>Mo,              | Bienenweg 25<br>20 Neubrandenburg               |
| 51. WEINERT Inge,<br>A,                | Bienenweg 25<br>20 Neubrandenburg               |
| 52. WINKELHÖFER Roland,<br>Mo,         | Lehmannstrasse 19<br>8036 Dresden               |
| 53. WINKLER Ute,<br>Mo, A-3, B-2       | Bergakademie Freiberg, Zeunerstr. 1<br>Freiberg |
| 54. ZIELINSKI Joachim,<br>Mo, A-2, B-7 | Robert Koch Str. 16<br>5403 Greussen (Thür.)    |

REPUBLIQUE DU ZAÏRE

- |  |  |
|--|--|
| 1. BECKER J.P.,<br>Ma,                 | Secrétariat administratif de<br>l'Ambassade de Belgique à Kinshasa<br>B.P. 899<br>Kinshasa |
| 2. FRANCOIS J. - M.,<br>Mo, A-1, B-1   | B.P. 8737<br>Kinshasa  |
| 3. DECLERCQ Bernadette,<br>A, A-1, B-1 | B.P. 8737<br>Kinshasa  |



RÉPUBLIQUE FÉDÉRALE D'ALLEMAGNE

1. BINDER Hans,  
Mo, A-3  
Verband der deutschen Höhlen- und  
Karstforscher E.V., Eschenweg 3  
D-744 Nürtingen
2. CRAMER Klaus,  
Mo, A-2, C-1  
Verein für Höhlenkunde in München  
Birkenstrasse 7  
D-8150 Holzkirchen
3. EGNER Eberhard,  
Mo,  
Verband der deutschen Höhlen- und  
Karstforscher E.V., Körschstrasse 34  
D-7 Stuttgart 70 Plieningen
4. FRANK Helmut,  
Mo, A-3  
Höhlenforschungsabteilung des HHV  
Laichingen E.V., Meisenweg 9  
D-7903 Laichingen
5. FRANK Ida,  
A, A-3  
Höhlenforschungsabteilung des HHV  
Laichingen E.V., Meisenweg 9  
D-7903 Laichingen
6. FRANKE W. Herbert, Prof. Dr.,  
Mo,  
D-8191 Puppling NR. 40
7. KEMPE Stephan,  
Mo, A-2  
Arbeitsgemeinschaft für niedersächs.  
Höhlen, Geologisch-Paläontol. Institut  
der Universität Hamburg,  
von-Melle-Park 11  
Hamburg 13
8. KIPP Michael,  
Ma,  
Webergasse 22  
73 Esslingen
9. LINSE Thomas,  
Mo, A-2  
Wassergasse 3  
863 Coburg
10. MIOTKE Franz-Dieter, Dr.,  
Mo, A-1, B-1  
Universität Hannover, Geographisches  
Institut, Alte Herrenhäuserstr. 13 b  
3000 Hannover
11. MÜLLER Ralph,  
Ma,  
Albert Schweitzer Str. 16  
7311 Hochdorf

- |   |  |
|---|--|
| 12. PRIESNITZ Kuno, Dr.,<br>Mo, A-1, B-1                          | Geographisches Institut der Universität<br>Göttingen, Herzberger Landstr. 2<br>346 Göttingen       |
| 13. RATHGERBER Thomas,<br>Mo,                                     | Uhlandstrasse 11<br>D-726 Calw   |
| 14. SCHAEFFER Helmut, Dr.,<br>Mo,                                 | Im Kläfberg 22<br>5026 Hoffnungsthal (Bezirk Köln)   |
| 15. SCHNELL Peter, Dr.,<br>Mo,                                    | Institut für Geographie und Länderkunde<br>Universität Münster, Im Haggenfeld 30<br>44 Münster i/W |
| 16. VERBAND DER DEUTSCHEN HÖHLEN-<br>u. KARSTFORSCHER E.V.<br>Ma, | Esschenweg 3<br>D-744 Nürtingen  |

#### ROUMANIE

- |   |   |
|---|---|
| 1. BLEAHU David Marcian, Dr.,<br>Mo, A-1, B-7 | Str. Maria Rosetti 51<br>Bucuresti, Sec. 2                  |
| 2. BOTOSANEANU L.,<br>Ma,                     | Institut de Spéléologie<br>Str. Dr. Capsa 8<br>Bucuresti 35 |
| 3. COJOCARU M.,<br>Ma,                        | 19-21, rue M. Eminescu<br>Bucuresti                         |
| 4. COMAN Daniel, Dr.,<br>Mo,                  | Str. Clinicilor 5<br>Cluj                                   |
| 5. CRACIUN Valentin,<br>Mo,                   | Str. Clinicilor 5<br>Cluj                                   |
| 6. DIACONU Gabriel,<br>Ma,                    | Str. Dr. Capsa 8<br>Bucuresti 15                            |
| 7. ETEDI Josif,<br>Mo,                        | Str. Giordano Bruno 5<br>Cluj                               |



- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 8. GIURGIU Vasile,<br>Ma,             | Bdul. Metalurgiei 38, Bloc R7, ap. 79<br>Bucuresti, Sec. 5 |
| 9. IANCU Mihai, Prof. Dr.,<br>Mo,     | Str. Matei Voevod 15<br>Bucuresti                          |
| 10. KÖMIVES Emil,<br>Mo,              | Str. Pantizanilor 125<br>Cluj                              |
| 11. KOVÁTS Marie,<br>A, A-1, B-2, D-1 | Str. Castelului 58<br>Brasov                               |
| 12. LASCU Cristian,<br>Mo, B-2        | Bdul. Metalurgiei 50<br>Bucuresti 5                        |
| 13. MUNTHIU Liviu,<br>Mo, C-1         | Biata 23 August 30<br>Brasov                               |
| 14. NAGY István Béla,<br>Mo, C-1      | Str. Pavlov No 59<br>Cluj                                  |
| 15. NEAMU Georghe,<br>Mo,             | Str. Dr. Burghilea 1<br>Bucuresti 20                       |
| 16. ORCHIDAN Traian, Doc. Dr.,<br>Mo, | Institute of Speleology<br>Bucuresti                       |
| 17. PÁLFY Béla,<br>Mo,                | Str. Vladimirescu 8<br>Tg. Mures                           |
| 18. PÁLFY Olga,<br>A,                 | Str. Vladimirescu 8<br>Tg. Mures                           |
| 19. PARCIU Florea,<br>Mo, B-2         | Aleea Dumbrăvita 2<br>Bucuresti                            |
| 20. PLESA Corneliu, Dr.,<br>Mo,       | Str. Delavrancea 15<br>Cluj 9                              |
| 21. PLESA Adina,<br>A,                | Str. Delavrancea 15<br>Cluj 9                              |
| 22. PONTA Corneliu,<br>Mo, B-2        | Calea Grivitei 226, Bl. 5, Sc. C, Ap. 28<br>Bucuresti      |

- |  |  |
|--|--|
| 23. POVARA Ioan, Ir.,<br>O, B-2          | Str. Dr. Capsa 8<br>Bucuresti 35             |
| 24. RACOVITĂ Gheorghe,<br>Ma,            | Institut de Spéologie "E. Racovitza"<br>Cluj |
| 25. RAJKA Géza,<br>Mo,                   | Str. Pascaly No 2<br>Bucuresti 35            |
| 26. SENCU Vasile, Dr.,<br>Mo, B-2        | Str. Dr. Burghilea L,<br>Bucuresti 20        |
| 27. VIENMANN Iosif, Prof.,<br>Mo,        | Str. Clinicilor 5<br>Cluj                    |
| 28. ZAKARIÁS Antal,<br>Mo, A-1, B-2, D-1 | Str. Castelului 58<br>Brasov                 |
| 29. ZÖLDI Aurelia,<br>Mo,                | P. Marasesti 14<br>Tg. Mures                 |

#### SRI LANKA (CEYLAN)

- |                                     |                                    |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1. KULARATNAM K., Prof. Dr.,<br>Ma, | Abdul Caffoor Mawatha<br>Colombo 3 |
|-------------------------------------|------------------------------------|

#### SUÈDE

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| 1. ASTRÖM Lars Erik,<br>Mo,  | Kavallerivägen 6<br>S-19178 Sollentuna |
| 2. ASTRÖM Lena,<br>A,        | Kavallerivägen 6<br>S-19178 Sollentuna |
| 3. HELLDÉN Ulf,<br>Mo, A-2   | Kämnärsvägen 4:2090<br>22245 Lund      |
| 4. HERNDAL Gunnar,<br>O, B-3 | Borgmastareg 6<br>71100 Lindesberg     |



- |    |   |                                       |
|----|---|---------------------------------------|
| 5. | LINDÉN Anders H.,<br>Mo, A-1, B-3       | Amanvensy, 6/215<br>S-10405 Stockholm |
| 6. | SÖDERBERG Lars,<br>Mo, A-2, B-3         | Gotlandsgaten 80<br>S-11638 Stockholm |
| 7. | TELL Carl Leander, Dr.,<br>Mo, A-1, B-1 | 71 Hagebygatan<br>S-60352 Norrköping  |
| 8. | TELL Anna,<br>A, A-1, B-1               | 71 Hagebygatan<br>S-60352 Norrköping  |

SUISSE

- |    |                                      |  |
|----|--------------------------------------|--|
| 1. | AELLEN Willy, Prof.,<br>Ma,          | Museum d'Histoire Naturelle<br>rue de Malagnou<br>CH-1211 Genève |
| 2. | AUDÉTAT Maurice,<br>Mo, B-3          | 163 Avenue de Morges<br>CH-1000 Lausanne                         |
| 3. | BAUMANN Rolland,<br>Mo, C-1          | Rue du Pont<br>12123 Saint Sulpice                               |
| 4. | BERG Paul,<br>Mc,                    | Bernastr. 7/a<br>CH-3005 Berne                                   |
| 5. | BERG Angela,<br>A,                   | Bernastr. 7/a<br>CH-3005 Berne                                   |
| 6. | BERG Ilka,<br>A,                     | Bernastr. 7/a<br>CH-3005 Berne                                   |
| 7. | BERNASCONI Reno, Dr.,<br>Mo, B-3     | Hofwilstr. 9<br>CH-3053 Münchenbuchsee                           |
| 8. | BERNASCONI Christine,<br>A, B-3      | Hofwilstr. 9<br>CH-3053 Münchenbuchsee                           |
| 9. | BÖGLI Alfred, Prof., Dr.,<br>Mo, B-1 | CH-6285 Hitzkirch<br>(Lucerne)                                   |

- |     |                                  |  |
|-----|----------------------------------|--|
| 10. | BUESS UELI,<br>Mo, C-2           | Ebenrain<br>CH-4450 Sissach                  |
| 11. | DUDAN Bernard,<br>Mo, B-3        | Landions 8<br>CH-2016 Cortaillod             |
| 12. | GIGON Raymond,<br>Mo, B-3        | 11, rue E. Argand<br>CH-2000 Neuchatel       |
| 13. | MISEREZ Jean-Jacques,<br>Mo, B-3 | 11, rue E. Argand<br>CH-2000 Neuchatel       |
| 14. | OETIKER Hermann W.,<br>Mo, C-2   | Wygarten 4<br>CH-5620 Zufikon                |
| 15. | OETIKER Monique,<br>A, C-2       | Wygarten 4<br>CH-5620 Zufikon                |
| 16. | OETIKER Patrick,<br>A, C-2       | Wygarten 4<br>CH-5620 Zufikon                |
| 17. | STRINATI Pierre, Dr.,<br>Ma,     | 35, Chemin du Pré Langard<br>CH-1223 Cologny |
| 18. | TRIPET Jean-Pierre,<br>Mo, B-3   | 27 Parkstrasse<br>CH-5401 Baden              |
| 19. | WIDMER Jean-Pierre,<br>Mo, B-3   | Avenue du Léman 62<br>CH-1005 Lausanne       |

#### TCHÉCOSLOVAQUIE

- |    |                                    |  |
|----|------------------------------------|--|
| 1. | ABONYI Arpád, Ing.,<br>Mo, C-1     | Belákova 15/I<br>048 01 Rožňava                |
| 2. | BÁRTA Juráj, Dr., CSc.,<br>Mo, B-2 | Archeologický ústav SAV<br>949 01 Nitra        |
| 3. | BLAHA Leonard, Prof.,<br>Mo,       | Tr. Februárového víťazstva 20<br>917 01 Trnava |
| 4. | BLAŽÍK Jaroslav<br>O, C-1          | Gottwaldova 38<br>796 00 Prostějov             |



- |   |  |
|---|--|
| 5. BŘEZINA Zdeněk, Ing.,<br>Mo, C-1           | Jižní III/17/825<br>141 00 Praha                       |
| 6. BUDAY Jan,<br>O, C-1                       | 911 01 Trenčín   |
| 7. BULLA Ján,<br>Ma,                          | Gondova 6<br>806 00 Bratislava                         |
| 8. BURKHARDT Rudolf, Dr.,<br>Mo, A-2          | Tererova 6<br>612 00 Brno                              |
| 9. CEBECAUER Ivan, Ing.,<br>Mo, C-1           | Sibirská 53<br>800 00 Bratislava                       |
| 10. ČECHÁK Miroslav,<br>O, C-1                | Vlastivědný ústav, nám. Republiky 6<br>770 00 Olomouc  |
| 11. ČEPELA Zbyněk,<br>Mo, C-1                 | Vlastivědný ústav, nám. Republiky 6<br>770 00 Olomouc  |
| 12. DEMEK Jaromír, Doc. Dr., CSc.,<br>Mo, A-3 | Geografický ústav ČSAV, Mendlovo nám. 1<br>600 00 Brno |
| 13. DOHNALOVÁ Miluše,<br>O, C-1               | Kostelní 4<br>796 00 Prostějov                         |
| 14. DROPPA Antonín, Dr., CSc.,<br>Mo, B-3     | Nábr. K. Petroviča 7<br>031 01 Liptovský Mikuláš       |
| 15. DROPOVÁ Elena,<br>O, B-3                  | Belanská 550<br>033 01 Liptovský Hrádok                |
| 16. ERDŐS László,<br>Mo, C-1                  | Trnava 224, okr. Rožňava                               |
| 17. ERDŐS Mikuláš, Ing.,<br>Mo, C-1           | Múzeum Slovenského krasu<br>031 01 Liptovský Mikuláš   |
| 18. FARLÍK Zdeněk,<br>O,                      | Rudice 55, okr. Blansko                                |
| 19. GAISLER Jiří, Dr.,<br>Mo,                 | Obránců míru 95<br>602 00 Brno                         |

20. GALVÁNEK Juraj, Dr.,  
Mo, A-1  
Spojová 10  
974 Banská Bystrica
21. GREGOR Vojtěch, Dr.,  
Mo,  
Žižkova 2 B  
678 01 Blansko
22. GREGOROVÁ Zdeňka,  
A,  
Žižkova 2 B  
678 01 Blansko
23. GROLICH Vratislav,  
Mo,  
Komenského 25  
679 04 Adamov
24. HÁDKOVÁ Marta,  
A, A-1, B-5  
Bozkov 111, okr. Semily
25. HALAŠ Jaroslav,  
Mo, B-1  
Správa slovenských jaskýň  
031 01 Liptovský Mikuláš
26. HAŠEK Vladimír, Dr.,  
Mo,  
Ječná 38  
600 00 Brno
27. HLAVÁČ Zdeněk,  
O,  
Fibichova 9,  
679 04 Adamov
28. HOCHMANN Zdeněk,  
Mo, C-1  
Větrná 1055  
700 00 Ostrava - Foruba
29. HOLLÝ Jan,  
Mo,  
Belanská 550/D  
033 01 Liptovský Hrádok
30. HOLEČEK Milan, Dr.,  
Mo,  
Redakce "Lidé a země", Vodičkova 40  
112 29 Praha 1
31. HOMZA Štefan, Dr.,  
Mo, A-1, B-1  
Ministerstvo kultúry SSR  
800 00 Bratislava
32. HORUŠICKÝ Reiner,  
Mo,  
Kateřinská 55  
460 00 Liberec
33. HRADECKÝ Petr, Dr.,  
Mo,  
Evčuletky 1820/14  
100 00 Praha 10
34. HROMAS Jaroslav,  
Mo, A-1, B-5  
Státní ústav památkové péče  
a ochrany přírody, Valdštejnské nám. 1  
110 00 Praha 1



35. HRBEK Jan, Prof. Dr., CSc.,  
Mo, Universita Palackého, lékařská fakulta  
775 00 Olomouc, Hněvotínská 3
36. HRUŠKA Boris, Doc. Dr.,  
Mo, Smetanova 7  
600 00 Brno
37. HYNEK Jaroslav,  
Mo, Universita Palackého  
Správa kolejí a menz, Šmeralova 8  
770 00 Olomouc
38. HYPR Dušan,  
Mo, C-2 Havlíčkova 69  
602 00 Brno
39. HÝSEK Jiří,  
Mo, Lípa 135, okr. Rychnov nad Kněžnou
40. CHALOUPKA Antonín,  
Mo, Na Královkách 933  
664 34 Kuřim
41. CHOVAN Alfonz,  
Mo, C-1 Správa Slovenských jaskýň  
031 01 Liptovský Mikuláš
42. IRCING Jaroslav,  
Mo, C-1 Dobrovského 18  
796 00 Prostějov
43. JAKÁL Josef, Dr., CSc.,  
Mo, B-1 Geografický ústav SAV  
800 00 Bratislava
44. JEDLIČKA Jiří, Ing.,  
Mo, Vědecko-výzkumný ústav uhelný  
700 00 Ostrava - Radvanice
45. KAAS Adolf,  
Mo, Gutova 17  
100 00 Praha 10
46. KALA Miroslav, Ing.,  
Mo, B-2 Ševcova 10  
614 00 Brno
47. KAUTSKÝ Petr,  
Mo, Český svaz turistů, Box 573  
110 00 Praha 1
48. KLINER Karel, Ing.,  
Mo, Studentská 511/3  
160 00 Praha 6
49. KLOFÁT Vladimír,  
Mo, Správa Koněpruských jeskyní  
266 01 Beroun

50. KOLBA Petr,  
O, C-1  
Újezd 21  
796 00 Prostějov
51. KOPECKÝ Jiří,  
Mo, A-2  
550 01 Broumov II/132, okr. Náchod
52. KOSTOLNÝ Ladislav,  
Mo,  
Správa Slovenských jaskýň  
031 01 Liptovský Mikuláš
53. KOUDELKA Jiří,  
O, C-1  
Dvořákova 12  
796 00 Prostějov
54. KOVANIČ Ludovít, Prof.,  
Mo,  
Pasteurova 7  
040 00 Košice
55. KOVÁŘÍK Jan, Dr.,  
Mo,  
K lučinám 16  
130 00 Praha 3
56. KOŽNÁREK Zdeněk, Ing.,  
Mo, B-2  
Hakenova 3  
600 00 Brno
57. KRÁL Mojmír,  
Ma,  
ÚV ČSTV, Na Poříčí 12  
110 00 Praha 1,
58. KRÁL Václav, Doc. Dr., CSc.,  
Mo,  
Na dolinách 47  
140 00 Praha 4
59. KRÁL Zdeněk, Doc. Ing., CSc.,  
Mo,  
Leningradská 2274  
530 00 Pardubice
60. KRÁLÍK František,  
Mo, A-2  
Litvínovská 524  
190 00 Praha 9
61. KRATOCHVÍL Ivan, Ing.,  
O, C-1  
700 00 Ostrava
62. KRČMÁŘ Břetislav, Dr.,  
Mo,  
Geofyzikální ústav ČSAV, Pobělohorská 14  
100 00 Praha
63. KUBÍNY Dušan, Dr.,  
Mo, B-2  
Tr. SNP 12  
974 00 Banská Bystrica
64. KUČERA Bohumil, Dr.,  
Mo, A-1, B-5  
Státní ústav památkové péče  
a ochrany přírody, Valdštejnské nám. 1  
110 00 Praha 1



65. KUKALOVÁ Drahoslava,  
Ma,  
Bulharská 38  
100 00 Praha 10
66. KUNSKÝ Josef, Prof. Dr., DrSc.  
Mo,  
Burinka 258  
342 01 Sušice
67. LALKOVIČ Marcel,  
Mo,  
Dončova 7  
034 00 Ružomberok
68. LAMAČOVÁ Ludmila,  
A, A-1  
Okresní správa krasových jeskyní  
512 13 Bozkov III, okr. Semily
69. LENFELD Radoslav,  
Mo, C-2  
Baarova 1375  
500 02 Hradec Králové
70. LIŠKA Milan, Dr.,  
Mo, C-1  
Novosadská 4  
917 00 Trnava
71. LOUČKOVÁ Jaroslava, Dr.,  
Mo,  
Geografický ústav ČSAV, Mendlovo nám. 1  
600 00 Brno
72. LOŽEK Vojen Dr., DrSc.,  
Mo,  
Geologický ústav ČSAV  
120 00 Praha
73. LYSENKO Vladimír, Dr.,  
Mo, A-1  
Okresní museum  
266 01 Beroun
74. MALIK Jiří,  
O,  
tř. 5. května 37/26  
460 00 Liberec
75. MARIOT Peter, Dr.,  
Mo,  
Geografický ústav SAV, Štefánikova 41  
800 00 Bratislava
76. MATAL Antonín,  
Mo,  
Sadová 88  
678 01 Blansko
77. MAYER Stanislav, Dr.,  
Mo, A-2  
Haškova 2  
600 00 Brno
78. MAZÚR Emil, Doc. Dr., DrSc.,  
Mo, B-1  
Geografický ústav SAV, Štefánikova 43  
800 00 Bratislava
79. MIŠIKOVÁ Jana,  
Mo,  
Správa slovenských jaskýň  
031 01 Liptovský Mikuláš

80. MITTER Pavol, Dr.,  
Mo, C-1  
Múzeum Slovenského krasu  
031 01 Liptovský Mikuláš
81. MORAVEC Milan,  
Mo, C-1  
Vlastivědný ústav, nám. Republiky 6  
770 00 Olomouc
82. NEKOVÁŘ František, Dr.,  
Mo,  
Pedagogická fakulta, Jeronýmova 10  
370 00 České Budějovice
83. OLŠBAUER Jiří, Dr.,  
Mo,  
Ministerstvo kultúry ČSR  
Maltézské nám. 1  
110 00 Praha 1
84. OŠUST Peter,  
Mo, C-2  
Trieda SNP 20  
040 00 Košice
85. OTAVA Jiří,  
Mo, C-2  
Doležalova 22  
612 00 Brno
86. PACL Juraj, Dr., CSc.,  
Mo,  
Hydrologický ústav SAV  
Trnavská cesta 20  
800 00 Bratislava
87. PANOŠ Vladimír, Dr., CSc.,  
Mo,  
Universita Palackého, Leninova 26  
771 46 Olomouc
88. PANOVSÝ Vladimír, Dr.,  
Ma,  
Geografický ústav ČSAV, Mendlovo nám. 1  
600 00 Brno
89. PFEIFROVÁ Anna, Dr.,  
Mo,  
Vlastivědný ústav, nám. Republiky 6  
770 00 Olomouc
90. PILOUS Vlastimil, Ing.,  
Mo,  
Komenského 433  
543 71 Hostinné, okr. Trutnov
91. PÍŠE Jan, Dr.,  
Mo, A-3  
Geografický ústav ČSAV, Mendlovo nám. 1  
600 00 Brno
92. PIŠKULA František, Ing.,  
Mo, C-2  
Výzkumný ústav pletařský  
Šujanovo nám. 19  
600 00 Brno
93. PLESNIK Pavol, Prof. Dr.,  
Mo,  
Steinerova 26  
800 00 Bratislava



94. PLEVAČ Jaroslav,  
Mo, C-2  
Moravský kras, Svitavská 11  
678 01 Blansko
95. POULÍK Josef, académicien,  
Mo,  
Archeologický ústav ČSAV  
600 00 Brno
96. PŘIBYL Jan, Dr.,  
Mo,  
Geografický ústav ČSAV, Mendlovo nám. 1  
600 00 Brno
97. PTÁČEK Michal,  
O, C-1  
Gottwaldova 44  
796 00 Prostějov
98. QUITT Evžen, Dr., CSc.,  
Mo,  
Geografický ústav ČSAV, Mendlovo nám. 1  
600 00 Brno
99. RAUSCHER Jaroslav, Dr., CSc.,  
Mo, A-3  
Geografický ústav ČSAV, Mendlovo nám. 1  
600 00 Brno
100. RODA Štefan, Mgr.,  
Mo,  
Letná 18/1  
048 01 Rožňava
101. RUBÍN Josef, Dr.,  
Mo, B-2  
Trojmezí 30  
190 00 Praha 9
102. RYŠAVÝ Přemysl, Dr., CSc.,  
Mo, A-2  
Geologický průzkum n.p.  
600 00 Brno
103. RYŠAVÁ Jana,  
A, A-2  
Rosenbergových 1  
600 00 Brno
104. Řehák Josef,  
Mo, A-1  
Okresní správa krasových jeskyní  
512 13 Bozkov 111, okr. Semily
105. ŘEZÁČ Bohumil, Dr.,  
Ma,  
Brunclíkova 1760/24/V  
160 00 Praha 6
106. SAMUEL Pavel,  
Mo, C-2  
Moravský Kras, Svitavská 11  
678 01 Blansko
107. SEDLISKÝ Čestmír,  
O,  
nám. Družby 1209  
708 00 Ostrava
108. SEKANINA Josef, Prof. Dr.,  
Mo,  
Šumavská 30  
600 00 Brno

- |      |  |  |
|------|--|--|
| 109. | SKLENÁŘ Karel, Dr.,<br>Mo,                   | Mezibranská 7<br>110 00 Praha 1                            |
| 110. | SKOŘEPA Jaroslav, Dr.,<br>Mo, A-2, B-5       | Jakubská 2<br>110 00 Praha 1                               |
| 111. | SKUTIL Jan, Dr.,<br>Mo,                      | Vránova 127<br>600 00 Brno                                 |
| 112. | SLÁČÍK Josef, Ing.,<br>Mo,                   | 261 00 Příbram VII/47                                      |
| 113. | SLEZÁK Ladislav, Dr.,<br>Mo, C-2             | Moravský kras, Svitavská 11<br>678 01 Blansko              |
| 114. | SLOBODA Josef, Dr.,<br>Mo, B-7               | Geografický ústav SAV, Štefánikova 41<br>800 00 Bratislava |
| 115. | STANKOVIANSKÝ Miloš, Dr.,<br>Mo, B-1         | Geografický ústav SAV, Štefánikova 41<br>800 00 Bratislava |
| 116. | STAROBOVÁ Marie,<br>Mo, A-2                  | Dr. Kolaříka 1402<br>760 00 Gottwaldov                     |
| 117. | STRÁNSKÝ Karel,<br>Mo,                       | Křenická 2201<br>100 00 Praha 10                           |
| 118. | ŠÍPKA Emil, Dr.,<br>Mo,                      | Nábřežie A. Stodolu 7<br>031 01 Liptovský Mikuláš          |
| 119. | ŠPRINCOVÁ Stanislava, Doc. Dr., CSc.,<br>Mo, | Universita Palackého, Leninova 26<br>771 46 Olomouc        |
| 120. | ŠROL Bohumil,<br>Mo,                         | Hurbanova 9<br>031 01 Liptovský Mikuláš                    |
| 121. | ŠTELCL Otakar, Dr., CSc.,<br>Mo, A-3         | Geografický ústav ČSAV, Mendlovo nám. 1<br>600 00 Brno     |
| 122. | ŠTEFANČA Peter, Ing.,<br>Mo,                 | Šafárikova 1655<br>048 01 Rožňava                          |
| 123. | ŠTĚRBA Otakar, Doc. Dr., CSc.,<br>Ma,        | Universita Palackého, Leninova 26<br>771 46 Olomouc        |



124. ŠULA Bohumil, Dr., CSc.,  
Mo, Vlastivědný ústav, nám. Republiky 6  
770 00 Olomouc
125. TARNOČY Ludovít,  
Mo, Správa Slovenských jaskýň  
031 01 Liptovský Mikuláš
126. TICHOPÁD Zdeněk,  
Mo, Edisonova 75  
700 00 Ostrava
127. TIMČÁK Gejza, Ing.,  
Mo, C-2 Thälmanova 3  
040 00 Košice
128. TRNOVSKÝ Milan,  
Mo, B-1 Správa Slovenských jaskýň  
031 01 Liptovský Mikuláš
129. TULIS Jan, Ing.,  
Mo, Hviezdoslavova 1/10  
052 01 Spišská Nová Ves
130. VALOCH Karel, Dr.,  
Mo, Jugoslávská 46a  
600 00 Brno
131. VANĚK Jan,  
Mo, Krkonošské 263  
543 00 Vrchlabí
132. VANĚK Miroslav,  
O, C-1 Komenského 19  
796 00 Prostějov
133. VAŠÁTKO Jaroslav, Dr.,  
Mo, A-3 Geografický ústav ČSAV, Mendlovo nám. 1  
600 00 Brno
134. VÁVRA Jan, Dr. Ing.,  
Mo, Helfertova 33  
600 00 Brno
135. VČÍSLOVÁ Božena, Dr.,  
Mo, Solidarita A/528  
100 00 Praha 10
136. VINCENC Štefan, Dr.,  
Ma, Severná 2  
036 01 Martin
137. VINTER Vlastimil, Dr., CSc.,  
Mo, Perucká 13  
120 00 Praha 2
138. VÍTEK Jan,  
Mo, A-2, B-2 Nejedlého 545/IV  
566 01 Vysoké Mýto

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| 139. VLČEK Vladimír, Dr.,<br>Mo, A-3 | Geografický ústav ČSAV, Mendlovo nám. 1<br>600 00 Brno  |
| 140. VODIČKA Jiří, Dr.,<br>Mo, C-2   | Moravský kras, Svitavská 11<br>678 01 Blansko           |
| 141. VOTOČEK Jan, Dr.,<br>O, C-1     | Jižní III/17/825<br>141 00 Praha 4                      |
| 142. VÝMOLA Jan,<br>O, C-1           | 1. pětiletky 19<br>770 00 Olomouc                       |
| 143. VYTRÁS Karel, Ing.,<br>Mo,      | Vysoká škola chemicko-technologická<br>530 00 Pardubice |

#### TUROUIE

- |  |   |
|--|---|
| 1. AYGEN Temucin, Dr.,<br>Mo, A-3, B-3 | Société de Spéléologie de Turquie<br>B.P. 299 Bakanliklar<br>Ankara |
| 2. AYGEN Türkan,<br>A, A-3, B-3        | B.P. 299 Bakanliklar<br>Ankara                                      |
| 3. AYTEKIN Fazilet,<br>Mo, A-2, B-3    | M.T.A. Enstitüsü, Jeoloji Sb.,<br>Ankara                            |

#### U. R. S. S.

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| 1. ABASHIDZE Elena M.,<br>Ma,        | Institut geografii AN GSSR<br>Zoi Ruchadze 1<br>380093 Tbilisi        |
| 2. ABKHADZAVA I.S.,<br>Ma,           | Institut geografii AN GSSR<br>Zoi Ruchadze 1<br>380093 Tbilisi        |
| 3. ANNENKOVA Galina,<br>Mo, B-3, D-3 | Institut mineralogii AN SSSR<br>Leninskij prosp. 14-16<br>Moskva B-17 |



4. BADER Otto N.,  
Mo, B-3, D-2, D-3  
Institut archeologii AN SSSR  
Uljanova 19  
Moskva B-36
5. BELYAK Vladimir I., Doc.,  
Mo, B-3  
Lermontova 219, kv. 42  
33 Irkutsk
6. BURTSYAK-ABRAMOVICH N.,  
Ma,  
Prosp. V. Pshavela, kp. 4, kv. 4  
77 Tbilisi
7. CHIKISHEV Anatolij G., Dr.,  
Mo, B-3, D-2, D-3  
Volgogradskij prosp. 152, kp. 2  
378 Moskva
8. DANILOV Veitshislav A.,  
O,  
Obl. sovet po turizmu, Konotopskoj 3/6  
Lvov
9. DUBLYANSKI Viktor N., Dr.,  
Mo, B-3  
Institut mineralnych resursov MG SSSR  
Prosp. Kirova 77/2  
Simferopol
10. DZHISHKARIANI V.M.,  
Ma,  
Institut geografii AN GSSR  
Zoi Ruchadze 1  
380093 Tbilisi
11. FRIDENBERG E.O.,  
Ma,  
Institut geografii AN SSSR  
Staromonetnij prosp. 2a  
Moskva
12. GIGINEISHVILI Givi N.,  
Mo, B-3  
Institut geografii AN GSSR  
Zoi Ruchadze 1  
380093 Tbilisi
13. GORBUNOVA Klara A., Prof.,  
Mo, B-3, D-1, D-3  
Komsomolskij prosp. 49-2  
Perm
14. GVOZDETSKI Nikolai A., Prof.,  
Mo, B-3, D-2  
M.G. Universitet, Geogr. fakultet  
Moskva V-234
15. ILYUKHIN Vladimir V.,  
Mo, A-3  
Institut mineralnych resursov MG SSSR  
Prosp. Kirova 47/2  
Simferopol
16. IVANOV Boris N.,  
Mo, B-3  
Mokrousova 14, kv. 44  
17 Simferopol

17. KASUMOV Rufat M.,  
Mo,  
A. Akperova 558, bl. 3/25  
105 Baku
18. KAVRISHVILI Ketevan V.,  
Ma,  
Institut geografii AN GSSR  
Zoi Ruchadze 1  
380093 Tbilisi
19. KIKNADZE Tamaz Z., Dr.,  
Mo, B-3  
Plechanova 86/90, kv. 18  
Tbilisi
20. KIPIANI Shalva J.,  
Mo, B-3, D-3  
Institut geografii AN GSSR  
Zoi Ruchadze 1  
380093 Tbilisi
21. KORZHUEV S.S., Dr.,  
Mo, B-3  
Uljanova 4, kv. 435  
B-333 Moskva
22. LAPTEVA Nina N., Doc.,  
Mo, B-3  
Lenina 18  
Kazan
23. MAKSIMOVICH Georgi A., Prof. Dr.,  
Ma,  
Institut karstovedenija i speleologii  
Perm
24. MORZEVA Lydia I.,  
Mo, B-3  
M. Uljanova 9, corp. 1  
V-331 Moskva
25. MUHATOV Vasilij,  
Mo, B-3  
Institut geografii AN SSSR  
Staromonetnij prosp. 2a  
Moskva
26. OSTYANOV Valentin N.,  
O,  
Obl. sovet po turizmu, Čajkovskogo 6  
Lvov
27. OVODOV Nikolai D.,  
Mo, B-3  
Institut istorii i filologii  
Prosp. nauki 17  
Novosibirsk
28. PREOBRAZHENSKI V.S., Prof.,  
Mo, B-3  
Institut geografii AN SSSR  
Staromonetnij prosp. 2a  
Moskva
29. RAKVIASHVILI Kiadzo Sh.,  
Mo, B-3  
Institut geografii AN GSSR  
Zoi Ruchadze 1  
380093 Tbilisi



30. SAVTCHIN Miron,  
Ma,  
Institut geografii, ul. Lermontova 16  
Lvov 5
31. SHOVKOPLYAS Ivan G.,  
Ma,  
Institut archeologii AN USSR, Kirova 4  
Kiev
32. SHUTOV Jurij I., Dr.,  
Mo, B-3  
ul. Kievskaja g. 119, kv. 60  
Simferopol
33. STEPANOV V., Dr.,  
Mo, B-3, D-1, D-3  
Sadovničeskaja 71  
Moskva
34. STUPISHIN A.V., Prof.,  
Mo, B-3  
Gospitalnaja 32  
12 Kazan
35. TATARINOV Konstantin A., Prof. Dr.,  
Ma,  
Aral'ska 10/3  
290017 Lvov
36. TATIACHENKO Alexander,  
Mo, A-3  
Institut mineralnych resursov MG SSSR  
Prosp. Kirova 47/2  
Simferopol
37. TINTILOZOV Zuraf A., Doc.,  
Mo, B-3  
Institut geografii AN GSSR  
Zoi Ruchadze 1  
380093 Tbilisi
38. VASILIEV Valeri L.,  
O,  
Obl. sovet po turizmu, Čajkovskogo 6  
Lvov
39. VEDENIN Yuri A.,  
Ma,  
Institut geografii AN SSSR  
Staromonetnyj prosp. 2a  
Moskva
40. ZENGINA S.A., Dr.,  
Mo, B-3  
Kievskaja 15, kv. 36  
Simferopol
41. ZVEREV V.P.,  
Ma,  
Geologičeskij institut AN SSSR  
Pyževskij per, d. 7  
Moskva Ž-17

## VENEZUELA

1. DE LA ROSA CARVAJAL Antonio,  
Mo, Sociedad Venezolana de Espeleología  
Apartado No. 6621  
Caracas
2. ENRECH Fernando,  
Mo, Cavrimare Res. Atalaya - AP. 6  
Lomas de Bello Monte  
Caracas
3. PERERA GALVEZ Miguel Angel, Prof.,  
Ma, Sociedad Venezolana de Espeleología  
Apartado No. 6621  
Caracas
4. PÉREZ Francisco L.,  
Ma, Sociedad Venezolana de Espeleología  
Apartado No. 6621  
Caracas
5. TRONCHONI GONZALES Juan Antonio,  
Mo, Sociedad Venezolana de Espeleología  
Apartado No. 6621  
Caracas
6. URBANI Franco, Prof.,  
Mo, Universidad Central de Venezuela  
Escuela de Geología, Apt. 59028  
104 Caracas

## YOUUGOSLAVIE

1. AVDAGIĆ Izet,  
Mo, University of Sarajevo  
Institute of Water Resources Engineering  
71000 Sarajevo
2. AVDAGIĆ Melania,  
A, 38 Lenjinova  
71000 Sarajevo
3. BARAN Smiljana,  
Mo, P.D. Željezničar  
Zagreb
4. BOHINEC Walter, Dr.,  
Mo, Titova 23a  
61000 Ljubljana



5. BOŽIČEVIĆ Srećko, Dr.,  
Ma,  
Institute for geological investigations  
Zagreb
6. ČADEZ-NOVAK Nada, Ing.,  
Mo,  
Resljeva cesta 18  
61000 Ljubljana
7. ČADEZ Zvezdana,  
A,  
Resljeva cesta 18  
61000 Ljubljana
8. ČOLIĆ Dušan B., Dr.,  
Ma,  
Institut pour la conservation  
de la nature, III Bld. 106  
11070 Beograd
9. ČURČIĆ Božidar,  
Mo,  
Studentski trg 16  
11000 Beograd
10. DINIČ Jovan,  
Mo,  
Kamenička ul. 6  
Beograd
11. GAMS Ivan, Prof. Dr.,  
Mo, A-3, B-1  
University of Ljubljana  
Dept. of Geography, Askerčeva 12/III  
Ljubljana
12. GOSPODARIĆ Rado, Dr.,  
Mo,  
Titov trg 2  
Postojna
13. HABE France, Dr.,  
Mo,  
Titov trg 2  
66230 Postojna
14. HABE Minka,  
A,  
Titov trg 2  
66230 Postojna
15. HRIBAR Franc,  
Mo,  
Posavskega 18/III  
Ljubljana
16. HRIBAR Ivica,  
A,  
Posavskega 18/III  
Ljubljana
17. ISTENIĆ Lili, Dr.,  
Mo,  
University of Ljubljana, Aškerčeva 12  
Ljubljana
18. KAPEL Anton,  
Mo, A-3, B-3  
Voj. Putnika 18/III  
71000 Sarajevo

19. KRULČ Zvonimir, Ing. Dr.,  
Mo, Klaićeva 60  
41000 Zagreb
20. KUNAVER Jurij, Dr.,  
Mo, University of Ljubljana  
Dept. of Geography  
61000 Ljubljana
21. LAPAJNE Janez,  
Ma, Geological Survey, Parmova 33  
61000 Ljubljana
22. ~~LEBEN~~ France, Dr.,  
Mo, Novi trg 3  
61000 Ljubljana
23. MANAKOVIĆ Dušan, Prof. Dr.,  
Mo, A-3 11 Ontomuri No. 62  
Skopje
24. MALEZ Mirko, Prof. Dr.,  
Mo, B-3 Zrinski trg 11  
41000 Zagreb
25. MALEZ J.,  
A, B-3 Zrinski trg 11  
41000 Zagreb
26. MATJASIĆ Janez, Prof. Dr.,  
Mo, University of Ljubljana  
Dept. of Biology, Aškerčeva 12  
61000 Ljubljana
27. MEGUŠAR France,  
Mo, Tugomerjeva ul.  
Ljubljana
28. NOVAK Dušan, Dr.,  
Mo, B-3, D-2, D-3 Dimčeva 14  
61000 Ljubljana
29. PETROVIĆ Borislav, Dr.,  
Mo, Lenjinova 54  
Sarajevo
30. PLJAKIĆ Milika, Prof.,  
Mo, University of Beograd, Dept. of Zoology  
11000 Beograd
31. PREINER Egon, Prof.,  
Mo, Titov trg 2  
Postojna
32. RADANOVIĆ Života, Ing.,  
Mo, B-3 Institute for Nature Conservation  
III. Bld 106  
11070 Beograd



33. ROGLIĆ Josip, Prof. Dr.,  
Mo, B-1, D-3  
University of Zagreb, Dept. of Geography  
Zagreb
34. RŽEHAK Viktor,  
Mo, A-3  
Živka Jošila 4/VI  
71000 Sarajevo
35. SAKSIDA Viktor,  
Mo,  
Pod Gordom 1  
Sežana
36. SAKSIDA Bernarda,  
A,  
Pod Gordom 1  
Sežana
37. SKET Boris, Dr.,  
Mo,  
University of Ljubljana  
Dept. of Biology, Aškerčeva 12  
61000 Ljubljana
38. STAJIĆ Slobodan, Dr.,  
Mo, B-3  
Ćingrijina 34  
11000 Beograd
39. ŠIBENIK Marjan,  
A,  
Jamska 16  
Postojna
40. ŽELE Zmago,  
Mo,  
Prestranek 27
41. ŽIBRET Želajko,  
Mo,  
Kraučovica 9  
Sarajevo

# LISTE DES PARTICIPANTS DE L'EXPOSITION "GROTTES TOURISTIQUES DANS LE MONDE"

## AUSTRALIE

1. JENCLAN CAVES,  
N.S.W. Department of Tourism, Challis House, Martin Place, Sydney
2. CUTTA CUTTA CAVES,  
Katherine, P.O. Box 1228, Northern Territory 5180

## AUTRICHE

3. EISRIESENWELT,  
A-5020 Salzburg, Getreidegasse 21
4. KRAUSHÖHLE,  
A-8922 Gams, Steiermark

## BULGARIE

5. LEDENIKA,  
Association des touristes de Bulgarie, Tolbuchin 18, Sofia
6. BACHO KIRO GROTTTE,  
Association des touristes de Bulgarie, Tolbuchin 18, Sofia
7. ORLOVA CHUKA GROTTTE,  
Association des touristes de Bulgarie, Tolbuchin 18, Sofia
8. SAEVA GROTTTE,  
Association des touristes de Bulgarie, Tolbuchin 18, Sofia
9. SNEZHANKA GROTTTE,  
Association des touristes de Bulgarie, Tolbuchin 18, Sofia

## ÉTATS-UNIS

10. MORCOR CAVERNS,  
Murphys, P.O. Box 477, California 95247
11. MOANING CAVE,  
Vallecito, P.O. Box 78, California 95251
12. CRYSTAL ICE CAVE,  
The Great Rift National Landmark, America Falls, Idaho 83211



13. MAMMOTH CAVE,  
Mammoth Cave National Park, P.O. Box 68, Kentucky 42259
14. INDIAN CAVERNS,  
Indian Caverns, Spruce Creek, Pennsylvania 16683
15. WOODWARD CAVE,  
Woodward, Pennsylvania 16882

#### FRANCE

16. GROTE DE LA DRAYE BLANCHE,  
Sté. de la Draye Blanche, La Chapelle en Vercors, Drome

#### GRANDE-BRETAGNE

17. GREAT MASSON CAVERN,  
Heights of Abraham Ltd., Matlock Bath, Derbyshire
18. GREAT RUTLAND CAVERN,  
Heights of Abraham Ltd., Matlock Bath, Derbyshire
19. WEST WYCOMBE CAVES,  
West Wycombe State Office, West Wycombe, Buckinghamshire

#### GRÈCE

20. GLYPHADA CAVE,  
Pyrgos Dyrrou, Laconia
21. KOUTOUKI CAVE,  
Paeania, Attica
22. PERAMA CAVE,  
Perama, Ioannina

#### GUATEMALA

23. CUEVAS DE LANQUIN,  
Cuevas de Lanquin, Guatemala

#### LIBAN

24. GROTE DE JEITA,  
Kesserwan, tél. 930616

#### REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE ALLEMANDE

25. MARIENGLASHÖHLE,  
Kulturverwaltung beim Rat d. Stadt Friedrichroda, 5804.Friedrichroda

REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE

26. AGGERTALHÖHLE,  
5252 Runderoth, Im Krümmel
27. ATTAHÖHLE,  
5952 Attendorn
28. BALVER HÖHLE,  
5983 Balve
29. BÄREN- UND KARLSHÖHLE,  
7411 Erpfingen
30. BILSTEINHÖHLE,  
4788 Warstein
31. BINGHÖHLE,  
8551 Wiesental - Streitberg
32. CHARLOTTENHÖHLE,  
7927 Giengen
33. DECHENHÖHLE,  
5868 Letmathe
34. EBERSTADTER HÖHLE,  
6961 Eberstadt
35. EINHORNHÖHLE,  
3421 Scharzfeld
36. ERDMANNSHÖHLE,  
7861 Hasel
37. FRIEDRICHSHÖHLE,  
7942 Wimsen über Zwiefalten
38. GROSSES SCHULERLOCH,  
8421 Oberau über Kelheim
39. GUTENBERGER HÖHLE - GUSSMANNSHÖHLE,  
7311 Gutenberg
40. HEINRICHSHÖHLE,  
5870 Hemer-Sundwig
41. HOHLER FELS,  
7933 Schelklingen
42. IBERGER TROPFSTEINHÖHLE,  
3395 Bad Grund
43. KALKBERGHÖHLE,  
2360 Bad Segeberg, Am Kalkberg 1
44. KLUTERHÖHLE,  
5828 Ennepetal-Altenvoer, Postfach 60



45. KOLBINGER HÖHLE,  
7201 Kolbingen
46. LAICHINGER TIEFENHÖHLE,  
7903 Laichingen, Beurer Steig 47
47. MAXMILIANSGROTTE,  
8574 Krottensee bei Neuhaus
48. NEBELHÖHLE,  
7411 Genkingen
49. OLGAHÖHLE,  
7411 Honau
50. RECKENHÖHLE,  
5758 Binolen
51. SCHELLENBERGER EISHÖHLE,  
8241 Markt Schellenberg, Salzburger Str. 53
52. SCHERTELSHÖHLE,  
7419 Westerheim, Hohenstadter Str. 1
53. SCHLOSSBERGHÖHLEN,  
665 Homburg, Am Rondell 5
54. SONTHEIMER HÖHLE,  
7421 Sontheim
55. SOPHIENHÖHLE, BEI SCHLOSS RABENSTEIN,  
8581 Kirchshorn
56. STURMANNSHÖHLE,  
8981 Obermaiselstein, Nr. 20
57. TEUFELSHÖHLE POTTENSTEIN,  
8573 Pottenstein, Forchheimer Dtr. 57
58. TSCHAMBERHÖHLE,  
7889 Karsau-Riedmatt
59. WENDELSTEINHÖHLE,  
8204 Brannenburg, Rosenheimer Str. 88
60. WIEHLER TROPFSTEINHÖHLE,  
5276 Wiehl 1
61. ZWIEFALTENDORFER TROPFSTEINHÖHLE,  
7941 Zwiefaltendorf, Gasthaus zum Rössle

#### SUÈDE

62. LUMMELUNDA CAVE,  
Gotland

## SUISSE

63. GROTTES DE L'ORBE,  
Vallorbe, Canton Vaud

64. GROTTES DE RECLÈRE,  
2901 Réclère

## TCHÉCOSLOVAQUIE

65. KONĚPRUSKÉ JESKYNĚ,  
Zlatý Kůň, Koněprusy, 266 Ol Beroun

66. CHÝNOVSKÉ JESKYNĚ,  
Dolní Hořice, 391 55 Chýnov

67. BOZKOVSKÉ DOLOMITOVÉ JESKYNĚ,  
512 13 Bozkov u Semil

68. PUNKEVNÍ JESKYNĚ,  
Moravský kras, 678 Ol Blansko

69. MACOCHA,  
Moravský kras, 678 Ol Blansko

70. SLOUPSKO-ŠOŠUVSKÉ JESKYNĚ,  
Moravský kras, 678 Ol Blansko

71. BALCARKA,  
Moravský kras, 678 Ol Blansko

72. KATEŘINSKÁ JESKYNĚ,  
Moravský kras, 678 Ol Blansko

73. BÝČÍ SKÁLA,  
Spéléo-Groupe ADAST, 679 04 Adamov

74. OCHOZSKÁ JESKYNĚ,  
Musée Morave, 659 37 Brno

75. JESKYNĚ NA TUROLDU,  
692 Ol Mikulov

76. JAVOŘÍČSKÉ JESKYNĚ,  
Javoříčko, 783 26 Slavětín u Litovle

77. MLADĚČSKÉ JESKYNĚ,  
Mladeč, 783 21 Chudobín u Litovle

78. ZBRAŠOVSKÉ ARAGONITOVÉ JESKYNĚ,  
Zbrašov, 753 21 Teplice nad Bečvou

79. HRANICKÁ PROPAST,  
Zbrašovské aragonitové jeskyně, Zbrašov, 753 21 Teplice nad Bečvou

80. JESKYNĚ NA POMEZÍ  
790 61 Lipová Lázně



81. JESKYNĚ NA ŠPIČÁKU,  
Supíkovice, 790 82 Písečná
82. JASKYŇA DRINY,  
Správa slovenských jaskýň, 031 01 Liptovský Mikuláš
83. BOJNICKÁ JASKYŇA,  
Musée de Bojnice, 2624 Prievidza
84. HARMANECKÁ JASKYŇA,  
976 03 Harmanec
85. DEMÁNOVSKÁ JASKYŇA SLOBODY,  
Správa slovenských jaskýň, 031 01 Liptovský Mikuláš
86. DEMÁNOVSKÁ LADOVÁ JASKYŇA,  
Správa slovenských jaskýň, 031 01 Liptovský Mikuláš
87. VAŽECKÁ JASKYŇA,  
032 61 Važec
88. BELANSKÁ JASKYŇA,  
059 54 Tatranská Kotlina
89. DOBŠINSKÁ LADOVÁ JASKYŇA,  
049 71 Dobšinská Ladová Jaskyňa
90. BYSTRIANSKÁ JASKYŇA,  
977 01 Brezno
91. GOMBASECKÁ JASKYŇA,  
Gombasek, 048 01 Rožňava
92. DOMICA,  
Jaskyňa Domica, 049 11 Plešivec
93. JASOVSKÁ JASKYŇA,  
044 23 Jasov
94. OCHTINSKÁ ARAGONITOVÁ JASKYŇA,  
Ochtiná, 049 16 Jelšava

#### YOUUGOSLAVIE

95. MODRA ŠPILJA,  
Bureau de voyages, Komiza, Croatie
96. LOKVARSKA PEĆINA,  
Lokve, Gorski Kotar, Croatie
97. RESAVSKA PEĆINA,  
Jelovac, 352 15 Stenjevac, Serbie
98. POSTOJNSKA JAMA,  
66230 Postojna, Slovénie
99. ŠKOCJANSKE JAME,  
Sežana, Slovénie

100. TABORSKA JAMA,  
Grosuplje, Slovénie



**LISTE DES FILMS PARTICIPANTS AU FESTIVAL  
DE FILMS SPÉLÉOLOGIQUES  
"INTERSPELEOLOGIA - FILM OLOMOUC 1973"**

**BULGARIE**

1. Mineralit - Strannik
2. Prilepi (2 parties)
3. Ptiša v bezdnite

**ESPAGNE**

4. E.R.E. 67
5. Speleological Group RATOT (2 parties)

**ÉTATS-UNIS**

6. Cave of Winding Stair  
(a obtenu le Grand Prix du Comité scientifique du 6e Congrès International de Spé-  
léologie 1973)
7. Riddle of Mayan Caves  
(a obtenu le Prix de l'Université Palacký d'Olomouc)

**FRANCE**

8. La vie souterraine dans le karst  
(a obtenu le Prix de l'Académie des Sciences Tchecoslovaque)
9. Au fond des ténèbres
10. Etude du comportement de l'homme en milieu souterrain
11. Niphargus, animal cavernicole
12. Sauvetage en grottes et en siphons  
(a obtenu le Prix du Comité National Municipal d'Olomouc)
13. Tassili N'Ajjer, chateau d'eau au Sahara

**GRANDE-BRETAGNE**

14. Caves and Caving

**GRÈCE**

15. Caves in Greece

#### LIBAN

16. Stockhausen et les Grottes de Jeita

#### RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE ALLEMANDE

17. Gips

#### RÉPUBLIQUE FÉDÉRALE D'ALLEMAGNE

18. Erlebte Ostalb  
19. Vorstoss in die Unterwelt mit der Kamera dabei (2 parties)  
(a obtenu le Prix des Usines Uničovské strojírny e.n. Uničov)

#### ROUMANIE

20. Pestera vintului (Die Grotte des Windes) (La Grotte du Vent)  
21. Lumina in intuneric  
(a obtenu le Prix du Comité d'organisation du 6e Congrès International de Spéléologie 1973)

#### TCHÉCOSLOVAQUIE

22. Barazdaláš  
(a obtenu le Prix du Comité régional pour le Tourisme, Moravie Septentrionale)  
23. Bukovohorská kultura (Culture des Montagnes de Chenes)  
24. Bylo nás třináct (Nous étions treize) (3 parties)  
25. Československé jeskyně - Čas, Živel, Život, Objevy  
(Grottes tchécoslovaques - 4 parties: Temps, Élément, Vie, Découvertes)  
(a obtenu le Prix du Comité national régional, Moravie Septentrionale)  
26. Chrámy věčnosti (Temples de l'éternité - hors concours)  
27. Demänová (film documentaire de 1925 - hors concours)  
28. Dmica  
29. Gánovský nález (Trouvaille de Gánovce)

#### YOUGOSLAVIE

30. Karst Region and Karst Formation (cycle de 10 films éducatifs)  
(a obtenu le Prix du Jury)  
31. Postojnska jama und Slowenischer Karst



## LISTE DES MEMBRES DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

1. P o u l í k Josef, Académicien,  
président du Comité Scientifique  
du Congrès,  
vice-président de l'Académie  
des Sciences Tchécoslovaque  
Archeologický ústav ČSAV  
Sady osvobození 17-19  
600 00 Brno
2. B á r t a Juraj, Dr., CSc.,  
Archeologický ústav SAV  
949 01 Nitra
3. B l a h a Leonard, Prof.,  
Státní ústav památkové péče a ochrany  
přírody  
800 00 Bratislava - Hrad
4. D e m e k Jaromír, Doc. Dr., CSc.,  
Geografický ústav ČSAV, Mendlovo nám. 1  
600 00 Brno
5. D r o p p a Antonín, Dr., CSc.,  
Geografický ústav SAV, Štefániková 41  
800 00 Bratislava
6. G a i s l e r Jiří, Dr.,  
Universita J.E. Purkyně  
přírodovědecká fakulta, Kotlářská 2  
600 00 Brno
7. J i r k a Zdeněk, Doc. Dr., CSc.,  
Universita Palackého  
lékařská fakulta, Hněvotínská 3  
775 00 Olomouc
8. K r á l Václav, Doc. Dr., DrSc.,  
Universita Karlova  
přírodovědecká fakulta, Albertov 6  
120 00 Praha 2
9. K u b í n y Dušan, Dr.,  
Geologický průzkum, n.p.  
052 01 Spišská Nová Ves

10. K u č e r a Bohumil, Dr.,  
Státní ústav památkové péče a ochrany  
přírody, Valdštejnské nám. 1  
110 00 Praha 1
11. L o ž e k Vojen, Dr., DrSc.,  
Geologický ústav ČSAV, Trojanova 13  
120 00 Praha 2
12. M a c h y č e k Jiří, Doc. Dr.,  
CSc.,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
13. M a z ú r Emil, Doc. Dr., DrSc.,  
Geografický ústav SAV, Štefánikova 41  
800 00 Bratislava
14. N e ú s t u p n ý Jiří, Prof.  
Dr., DrSc.,  
Národní museum  
110 00 Praha 1
15. N ě m e c František, Prof. Dr.,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
16. P a c l Juraj, Dr., CSc.,  
Ústav hydrologie a hydrauliky SAV  
Trnavská cesta 20  
881 46 Bratislava
17. P e l í š e k Josef, Prof. Dr.  
Ing., DrSc.,  
Vysoká škola zemědělská  
lesnická fakulta, Zemědělská 3  
600 00 Brno
18. Q u i t t Evžen, Dr., CSc.,  
Geografický ústav ČSAV, Mendlovo nám. 1  
600 00 Brno
19. R a u s c h e r Jaroslav, Dr.,  
CSc.,  
Geografický ústav ČSAV, Mendlovo nám. 1  
600 00 Brno
20. R o d a Štefan, PhMr.,  
Správa Slovenských jaskýň, Školská 4  
031 01 Liptovský Mikuláš
21. R y š a v ý Přemysl, Dr., CSc.,  
Geologický průzkum, n.p.  
600 00 Brno
22. Š p r i n c o v á Stanislava,  
Doc. Dr., CSc.,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc



23. Š t e l c l Otakar, Dr., CSc.,  
Geografický ústav ČSAV, Mendlovo nám. 1  
600 00 Brno
24. Š u l a Bohumil, Dr., CSc.,  
Vlastivědný ústav, nám. Republiky 6  
770 00 Olomouc
25. V a š á t k o Jaroslav, Dr.,  
Geografický ústav ČSAV, Mendlovo nám. 1  
600 00 Brno
26. V y t ř a s Karel, Ing., CSc.,  
Vysoká škola chemicko-technologická  
530 00 Pardubice

## LISTE DES MEMBRES DU COMITÉ D'ORGANISATION

1. H r b e k Jan, Prof. Dr., CSc.,  
président du Comité d'organisation  
vice-recteur de l'Université  
Palacký d'Olomouc  
Universita Palackého  
lékařská fakulta, Hněvotínská 3  
775 00 Olomouc
2. B á r t a Juraj, Dr., CSc.,  
Archeologický ústav SAV  
949 01 Nitra - Hrad
3. B ě h o u n k o v á L.,  
Zahraniční literatura, n.p.  
Sokolovská 13  
186 83 Praha 8
4. B i č í k Vítězslav, Dr.,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
5. B i r g u s Josef, Dr.,  
Universita Palackého  
filosofická fakulta, Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
6. B l a h a Leonard, Prof.,  
Státní ústav památkové péče a ochrany  
přírody  
800 00 Bratislava - Hrad
7. B u r k h a r d t Rudolf, Dr.,  
Moravské museum, nám. 25. února 8  
600 00 Brno
8. C e b e c a u e r Ivan, Ing.,  
Sibírska 53  
800 00 Bratislava
9. Č e c h František, Dr.,  
Universita Palackého  
pedagogická fakulta, Žerotínovo nám. 2  
771 00 Olomouc



10. Č m e l Lubomír, Ing.,  
Ministerstvo školství ČSR  
finanční odbor, Karmelitská 7  
110 00 Praha 1
11. D o l a n s k á Marie,  
Rektorát University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
12. D o s o u d i l o v á Libuše,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 47 Olomouc
13. D r o p p a Antonín, Dr., CSc.,  
Štúrova 40  
031 01 Liptovský Mikuláš
14. D u d a Jaromír, Dr.,  
Universita Palackého  
pedagogická fakulta, Žerotínovo nám. 2  
7 00 Olomouc
15. D v o r s k ý Josef, Dr.,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
16. F i c n e r Otto,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
17. H o l e č e k Milan, Dr.,  
Redakce "Lidé a země", Vodičkova 40  
112 29 Praha 1
18. H o m z a Štefan, Dr.,  
Ministerstvo kultúry SSR  
Suvorovova 16  
800 00 Bratislava
19. H r o m a s Jaroslav, Dr.,  
Státní ústav památkové péče a ochrany  
přírody, Valdštejnské nám. 1  
110 00 Praha 1
20. H r u š k o v á Olga,  
Universita Palackého  
pedagogická fakulta, Žerotínovo nám. 2  
771 00 Olomouc





33. L a n g r Vladimír,  
 Universita Palackého  
 Správa kolejí a menz, Šmeralova 8  
 771 00 Olomouc
34. L e p k a Ivan, Dr.,  
 Universita Palackého  
 přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
 771 46 Olomouc
35. L i š k a Milan,  
 Geografický ústav SAV, Štefánikova 41  
 800 00 Bratislava
36. L o u n Vojtěch,  
 Universita Palackého  
 Správa kolejí a menz, Šmeralova 8  
 771 00 Olomouc
37. L y s e n k o Vladimír, Dr.,  
 Okresní museum  
 266 01 Beroun
38. M a c h y č e k Jiří, Doc. Dr.,  
 CSc.,  
 Universita Palackého  
 přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
 771 46 Olomouc
39. M a z ú r Emil, Doc. Dr., DrSc.,  
 Geografický ústav SAV, Štefánikova 41  
 800 00 Bratislava
40. M a y e r Stanislav, Dr.,  
 Geofyzika, n.p., Ječná 39a  
 600 00 Brno
41. N o v á k Bořivoj, Doc. Dr., CSc.,  
 Universita Palackého  
 přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
 771 46 Olomouc
42. O l š b a u e r Jiří, Dr.,  
 Ministerstvo kultury ČSR  
 Maltézské nám. 1  
 110 00 Praha 1
43. P a c l Juraj, Dr., CSc.,  
 Ústav hydrologie a hydrauliky SAV  
 Trnavská 20  
 881 46 Bratislava
44. P a l á t Jindřich, Dr., CSc.,  
 Universita Palackého  
 přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
 771 46 Olomouc

45. P a n o š Vladimír, Dr., CSc.,  
Secrétaire général  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
46. P e k Ilja,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
47. P f e i f r o v á Anna, Dr.,  
Vlastivědný ústav, nám. Republiky 6  
771 00 Olomouc
48. P í s e k Jan, Dr.,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
49. P í š e Jan, Dr.,  
Geografický ústav ČSAV, Mendlovo nám. 1  
600 00 Brno
50. P o r č o v á Ludmila,  
Čedok, cest. kancelář, nám. Míru 2  
771 00 Olomouc
51. P r o c h á z k a Zdeněk,  
Odbor kultury ONV  
678 01 Blansko
52. P ř i k r y l Zdeněk, Doc. Dr.,  
CSc.,  
Universita Palackého  
pedagogická fakulta, Žerotínovo nám. 2  
771 00 Olomouc
53. R y š a v ý Přemysl, Dr., CSc.,  
Tišnovská 158  
600 00 Brno
54. Ř e h á k Josef,  
Okresní správa krasových jeskyní  
512 13 Bozkov, okr. Semily
55. S e d l á č e k Ladislav, Prof.  
Dr., CSc.,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
56. S l e z á k Ladislav, Dr.,  
Moravský kras, Svitavská 11  
678 01 Blansko
57. S v o b o d o v á Jindra,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc



58. S l o b o d a Josef, Dr.,  
Geografický ústav SAV, Štefánikova 41  
800 00 Bratislava
59. S t a n k o v i a n s k ý Miloš,  
Dr.,  
Geografický ústav SAV, Štefánikova 41  
800 00 Bratislava
60. Š i m e č e k František,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
61. Š p r i n c o v á Stanislava,  
Doc. Dr., CSc.,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
62. Š t e l c l Otakar, Dr., CSc.,  
Geografický ústav ČSAV, Mendlovo nám. 1  
600 00 Brno
63. Š t ě r b a Otakar, Doc. Dr.,  
CSc.,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
64. Š u l a Bohumil, Dr., CSc.,  
Vlastivědný ústav, nám. Republiky 6  
771 00 Olomouc
65. T i l l i c h Josef, Dr.,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
66. T r n o v s k ý Milan,  
Správa Slovenských jaskýň  
031 01 Liptovský Mikuláš
67. V a n í č k o v á Emílie,  
Universita Palackého  
filosofická fakulta, Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
68. V l č e k Vladimír, Dr.,  
Geografický ústav ČSAV, Mendlovo nám. 1  
600 00 Brno
69. V o r á č e k Jan, Doc. Dr., CSc.,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc

70. V y t ř a s Karel, Ing.,  
Vysoká škola chemicko-technologická  
Leninovo nám. 565  
532 10 Pardubice
71. W á g n e r o v á Alice,  
Park kultury a oddechu, Slovenská 5  
771 00 Olomouo
72. Z a p l e t a l Jan, Dr.,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Lenínova 26  
771 46 Olomouc
73. Z e l e n k o v á Libuše,  
Ministerstvo školství ČSR  
zahraniční odbor, Karmelitská 7  
110 00 Praha 1



## LISTE DES MEMBRES DU CORPS ORGANISATEUR

1. S a j b r t Svatopluk,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
2. N o v á k Antonín, Ing., CSc.,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
3. A d á m e k Jan, Dr.,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
4. A d á m k o v á Jana,  
ZDŠ Františka Stupky  
775 00 Olomouc
5. B í l e k Bohumil,  
Petra Rezka 12  
140 00 Praha 4
6. B l a ž í k Jaroslav,  
Gottwaldova 38  
796 00 Prostějov
7. B r y c h o v á Jana,  
Státní ústav památkové péče a ochrany  
přírody, Valdštejnské nám. 1  
110 00 Praha 1
8. B u d o v á Marie,  
Universita Palackého  
Správa kolejí a menz, Šmeralova 8  
771 00 Olomouc
9. B u m b a Václav, Dr.,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
10. B u r i á n k o v á Dagmar, Ing.,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc

11. C a r d a Miloš, Dr.,  
Universita Palackého  
pedagogická fakulta, Žerotínovo nám. 2  
771 00 Olomouc
12. Č e r n ý Václav,  
Tiskové středisko REPROSIGMA  
Karafiátova ul.  
775 00 Olomouc
13. D o s t á l Luděk,  
Tiskové středisko REPROSIGMA  
Karafiátova ul.  
775 00 Olomouc
14. D r o p p o v á Elena,  
Múzeum slovenského krasu, Školská 4  
031 01 Liptovský Mikuláš
15. F i a l o v á Drahomíra,  
Universita Palackého  
Správa kolejí a menz, Šmeralova 8  
771 00 Olomouc
16. H a m p e l o v á Olga,  
Rektorát University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
17. H a l a š Jaroslav,  
Správa Slovenských jaskýň  
031 01 Liptovský Mikuláš
18. H l ů z a Bronislav, Dr.,  
Universita Palackého  
pedagogická fakulta, Žerotínovo nám. 2  
771 00 Olomouc
19. H o l z e r J.,  
Zahraniční literatura, n.p.  
771 00 Olomouc
20. H o l z e r Miloš,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
21. H o m o l a František,  
Universita Palackého  
pedagogická fakulta, Žerotínovo nám. 2  
771 00 Olomouc
22. H o n z í k J.,  
Lidové spotřební družstvo Jednota  
784 01 Litovel



23. H u b Jan, Park kultury a oddechu, Slovenská 5  
771 00 Olomouc
24. I r c i n g Jaroslav, Dobrovského 18  
796 00 Prostějov
25. J a n í č k o v á Marie, Botanická zahrada University Palackého  
770 00 Olomouc
26. J i r k o v á Radmila, Dr., Fakultní nemocnice I.P. Pavlova  
775 00 Olomouc
27. J u n k Ivan, Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
28. K a d l e c Jiří, Autoprovoz University Palackého  
Hněvotínská 3  
775 00 Olomouc
29. K n o t Emil, Ing., Sigma, n.p., Kollárovo nám. 2  
771 00 Olomouc
30. K o l á ř o v á Brona, Universita Palackého  
pedagogická fakulta, Žerotínovo nám. 2  
771 00 Olomouc
31. K o l b a Petr, Gottwaldova 45  
796 00 Prostějov
32. K o n e č n ý Jan, Universita Palackého  
pedagogická fakulta, Žerotínovo nám. 2  
771 00 Olomouc
33. K o u d e l k a Jiří, Dvořákova 12  
796 00 Prostějov
34. K r á l Miroslav, Universita Palackého  
pedagogická fakulta, Žerotínovo nám. 2  
771 00 Olomouc
35. K r á t k ý Jaroslav, Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc





47. N o h e j l Jaromír,  
Moravská filharmonie, nám. Míru  
771 00 Olomouc
48. N o v á č e k František, Dr.,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
49. P a v l í k o v á Jarmila,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
50. P e č Pavel, Dr.,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
51. P e r g l e r Vladimír,  
Rektorát University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
52. P e t r u š k a František, Dr.,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 47 Olomouc
53. P o n c o v á Ivana,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
54. P o s p í š i l o v á Zdeňka,  
Rektorát University Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
55. P o s p í š i l Rudolf,  
Kijevské nábř. 15  
772 00 Olomouc
56. P ř e c e c h t ě l František,  
Speleologická skupina  
796 00 Prostějov
57. P t á č e k Michal,  
Speleologická skupina  
796 00 Prostějov
58. P y t l í č e k Mojmír,  
Krajský pedagogický ústav  
770 00 Olomouc

59. R o u b í č e k Václav, Dr.,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
60. R o z b o ř i l J.,  
Lidové spotřební družstvo Jednota  
784 01 Litovel
61. S k l e n á ř Pavel,  
Krasová sekce TIS, Nerudova 31  
110 00 Praha 1
62. S p i l k a Oldřich,  
Universita Palackého  
lékařská fakulta, Hněvotínská 3  
775 00 Olomouc
63. S t a n ě k Svatoslav, Dr.,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
64. S t r n a d o v á Libuše,  
Universita Palackého  
filosofická fakulta, Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
65. S v o b o d o v á Stanislava,  
ZDŠ Františka Stupky  
775 00 Olomouc
66. S v o b o d a Josef,  
Speleologická skupina  
796 00 Prostějov
67. Š i š k o v á Eva,  
Universita Palackého  
pedagogická fakulta, Žerotínovo nám. 2  
771 00 Olomouc
68. T á b o r s k ý Eduard, Ing.,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
69. T e i c h m a n n o v á Věra,  
Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
70. T o b o l k a Rudolf,  
Universita Palackého  
filosofická fakulta, Křížkovského 10  
771 47 Olomouc



71. V a l n í č e k Jan, Speleologická skupina  
796 00 Prostějov
72. V a n ě k Miroslav, Speleologická skupina  
796 00 Prostějov
73. V í t e k Svetozár, Dr., Ředitel Divadla Oldřicha Stibora  
771 00 Olomouc
74. V l a d a ř o v á Jiřina, Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
75. V o v s o v á Eva, Redakce časopisu "Lidé a země"  
Vodičkova 40  
112 29 Praha 1
76. V ý m o l a Jan, 1. pětiletky 19  
775 00 Olomouc
77. Z a p l e t a l o v á Věra, Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
78. Z a p l e t a l Ladislav, Dr., CSc., Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 47 Olomouc
79. Z a t l o u k a l Oldřich, Universita Palackého  
lékařská fakulta, Hněvotínská 3  
775 00 Olomouc
80. Z d r á h a l o v á Jaroslava, Universita Palackého  
přírodovědecká fakulta, Leninova 26  
771 46 Olomouc
81. Z e m a n J., Zahraniční literatura, n.p., nám. Míru  
771 00 Olomouc
82. Z u b r Miroslav, Místní národní výbor  
783 13 Štěpánov

## LISTE DES ORGANISATEURS DU CAMP DE SPÉLÉO-ALPINISME ET DE SAUVETAGE

1. A b o n y i Arpád, Ing.,  
Múzeum slovenského krasu, Školská 4  
031 01 Liptovský Mikuláš
2. A l m a n Matěj,  
Múzeum slovenského krasu, Školská 4  
031 01 Liptovský Mikuláš
3. B a r g á r Karol,  
Múzeum slovenského krasu, Školská 4  
031 01 Liptovský Mikuláš
4. B e n c z ö Ján,  
Múzeum slovenského krasu, Školská 4  
031 01 Liptovský Mikuláš
5. B l e h o Ernest,  
Múzeum slovenského krasu, Školská 4  
031 01 Liptovský Mikuláš
6. C e b e c a u e r Ivan, Ing.,  
Státní ústav památkové péče a ochrany  
přírody  
800 00 Bratislava - Hrad
7. Č a p ó Ján,  
Múzeum slovenského krasu, Školská 4  
031 01 Liptovský Mikuláš
8. E r d ö s Mikuláš, Ing.,  
Múzeum slovenského krasu, Školská 4  
031 01 Liptovský Mikuláš
9. F e d o r Peter,  
Múzeum slovenského krasu, Školská 4  
031 01 Liptovský Mikuláš
10. H o m o l a Gabriel,  
Múzeum slovenského krasu, Školská 4  
031 01 Liptovský Mikuláš
11. H o r á k Andrej,  
Múzeum slovenského krasu, Školská 4  
031 01 Liptovský Mikuláš



- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 12. H u j d i č Miroslav,       | Múzeum slovenského krasu, Školská 4<br>031 01 Liptovský Mikuláš |
| 13. C h o v a n Alfonz,         | Múzeum slovenského krasu, Školská 4<br>031 01 Liptovský Mikuláš |
| 14. K a v a l í r Emil,         | Múzeum slovenského krasu, Školská 4<br>031 01 Liptovský Mikuláš |
| 15. K i n d e r n a y Vendelín, | Múzeum slovenského krasu, Školská 4<br>031 01 Liptovský Mikuláš |
| 16. K l i m e n t Vojtěch,      | Múzeum slovenského krasu, Školská 4<br>031 01 Liptovský Mikuláš |
| 17. K o h á r Cyril,            | Múzeum slovenského krasu, Školská 4<br>031 01 Liptovský Mikuláš |
| 18. M a r k o Peter, Ing.,      | Múzeum slovenského krasu, Školská 4<br>031 01 Liptovský Mikuláš |
| 19. M i š í k o v á Janka,      | Múzeum slovenského krasu, Školská 4<br>031 01 Liptovský Mikuláš |
| 20. M i t t e r Pavol, Dr.,     | Múzeum slovenského krasu, Školská 4<br>031 01 Liptovský Mikuláš |
| 21. N a g y Jozef,              | Múzeum slovenského krasu, Ško ská 4<br>031 01 Liptovský Mikuláš |
| 22. O v á r y Štefan,           | Múzeum slovenského krasu, Školská 4<br>031 01 Liptovský Mikuláš |
| 23. R o í k o Jozef,            | Múzeum slovenského krasu, Školská 4<br>031 01 Liptovský Mikuláš |
| 24. S e d l á č e k Zdeno,      | Múzeum slovenského krasu, Školská 4<br>031 01 Liptovský Mikuláš |
| 25. S l o v á k Juraj,          | Múzeum slovenského krasu, Ško ská 4<br>031 01 Liptovský Mikuláš |
| 26. S t a n k o v i č Jaroslav, | Múzeum slovenského krasu, Školská 4<br>031 01 Liptovský Mikuláš |

27. Š r o l Stanislav,

Múzeum slovenského krasu, Školská 4  
031 01 Liptovský Mikuláš

28. Š r o l Vítězslav,

Múzeum slovenského krasu, Školská 4  
031 01 Liptovský Mikuláš

29. Z a b a r i Vladimír,

Múzeum slovenského krasu, Školská 4  
031 01 Liptovský Mikuláš

## LISTE DES ORGANISATEURS DU CAMP DE SPÉLÉO-PLONGÉE ET DE SAUVETAGE

1. S l e z á k Ladislav, Dr.,  
Moravský kras, Svitavská 11  
678 01 Blansko
2. D a n ě k Jan,  
Hlavní báňská záchranná služba  
700 00 Ostrava - Radvanice
3. P i š k u l a František, Ing.,  
Výzkumný ústav pletářský  
Šujanovo nám. 21  
619 00 Brno
4. B i ě Ctirad,  
Delfín klub  
600 00 Brno
5. B r e n z a Vratislav,  
Kožušany čp. 107, okr. Olomouc
6. C e n d e l í n Richard,  
Amatérská skupina Sloup, Moravský Kras  
678 01 Blansko
7. Č e c h Jiří,  
Hlavní báňská záchranná služba  
700 00 Ostrava - Radvanice
8. Č u p r Vladimír,  
Speleologický kroužek  
n.p. Metra Blansko  
678 01 Blansko
9. D o b š í k Petr,  
Delfín klub  
600 00 Brno
10. D o k o u p i l Bohuslav,  
Speleologický kroužek  
n.p. Metra Blansko  
678 01 Blansko
11. G l o z a r Pavel,  
Moravský kras, Svitavská 11  
678 01 Blansko



- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| 12. G r u b e r Antonín,         | Speleologický kroužek<br>n.p. Metra Blansko<br>678 01 Blansko |
| 13. G r y c Petr,                | Delfín klub<br>600 00 Brno                                    |
| 14. G u r n'ý Pavel,             | Hlavní báňská záchranná služba<br>700 00 Ostrava - Radvanice  |
| 15. H a n á k o v á Štěpánka,    | Moravský kras, Svitavská 11<br>678 01 Blansko                 |
| 16. H e j n y š František,       | Hlavní báňská záchranná služba<br>700 00 Ostrava - Radvanice  |
| 17. H l a v á č e k Vojtěch,     | Moravský kras, Svitavská 11<br>678 01 Blansko                 |
| 18. H l a d í k Jaroslav,        | Speleologický kroužek<br>n.p. Metra Blansko<br>678 01 Blansko |
| 19. H o d e č e k Karel,         | Hlavní báňská záchranná služba<br>700 00 Ostrava - Radvanice  |
| 20. H o r á l k o v á Drahomíra, | Moravský kras, Svitavská 11<br>678 01 Blansko                 |
| 21. H u r t Václav,              | Hlavní báňská záchranná služba<br>700 00 Ostrava - Radvanice  |
| 22. J a b ů r e k Miroslav,      | Moravský kras, Svitavská 11<br>678 01 Blansko                 |
| 23. J e l í n k o v á Jana,      | Delfín klub<br>600 00 Brno                                    |
| 24. K a c h l í k Antonín, Dr.,  | Lékařská fakulta University Karlovy<br>110 00 Praha 1         |
| 25. K a c h l í ř Jan,           | Amatérská skupina Sloup, Moravský kras<br>678 01 Blansko      |

26. K a l n í k Ján, Hlavní báňská záchranná služba  
700 00 Ostrava - Radvanice
27. K l e v e t a František, Moravský kras, Svitavská 11  
678 01 Blansko
28. K o c i á n Jiří, Hlavní báňská záchranná služba  
700 00 Ostrava - Radvanice
29. K o z o h o r s k ý Leonard, Ing., Moravský kras, Svitavská 11  
678 01 Blansko
30. K r y l Vladimír, Moravský kras, Svitavská 11  
678 01 Blansko
31. K u b o v á Jana, Moravský kras, Svitavská 11  
678 01 Blansko
32. K u č e r a Jiří, Speleologický kroužek  
n.p. Metra Blansko  
678 01 Blansko
33. L a s o t a Karel, Hlavní báňská záchranná služba  
700 00 Ostrava - Radvanice
34. L e p k o v á Helena, Speleologický kroužek  
n.p. Metra Blansko  
678 01 Blansko
35. L u k a v s k á Eva, Moravský kras, Svitavská 11  
678 01 Blansko
36. L u k š Oldřich, Delfín klub  
600 00 Brno
37. L u p a č o v á Zdeňka, Moravský kras, Svitavská 11  
678 01 Blansko
38. M a c o u n Karel, Dr., Lékařská fakulta University Karlovy  
110 00 Praha 1
39. M a t a l Ladislav, Moravský kras, Svitavská 11  
678 01 Blansko

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| 40. Mičán Martin,         | Delfín klub<br>600 00 Brno                                   |
| 41. Mlýnek Josef,         | Hlavní báňská záchranná služba<br>700 00 Ostrava - Radvanice |
| 42. Moninec Jiří,         | Delfín klub<br>600 00 Brno                                   |
| 43. Moudrý Antonín,       | Ostravská 33<br>770 00 Olomouc                               |
| 44. Nečasová Dagmar,      | Moravský kras, Svitavská 11<br>678 01 Blansko                |
| 45. Olšanský Miloslav,    | Hněvotínská 50<br>775 00 Olomouc                             |
| 46. Pikolan Jan,          | Delfín klub<br>600 00 Brno                                   |
| 47. Piškula Michal, Ing., | Delfín klub<br>600 00 Brno                                   |
| 48. Piecek Jan,           | Hlavní báňská záchranná služba<br>700 00 Ostrava - Radvanice |
| 49. Peřina Miloš,         | Delfín klub<br>600 00 Brno                                   |
| 50. Pešička Václav,       | Moravský kras, Svitavská 11<br>678 01 Blansko                |
| 51. Růžička Arnošt,       | Delfín klub<br>600 00 Brno                                   |
| 52. Sadloň Pavel,         | Hlavní báňská záchranná služba<br>700 00 Ostrava - Radvanice |
| 53. Sáňka Vlastimil,      | Moravský kras, Svitavská 11<br>678 01 Blansko                |
| 54. Sedláková Drahomíra,  | Moravský kras, Svitavská 11,<br>678 01 Blansko               |



55. S e m e c k ý Jaroslav, Hlavní báňská záchranná služba  
700 00 Ostrava - Radvanice
56. S k o t a l Oldřich, Moravský kras, Svitavská 11  
678 01 Blansko
57. S l a d k ý Jan, Delfín klub  
600 00 Brno
58. S m o l k o v á Marie, Moravský kras, Svitavská 11  
678 01 Blansko
59. S o b o t k o v á Naděžda, Moravský kras, Svitavská 11  
678 01 Blansko
60. Š e b e l a Josef, Moravský kras, Svitavská 11  
678 01 Blansko
61. Š e r e b l Zdeněk, Moravský kras, Svitavská 11,  
678 01 Blansko
62. Š p i č á k Josef, Moravský kras, Svitavská 11  
678 01 Blansko
63. Š r a j e r Ivan, Moravský kras, Svitavská 11  
678 01 Blansko
64. Š r a j e r Bohdan, Moravský kras, Svitavská 11  
678 01 Blansko
65. Š r á m e k Zdeněk, Hlavní báňská záchranná služba  
700 00 Ostrava - Radvanice
66. Š t ě t i n a Jiří, Delfín klub  
600 00 Brno
67. T e k i e l a Jaroslav, Hlavní báňská záchranná služba  
700 00 Ostrava - Radvanice
68. T ů m a Zdeněk, Amatérská skupina Sloup, Moravský kras  
678 01 Blansko
69. V a ň u r o v á Jarmila, Moravský kras, Svitavská 11  
678 01 Blansko

70. V e n g l a ř Otakar, Hlavní báňská záchranná služba  
700 00 Ostrava - Radvanice
71. V r a b e c Josef, Hlavní báňská záchranná služba  
700 00 Ostrava - Radvanice
72. V o f f Alois, Delfín klub  
600 00 Brno
73. V r b o v s k ý Vladimír, Delfín klub  
600 00 Brno
74. V y z i n o v á Jaroslava, Delfín klub  
600 00 Brno
75. W a s n i o w s k i Leopold, Hlavní báňská záchranná služba  
700 00 Ostrava - Radvanice

**LISTE DES MEMBRES DU JURY INTERNATIONAL  
DU FESTIVAL DE FILMS SPÉLÉOLOGIQUES  
"INTERSPELEOLOGIA - FILM, OLOMOUC 1973"**

- |  |  |
|--|--|
| 1. Š u l c F.A., Prof.,<br>Président du jury | Újezd 25<br>110 00 Praha 1, ČSSR   |
| 2. D u d a Jaromír, Dr.,                     | Universita Palackého<br>pedagogická fakulta, Žerotínovo nám. 2<br>771 00 Olomouc, ČSSR |
| 3. I l j u c h i n Vladimír V.,              | Institut mineralnych resursov MG SSSR<br>Prosp. Kirova 47/2<br>Simferopol, URSS        |
| 4. K o p á č Zdeněk,                         | Šumberova 10<br>100 00 Praha 10, ČSSR  |
| 5. K u d e l a Petr,                         | Krátký film, Jindřišská 34<br>110 00 Praha 1, ČSSR                                     |
| 6. O p a t r n ý Evžen, Dr.,                 | Universita Palackého<br>přírodovědecká fakulta, Leninova 26<br>771 46 Olomouc, ČSSR    |
| 7. S t e l l m a c k John A., Prof.,         | Pennsylvania State University<br>P.O. Box 649<br>State College, Pa. 16811, E.U.        |



## LISTE DES TRADUCTEURS ET DES INTERPRÈTES

1. B a u m b a c h Rudolf, Dr.,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
2. B e d n a ř í k Josef,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
3. B i r g u s Josef, Dr.,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
4. B r a n ě í k o v á Zdenka, Dr.,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
5. C e p k o v á Drahomíra, Dr.,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
6. C h m e l a Pavel, Dr., CSc.,  
Přírodovědecká fakulta University  
Palackého, Leninova 26  
771 46 Olomouc
7. Č e r n ý Jiří, Dr.,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
8. D i t t r i c h o v á Věra,  
Geografický ústav ČSAV, Mendlovo nám. 1  
600 00 Brno
9. D o s t á l o v á Zdena, Dr., CSc.,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc

10. D u š e k Jaroslav, Dr.,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
11. F r a n k Karel, Dr.,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
12. H o ř e j š í Vladimír, Dr., CSc.,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
13. H r u š k a Jiří, Dr.,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
14. H r u š k o v á Olga,  
Pedagogická fakulta University Palackého  
Žerotínovo nám. 2  
771 47 Olomouc
15. H ř i v n a Drahomír, Dr.,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
16. J a ř a b Josef, Dr.,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
17. K o m á r k o v á Květoslava,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
18. K o s t ř i c á Vladimír, Dr.,  
CSc.,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
19. K v a p i l Jaroslav, Dr.,  
Přírodovědecká fakulta University  
Palackého, Leninova 26  
771 46 Olomouc
20. L á t a l Jiří, Dr., CSc.,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc

21. L e n o c h o v á Alena, Dr.,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
22. L i d o v á Ludmila,  
Lékařská fakulta University Palackého  
Hněvotínská 3  
775 00 Olomouc
23. M a š a t a Ladislav,  
Státní vědecká knihovna, Bezručova 2  
771 00 Olomouc
24. M o d r á k Vladimír,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
25. N a v r á t i l Jaroslav, Dr.,  
Lékařská fakulta University Palackého  
Hněvotínská 3  
775 00 Olomouc
26. N o v o t n á Štěpánka,  
Jazyková škola, ul. 8. května  
770 00 Olomouc
27. N o v á č e k Čestmír, Dr.,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
28. O r d e l t o v á Ljubov, Dr.,  
Pedagogická fakulta University Palackého  
Žerotínovo nám. 2  
771 00 Olomouc
29. P a v l í k Miroslav, Dr.,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
30. P e p r n í k Jaroslav, Dr.,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
31. P e t r Jan,  
ul. Jakoubka ze Stříbra 74  
770 00 Olomouc
32. P o h a n k a Jiří, Dr.,  
Lékařská fakulta University Palackého  
Hněvotínská 3  
775 00 Olomouc



33. P o l á c h o v á Vlasta,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
34. P o t ě š i l Zdeněk,  
Přírodovědecká fakulta University  
Palackého, Leninova 26  
771 46 Olomouc
35. R a s c h e l o v á Alice,  
Jazyková škola, ul. 8. května  
770 00 Olomouc
36. R o c h o w a n s k á Ida, Doc.  
Dr.,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
37. S r n ě n s k á Věra,  
Jazyková škola, ul. 8. května  
770 00 Olomouc
38. S u d a k Andrej,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
39. S v o b o d o v á Helena, Dr.,  
Jazyková škola, ul. 8. května  
770 00 Olomouc
40. Š i n d ý l k o v á Lýdie, Dr.,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
770 47 Olomouc
41. Š v e h l í k o v á Maja,  
Okresní knihovna, nám. Republiky  
771 00 Olomouc
42. T i c h ý Miroslav, Dr.,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
43. T i l l e o v á Jana,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
44. U r b a n Jiří, Dr.,  
Okresní ústav národního zdraví  
600 00 Brno

45. U v í r a Rudolf, Dr.,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
46. V á c l a v k o v á Arkádie,  
Vlkova 17  
770 00 Olomouc
47. V ě c h t o v á Božena, Dr.,  
Přírodovědecká fakulta University  
Palackého, Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
48. V i k i s á l y o v à Margita,  
Geologický průzkum, n.p.  
052 01 Spišská Nová Ves
49. V r b a Jiří,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
50. Z i m k o v á Ludmila, Dr.,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc
51. Ž v á č e k Dušan, Dr.,  
Filosofická fakulta University Palackého  
Křížkovského 10  
771 47 Olomouc

## LISTE DES HÔTESSES

1. Bártková Věra, 769 01 Holešov, Micalíka 1153
2. Bludská Jarmila, 781 01 Šumperk, Žerotínova 44
3. Brídová Stanislava, 010 00 Žilina, Murgašova 34
4. Doscudilová Hana, 770 00 Olomouc, Selské nám. 65
5. Foldynová Eva, 738 01 Frýdek-Místek, dr. Vančury 356
6. Fuchsová Jana, 696 81 Bzenec, Nádražní 968
7. Handlová Zora, 770 00 Olomouc, J. Lady 11
8. Hemzalová Hana, 770 00 Olomouc, tř. Spojenců 29
9. Hladišová Dagmar, 770 00 Olomouc, Karafiátova 5
10. Hromková Marie, 767 01 Kroměříž, Kojetínská 35
11. Hronková Jitka, 770 00 Olomouc, Norská 17
12. Hubáčková Eva, 770 00 Olomouc, Norská 17
13. Hytychová Božena, 770 00 Olomouc, Resslerova 14
14. Janků Zdeňka, 783 74 Tážaly 70
15. Janelková Ilona, 770 00 Olomouc, Foerstrova 32
16. Katzerová Jindřiška, 770 00 Olomouc, Foerstrova 67
17. Komárková Alena, 770 00 Olomouc, Komenského 8
18. Kopečná Jana, 770 00 Olomouc, Kijevské nábř. 19
19. Kotová Ludmila, 735 11 Orlová IV, č. 706
20. Kotrbová Dagmar, 770 00 Olomouc, Dobnerova 21
21. Kováčiková Dagmar, 770 00 Olomouc, tř. Spojenců 7
22. Křížová Blanka, 600 00 Brno, Morávkovo nám. 1
23. Kučová Iva, 770 00 Olomouc, Škrétova 1
24. Kuchařová Drahomíra, 770 00 Olomouc, Šmeralova 8
25. Langová Dagmar, 741 00 Nový Jičín, Budovatelů 9
26. Londinová Helena, 742 56 Sedlnice 121, okr. Nový Jičín
27. Martinková Jarmila, 770 00 Olomouc, tř. Osvobození 34
28. Matochová Olga, 770 00 Olomouc, Karafiátova 18
29. Melichárková Monika, 751 03 Brodek u Přerova, Svobody 461
30. Metelková Jaroslava, 770 00 Olomouc, Tovačovského 10
31. Palátová Světlana, 770 00 Olomouc, J. Lady 19
32. Podracká Vlasta, 739 44 Brušperk 335



33. Polášková Adéla, 750 00 Přerov, J. Nálepky 6
34. Pospíšilíková Miroslava, Roštění 55, okr. Kroměříž
35. Stadníková Milena, 770 00 Olomouc, Litovelská 30
36. Štrakošová Jitka, 742 58 Příbor, Kašnice 315
37. Suchánková Jitka, 770 00 Olomouc, Mozartova 29
38. Šášková Jaroslava, 704 00 Ostrava - Zábřeh, ul. 29. dubna 9
39. Šátková Ludmila, 789 85 Mohelnice, Staškova 48
40. Šindlerová Olga, 770 00 Olomouc, Pod Lipami 5
41. Šmídová Stanislava, 784 01 Litovel, Šmalalova 237
42. Šnirichová Hana, 770 00 Olomouc, Vrbová 55
43. Špajsová Věra, 561 17 D1. Třebová 58, okr. Ústí nad Orlicí
44. Tesaříková Olga, 770 00 Olomouc, Vítězného února 9
45. Urbánková Hana, 763 41 Polichno 80, okr. Gottwaldov
46. Valášková Marcela, 794 00 Krnov, Pivovarská 17
47. Valušková Věra, 756 03 Halenkov 463
48. Vandová Růžena, 686 00 Uh. Hradiště, 9. května 437
49. Vejrostová Jana, 770 00 Olomouc, Křížkovského 10
50. Venclová Eva, 708 00 Ostrava 8, Sokolovská 1251
51. Vodičková Dagmar, 744 01 Frenštát pod Radhoštěm, nám. Míru 5
52. Wenclová Jiřina, 735 31 Skřečoň 407, okr. Karviná
53. Zitová Bohuslava, 592 14 Újezd 41, okr. Žďár nad Sázavou
54. Hříbal Ivo, 770 00 Olomouc, V. Vančury 4







**COMMUNICATIONS  
DE LA SECTION  
GÉOLOGIE KARSTIQUE**



## SECTION A

### GÉOLOGIE KARSTIQUE

Convocateur: Prof.Dr. František Němec,  
Université Palacký, Olomouc

## SOUS-SECTION Aa

### GÉOLOGIE DES ROCHES SOLUBLES

Convocateur: Prof.Dr. František Němec,  
Université Palacký, Olomouc

- Aa 001 Абашидзе Е.М. (СССР - URSS):  
Скорость растворения по структурным признакам и минералогическому составу юрских и ниже-меловых карбонатных пород южного склона хребта Кавказиони
- Aa 002 Ashton K. (Nouvelle Zélande):  
The classification and typology of stratified structures
- Aa 003 Brunzel U. (DDR):  
Karstgeologische Entwicklungsformen und Besonderheiten des Bezirkes Suhl unter Einschluss der Gebiete Kittelsthal, Friedrichroda und Schmiedelfeld
- Aa 004 Burkhardt R. (ČSSR):  
Einige neue Erkenntnisse aus der geologischen Kartierung der Höhlen des Mährischen Karstes
- Aa 005 Gate W. (USA):  
The Cycle of Solution
- Aa 006 Diaconu G., Medesan A. (Roumanie):  
Sur la présence du pickeringite dans la Grotte de Diana (Baile Herculane, Roumanie)
- Aa 007 Горбунова К.А. (СССР - URSS):  
Геологические предпосылки развития сульфатного и соляного карста на территории СССР
- Aa 008 Гвоздецкий Н.А. (СССР - URSS), Матео Х. (Куба - Cuba):  
Отражение трещиноватости в рельефе карстового района тропиков



- Aa 009 Král Z. (ČSSR):  
Der Einfluss des hydrostatischen Druckes auf die Lösung vom Kalkstein und auf den Entstand der Tropfsteinformationen
- Aa 010 Král Z. (ČSSR):  
Die Bedingungen der Färbigkeit von Tropfsteinformationen
- Aa 011 Krčmář B., Hýsek J., Řehák J. (ČSSR):  
Investigation of the underground karst spaces by means of geophysical methods in the locality Poniklá
- Aa 012 Krulc Z. (Yougoslavie):  
Einige Gesichtspunkte der Anwendung von geophysikalischen, insbesondere geoelektrischen Methoden in der Speläologie und Karsthydro(geo)logie
- Aa 013 Lapajne J. (Yougoslavie):  
Some remarks about the geophysical exploration of the karst
- Aa 014 Пицалов С., Иванова В., Спасов К. (Болгария - Bulgarie):  
Пещеры в Болгарии и оценка возможностей геофизических методов для их исследований
- Aa 015 Reuter F. (DDR):  
Untersuchungen in Salz- und Gipskarstgebieten, eine wichtige Aufgabe der Ingenieurgeologie in der DDR
- Aa 016 Sweeting M.M. (Grande Bretagne):  
Some comments on the lithological basis of karst landform variations
- Aa 017 Вытршас К., Вытршасова Я. (ЧССР - ČSSR):  
Спектрально-фотометрическое определение железа в кальцитах и пещерных вставках
- Aa 018 Зенгина С.М. (СССР - URSS):  
Карты оценки факторов карстообразования (на примере Горно-Крымской карстовой области)

Aa 001

## СКОРОСТЬ РАСТВОРЕНИЯ ПО СТРУКТУРНЫМ ПРИЗНАКАМ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ЮРСКИХ И НИЖНЕ-МЕЛОВЫХ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД ЮЖНОГО СКЛОНА ХРЕБТА КАВКАСИОНИ

Е.М.Абашидзе,  
Институт географии АН ГССР,  
Тбилиси, СССР

В настоящей работе приводятся результаты изучения процессов растворения карбонатных пород, слагающих дно и борта водохранилищ Грузинской ССР, в пределах распространения нижнемеловых и юрских отложений южного склона Кавкасиони. Работа выполнялась в Грузинском научно-исследовательском институте гидротехники и мелиорации в период с 1954 г. по 1968 г.

На основании проведенных исследований по структурным признакам и минералогическому составу в Юрских и нижнемеловых отложениях южного склона Кавкасиони выделены следующие комплексы пород: органогенно-облоточные или детритусовые, псевдоолитовые, криптокристаллические и микрокристаллические, глауконитовые, песчанистые, кремнистые, доломитовые известняки и известковые доломиты (табл. 1).

В лабораторных условиях по двум вариантам опытов (I - в трещинах длиной 5-10 см, а II - 300 см) изучено растворяющее воздействие атмосферной воды в узких (с раскрытием от 0,1 до 0,25 мм) трещинах карбонатных пород. При опытах моделирована начальная стадия карстообразования при открытой системе растворения. Установлена зависимость степени и скорости растворения этих пород в узких трещинах при разных скоростях течения воды, что дает возможность прогнозирования ожидаемого раскрытия трещин за определенный период времени.

По I-му варианту опытов монолиты, взятые из пород борта и дна водохранилищ были распилены. Поверхности искусственно созданных пластинок (длиной 5-10 и шириной 3-6 см) была отшлифована и в два слоя между и в краях пластинок прокладывался целофан (толщина слоя целофана 0,0056 см, он инертен к действию воды). Таким образом, были получены раскрытия трещин в пределах от 0,01 до 0,025 см.

Опыты проводились в металлических и прозрачных (изготовленных из оргстекла) фильтрационных приборах, в которых очень тщательно была исключена пристенная фильтрация.

Литологические типы (по структурным признакам и минералогическим составом)  
и скорость растворения карбонатных пород Южного склона хребта Кавкасион<sup>x)</sup>

№ № П/П	Типы пород	Структура пород	Химический состав пород				Эмпирические формулы скорости растворения
			нераство- римая часть в %	гидроо- киси Fe и Al в %	CaCO <sub>3</sub> в %	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> в %	
1.	Мрамор <sup>хх)</sup>	Микрокристаллическая	0,3- 0,5	0,0-0,3	99,7-99,2	0,0	$m=2 \cdot 10^{-7} + 1,02x$ $x10^{-3} \quad \underline{y} 2,39$
2.	Органогеннообломочные или детритусовые известняки	Органогенная, органогеннообломочная	0,0-8,14	0,0-0,5	88,0-99,0	0,0- 3,0	$m=2 \cdot 10^{-7} + 1,09x$ $x10^{-5} \quad \underline{y} 1,29$
3.	Псевдооолитовые известняки	Псевдооолитовая	12,0	0,75	85,2	1,04	$m=2 \cdot 10^{-7} + 1,01x$ $x10^{-5} \quad \underline{y} 1,25$
4.	Крипто и микрокристаллические известняки	Криптокристаллическая и микрокристаллическая	11,85	0,7	84,2	2,8	$m=2 \cdot 10^{-7} + 1,03x$ $x10^{-5} \quad \underline{y} 1,48$
5.	Глауконитовые известняки	Криптокристаллическая и микрокристаллическая	10,0-22,0	1,7-1,8	76,2-88,3	0,0	$m=2 \cdot 10^{-7} + 1,05x$ $x10^{-5} \quad \underline{y} 1,32$
6.	Песчанистые известняки	Псаммитовая, криптокристаллическая и псевдооолитовая	7,0-84,0	0,5-1,1	15,0-87,0	0,0- 4,3	-
7.	Кремнистые известняки	Криптокристаллическая и псевдооолитовая	7,8-90,0	1,1-4,0	5,0-88,0	0,0- 3,0	-
8.	Доломитовые известняки	Псевдооолитовая, порфиробластовая	0,0- 5,0	0,0-6,0	49,0-56,0	34,0- 6,0	$m=2 \cdot 10^{-7} +$ $+1,5 \cdot 10^{-5} \quad \underline{y} 1,54$



9. Доломитовые известняки	Криптокристаллическая порфиробластовая	-	-	-	-	$m=2 \cdot 10^{-7} + 1,37 \cdot 10^{-5} \underline{y}^{1,35}$
10. Известковые доломиты	Порфиробластовая, мозаичная	0,8-0,9	0,0-0,5	15,0-16,0	82,0-84,5	$m=2 \cdot 10^{-7} + 1,9 \cdot 10^{-5} \underline{y}^{1,6}$

х) Для определения отдельных типов пород использована схема классификации карбонатных пород по С.С. Вишнякову.

xx) Для сравнительной характеристики растворимости карбонатных пород нами были выбраны эталоном - мрамор микрокристаллической структуры.

Образец с трещиной помещался в прибор с заливкой пространства между прибором и образцом парафином.

Вода подавалась в прибор снизу, сбор фильтрата производился сверху. Градиенты в опытах приняты от 0,2 до 0,8. Опыты проводились при температуре, мало изменяющейся и в среднем равной 20 °С.

В процессе опыта фиксировались: температура воды и воздуха, давление воздуха, градиент напора, определялся суточный расход фильтрации, изучалась насыщенность фильтрата Са, Mg, CO<sub>2</sub> и величина рН. Насыщенность Са и Mg определялись общепринятым трилометрическим методом, с помощью микробюретки и пересчитывалось на СаСО<sub>3</sub> и СаMg (СО<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; рН определяли электрометрическим методом, СО<sub>2</sub> воздуха по методу, описанному В.Н. Макарова (1955) и СО<sub>2</sub> подаваемой воды по книге О.А. Алекина (1952). Скорость воды в трещине рассчитывалась по формуле для равномерного напорного движения в щелях с гладкими стенками, приведенной в книге Г.М. Ломизе (1951).

В пределах исследуемых вариантов раскрытия трещин (начальная 0,01 и конечная 0,05 см) и градиентов напора (0,2-0,8) наблюдалась практически линейная зависимость между напором и расходом воды в трещине, что и свидетельствует о ламинарном режиме фильтрации.

Проведенные опыты показали, что трещины с раскрытием от 0,01 до 0,05 см ведут себя как "капиллярные системы".

Длительные (100-130 дневные) наблюдения при I-м варианте опытов дали возможность установить зависимость между скоростью растворения карбонатных пород и скоростью воды в трещинах с раскрытием 0,01-0,025 см. Скорость растворения  $\underline{m}$  принята нами в размерности мг/см<sup>2</sup>сек.

Для двух образцов мрамора получена эмпирическая зависимость

$$\underline{m} = 2 \cdot 10^{-7} + 1,02 \cdot 10^{-3} \cdot \underline{v}^{2,39} \quad (\text{табл. 1})$$

где как первый так и второй член являются размерными коэффициентами.

$\underline{v}$  - скорость потока, см/сек

Математическая обработка данных I варианта опытов была произведена по книге Уорсинг А. и Гефнер Д. (1949).

В таблице 1 представлена сравнительная характеристика растворимости разных структур карбонатных пород, выраженная в эмпирических формулах.

Из карбонатных пород слагающих чаши водохранилищ предгорий хребта Кавкасиони, наиболее растворимым оказался доломитовый известняк порфиробластовой и мозаичной структуры, за ним следует доломитовый известняк псевдоолиптовой и порфиробластовой структуры, доломитовый

известняк, кринокристаллической и порфиробластовой структуры, известняк кринокристаллической структуры, глауконитовый известняк кринокристаллической структуры, органогенно-обломочный известняк органогенной и органогенно-обломочной структуры и наименьшее растворимые известняки псевдооолитовой структуры (табл. 1).

В проведенных экспериментах при скоростях воды в трещинах 0,02-1,0 см/сек и при исходной величине раскрытия 0,01-0,025 см, последнее в большинстве образцов увеличилось до 0,027-0,056 см. За 25 лет непрерывной фильтрации волосяные трещины в условиях эксперимента будут увеличиваться от 0,4 до 4,0 см.

Для изучения длины пути насыщения потока карбонатом Са и Mg нами была смоделирована трехметровая трещина доломитовых известняков порфиробластовой структуры Ингурской плотины (во II-ом варианте опытов).

Монолиты, взятые из пород борта водохранилища были распилены. Поверхности (6x10 см) искусственно созданных пластинок были отшлифованы и соединены также, как указывается выше в I варианте опытов. Соединены были друг с другом пластмассовые трубы с искусственно созданными трещинами; 30 таких трещин составляло всего 300 см (30x10 см) длиной. Каждая отдельная часть имела пьезометры и отверстия, откуда брались пробы воды для определения химического состава фильтрата. Опыты длились 70 дней.

Трехметровая трещина лежала почти горизонтально с минимальным уклоном, что приводило в движение воду и не задерживало в сети пузырьков воздуха.

Подача дистиллированной воды осуществлялась так, что градиент получался 0,5; Условия и методика постановки II варианта опытов (в трехметровой трещине) были созданы почти аналогичные, вышеописанным в I варианте опытов. Градиенты в I варианте опытов были 0,2-0,8, во II варианте опытов 0,5. Пределы колебания скоростей воды как I, так и II варианте были одинаковые и варьировались 0,02-1,0 см/сек; Раскрытие трещин как I, так и во II варианте были 0,01-0,025 см.

Данные II варианта опытов (в трехметровой трещине доломитовых известняков) разработаны методом математической статистики и получены формулы, аналогичные I варианту опытов.

По табл. 1 и по I варианту опытов скорость растворения доломитовых известняков равняется  $\underline{m} = 2 \cdot 10^{-7} + 1,9 \cdot 10^{-5} \cdot \underline{v}^{1,6}$ ; по II варианту скорость растворения тех же пород входного участка (длиной 10 см) трехметровой трещине равняется  $\underline{m} = 2 \cdot 10^{-7} + 1,01 \cdot 10^{-3} \cdot \underline{v}^{6,5}$ .

Как видно из сопоставления этих формул, процесс растворения вход-



ного участка (10 см) трехметровой трещины доломитовых известняков идет гораздо интенсивнее, чем такой же длины в коротких, также 10 см-овых трещинах, мрамора и доломитовых известняков по I варианту опытов, указывая на зависимость интенсивности растворения от общей длины трещин, что характерно для открытой системы растворения.

Длина пути насыщения Ca и Mg в карбонатных породах (по II варианту опытов) не устанавливаются, т.к. израсходованное количество CO<sub>2</sub> на процесс растворения одновременно восстанавливается с воздуха (открытая система) и процесс идет с прибавлением растворимости почти равномерно по всей длине, хотя можно также отметить, что в середине длины пути (почти на длине 90-200 см), процесс становится еще интенсивнее, чем в ее входном и выходном участках. Аналогичное явление наблюдается в природе в процессе формирования пещер.

## **THE RATE OF SOLUTION ACCORDING TO STRUCTURAL SYMPTOMS AND MINERALOGICAL COMPOSITION OF THE JURASSIC AND LOWER CRETACEOUS CARBONATE ROCKS OF THE SOUTHERN SLOPE OF THE CAUCASUS RANGE**

M. Abashidze. Cand. Sc.

### **S U M M A R Y**

Findings of a study of the solution processes of carbonate rocks forming a bottom and banks of water reservoirs located in the territory of Georgia are presented.

According to mineralogical and chemical composition the basic lithological types of carbonate rocks have been identified, a new method has been elaborated, the results of experiments on rate of solubility of walls of fissures of various types of carbonate rocks and mathematical formulas of the solution process are presented.

Both in the shorter (of 5-10 cm long and of the 0.1-0.2 mm-opening of the fissures and in the longer (300 cm) fissures a dolomitic limestone of porphyroblastic and mosaic structure has been observed more soluble.

The comparative rate of solubility of all the 7 types of the structures and mineralogical compositions of the carbonate rock fissures are presented.

Fissuring of the most samples was increased up from 0.027 to 0.056 cm at water rate of 0.02-1.0 cm.per sec. in fissures with (initial values of) the opening of the length of 10 cm and initial opening of the fissures of 0.01-0.02 mm. The increase of

such hairline cracks may, during 25 years of continuous filtration under experimental conditions, be possible from 0.4 cm up to 4.0 cm.

The process of solution of the 10 cm input section of the three-metre fissure is more intensive than that of the 10 cm fissure.

## ЛИТЕРАТУРА

1. АЛЕКИН О.А.: Гидрохимия. Гидрометиздат, Л., 1952.
2. ЛОМИЗЕ Г.М.: Фильтрация в трещиноватых породах, Госэнергоиздат, М-Л., 1951.
3. МАКАРОВ Б.Н.: Определение углекислоты надпочвенного воздуха. Почвоведение. Изд. АН СССР, М., 1955.
4. УОРСИНГ Л. и ГЕФНЕР Д.: Методы обработки экспериментальных данных. Изд. Ин-лит., М., 1949.





Aa 002

## THE CLASSIFICATION AND TYPOLOGY OF STRATIFIED STRUCTURES

K. Ashton

Department of Mathematics, University of Auckland,  
New Zealand

This paper will present a non-mathematical exposition of the author's general theory of the analysis of stratified structures, giving examples from the fields of Geomorphology and Speleology. It has been written specifically for the Symposium on Typology of the 6th International Congress of Speleology held in Czechoslovakia in 1973. It is an attempt to clarify the notions of Classification and Typology which are of fundamental importance in any scientific study, but which tend to be treated in a highly subjective and arbitrary manner. We shall, in particular, consider the restrictions imposed by the natural structure of the objects to be classified and sketch the extent to which classification may be achieved algorithmically, for example by means of modern data processing apparatus.

### CLASSIFICATION OF A SET

As an introduction to more general ideas, let us first consider the problem of classifying a set of objects, that is to say a collection of objects to which no further structure is ascribed. Any such classification partitions the original set into a number of mutually exclusive classes. To be precise, each object of the set belongs to exactly one of the classes. Such a partitioning corresponds to a relation  $R$  on the original set if we define: " $xRy$  (read:  $x$  is related to  $y$ ) exactly when  $x$  and  $y$  fall into the same class of the partition." (Mathematical readers will recognize  $R$  as an equivalence relation, and this is precisely the meaning we give to a classification of an unstructured set.)

A significant feature of any classification is loss of information, in that we refuse to distinguish between members of a single partition class, calling the members of such a class "similar" in

respect of the relation  $R$ . As a result of the partition  $R$ , in place of the original set of objects we now have a smaller set, the members of which are partition classes. This new set is, in a sense, an image of the original set. (Precisely, if  $\underline{R(x)}$  is the class into which  $x$  falls, then the mapping of  $x$  into  $\underline{R(x)}$  is a function. The importance of this fact will become more apparent later.)

Examples of classification in this sense are manifold. Thus many geographical maps present such partitionings: e.g. land usage types, relief types, climatic types, etc.

Readers will be well acquainted with A. Bögli's classification of Karren in which form and situation are the primary diagnostic features. Franke (2) has classified stalagmitic forms in respect of presumed climatic sequences. In a paper by Wigley et al. (3) a classification of karst waters of a specific area is given, using a statistical, factor analysis of certain chemical components such as pH, total Calcium and Magnesium hardness, temperature and saturation coefficients with respect to Calcium, Dolomite and Gypsum. In a paper by Brown and Ford (1) a classification of flow networks is given in terms of topological structure. In the sequel we shall be much concerned with this contrast of structure and component.

We shall conclude this section with a generalization of the above notion of a classifier. In the case of a partition the component classes are mutually exclusive. By contrast, a set  $A$  will be said to be "clumped" if it is divided into a number of subsets which need not be mutually exclusive; that is to say, we can allow some objects to belong to more than one of the subsets. If  $A$  is clumped into subsets  $\underline{A}_1, \underline{A}_2, \dots, \underline{A}_n$  we shall write  $\underline{A} = (\underline{A}_1, \underline{A}_2, \dots, \underline{A}_n)$ .

We define a classifier of a clumped set, as above, to be a collection  $\underline{R} = (\underline{R}_1, \underline{R}_2, \dots, \underline{R}_n)$  of equivalence relations, where  $\underline{R}_1$  partitions  $\underline{A}_1$ ,  $\underline{R}_2$  partitions  $\underline{A}_2$  and so forth. The above subsets will arise as subsets of components which fulfill particular structural roles and it should be noted that they can be mutually exclusive.

## STRATIFIED STRUCTURES

In this section we wish to make precise the notion of "structure" with which we are concerned. For our present purposes we may think of our structures as consisting of two levels or strata, although there is no



theoretical limit to the number of strata which a structure may possess. The higher stratum consists of a set of objects each of which is composed, by some given structural "form", from certain "components". The set of all component objects forms the next lower stratum. Clearly, in general, each component object may itself be formed from components from the next lower stratum and so forth. The significant features here are the sets which compose the various strata and the structural forms which describe the building process. In general a given object "u" may be formed by structure "F" from component objects  $\underline{a}_1, \underline{a}_2, \dots, \underline{a}_k$ . We then write:  $\underline{u} = \underline{F}(\underline{a}_1, \underline{a}_2, \dots, \underline{a}_k)$ . (Clearly F will be a function in the mathematical sense.)

Suppose now that there are other objects such as "v", also formed by F, say  $\underline{v} = \underline{F}(\underline{b}_1, \underline{b}_2, \dots, \underline{b}_k)$ . If u and v come from the set  $\underline{A}_2$  and all components from the set  $\underline{A}_1$ , then  $\underline{A}_1$  will be clumped in the following manner (where not all subsets need be distinct):  $\underline{A}_1^1$  is the set of all components that occur in the first argument position of F (e.g.  $\underline{a}_1$  and  $\underline{b}_1$ ).  $\underline{A}_1^2$  is the set of all components that occur in the second argument position of F (e.g.  $\underline{a}_2$  and  $\underline{b}_2$ ) etc.

If there is more than one structural form F involved, then  $\underline{A}_2$  will also be clumped according to the form F used to construct each object. (See also the example at the conclusion of section 5.)

As examples of stratified structures we may consider caves to be composed of levels and each level to be composed of sequences of passage sections.

In considering the Typology of the Carpathian Karst certain geological "structures" were differentiated; for example: Horst, Klippen, Pericline, Monocline and Fault/Fold structures. The components to which these structured forms must be applied are the lithological components which can occur in the above environments.

The basic stalagmitic forms such as "cylinder", "cone" and "club" as given by Franke (2) can be considered as component forms which may be built into sequences by a "sequence structure form". If these basic forms do indeed correlate with climatic sequences, then a statistical analysis of the sequence forms present in a given area should yield populations of sequence forms which correlate with the actual climatic changes to which that area has been exposed. Hence we should achieve a non-destructive and inexpensive method of exploring relative climatic changes.

A clear example of a two level stratified structure is given in the well-known classification of limestones due to Folk. Each limestone



is considered to consist of two components; the framework or enclosed particles and the void-filling or matrix. Thus each particular limestone may be represented by the formula  $\underline{F}(\underline{f}, \underline{v})$  where  $\underline{F}$  represents the only structural information contained in this simplified scheme,  $\underline{f}$  the framework and  $\underline{v}$  the matrix. We shall develop this example in detail to illustrate how such a structure may be classified.

## CLASSIFICATION OF A STRUCTURE

A structure consists of a number of sets (strata) which may or may not be clumped, together with structural forms which describe the manner in which each stratum is built from the preceding one. Thus a classifier for a structure must consist of, in the first instance, a collection of classifiers, one for each stratum, with due regard for the meaning of "classifier" in the case that the stratum is clumped. We find further that these classifiers must take note of the structural forms. Roughly speaking, this must have the following property. Let us describe two components (at any one level) as being "similar" if they fall into the same partition class with respect to the relation defined on their particular clump. Then any two objects which have the same structural form and whose corresponding components are, in the above sense, similar must be similar in their appropriate set. This does not preclude additional objects from being declared to be similar.

(To be more precise: suppose that  $\underline{R}_1$  is the classifier on  $\underline{A}_1$  and that  $\underline{A}_1$  is clumped as  $(\underline{A}_1^1, \dots, \underline{A}_1^4)$  so that  $\underline{R}_1 = (\underline{R}_1^1, \dots, \underline{R}_1^4)$ . Suppose further that  $\underline{A}_2$  is constructed from  $\underline{A}_1$  by  $\underline{F}_1$  and  $\underline{F}_2$  where  $\underline{u} = \underline{F}_1(\underline{a}_1, \underline{a}_2, \underline{a}_3)$  and  $\underline{v} = \underline{F}_2(\underline{a}_1, \underline{a}_4)$  (with  $\underline{a}_1$  in  $\underline{A}_1^1$ ,  $\underline{a}_2$  in  $\underline{A}_1^2$  etc.) are the only types of members of  $\underline{A}_2$ . (Thus  $\underline{A}_2$  is clumped into two subsets.) We define the induced classifier  $\underline{I}(\underline{R}_1)$  as follows:

$\underline{u}(\underline{I}(\underline{R}_1))\underline{v}$  exactly when either a)  $\underline{u} = \underline{F}_1(\underline{a}_1, \underline{a}_2, \underline{a}_3)$ ,  $\underline{v} = \underline{F}_1(\underline{b}_1, \underline{b}_2, \underline{b}_3)$  and  $\underline{a}_1 \underline{R}_1^1 \underline{b}_1$ ,  $\underline{a}_2 \underline{R}_1^2 \underline{b}_2$  and  $\underline{a}_3 \underline{R}_1^3 \underline{b}_3$   
or b)  $\underline{u} = \underline{F}_2(\underline{a}_1, \underline{a}_4)$ ,  $\underline{v} = \underline{F}_2(\underline{b}_1, \underline{b}_4)$  and  $\underline{a}_1 \underline{R}_1^1 \underline{b}_1$  and  $\underline{a}_4 \underline{R}_1^4 \underline{b}_4$ .

Note that  $\underline{I}(\underline{R}_1)$  actually consists of two relations corresponding to the clumping of  $\underline{A}_2$ . It is left to the reader to form the most general definition of the induced classifier. Note that this induced classifier is a classifier on the next higher level  $\underline{A}_2$ . The above-mentioned condition can now be precisely stated. The sequence of classifiers  $\underline{R}_1, \underline{R}_2$  corresponding to the two strata  $\underline{A}_1$  and  $\underline{A}_2$  will be a classifier of the structure exactly if  $\underline{I}(\underline{R}_1)$  is contained in  $\underline{R}_2$ : that is to say, whenever  $\underline{u}(\underline{I}(\underline{R}_1))\underline{v}$  is true, then  $\underline{u}\underline{R}_2\underline{v}$  must also hold. This criterion, in its most general form, will be called the "criterion of the induced classifier".

The condition described above, involving the notion of the induced classifier, which in turn depends on the structural forms present, is necessary and sufficient for the resulting structure, the structure of classes, to be an *i m a g e* of the original structure. (Precisely: the mapping of  $\underline{x}$  onto  $\underline{R}(\underline{x})$  is, exactly in this case, a homomorphism.)

Let us now exemplify this discussion using Folk's limestone classification. The component set  $\underline{A}_1$  is clumped into  $\underline{A}_1^1$ , the framework, and  $\underline{A}_1^2$ , the matrix. The set  $\underline{A}_2$  represents the actual rock.

$\underline{R}_1$  will therefore have two components,  $\underline{R}_1 = (\underline{R}_1^1, \underline{R}_1^2)$ .  $\underline{R}_1^1$  distinguishes between intraclasts, oolites, fossil fragments (bio-) and pellets (pel-) and also absence of framework.  $\underline{R}_1^2$  distinguishes between micrites and sparites. (These are the names of the respective partition classes.) Then  $\underline{I}(\underline{R}_1)$  distinguishes two rock types exactly when they differ either in framework or in matrix or both. That is to say:  $\underline{F}(\underline{f}_1, \underline{v}_1)(\underline{I}(\underline{R}_1))\underline{F}(\underline{f}_2, \underline{v}_2)$  if and only if  $\underline{f}_1 \underline{R}_1^1 \underline{f}_2$  and  $\underline{v}_1 \underline{R}_1^2 \underline{v}_2$ . This classification is then made more precise by a further distinction between textures, according to the size of the framework particles. This simply involves a refinement of  $\underline{R}_1^1$  to a new relation  $\underline{R}_1^1$ , which subdivides the classes of  $\underline{R}_1^1$  further into rudites and non-rudites. We thus obtain a new  $\underline{R}'_1 = (\underline{R}_1^1, \underline{R}_1^2)$ . If we then let  $\underline{R}'_2 = \underline{I}(\underline{R}'_1)$  then this new structure-classifier  $(\underline{R}'_1, \underline{R}'_2)$  yields the classical Folk classification.

A further simplification of a structure may be achieved if certain of the structural forms can be declared to be similar. This can be done as follows: two structural forms  $\underline{F}$  and  $\underline{F}'$  are "similar" if, for every set of components, they yield objects which are similar in their respective strata. (That is,  $\underline{F}$  and  $\underline{F}'$  are similar exactly when, for all  $(\underline{x}_1, \dots, \underline{x}_n)$  which are suitable arguments for both  $\underline{F}$  and  $\underline{F}'$ ,  $\underline{F}(\underline{x}_1, \dots, \underline{x}_n) \underline{R} \underline{F}'(\underline{x}_1, \dots, \underline{x}_n)$  where  $\underline{R}$  is the relation defined on the

set in which these two objects lie.) By such a test we may decide, for example, not to distinguish between folded structures and folded/faulted structures or we may decide to over-look some of the finer lithological differences between two geological structures.

To summarize so far: we have noted that in classifying a stratified structure we must distinguish between structural forms and components, we must partition each stratum according to its structural clumping, and these partitions must account for the structural forms by admitting the criterion of the induced classifier.

## SUBDUCED CLASSIFIERS AND TYPES

Thus far we have considered the form a classifier must take in order that it can produce a simplified version of the original structure. In essence, we considered the way in which a classification of the whole must depend upon its components and upon its structure. We shall now consider the converse problem, where we have a provisional classification of the complete objects and wish to see how this classification may be reconstructed from the components, a situation which usually obtains when we wish to define "types". We shall first show how such a reconstruction can be achieved and then, in the final section, show that this process in general exhausts all possibilities.

We find that there is only one possible definition of a subduced classifier which results in a structural classification as outlined above. To illustrate this definition let us suppose, as above, that we have a two level structure with sets  $\underline{A}_1$  and  $\underline{A}_2$ , where  $\underline{A}_1$  is clumped as  $(\underline{A}_1^1, \dots, \underline{A}_1^t)$  and that  $\underline{R}_2$  is a classifier on  $\underline{A}_2$ . The subduced classifier, on  $\underline{A}_1$ , which we shall denote by  $\underline{S}(\underline{R}_2)$ , will then have the form  $(\underline{R}_1^1, \dots, \underline{R}_1^t)$ . Now suppose for example, that  $\underline{x}$  and  $\underline{y}$  are in  $\underline{A}_1^1$ . Then  $\underline{x}\underline{R}_1^1\underline{y}$  if and only if for all choices of components  $\underline{a}_2, \dots, \underline{a}_n$ ,  $\underline{b}_2, \dots, \underline{b}_n$  and all structural forms  $\underline{F}$  in which  $\underline{x}$  and  $\underline{y}$  can take the first component positions,

$$\underline{F}(\underline{x}, \underline{a}_2, \dots, \underline{a}_n) \underline{R}_2 \underline{F}(\underline{y}, \underline{b}_2, \dots, \underline{b}_n).$$

A similar definition will hold for all of the clumping subsets of  $\underline{A}_1$ . (For technical reasons we must adjoin to this statement that  $\underline{x}\underline{R}_1^1\underline{y}$  also if  $\underline{x}$  and  $\underline{y}$  are identical etc.) We can summarize this definition by



saying that two members of any clumping subset stand in the subduced relation to each other exactly if they suffice to ensure the relation ( $\underline{R}_2$ ) of the objects which they help to build, irrespective of whatever other components may be present.

From this it will be clear that many, if not all, of the relations  $\underline{R}_1^1, \dots, \underline{R}_1^t$  which form  $\underline{S}(\underline{R}_2)$  will be empty; that is to say, they will relate only identical elements. If not all of these relations are empty then the result of this process will be defined as  $\underline{S}(\underline{R}_2)$ . If all of these relations are empty then we proceed as follows. We treat the pairs  $(\underline{a}_1, \underline{a}_2)$  (of members of the set  $\underline{A}_1 \times \underline{A}_2$ ) as a single component and repeat the process. This we do for all possible pairs of clumping sets. If this procedure does not produce any non-empty relations we then repeat the entire procedure for all possible triples of components and so forth. That this algorithm must eventually succeed is obvious, for we eventually must appeal to the whole structure if no part thereof succeeds. This latter case we shall call the "trivial solution".

This process, initiated by some specific classification of the highest level stratum, therefore results in a simplified structure having a minimal number of components. These components we shall call essential, the others inessential. The resultant structure itself we shall call a "type" with respect to the given classification. It is, in fact, the simplest representation of the given structure which preserves the given overall classification. In case that there exists more than one set of components which define a type, in a particular case, we are ensured that there exists a logical dependance between these sets of components.

For a first example we refer back to the Folk classification. It has been suggested by M. Sweeting that there exists a correlation between the tendency of limestones to form steep as opposed to gentle slopes and the matrix of that limestone being sparite as opposed to micrite. Let us suppose that this suggestion is totally correct. We define a relation "Slp" on  $\underline{A}_2$  where  $\underline{u}(\underline{Slp})\underline{v}$  if and only if the two rocks  $\underline{u}$  and  $\underline{v}$  both tend to produce steep slopes or they both tend to produce gentle slopes. If we denote the empty relation by "D" we easily see that  $\underline{S}(\underline{Slp}) = (\underline{D}, \underline{R}_1^2)$ . In other words, with respect to the relation "Slp", the component  $\underline{f}$  is inessential and the component  $\underline{v}$  is essential. The slope type of limestones is then fully described by a structure  $(\underline{A}'_1, \underline{A}'_2)$ , with both sets unclumped, where  $\underline{A}'_1$  represents only the two matrix types and  $\underline{A}'_2$  the two corresponding rock types.

If we consider various geological structures with respect to "Karst types" that they produce we may expect many finer lithological components to disappear as inessential. In the classification of Karst waters mentioned in reference (3) an overall classification was derived statistically by a factor analysis. In our present nomenclature, it was found that the corresponding, essential components were Calcium concentration, temperature and the saturation coefficient with respect to Gypsum. Inessential were pH and CO<sub>2</sub> concentration, among others. This would not, of course, be the case if the waters had been classified with respect to their karstic activity for example. This emphasizes the fact that the notion of "type" is dependant upon some overall classification of the highest level stratum. We shall therefore finally examine the problem of forming all possible classifications of this set and the implications of this for the set of all possible classifications, including of course types, of a given structure.

## FAMILIES OF CLASSIFIERS

Amongst the collection of all partitions of a given set we can always find certain sub-collections of partitions, that we shall call complete and independant families of partitions, which have the remarkable property that, taken together in the way described below, they yield all the information contained in the original structure. This is in distinct contrast to the fact that each partition of the family, taken alone, involves a real loss of information. Of deep significance is the fact that this result generalizes to the case of stratified structures when, in place of "partition" we understand "structural classifier". We shall not here consider the rather complex conditions attaching to the members of such a family but shall simply note that, given any partition of the set (or classifier of the structure) we can effectively extend this to a complete and independant family.

The representation of the set in terms of a family of partitions proceeds as follows. Suppose that  $(R_1, R_2, \dots, R_t)$  is such a family and  $\underline{x}$  belongs to the set. As before  $R_1(\underline{x})$  represents the  $R_1$ -class into which  $R_1$  places  $\underline{x}$ ,  $R_2(\underline{x})$  represents the  $R_2$ -class into which  $R_2$  places  $\underline{x}$  etc. Then the element " $\underline{x}$ " is represented by the  $t$ -tuple  $(R_1(\underline{x}), \dots, R_t(\underline{x}))$ , the set of all such  $t$ -tuples being an exact copy



(an isomorphism) of the original set. (This also generalizes to structures.) Thus the original set is represented as a  $t$ -dimensional "space". We shall illustrate this idea below but must first consider its consequences.

If  $\underline{A}_n$  is the highest level stratum of a given structure we can, considering  $\underline{A}_n$  as a set, or a clumped set, compute all possible partitions of  $\underline{A}_n$ . Starting from any such partition we can find all possible extensions of this partition to a complete and independent family of partitions on  $\underline{A}_n$ . That this latter process is very limited can easily be seen for, if  $\underline{R}_1$  has  $n_1$  partition classes etc., then the set of all  $t$ -tuples will have exactly  $n_1 \times n_2 \times \dots \times n_t$  members which must be exactly the number of members in  $\underline{A}_n$ . Thus the number of possible families depends on the possible arithmetic factorizations of the number of members in  $\underline{A}_n$ . For each partition of such a family we can, at least in principle, compute the corresponding type, the resulting family of types representing the original structure without loss of information. Of special interest are families of which all the resulting types are non-trivial in the sense of the last section.

The generalization of the above result for partitions of sets to classifiers of structures implies that the notion of a complete family of classifiers is equivalent to the notion of a stratified structure. The practical form of this comment is that, in testing possible classifications of a given phenomenon we can deduce information as to the structural nature of that phenomenon.

Conversely, if we know the structure, we can always deduce complete families of classifiers from classifiers of the components. Consider once again the Folk classification of limestones, using exactly the same notation as in section 3). For any set or subset let " $\underline{T}$ " be the total relation which holds between absolutely all pairs of elements from the given set. We define two new classifiers on  $\underline{A}_1$ :  $\underline{R}_1^1 = (\underline{R}_1^1, \underline{T})$  and  $\underline{R}_1^2 = (\underline{T}, \underline{R}_1^2)$ . Then if  $\underline{u} = \underline{F}(\underline{f}_1, \underline{v}_1)$  and  $\underline{v} = \underline{F}(\underline{f}_2, \underline{v}_2)$ ;

$$\underline{u}(\underline{I}(\underline{R}_1^1))\underline{v} \text{ exactly when } \underline{f}_1 \underline{R}_1^1 \underline{f}_2 \text{ and}$$

$$\underline{u}(\underline{I}(\underline{R}_1^2))\underline{v} \text{ exactly when } \underline{v}_1 \underline{R}_1^2 \underline{v}_2.$$

The two relations  $\underline{I}(\underline{R}_1^1)$  and  $\underline{I}(\underline{R}_1^2)$  form a complete family for  $\underline{A}_2$  and the representation of  $\underline{u}$  as  $(\underline{R}_1^1(\underline{f}_1), \underline{R}_1^2(\underline{v}_1))$  is precisely the type of  $\underline{u}$  in its Folk classification. (By  $\underline{R}_1$  here we understand the refinement of section 3).

We conclude with a further example to illustrate the flexibility



of the present formalization. The following notation bears no relation to the previous examples. We suppose that we have a population of caves which happens to fall into two types: type 1) has three levels of horizontal passages and type 2) consists of three vertical passages in direct sequence. We further suppose that we have been able to distinguish eight types of horizontal and two types of vertical passage.

We first note the need to distinguish structure from component. A common error would be to say that we have here two types of cave for each of which the three passages may belong to one of ten types. Thus we have  $2 \times 10^3 = 2,000$  possibilities. In fact we have  $2^3$  types of vertical and  $8^3$  types of horizontal cave, a total of 520 possibilities: a rather obvious but none the less a popular error.

We shall let  $\underline{A}_1$  be the set of passages and  $\underline{A}_2$  the set of caves.  $\underline{A}_1$  has clump-components  $\underline{A}_1^1$  - the set of horizontal passages and  $\underline{A}_1^2$  - the set of vertical passages.  $\underline{R}_1$ , the classifier of  $\underline{A}_1$ , therefore needs two components,  $\underline{R}_1^1$  - which classifies  $\underline{A}_1^1$  into eight classes and  $\underline{R}_1^2$  - which partitions  $\underline{A}_1^2$  into two classes. We shall let  $\underline{F}_1$  represent the formation of horizontal cave systems  $\underline{C} = \underline{F}_1(\underline{x}, \underline{y}, \underline{z})$  where  $\underline{x}, \underline{y}$  and  $\underline{z}$  all lie in  $\underline{A}_1^1$ .  $\underline{F}_2$  will represent the formation of vertical systems  $\underline{V} = \underline{F}_2(\underline{u}, \underline{v}, \underline{w})$  where  $\underline{u}, \underline{v}$  and  $\underline{w}$  all lie in  $\underline{A}_1^2$ . We shall agree that the component positions from left to right represent the lowest, middle and highest passages respectively.

$\underline{A}_2$  is clumped as  $\underline{A}_2^1$ , the set of horizontal caves (the range of  $\underline{F}_1$ ) and  $\underline{A}_2^2$ , the set of vertical caves (the range of  $\underline{F}_2$ ). The clumping of  $\underline{A}_1$  is, in full detail,  $((\underline{A}_1^1, \underline{A}_1^1, \underline{A}_1^1), (\underline{A}_1^2, \underline{A}_1^2, \underline{A}_1^2))$  and thus the classifier will have the form  $((\underline{R}_1^1, \underline{R}_1^1, \underline{R}_1^1), (\underline{R}_1^2, \underline{R}_1^2, \underline{R}_1^2))$ . (This is a rather more generalized form of what has been already exemplified.) To simplify the remainder of the example we shall now restrict our attention to  $\underline{A}_2^1$ , since  $\underline{A}_2^2$  behaves in exactly the same manner. We obtain a complete family of partitions for  $\underline{A}_2^1$  from its components.

Let  ${}^1\underline{R}_1 = (\underline{R}_1^1, \underline{T}, \underline{T})$ ;  ${}^2\underline{R}_1 = (\underline{T}, \underline{R}_1^1, \underline{T})$  and  ${}^3\underline{R}_1 = (\underline{T}, \underline{T}, \underline{R}_1^1)$ , where  $\underline{T}$  is the total relation as before. Then  ${}^1\underline{R}_2 = \underline{I}({}^1\underline{R}_1)$  holds between two caves exactly when their respective lowest passages are of the same type. In the same way  ${}^2\underline{R}_2 = \underline{I}({}^2\underline{R}_1)$  and  ${}^3\underline{R}_2 = \underline{I}({}^3\underline{R}_1)$  compare the middle and highest passages respectively.

These three latter relations together form a complete and independent family for  $\underline{A}_2^1$  and each  $\underline{C} = \underline{F}_1(\underline{x}, \underline{y}, \underline{z})$  is represented by the triple  $(\underline{R}_1^1(\underline{x}), \underline{R}_1^1(\underline{y}), \underline{R}_1^1(\underline{z}))$ .

In conclusion it is hoped that the reader will not have been misled by the simplicity of the examples to which this complex theory has been applied, in lieu of a mathematical treatment. The theory is adequate to handle the analysis of all stratified structures, and these occur in an enormously wide range of the sciences and the arts. We have here simply attempted to sketch the main properties that any classification must possess in order to succeed in its basic aim of the comprehension of complicated phenomena.





**Aa 003**

# **KARSTGEOLOGISCHE ENTWICKLUNGSFORMEN UND BESONDERHEITEN DES BEZIRKES SUHL UNTER EINSCHLUSS DER GEBIETE KITTELSTHAL, FRIEDRICHRODA UND SCHMIEDELFELD**

**U. Brunzel**

Bezirksfachgruppe Geologie - Speläologie,  
Suhl - DDR

Ein grösserer Teil des Territoriums des Bezirkes Suhl gehört dem südwest- und südthür. Triasland an.

Die Schichtstufe des Wellenkalks begrenzt das Verbreitungsgebiet des zur Grabfeldmulde geneigten Muschelkalkes und Keupers zur Buntsandsteinlandschaft.

Diese Schichtstufe wird von wiederholten, durch Auslaugung des Rötgipses verursachten und durch die Gleitfähigkeit der Röttone begünstigten Bergstürze begleitet.

Der "Eingefallene Berg" im Werratal bei Themar bietet dafür ein bekanntes Beispiel. In Meiningen haben Gleitbewegungen von Muschelkalkschollen an den Talrändern das Spaltensystem der Götzhöhle und die 1968 an der Utendorferstrasse in Meiningen entdeckte Klufthöhle erzeugt.

Weitere Karsterscheinungen im Muschelkalk führten zu einer Reihe von Erdfällen, z.B. 1968 bei Kühndorf Kreis Suhl, Föhlritz/Rhön, St. Bernhard und Sachsenbrunne, Kreis Hildburghausen.

Mindestens seit Beginn des Oberpliozäns ist die Auslaugung der den Buntsandstein unterlagernden Salzsichten des Zechsteins wirksam. Die Subrosion des Salzes findet vorwiegend an den Verbreitungsrandern der Schichten statt und führte zur Ausbildung von Salzspiegeln und Salzhängen.

Die den Salzhang begleitende Auslaugungssenke des Zechstein ist von Schwallungen an der Werra über Barchfeld, Marksuhl, Gerstungen und Hönebach bis ins Fuldataal zu verfolgen. Streckenweise wird sie von der Werra durchflossen.

Die fortschreitenden Senkungen infolge Salzauslaugung sind oft mit dem Aufreissen langer und breiter randparalleler Zerrspalten (Höhle Berge bei Frauensee, Winterkasten bei Bad Salzungen) und mit dem Einbruch grösserer Erdfälle (z.B. Kutten der Vorderrhön) verbun-





Abb. 1. Götzhöhle von Meiningen (Grosse Kluft). Photo U. Brunzel.

den. Unterschiedliche Entwicklungsphasen weisen auch einige, an den Zechstein des Randgebietes des Thüringer Waldes gebundenen Höhlen (Altensteiner Höhle, Tropfsteinhöhle, Kittelsthal, Marienglashöhle Friedrichroda) auf.

Ansehnliche Bryozoen- und Stromarienriffe anstelle des normal ausgebildeten Unteren und Mittleren Zechsteins kommen im Bereich des Ruhlaer Sattels an beiden Gebirgsrändern bei Thal - Kittelsthal, Bad Liebenstein und Asbach vor. Auf der Südseite liegen als markante Riffmassive das Altensteiner Riff und der Schlossberg von Bad Liebenstein. Durch die Tätigkeit des Wassers, besonders durch die kohlen-säurehaltigen Regen- und Schmelzwasser des Pleistozäns, bildeten sich Karren und Schratten heraus, die zur Zerfurchungen des Riffkalks führten. Im Zusammenhang kam es zu grösseren Lösungs- und Auslaugungserscheinungen und damit zur Höhlenbildung.

Beim Bau der Strasse Altenstein - Schweina entdeckte man 1799 die Altensteiner Höhle. Die Länge der zur Zeit begehbaren Höhlenwege



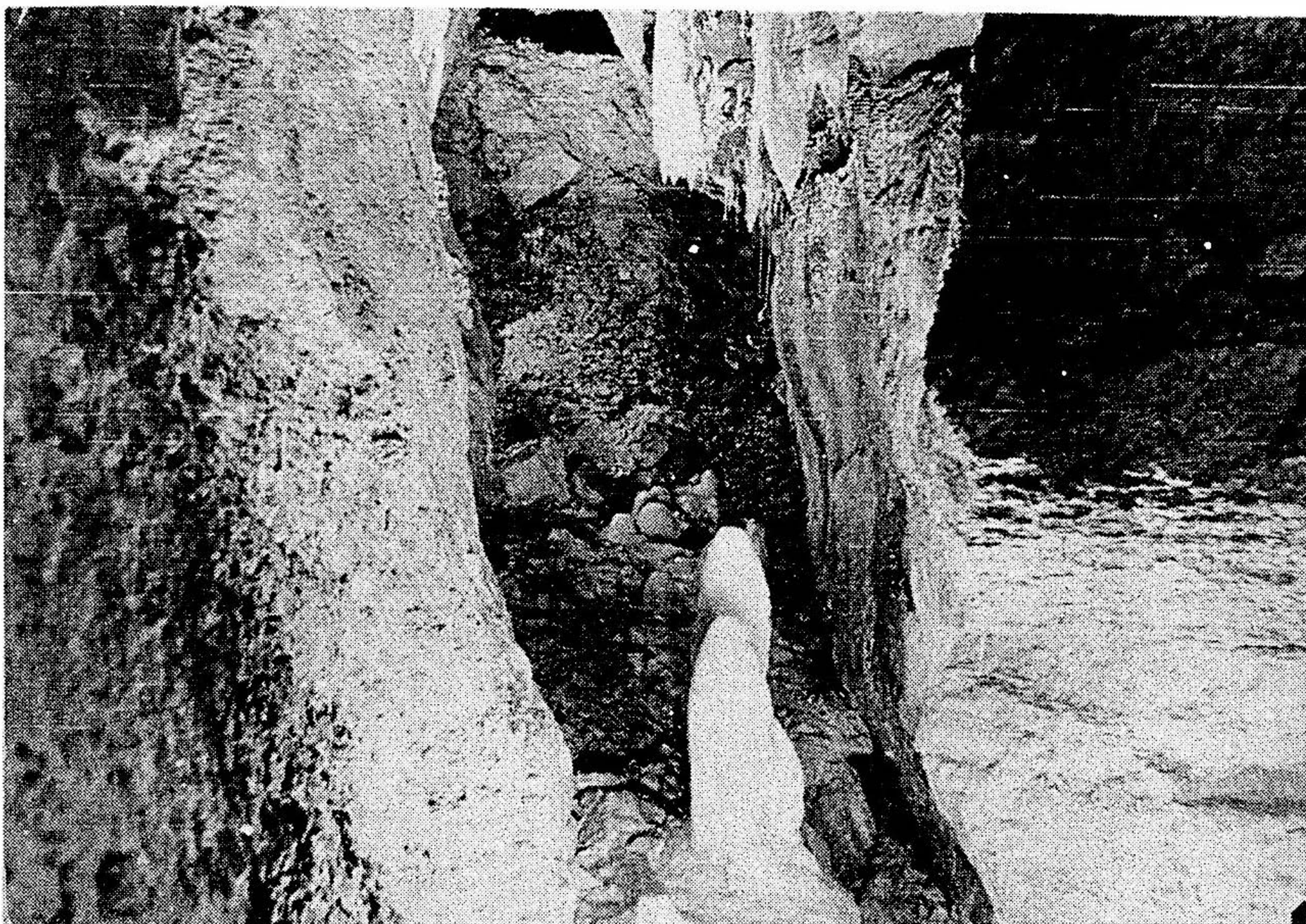


Abb. 2. Teilansicht der 1968 im Bereich der Utendorfer Str. in Meiningen entdeckten Kluft- u. Tropfsteinhöhle. Photo U. Brunzel.

liegt bei etwa 300 m, die der erforschten Wasserganglänge bei 320 m. Bei den Aufschlussarbeiten wurden zahlreiche Knochen des pleistozänen *Ursus spelaeus* gefunden.

Eine weitere auf eine Länge von ca. 600 m erforschte Höhle mit einem aktiven Karstgerinne befindet sich hinter dem Kurhaus von Bad Liebenstein im Riffmassiv des Schlossberges. Der Vorplatz der Höhle bildet ein erdfallartiger Verbruchtrichter, dessen Entstehung nur im Zusammenhang mit dem Höhlenbach gesehen werden kann. 1966 konnte bewiesen werden, dass der bei Atterode an der Klinger Störung versickernde Farrenbach in der Erdfallhöhle hinter dem Kurhaus wieder zum Vorschein kommt. Die Tropfsteinhöhle auf dem Wolfsberg bei Kittelsthal wurde im vorigen Jahrhundert beim Barytabbau entdeckt und bereits 1896 der Öffentlichkeit als Schauhöhle zugänglich gemacht. Im Zeitraum von 1968-1972 wurden durch Höhlenforscher der DDR riesige bisher unbekannte Hohlräume mit herrlichem Tropfsteinschmuck und Calcitkristallbildungen entdeckt. Das gleiche trifft für die im Riffkomplex des "Alten Kellers" liegende Ritterhöhle zu, da Wohnhäuser





Abb. 3. Abstieg in die 1969 neuentdeckte Schachthöhle von St. Bernhard. Photo U. Brunzel.

auf einem Teil der Höhlräume steht, machten sich, bedingt durch die relativ geringe Mächtigkeit des Deikgebirges, Massnahmen des vorbeugenden Katastrophenschutzes erforderlich.

Die von SW nach NO streichende Hauptklüfte der Höhlen sind an Barytvorkommen gebunden. Barytnester finden sich allerdings auch in den Nebenklüften.

Die untersuchten Hohlräume des Wolfsberges und des "Alten Kellers" (Ritterhöhle) sind im wesentlichen an Spalten und Kluftsysteme gebunden, die von NO nach SW und NW nach SO streichen.

Die Streichenrichtung der Höhlen lässt erkennen, dass diese eng an die Kluft und Verwerfungstektonik des Thüringer Waldes gebunden sind. Es handelt sich hier um eine Vergitterung variszischer und saxonischer Linien.

Besonders am Naturhöhlenportal der Ritterhöhle lässt sich die einstige Tätigkeit eines Karstgerinnes an den Auskolkungen und Fliessfazetten sehr gut beobachten. Versturzonem zum Teil von be-



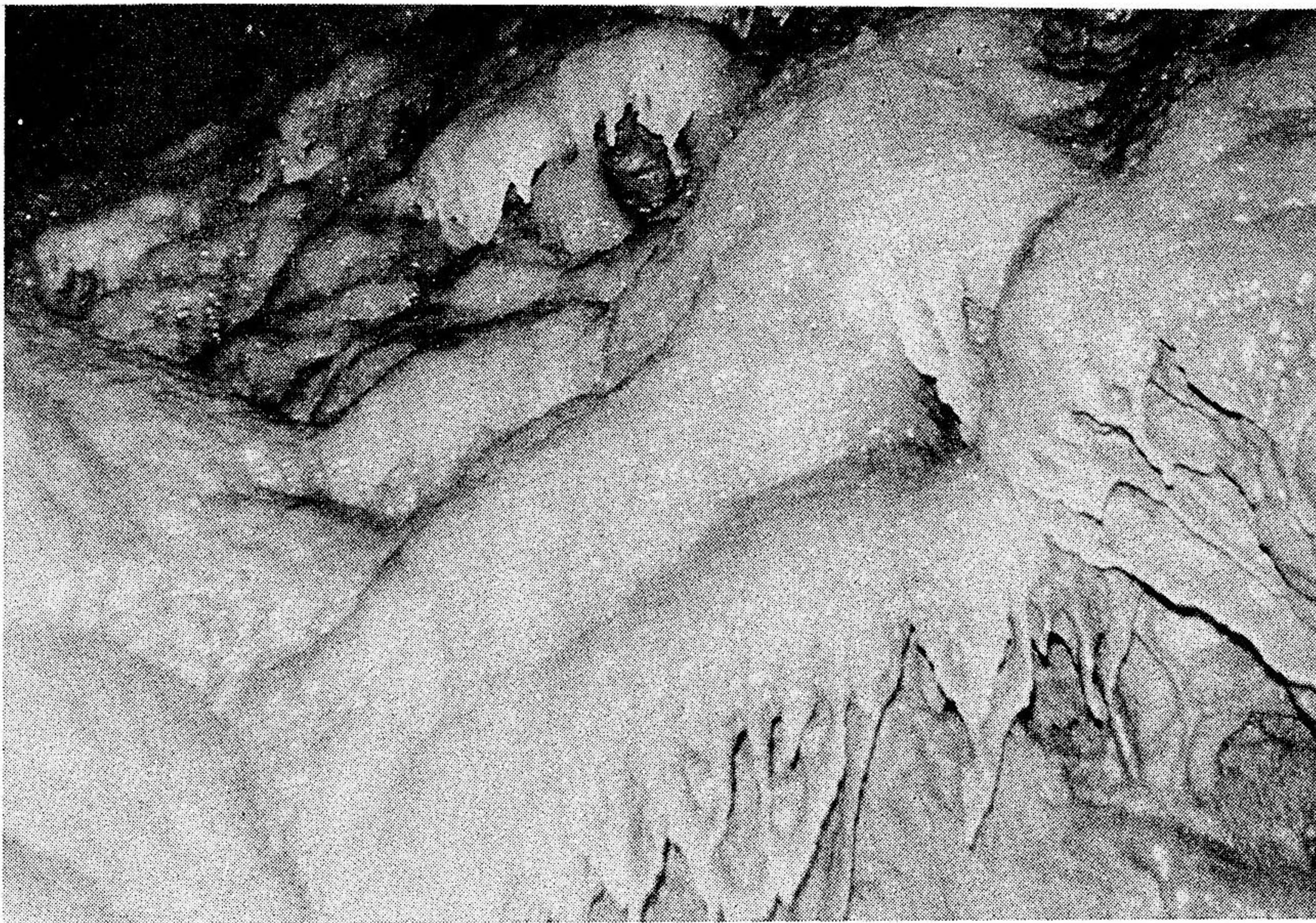


Abb. 4. Sinter und Tropfsteinbildungen im Bereich des 1972 entdeckten Höhlenteils der Tropfsteinhöhle Kittelsthal Kreis Eisenach. Photo U. Brunzel.

achtlichen Sintermassen überzogen, zeigen, dass die Hohlräume einstmals, von der zermürbenden Arbeit der Höhlengewässer unstabil geworden, einstürzten.

Besonders grosse Einsturzhohlräume aber auch herrliche Sinterbildungen entstanden dort, wo sich Klüfte bzw. Spalten kreuzen.

Die Marienglashöhle - bereits vor 180 Jahren entdeckt, wurde 1968 der Öffentlichkeit zur Besichtigung freigegeben. Sie liegt in dem schmalen Zechsteinstreifen, nahe der Waldbahnstation Reinhardbrunn, der flexurartig dem Gebirgsrand vorgelagert ist.

1775 wurde auf Veranlassung des bekannten Geologen Bergrat Carl Friedrich Baum ein Erkundungsstollen in der Nähe des damaligen Bergwerks "Friedrichsanfang" vorgetrieben. Er hoffte Kobalt und Kupfer zu finden, stiess aber auf ein grosses Gipslager, von dem von 1778 bis 1903 rund 20 000 Tonnen abgebaut wurden. 1787 wurde eine riesige Gipskristalldruse entdeckt und teilsweise abgebaut.

Tropfsteinhöhlen nicht ganz unähnlich sind alte, längst stillgelegte Alaunschieferbergwerke des Thüringer Schiefergebirges.



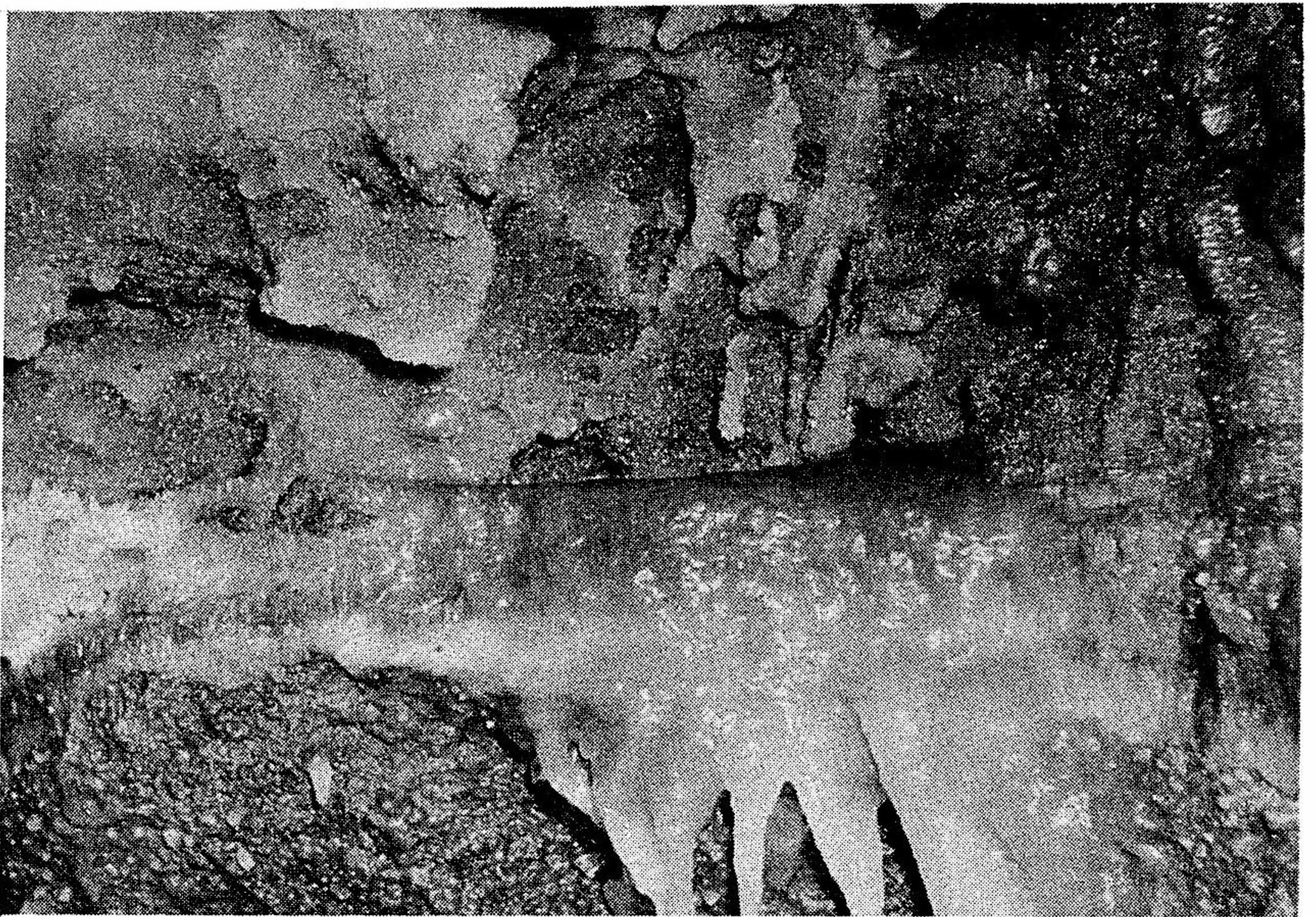


Abb. 5. Calcitkristall- u. Tropfsteinbildungen im Bereich der 1972 entdeckten neuen Höhlräume der Tropfsteinhöhle Kittelsthal. Photo U. Brunzel.

Von Menschenhand viele Jahrzehnte unberührt, spielten sich hier unten, unter dem Einfluss zirkulierender Gewässer, komplizierte chemische Prozesse ab. Das mit Mineralbestandteilen angereicherte Wasser liess mächtige Ockerschichten entstehen. An den Wänden bildeten sich herrliche Terrassen und Kaskaden, während von den Decken vielfarbige Tropfsteine herabwachsen. Der wechselnde Gehalt an Eisen-, Kupfer- und Molybdänverbindungen, Phosphaten und Sulfaten bewirkte eine unbeschreibliche Farbfülle von blendenden hellen Tönen bis ins tiefste Dunkelrot hinein.

Meine Ausführungen sollten einerseits neue Kenntnisse über das beschriebene Gebiet und die behandelten Objekte vermitteln, zum anderen aber auch anregen, die Landschaft und ihren Besonderheiten selbst einmal zu studieren.



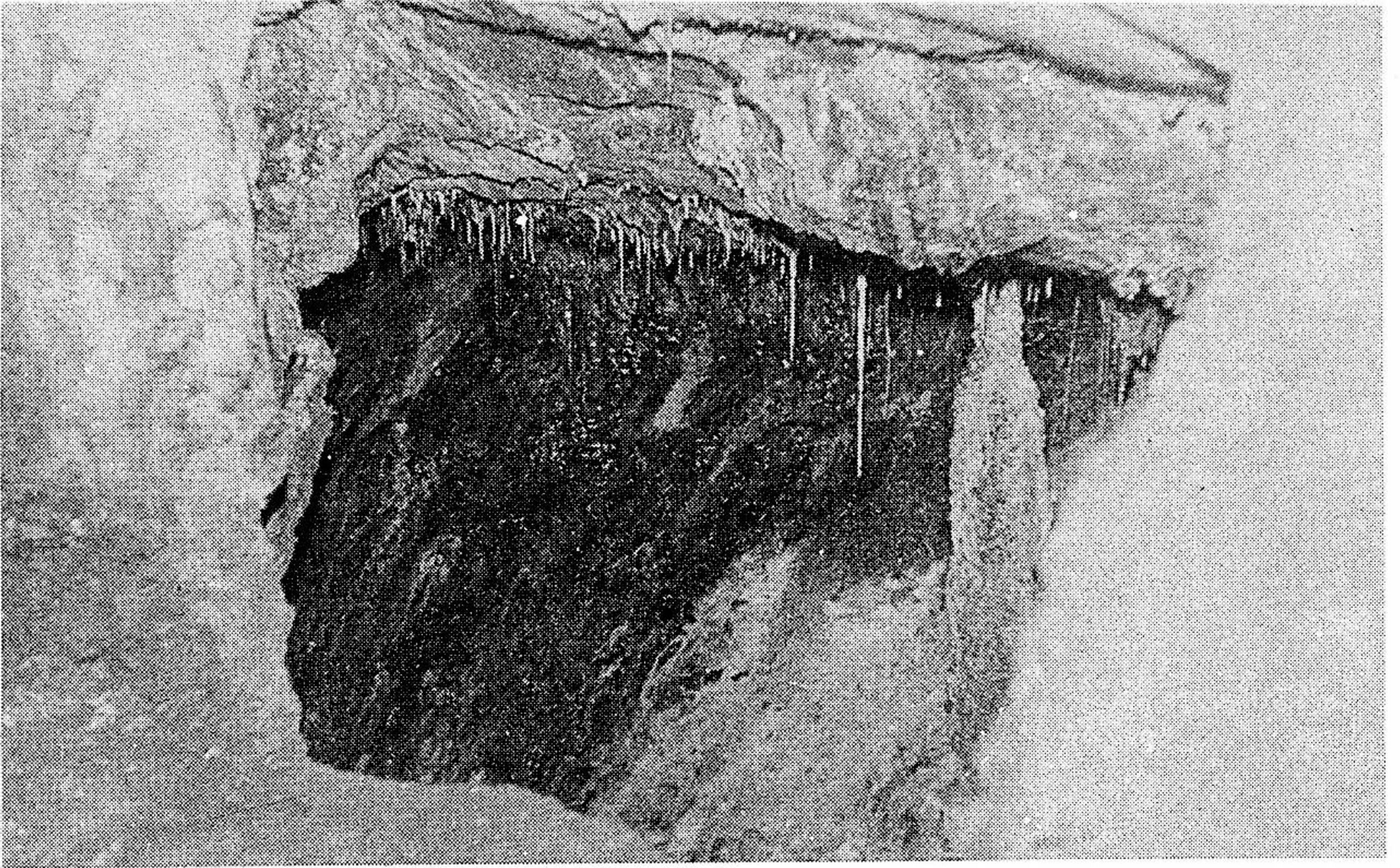


Abb. 6. Nebenstrecke im alten Alaunschieferbergwerk Schwefelloch bei Schmiedefeld.  
Photo U. Brunzel.



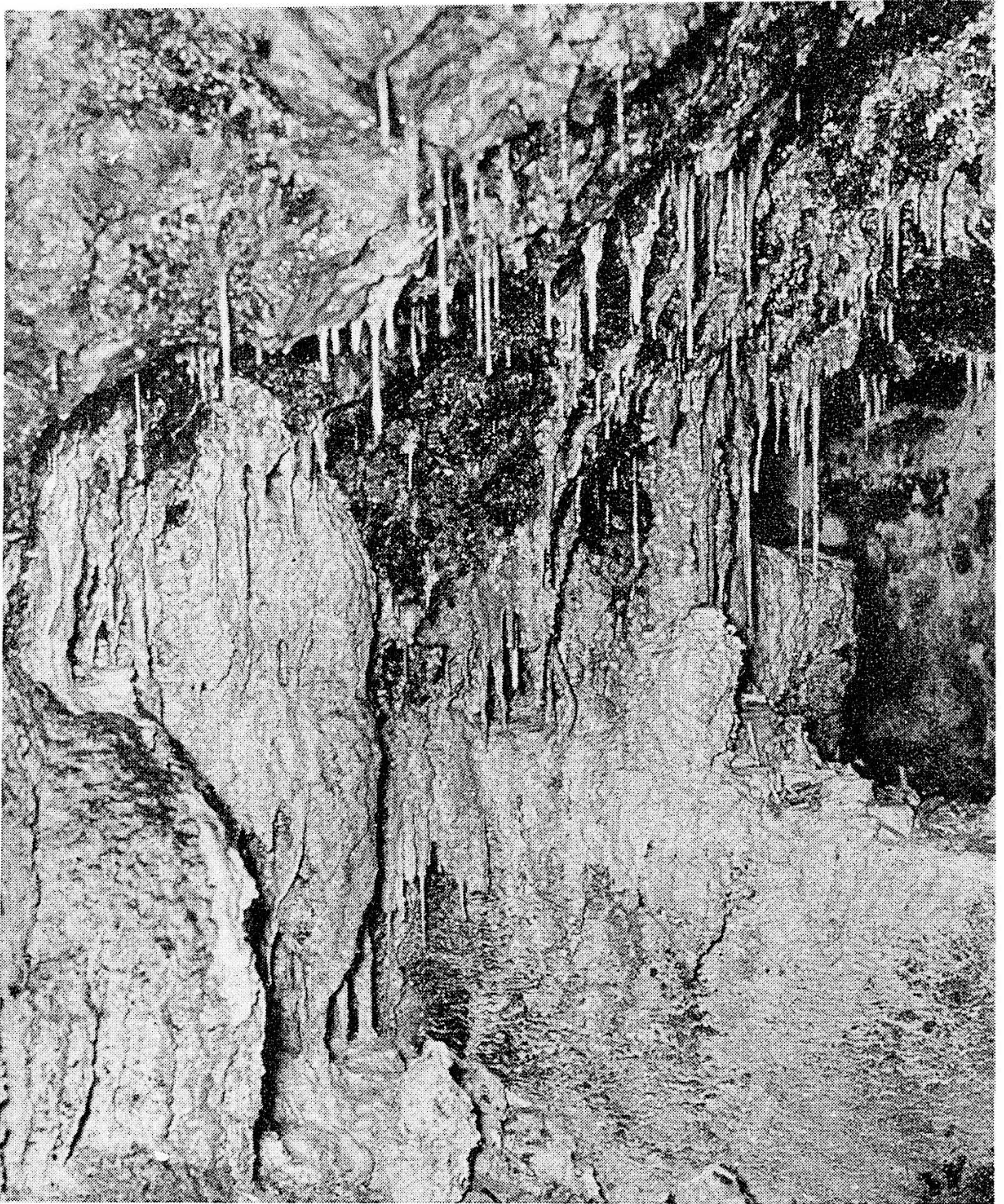


Abb. 7. Mineralausfällungen im Schwefelloch bei Schmiedefeld, Bez.Suhl. Photo U.Brunzel.



Aa 004

## **EINIGE NEUE ERKENNTNISSE AUS DER GEOLOGISCHEN KARTIERUNG DER HÖHLEN DES MÄHRISCHEN KARSTES**

**R. Burkhardt**

Mährisches Museum, Abteilung für Karstforschung,  
Brno - ČSSR

Das Programm der wissenschaftlichen Erforschung des Mährischen Karstes entwarf K. Absolon im Jahre 1923. Dieser Autor war sich bewusst, dass einer der notwendigsten Grundlagen für die Erkenntnis der Karsterscheinungen sind eine geologische Karte des Gebietes und geologische Pläne der Höhlen. Auf eine Veranlassung des Professors Absolon hatte in damaliger Zeit K. Zapletal (1923) den Mährischen Karst geologisch mappiert im Massstab 1 : 25 000, aber die geologische Mappierung der Höhlen hat er bloss auf Pläne einiger der bedeutsamsten Höhlen im Punkva - Flussgebiet beschränkt (K. Zapletal 1934).

Seit der Zeit sind fünfzig Jahre verflossen und die Anschauung auf den Bau des Mährischen Karstes nach der neuen Mappierung der Brüner und Prager geologischen Schulen verging eine verwickelte Entwicklung, deren Ergebnis eine neue Auffassung des tektonischen Stiles und ausführlichere stratigraphische Erkenntnisse waren. Während R. Kettner mit der Auffassung des alpinotypen Deckenbau des Nordteiles des Mährischen Karstes mit ostlicher Richtung der tangentialen Bewegungen auftrat, aus den J. Dvořák's Arbeiten eine Vorstellung des zentralen länglichen Horstes mit Teilüberschiebung auf das westliche und ostliche tektonische Vorfeld hervorgegangen ist.

Wenn auch J. Pták eine ausführlichere tektonische Analyse des Gebietes versuchte, sprach seinen Schlüssen R. Kettner mit der Ansicht wider, dass die bisherigen Materialien die Auffassung des alpinotypen Deckenbau nicht widerlegen. Umfangreiche Höhlensysteme des Mährischen Karstes waren überhaupt nicht bis jüngste Zeit ausgenützt, trotzdem sie oft zusammenhängende und sehr vollkommen entdeckte Defilé der Devonkalksteinschichten darstellen. Auch keine tektonische Beobachtungen sind im Karstuntergrund ausgeübt worden, wenn auch in anderen Karstgebieten gute Erfahrungen bestehen, z.B. zwischen der Beziehung der karstifizierten tektonischen Zonen zu den Stirngebieten



der Deckenbauen, wie in der österreichischen Alpen M. Fink (1967) festgestellt hatte.

Auf Grund der geologischen Erkenntnissen aus dem umfangreichen Gebiet des tschechoslowakischen Karpathen-Flysch und der anliegenden Ränder des Böhmisches Massivs hat M. Plička (1966) auf die Existenz der oft Zehner Kilometer langen Klüftungszonen aufmerksam gemacht. Er bestimmte ihre Richtungen, auch im Gebiet des Mährischen Karstes zum Vorschein kommende, er machte aufmerksam auf ihr Beziehung zu einigen geologischen Strukturen, wie die Boskowitzter Furche und der Blansker Graben sind, mit denen einige Klüftungszonen parallel sind, und hat die Ansicht ausgesprochen, dass die Klüftungszonen ein tektonischer Entwurf der Karstifizierung sind.

Eine systematische geologische Mappierung der Höhlen des Mährischen Karstes hat der Autor im Jahre 1968 in der Abteilung für Karstforschung des Mährischen Museums eröffnet. Wenn auch die bisherige Arbeiten bei weitem noch nicht das ganze Karstgebiet bedeckt haben, es hatte sich erwiesen, dass die geologische Mappierung wertvolle Unterlagen für die ausführlichere Erkenntnis des geologischen Bau des Gebietes bringt, wie in der Stratigraphie, so auch in der Tektonik. Eine bedeutsame Erkenntnis war auch die Beobachtung, dass die Höhlen eine Möglichkeit des ausführlicheren Studiums der gegenseitigen Beziehungen der einzelnen tektonischen Richtungen im Raum gewähren.

Die oberflächige und unterirdische Karsterscheinungen des Mährischen Karstes sind vorerst in Dunkelgrauen Lažánky - Kalksteinen überwiegend vom Givétien-Alter, grösstenteils mittelbänkigen und vornehmlich in ihren Hängenden, im mächtigen Komplex der hellgrauen Vilémovice-Kalksteinen überwiegend von Frasnien-Alter, grösstenteils massiven, verbreitet. Die Geologen des Geologischen Zentralinstituts in Brno, J. Dvořák und V. Zúkalová, haben festgestellt, dass die Grenze der Lažánky- und Vilémovice-Kalksteinen im Mährischen Karst ist nur faziell, aber sie entspricht nicht völlig genau der stratigraphischen Grenze Givétien - Frasnien. Während im Nordteile des Mährischen Karstes die fazielle Grenze schon im Givétien durchläuft, es ist zur faziellen Änderung im Südteile des Gebietes erst im Frasnien gekommen.

An der Serie-Grenze der Lažánky- und Vilémovice-Kalksteinen hat der Verfasser nach K. Zapletals (1934) ähnlichen Beobachtungen aus den Sloup-Šošůvka-Höhlen die Existenz einer Übergangsserie festgestellt, in der sich in den überwiegenden hellen Kalksteinen des Vilémovice-Lithotyps synsedimentar scharf getrennte dünne Bänke der Kalksteinen des Lažánky-Lithotyps erscheinen. Diese Übergangsserie kann



- σ Hauptdislokation
- Übergang zwischen Lažánky- und Vilémovice-Kalksteine
- Vilémovice - Kalksteine

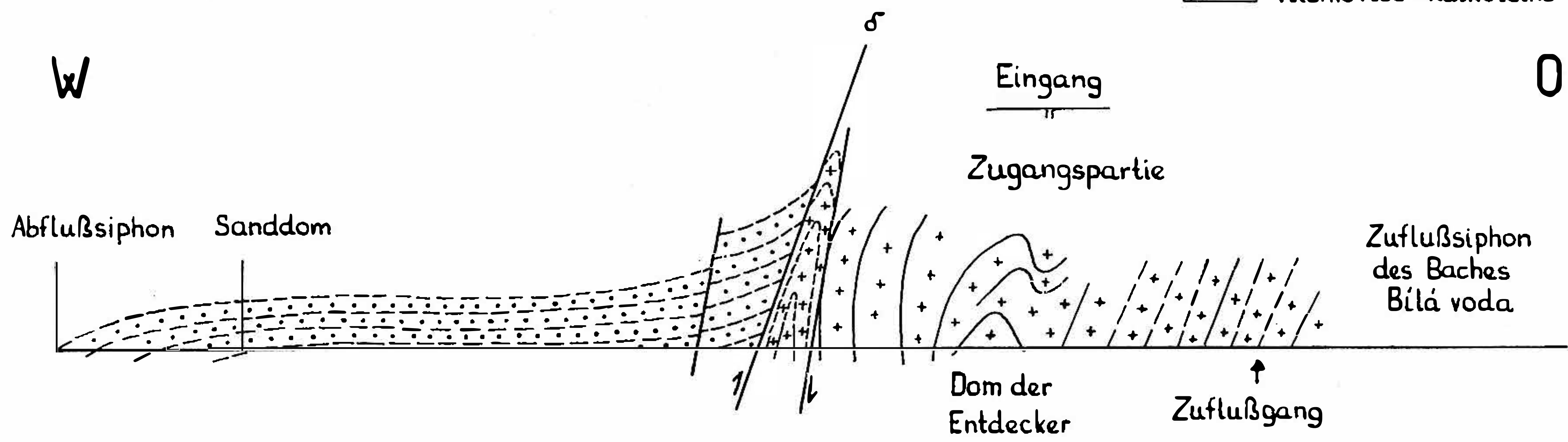


Abb. 1



man gut studieren, vornehmlich im umfangreichen System der Amateur-Höhle und in den Höhlen des Jedownitzer Baches im Rudicer Wasserschlund. In der Amateur-Höhle treten oft im Hängenden der dunklen Bänken der Übergangsserie laminäre Lagen verschiedener Mächtigkeit hervor, und im Inneren der dunklen Bänke kommen zum Vorschein die Lagen der Stromatoporen und rugosen Korallen über der basalen Amphipora-Nekrocoenose. Die angeführte Übergangsserie ist unterdessen nur im Karstuntergrund eine neue festgestellte Serie der Devonfazies des Mährischen Karstes und ihr Stratigraphische Position untersteht offensichtlich denselben Änderungen, wie schon früher für die Grenze der Lažánky- und Vilémovice-Kalksteinen J. Dvořák und V. Zúkalová festgestellt hatten.

Interessante Erkenntnisse wurden auch in den Höhlen des Nordteiles des Mährischen Karstes in den höchsten Lagen der Vilémovice-Kalksteine festgestellt. In den Höhlen hinter "Europa" und "Indien" stellte L. Slezák (1964) dünne synsedimentare Einlagen der Kulm-Fazies (nach den Beobachtungen des Verfassers grösstenteils Siltsteine) in einer Serie der Vilémovice-Kalksteinen fest. Im Höhlensystem "Vintoky" bei Ostrov stellte J. Přibyl (1964) ein Austreten der synsedimentaren Einlagen der Tonschiefer in einigermaßen dunkleren, laminar geschichteten Kalksteinen fest. Die synsedimentare Kulm-Lagen in den Devon-Kalksteinen kommen zum Vorschein im Terrain im Steinbruch über dem Broušek-Hotel bei Šošůvka. Auch die angeführte Zusammenfassung der Erkenntnisse anderen Autoren deutet an, dass eine weitere geologische Mappierung der Höhlen bisher unbekannte Erkenntnisse zur Stratigraphie vom Devonien des Mährischen Karstes bringt.

Umfangreiche Défilés der Schichten der Devonkalksteinen in einer Vielkilometerlänge längs der unterirdischen Stromläufe des Jedownitzer Baches und des Baches Bílá voda, in den jüngsten Jahren vom Amateur-Speläologen entdeckt, oft vollkommen erosiv als zusammenhängende Naturanschliffe entdeckte, manchmal auch vom grossen vertikalen Umfang, ermöglichen auch das Studium des tektonischen Bau des Devons. In der Amateur-Höhle bei Ostrov, deren erste Teil fast aus  $1/3$  das Querprofil des Devons im Nordteile des Mährischen Karstes entdeckt, wurde eine bedeutsame längliche Dislokation der NNO-SSW Richtung, von J. Dvořák im Gebiet mappiert, bestätigt. Der Verfasser hat festgestellt, dass sich auf der Dislokation zwei verschiedene Strukturen berühren. Westlich von der Dislokation tritt die Übergangsserie der Lažánky- und Vilémovice-Kalksteinen, im Ganzen platt gefaltete, hervor. Ostlich von der Dislokation wurde eine intensiv gefal-

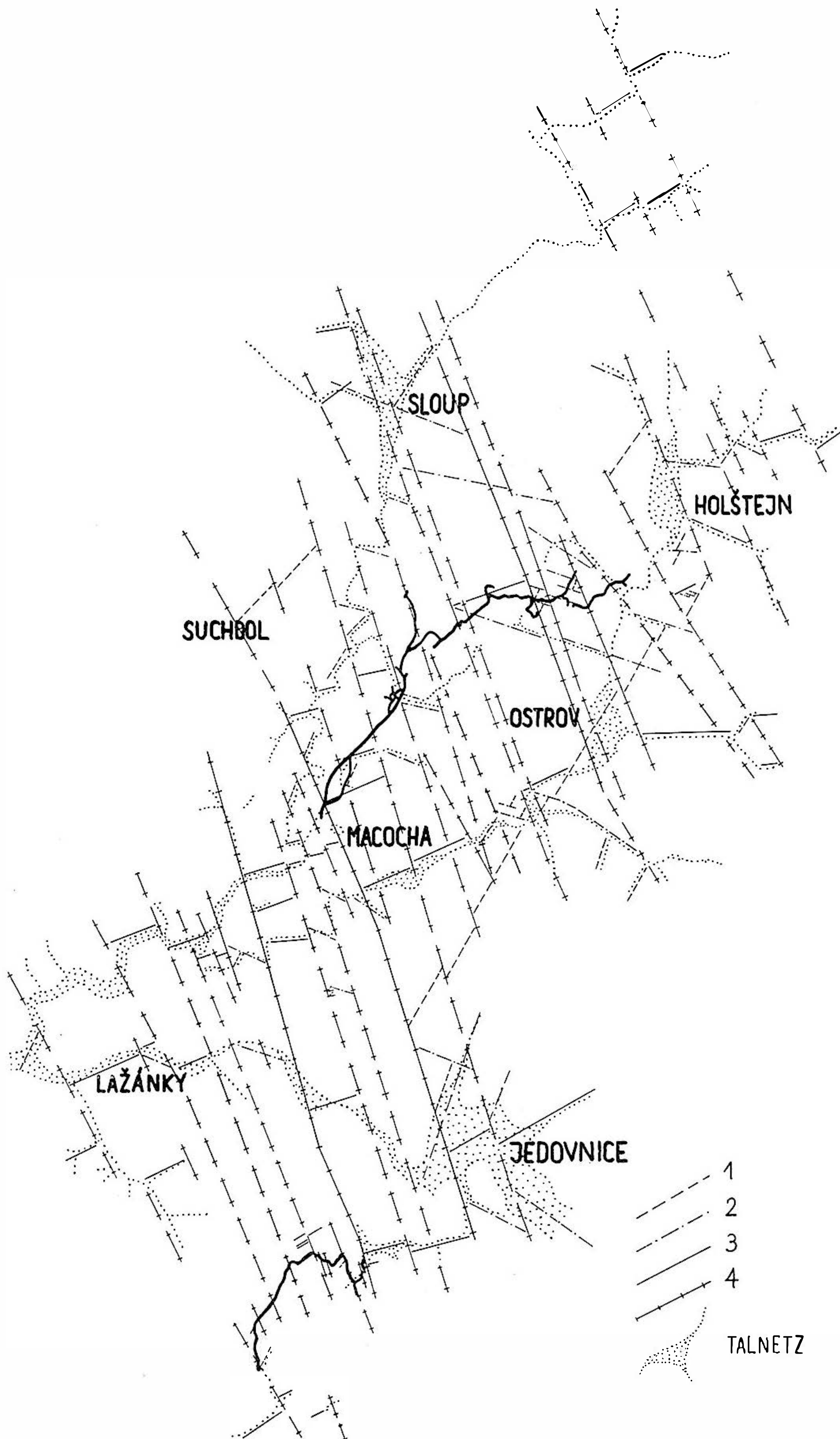


Abb. 2



tete Serie der Vilémovice-Kalksteinen, bei der Dislokation in eine vertikale schräge Falte von der Ordnung einiger Zehner von Meter zusammengedrückten, festgestellt. Diese Beobachtungen an der Berührung zweier ausdrucksvollen Schollen brachten bisher im Mährischen Karst unbekannte Erkenntnisse. Es ist weiter schon lange bekannt, dass Devon als die Ganzheit wird bei Ostrov auf Kulm auf einer viel flacher geneigte Dislokation übergeschoben (etwa  $30^\circ$ ).

Im Rudicer Dom in den Höhlen des Jedownitzer Baches im Rudicer Wasserschlund wurde eine gut entdeckte liegende Falte, sich in NW-Richtung tauchende, festgestellt. In den überwiegenden Vilémovice-Kalksteinen in dieser Falte treten auch dunklere Bänke hervor. In den höheren Etagen der Býčí skála-Höhle weisen die geologische Verhältnisse auf eine steile Überschiebung des zerrissenen Fliegel der Antiklinale in den Lažánky-Kalksteinen auf das südöstliche tektonische Liegende hin.

Mit Rücksicht darauf, dass am Hády-Berge bei Brno hat schon früher J. Dvořák eine flache Überschiebung der Brünner Eruptivmasse gegen Osten auf Devon-Karbon-Kalksteine festgestellt, ist es notwendig schon aus der angeführten Gesamtheit der Erkenntnisse sicherzustellen, dass in den Devon-Gesteinen des Mährischen Karstes in der Zeit tangentiale Bewegungen von verschiedenen Richtungen existierten.

Auf Grund direkten Beobachtungen der Beziehungen der Klüftungszonen und der Elementen der Radialtektonik von verschiedenen Richtungen hat der Verfasser einige Nachweise festgestellt, die die Chronologie der tektonischen Richtungen andeuten.

Sehr verbreitete NNO- und die auf diese senkrechte OSO-Klüftungszonen und Dislokationen, arbeitlich als Palaeoklasen bezeichnete, wirken den Eindruck der geologisch älteren Elementen von variszischen Richtungen, die durch eine jüngere Generation der Zonen, arbeitlich als Neoklasen bezeichneten, unterbrochen werden.

Diese jüngere Systeme der SSO- und ONO-Richtung gehören offensichtlich genetisch zur saxonischen Tektonik, die die junge alpinische Gebirgsbildung zurückwirft. Namentlich die Neoklasen der SSO-Richtung äussern sich bezeichnend in der Morphologie des Gebietes und in seinem Untergrund und man kann sie oft durch eine ausführliche geologische Erforschung auf vielkilometerlange Entfernungen verfolgen. Diese Richtung ist übereinstimmend mit der Richtung des Blansker Grabens. Die rezente Karstwasserläufe nützen auch oft die Klüftungszonen des angeführten Systems aus. z.B. der Ostzweig des unterirdischen Hostěnicer Baches, der zu zwei Hochwasserkarstquellen anomal über allen Ponoren

des Říčka-Tales situierten, entwässert. Direkte Nachweise der Neotektonik wurden aber nicht durch die bisherige Erforschung festgestellt.

Die räumliche Verbreitung der Klüftungszonen von einzelnen Richtungen im Devon des Mährischen Karstes ist nicht gleichmässige und neben den Gebieten mit ausdrucksvoller Verbreitung der Neoklasen (z.B. Rudicer Wasserschlund) existieren auch Gebiete mit dominierenden Palaeoklasen und wenig beschädigtem variszischen Bau.

Es wird möglich die ausführlichere Schlüsse erst in fortgeschrittener Entwicklungsstufe der geologischen Mappierung der Höhlen des Mährischen Karstes zu tun.

Es ist möglich, die angedeutete Möglichkeiten des Studiums der Chronologie der Klüftungszonen in den Karstgebieten nur in geologisch gut bekannten Terrains zu applizieren, denn in alpinotyp gefalteten Gebieten mit verwickeltem Deckenbau zu grossen Änderungen der älteren Elementen unter dem Einfluss der Deckenbewegungen kommen konnte.

## LITERATUR

- ABSOLON K., 1923: Příspěvky k vědeckému poznání Moravského krasu. Organizační poznámky. Časopis Moravského zemského musea, 20-21, Brno 1922-23, 212-219.
- BURKHARDT R.: Geologische Verhältnisse der Amateur-Höhle. Im Drucke, Kollektiv: Amateurhöhle im Mährischen Karste.
- BURKHARDT R., 1973: Geologische Verhältnisse der Höhle Býčí skála. Acta Musei Moraviae, Sc. nat., 56-57, Brno 1971-72.
- DVOŘÁK J., 1965: Nové poznatky o stratigrafii devonu a spodního karbonu jižní části Dražanské vrchoviny. Věstník ÚÚG, 40, 4, Praha 1965, 313-318.
- FINK M., 1967: Tektonik und Höhlenbildung in den niederösterreichischen Kalkalpen. Wissenschaftliche Beihefte zur Zeitschrift "Die Höhle", 11, Wien, 1-128.
- KETNER R., 1970: Geologický a geomorfologický vývoj Moravského krasu a jeho okolí. In K. Absolon: Moravský kras, 2, Academia, Praha, 261-284.
- PLIČKA M., 1966: Puklinové zóny a jejich vztah k Moravskému krasu. Kras v Československu, Brno 1964/1, 10-12.
- PŘIBYL J., 1964: Problém Vintockých ponorů v severní části Moravského krasu. Československý kras 15, Praha 1964, 51-58.



- PTÁK J., 1963: Tektonická stavba Moravského krasu a jeho širšího okolí ve světle nových výzkumů. XIV. sjezd Společnosti pro mineralogii a geologii, Brno 1963, 57-65.
- SLEZÁK L., 1964: Nové jeskyně za skalisky Evropa a Indie ve Sloupě a jejich vztah k ponnému systému Sloupského potoka. Acta Musei Moraviae, Sc. nat., 49, Brno 1964, 69-82.
- ZAPLETAL K. - LOCKER B., 1934: Geologické poměry jeskyně v okolí Macochy. Příroda, 27, Brno 1934, 49-53.
- ZUKALOVÁ V., 1968: Stromatoporoidea from the Middle and Upper Devonian of the Moravian Karst. Rozpravy ÚG, 37, Praha 1968, 1-144 (16 Abb.).

Aa 005

## THE CYCLE OF SOLUTION

W. C a t e

St. Louis, Missouri, USA

An examination of phreatic karst conditions in a variety of springs from the State of Florida in the United States to lowland sites in Eastern South America seems to indicate that many of the springs in this large area were in the past caves. The argument is based on numerous examples of vadose conditions found in some springs as well as a few examples of human habitation below the present ground water level. With sufficient data, it would seem possible to determine ground water conditions during the last glacial period.

Of the sites in the Americas with vadose formations the best reported is the Blue Holes of Andros Island in the Bahama Islands. In this limestone area there are 54 known down caves. Some of the sites are now sand filled and on average, the cave system begins about 150 feet below the ocean surface. The mouths of the collapse sinks are about 50 feet below the ocean surface and the floor of the passageways begin at about the 150 feet level. At a point below 200 feet from the ocean surface and approximately 1000 feet back in one of these caves, a room exists of numerous vadose formations. These formations have been filmed by Jacques Cousteau and George Benjamin. Additional formations have been discovered contributing to the conclusion that this system was at one time in a vadose condition. I might add that sufficient time has elapsed from the time that the system was flooded by the Caribbean Sea to allow two marine fish to become cave adapted. As with all solution sea caves in the Caribbean these caves are influenced by the tides and inflowing and outflowing currents exist following tidal changes. The outflowing current is always greater in volume than the inflowing current leading to the belief that the cave system acts as a watershed drainage for part of the island. The potential for flow leads to the belief that part of the system must still be above the ground water table at least during part of the tidal period. At the present time, a major long term research effort is being organized in the United States to study these sea caves.

In addition to Andros Island, many of the islands in the Caribbean have similar types of solution sea caves. On Hatai and Mono Island vadose formations can be found in the Sea Caves. In fact, a second



research project based in Puerto Rico will begin to study the sea caves on Mono Island to the North of Puerto Rico.

Along the coastal fringe of the Caribbean and extending south along the east coast of South America there are large low-lying limestone areas. Springs and water filled collapse sinks in this area are numerous and some show signs of past vadose conditioning. In Florida, Mineral Spring has recently been examined by a research team from Florida State University and several state agencies. They have found a human habitation site 50 feet below the present water level of the spring. Vadose formations exist in several of the springs or sinks in the State and the spring/sink systems have the general appearance of flood caves. The Yucatan Peninsula has provided the opportunity to examine numerous sinks, locally called Cenote's, in the Mexican States of Champache, Yucatan and Quantian Roo, as well as areas in British Honduras and Guatemala. While the depths of these sinks vary greatly and many are silt filled at the bottom, some of the cave systems at depths over 100 feet have vadose formations. In the area of the Orinoco and the Amazon Rivers numerous sinks also exist, some of them forming large lakes. The cave systems below these lakes have some examples of vadose formations and the floors of at least two of the lakes show signs of human habitation.

While the West Coast of North and South America lack the extensive limestone areas of the East Coast, the central mountain and plain areas of both continents have adequate limestone formations. Exploration of springs in the central continental areas have yet to lead to the discovery of a single example of a vadose formation below the 30 foot level. While extensive and deep cave systems exist in this area, it would seem that the present spring system has not developed in the past into a dry cave system and then returned to a spring system.

While present data is limited and is now only beginning to be adequately developed, it would seem desirable to review our conceptual framework of spring/cave relationships. I think that it might be safe to say that caves, at least along the eastern coast of North and South America, have developed into springs and that a linear concept of spring/cave development has been cyclic probably due to the melting of the glaciers and the resulting rise in sea level.

The application of the final data, particularly if data were to be collected in Europe, Asia and Africa, would be to develop a better and more precise understanding of the paleo-hydrology of the late

Pleistocene. Once the extent and depth of vadose formations are established, geochemical analysis of the formations would allow the development of a chronology for the rising ground water table. This information could be correlated with present Pleistocene studies and could provide an accurate measure of the rate of change in local sea levels. If the rates of sea level changes could be correlated for several continents, then an accurate measure would determined for the rate of glacial melting. Without laboring the point, Speleo-Science seems to have an opportunity to provide extensive data to Pleistocene researchers.

Another important area would be studies of marine adapted organisms in the solution sea caves in the Caribbean and elsewhere. Assuming that a paleo-chronology can be developed for the flooded systems, and assuming that the marine organisms did not exist in the cave system prior to the flooding by the sea, dated studies in evolutionary biology would be possible. If the cave adapted organisms in the Blue Holes and elsewhere prove to be fresh water organisms that have adapted to sea water conditions, alternative studies are possible.

Phreatic karst research is certainly in its infancy; data is difficult to collect both because of the physical parameters involved in cave diving and due to a lack of qualified researchers. However, the potential for studies in this area not only will influence theoretical speleology, but should also have numerous applications in the Natural Sciences.





Aa 006

## **SUR LA PRÉSENCE DU PICKERINGITE DANS LA GROTTÉ DE DIANA ( BAILE HERCULANE, ROUMANIE )**

**G. Diaconu**

Institut de Spéléologie "Emile Racovitz",  
Bucarest, Roumanie

**A. Medesan**

Institut Géologique,  
Bucarest, Roumanie

La grotte Diana est située dans les limites de la station balnéo-climatique de Băile Herculane (département Caraş-Severin, Mts. du Banat), dans le versant droit de la rivière Cerna, à une altitude absolue de 154 m et à 7 m au dessus du thalweg de la vallée.

La grotte est représentée par une galerie axée le long de la faille Diana, faille qui affecte aussi bien les marmo-calcaires des "strates de Nadanova" (Albien-Cénomancien) que les calcaires massifs sous-jacente (Tithonique-Néocomien).

La galerie est longue de 8 m, ses hauteurs varient de 1,5 m à 2,5 m. Parois et plafond sont tapissés de cristaux de gypse, et le plancher descendant (il descend 2 m jusqu'à la partie terminale de la grotte) est couvert de fragments de croûte de gypse ainsi que de débris marneux (à la suite des travaux effectués ici en vue du captage de la source thermale).

Orientation générale de la galerie: Est - Ouest. A partir de la source, une galerie artificielle orientée Sud - Est et longue de 14 m a été creusée afin de diriger l'eau thermale captée vers un bassin collecteur.

Le creux karstique proprement dit est situé au niveau des calcaires du Tithonique-Néocomien; il est inaccessible car noyé par les eaux de la source thermale, eaux qui déterminent un siphon dans la galerie (fig. 1).

La galerie artificielle une fois percée, il s'est produit une modification des facteurs du microclimat de la grotte; en même temps, il s'est formé une couche de débris marneux meubles, couche dont la profondeur varie de 0,30 à 0,60 m et qui atteint un haut degré de porosité.

C'est à la surface de cette couche de débris, tout autour de la



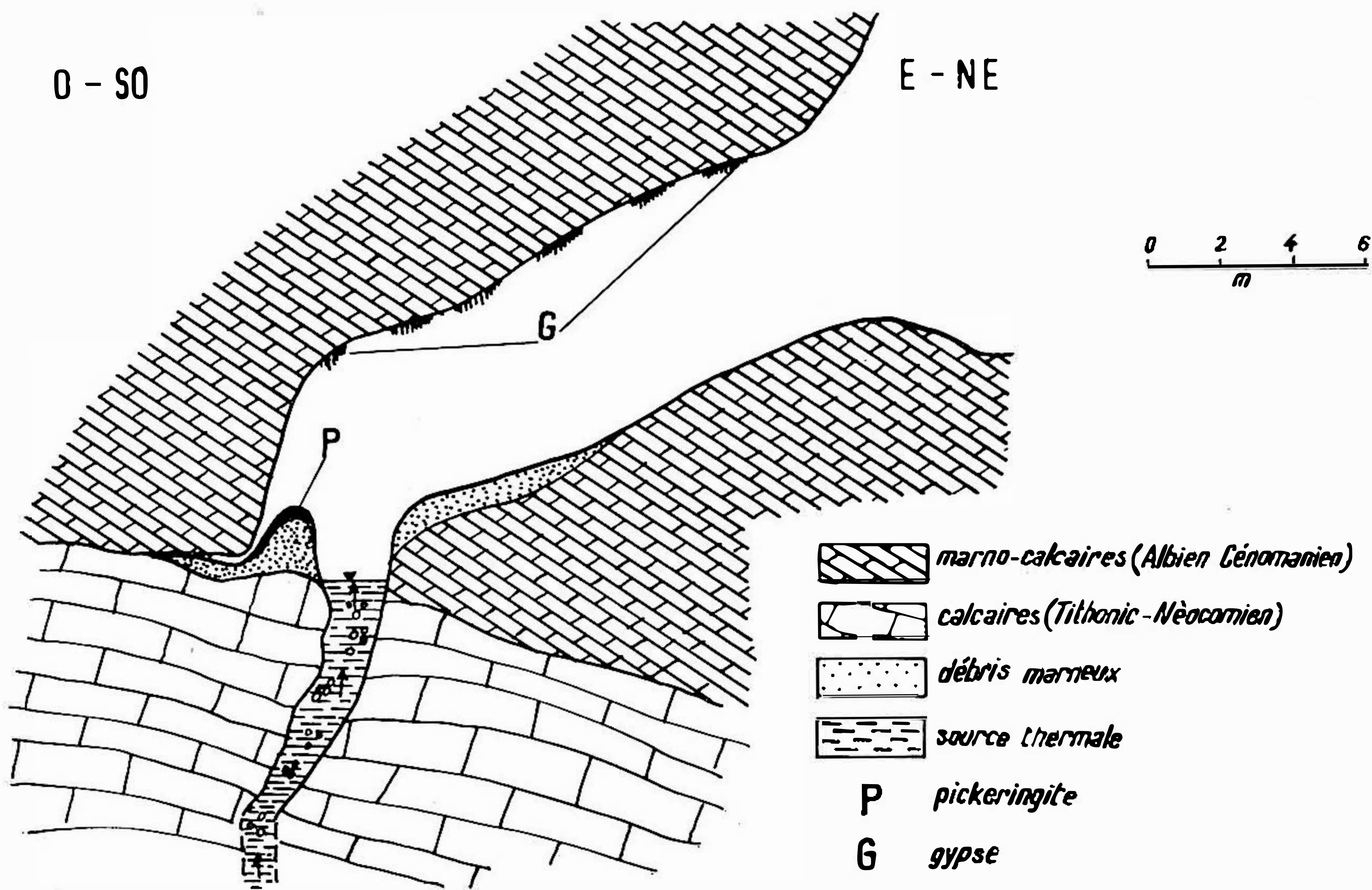


Fig. 1

source mais surtout en proximité de la paroi Ouest, que s'est formée une efflorescence de cristaux aciculaires-prismatiques développés selon la direction de l'axe C, réunis en cônes contorsionnés qui, à la partie périphérique, divergent en rosettes. Ces cônes sont densément anastomosés en une croûte à aspect feutré, dont la couleur est un blanc-argenté avec une légère teinte jaune-verdâtre. Les cristaux, dont les dimensions sont variables et qui peuvent atteindre 12/0,1 mm, présentent un éclat soyeux. A l'état frais, les individus cristallins sont plastiques; ils deviennent élastiques et ensuite cassants quand ils se déshydratent.

Ces cristaux ont été caractérisés du point de vue minéralogique à l'aide d'analyses RX, IR, DTA, TG, d'analyses chimiques et des constantes optiques.

L'analyse par diffraction aux rayons X a permis d'identifier le minéral étudié comme étant le pickeringite.

Dans le tableau 1, les distances réticulaires du minéral de la grotte Diana sont présentées en comparaison avec celles du pickerin-

T a b. 1

Pickeringite	Diana	Halotrichite	Peru	Pickeringite	Chile
d Å	I	d Å	I	d Å	I
-	-	10,57	20	10,41	20
9,57	20	9,67	20	9,55	30
9,03	20	-	-	-	-
7,42	20	-	-	6,64	15
-	-	6,07	30	6,08	40
-	-	-	-	5,82	10
-	-	5,49	20	5,48	20
-	-	5,26	20	5,21	20
4,89	50	4,92	60	4,93	50
4,77	90	4,81	70	4,77	70
4,57	30	4,58	40	4,57	40
4,26	75	4,32	100	4,29	80
4,11	70	4,14	80	4,11	80
3,93	35	3,99	10	3,96	10
3,76	45	3,78	20	3,74	10
3,63	20	3,63	10	3,62	10
3,46	100	3,50	100	3,48	80
3,31	30	3,35	10	3,32	10
3,24	20	3,27	10	3,26	10
3,14	25	3,17	10	3,16	20
3,04	30	3,05	20	3,04	10
2,94	20	2,96	20	2,95	20
2,87	30	2,87	30	2,87	20
2,76	25	2,76	10	2,76	20
2,65	40	2,68	30	2,68	30
2,58	25	2,61	20	2,60	20
2,55	30	2,57	20	2,55	30
2,45	20	2,44	10	2,45	10
2,37	15	2,39	10	2,37	10
2,28	20	2,28	10	2,27	10

gite et du halotrichite tels qu'ils sont décrits par Cailler (1968, p. 253).

Al'intérieur du groupe du halotrichite -  $\text{FeAl}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 22 \text{H}_2\text{O}$  - le pickeringite -  $\text{MgAl}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 22 \text{H}_2\text{O}$  - représente le terme final de la



## Les spectres d'absorption en I.R.

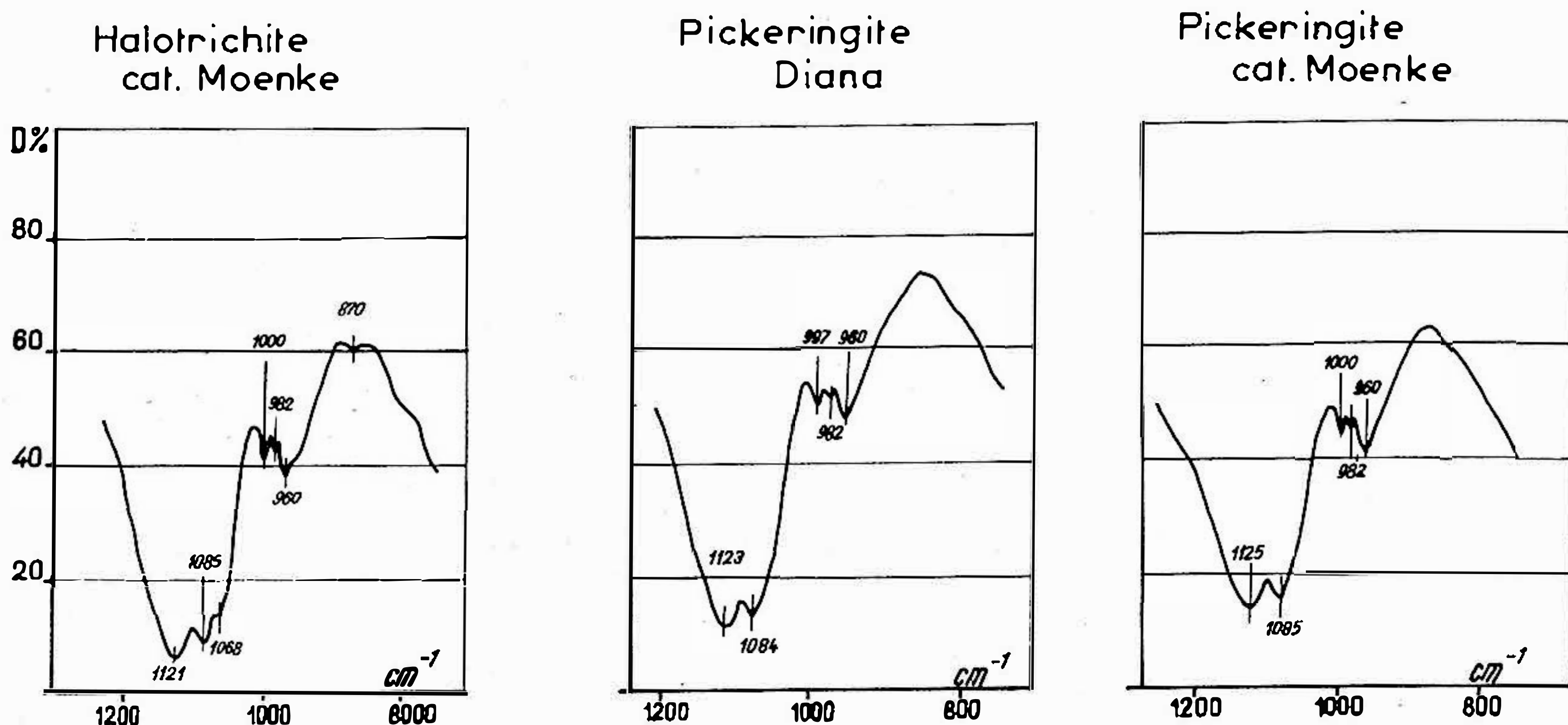


Fig. 2

substitution du Fe "par le Mg", une série continue de substitution isomorphe reliant le halotrichite et le pickeringite (Dana, 1963, p. 522).

Les réflexions permettant de différencier les deux termes finals de la série sont peu nombreux; cependant, le minéral analysé présente des distances réticulaires correspondant à celles du pickeringite.

Le spectre d'absorption en IR (fig. 2) permet à son tour d'identifier le minéral en question comme étant le pickeringite: les bandes d'absorption sont situées aux mêmes numéros d'onde que celles du pickeringite du catalogue Moenke (1962).

L'analyse thermique différentielle et thermogravimétrique (DTA et TG) (fig. 3) met en évidence seulement des effets endothermes correspondant à la perte de l'eau de cristallisation (jusqu'à 500 °C) et au dégagement du SO<sub>3</sub> (≈ 800 °C), effets situés à des températures caractéristiques au pickeringite (ASTM - DTA).

Les pertes de poids calculées à partir de la courbe TG correspondent à celles obtenues par Cailler (1968, p. 253) pour le pickeringite, à savoir 46 % jusqu'à 500 °C et 37 % entre 500 °C et 1000 °C; ces pertes sont supérieures à celles constatées pour le halotrichite (42 % et 34 % respectivement).

L'analyse chimique (tab. 2, colonne a) a permis de mettre en évidence un contenu assez élevé en FeO; ceci signifie

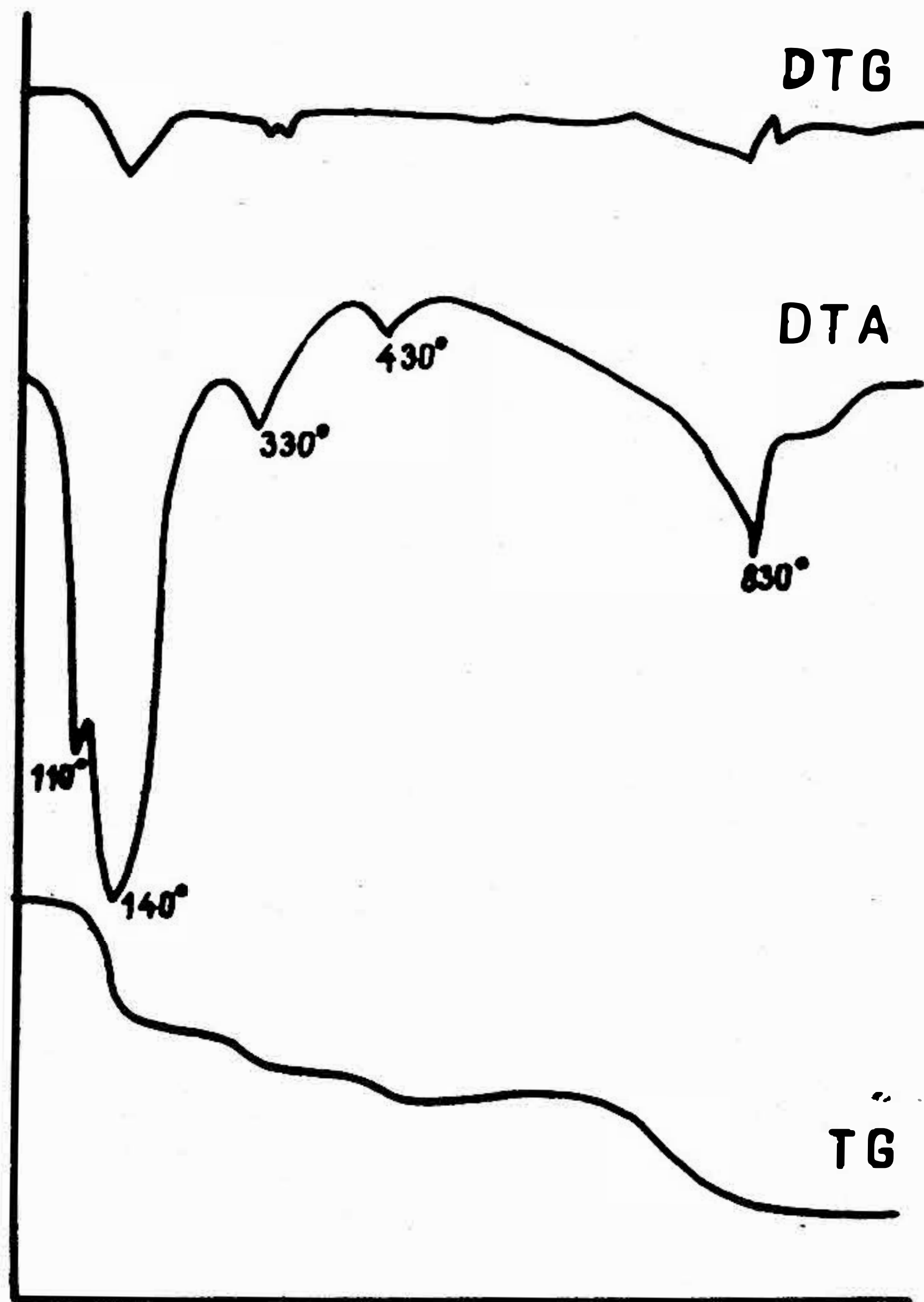


Fig. 3

que le minéral en question ne peut pas être assimilé au terme final - le pickeringite - et qu'il s'agit d'un terme intermédiaire de la série Halotrichite - Pickeringite.

A partir de la formule chimique (eau de cristallisation non comprise) on a calculé le pourcentage des oxydes dans l'échantillon analysé, aussi bien que dans le cas du halotrichite et du pickeringite idéal (tab. 2, colonnes b, c, d). Par son contenu en oxydes, l'échantillon occupe une place intermédiaire entre les deux termes.

Pour apprécier le degré de substitution du Fe nous avons calculé la formule structurale sur la base de 16 oxygènes et sans tenir compte de l'eau de cristallisation (tab. 2, colonne b), ceci parse que le pickeringite est formulé dans la bibliographie avec 20 ou avec 22 molécules d'eau, tandis que le halotrichite est formulé avec 22 ou avec 23 molécules.

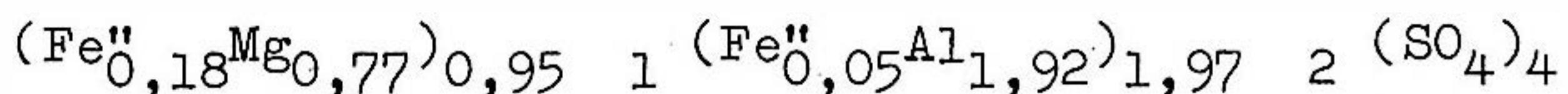


T a b. 2

La composition chimique (oxydes, %)

Pickeringite Diana (a)	Calculé pour le minéral deshidraté		
	Pickeringite Diana (b)	Halotrichite théorique (c)	Pickeringite théorique (d)
SO <sub>3</sub>	37,00	68,22	64,83
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,51	0,94	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,52	21,24	20,63
FeO	1,54	2,83	14,54
MgO	3,65	6,73	-
CaO	-	-	-
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	45,69		
Total	99,91	100,00	100,00

Il résulte de la formule structurale obtenue:



que le minéral de la grotte Diana prend place dans la série isomorphe Halotrichite - Pickeringite du côté du terme pickeringite et qu'il a un contenu de 18 % mols de halotrichite.

C o n s t a n t e s o p t i q u e s. Les constantes optiques sont sensibles à la substitution du Fe par le Mg: on assiste à l'augmentation de leur valeur correspondant à l'augmentation du contenu en fer.

Dans le tab. 3 sont présentées les constantes optiques du minéral analysé ainsi que celles du halotrichite et du pickeringite - analyses 2 et 12 Dana (1963, p. 522).

Il en ressort que les valeurs des constantes optiques du minéral de la grotte Diana se rangent entre celles des termes finaux de la série isomorphe Halotrichite - Pickeringite, et qu'elles sont plus proches de celles du pickeringite.

C o n s i d é r a t i o n g é n é t i q u e s. Dans le milieu particulier à la grotte Diana, la formation du pickeringite est déterminée en premier lieu par les eaux thermominérales qui se caracté-

T a b. 3

	Halotrichite (anal. 2)	Pickeringite (Diana)	Pickeringite (anal. 12)
X	1,480	1,477	1,475
Z	1,490	1,486	1,483
Z - X	0,010	0,009	0,008
Z $\wedge$ C	38°	37°	36°

T a b. 4\*)

Anions	g/Kg	Milival	%
Cl <sup>-</sup>	3,2871	92,7000	45,50
Br <sup>-</sup>	0,0055	0,0688	-
I <sup>-</sup>	0,0002	0,0015	-
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-	-	-
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	-	-	-
CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	-	-	-
SH <sub>2</sub>	0,0109	0,3295	0,20
S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0785	1,4001	0,70
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0,0920	2,2981	1,20
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,395	0,8223	0,40
		97,6203	
<u>Cations</u>			
Na <sup>+</sup>	1,3196	57,3748	29,40
K <sup>+</sup>	0,0572	1,4629	0,70
Li <sup>+</sup>	traces	-	-
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-	-	-
Ca <sup>2+</sup>	0,7304	36,4471	18,70
Mg <sup>2+</sup>	0,0284	2,3355	1,20
Fe <sup>2+</sup>	traces	-	-
Mn <sup>2+</sup>	-	-	-
Al <sup>3+</sup>	-	-	-
		97,6203	100,00

\* Analyse chimique I. P. L. - Bucarest No. 741.



risent, du point de vue chimique (tab. 4) par un contenu élevé en soufre dans tous les états d'oxydation.

Les débris marneux accumulés sur le plancher de la grotte par suite de l'excavation de la galerie artificielle, a favorisé l'ascension par capillarité de la solution thermominérale, un contact intime entre cette eau et la roche marneuse se réalisant de cette manière. Le pH = 4,0 des eaux rend celles-ci hautement agressives. Par suite des réactions de désagrégation des minéraux argileux des marnes (constituées - comme le montrent les analyses RX - d'illite, de caolinite, de chlorite et de quartz), la solution s'est enrichie en  $Al^{3+}$ ,  $Mg^{2+}$  et en  $Fe^{2+}$ ; de cette manière, les prémisses chimiques nécessaires pour le développement du pickeringite ont été réunies.

Une conjoncture microclimatique favorable s'est ajoutée à ces prémisses chimiques lors de l'ouverture de la galerie artificielle.

La température de l'eau, dont les valeurs oscillent entre 50 °C et 55 °C, crée une zone thermiquement affectée de façon relativement constante; le développement du pickeringite se fait remarquer dans la moitié sud de cette zone, entre les isothermes de 10 °C et de 20 °C (fig. 4).

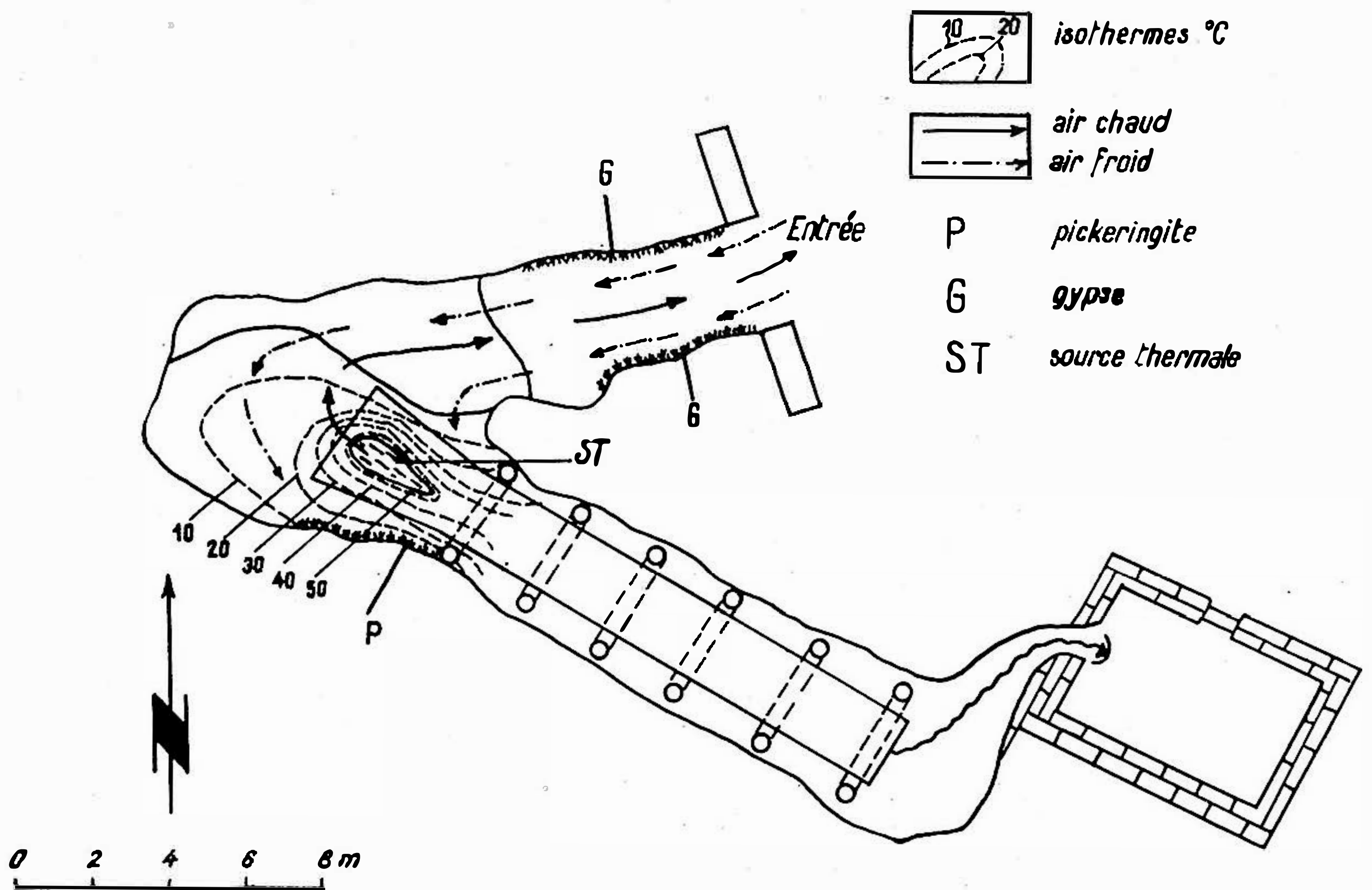


Fig. 4

La température de l'air présente des variations beaucoup plus accusées que celles de la température de l'eau, car elle est directement influencée par les températures de l'extérieur; celles-ci affectent (par une circulation dirigée de l'air froid (fig. 4)) la moitié nord de la zone thermique, en provoquant fréquemment la perturbation des isothermes; par conséquent, la possibilité du développement du pickeringite dans cette région se trouve amoindrie.

Il faudra souligner aussi l'importance de la faille Diana, faille qui a facilité l'ascension des eaux thermominérales jusqu'à la limite du contact lithologique entre les calcaires massifs et les marnocalcaires superposés et dont la constitution minéralogique a joué un rôle déterminant dans le processus de développement du pickeringite.

## BIBLIOGRAPHIE

- CAILLER, S., PROST, A. (1968): Occurrence of halotrichite at Sör - Fron (Oppland); contribution to the mineralogy of Norway, Norsk, Geol. Tidsskrift, 48 nr. 4, p. 253, Oslo.
- DANA I.D., DANA E.S. (1963): System of mineralogy. New York. Seventh Edition, p. 522.
- MOENKE, H. (1962): Mineral spektren. Akademie Verlag, Berlin.
- POVARA, I., DIACONU, G., GORAN, C. (1972): Observations préliminaires sur les grottes influencées par les eaux thermominérales de la zone Băile Herculane. Trav. Inst. Spéol. "Emille Racovitza", t. XI, p. 355, Bucarest - Roumanie.





**Aa 007**

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ СУЛЬФАТНОГО И СОЛЯНОГО КАРСТА НА ТЕРРИТОРИИ СССР

К.А. Горбунова  
Геологический факультет, Пермский университет,  
Перм, СССР

Одним из основных условий развития карста является наличие на данном участке земной коры карбонатных, сульфатных и соляных пород (Горбунова, Монаков, 1969). Сульфатный и соляной карст отличается более высокой активностью по сравнению с карбонатным (Горбунова, 1965).

Сульфатные и соляные отложения, которые относятся к галогенным формациям, широко распространены на территории СССР. Накопление их происходило в различных фациальных обстановках: континентальной, лагунной, крупных заливов, краевых частей эпиконтинентальных морей, крупных внутриконтинентальных солеродных морей (Иванов, Воронова, 1972; Страхов, 1962).

Путем анализа литолого-палеогеографических карт (Атлас, 1967-1969) для территории СССР установлено несколько эпох интенсивного галогенеза: алданско-амгинская (кембрий) с общей площадью сульфато- и солеродных бассейнов около 1,5 млн. км<sup>2</sup>, ассельско-кунгурская (пермь) с площадью бассейнов 2,5 млн. км<sup>2</sup>, оксфорд-валанжинская (юра-мел) более 600 тыс. км<sup>2</sup>, палеоценовая (палеоген) - более 160 тыс. км<sup>2</sup>, среднемиоценовая (неоген) - около 200 тыс. км<sup>2</sup>. В ордовикскую, зйфельско-фаменскую (девон), уфимско-татарскую (пермь) эпохи отлагались карбонатные и терригенные формации с подчиненной ролью сульфатов (гипсов, ангидритов) и солей.

Для галогенных формаций выделяются сульфатный, соляной, сульфатно-карбонатный, сульфатно-терригенный, сульфатно-соляно-карбонатный типы разрезов.

Наибольшие площади галогенные формации занимают на платформах: в синеклизах и впадинах, в краевых прогибах, и незначительные - в межгорных впадинах и краевых частях складчатых систем. На территории СССР выделяется три региона распространения галогенных формаций: Восточноевропейский, Восточносибирский и Среднеазиатский. Современный карст развивается в особых гидрогеологических условиях (Максимович, 1969). Сопоставление палеогеографических, геологических и гидрогеоло-



гических данных позволило подразделить регионы на более или менее обособленные, соответствующие определенным морфоструктурным элементам, области и районы: 1 - вероятного развития древнего карста, где карстующиеся породы залегают в зонах затрудненного и застойного водного режима и перекрыты некарстующимися породами, 2 - активного современного карста, где карстующиеся породы залегают на земной поверхности или неглубоко от нее в зоне активного водообмена.

Галогенные отложения обычно выходят на поверхность в краевых частях как крупных, так и малых артезианских бассейнов.

В о с т о ч н о е в р о п е й с к и й р е г и о н. Наиболее древние гипсы приурочены к ландоверскому и венлокскому ярусам. В верхнем девоне появляются соли (рис. 1). В нижнем карбоне гипсы связаны с карбонатными отложениями. На сульфатоносные отложения верхнего карбона приходится 784 тыс. км<sup>2</sup>.

Наибольшие площади занимают сульфатные и сульфатоносные, соляные и соленосные отложения ассельского и сакмарского (1285 тыс. км<sup>2</sup>), артинского и кунгурского ярусов (1155 тыс. км<sup>2</sup>). В уфимском и казанском ярусах преобладают гипсоносные карбонатно-глинистые толщи и меньшую роль играют сульфатные (133 тыс. км<sup>2</sup>) и соленосные отложения (105 тыс. км<sup>2</sup>). Верхнеюрские гипсы приурочены к терригенным толщам. Небольшую площадь имеют сульфатные и соленосные отложения нижнего неогена.

Карст Восточноевропейского региона на больших площадях проявляется в условиях умеренно-влажного климата (Родионов, 1963; Гвоздецкий, Чикишев, 1966; Ступишин, 1967; Максимович, Горбунова, 1958). Здесь выделено несколько областей: Предуральская и Приуральская сульфатного и соляного карста нижнепермских отложений, Волго-Камская сульфатного карста ниже- и верхнепермских отложений, Прикаспийская карста соляных куполов нижнепермских отложений, Северодвинская сульфатного карста нижнепермских отложений, Прибалтийская сульфатного карста верхнедевонских отложений, Днепровская соляного и сульфатного карста нижнепермских и девонских отложений, Приднестровская сульфатного карста неогеновых отложений, Северокавказская сульфатного карста верхнеюрских отложений.

В о с т о ч н о с и б и р с к и й р е г и о н. Наиболее древние проявления гипсов и солей относятся к доломитовой толще верхнего протерозоя (рис. 2). Наибольшие площади занимают галогенные формации алданского (475 тыс. км<sup>2</sup>) и ленского (505 тыс. км<sup>2</sup>) ярусов нижнего кембрия и амгинского яруса (470 тыс. км<sup>2</sup>) среднего кембрия, представленные солями и гипсами среди доломитов и песчаников. Галогенные образования верхнего кембрия, ордовика, верхнего сибура, нижнего и

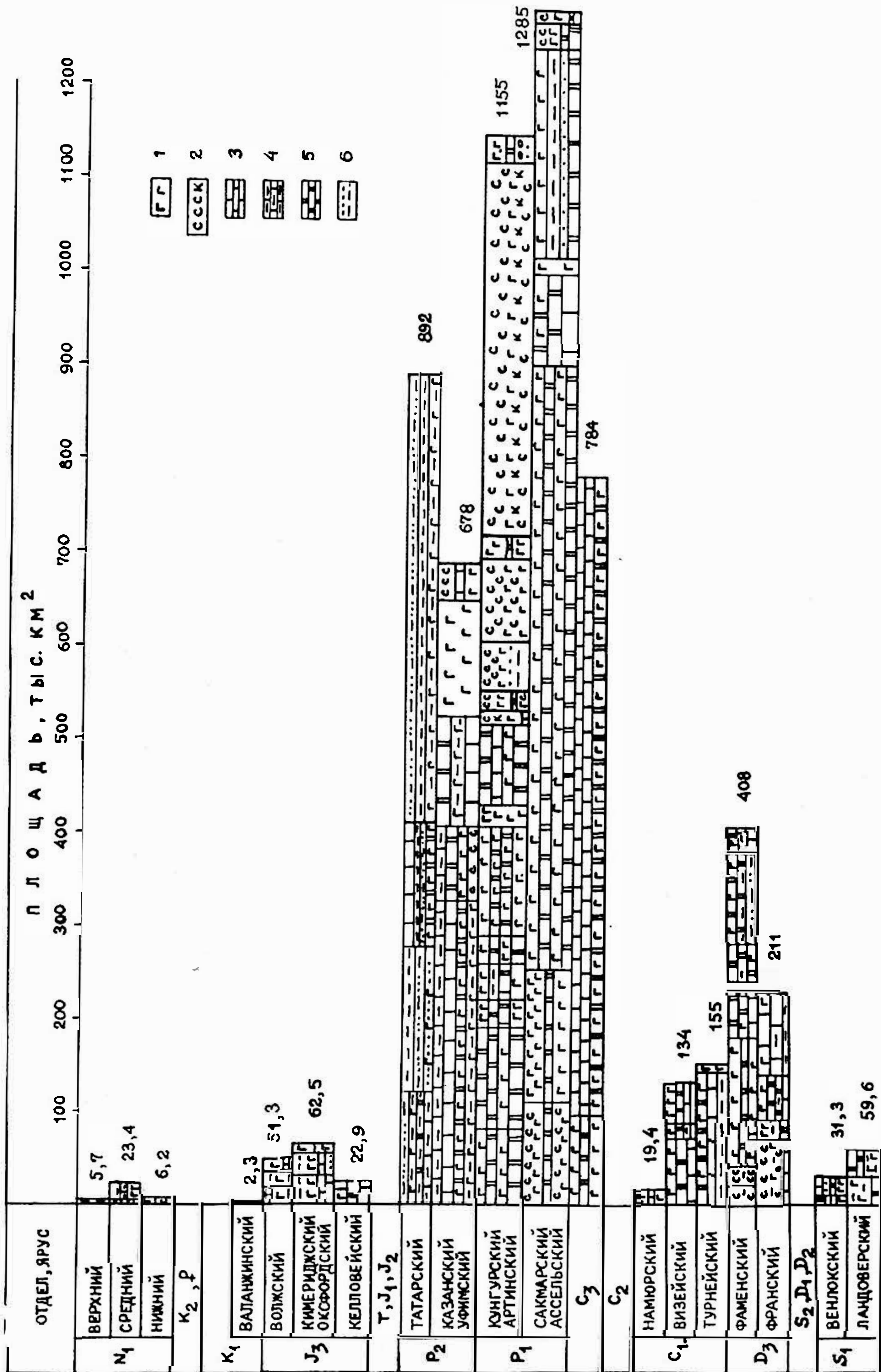
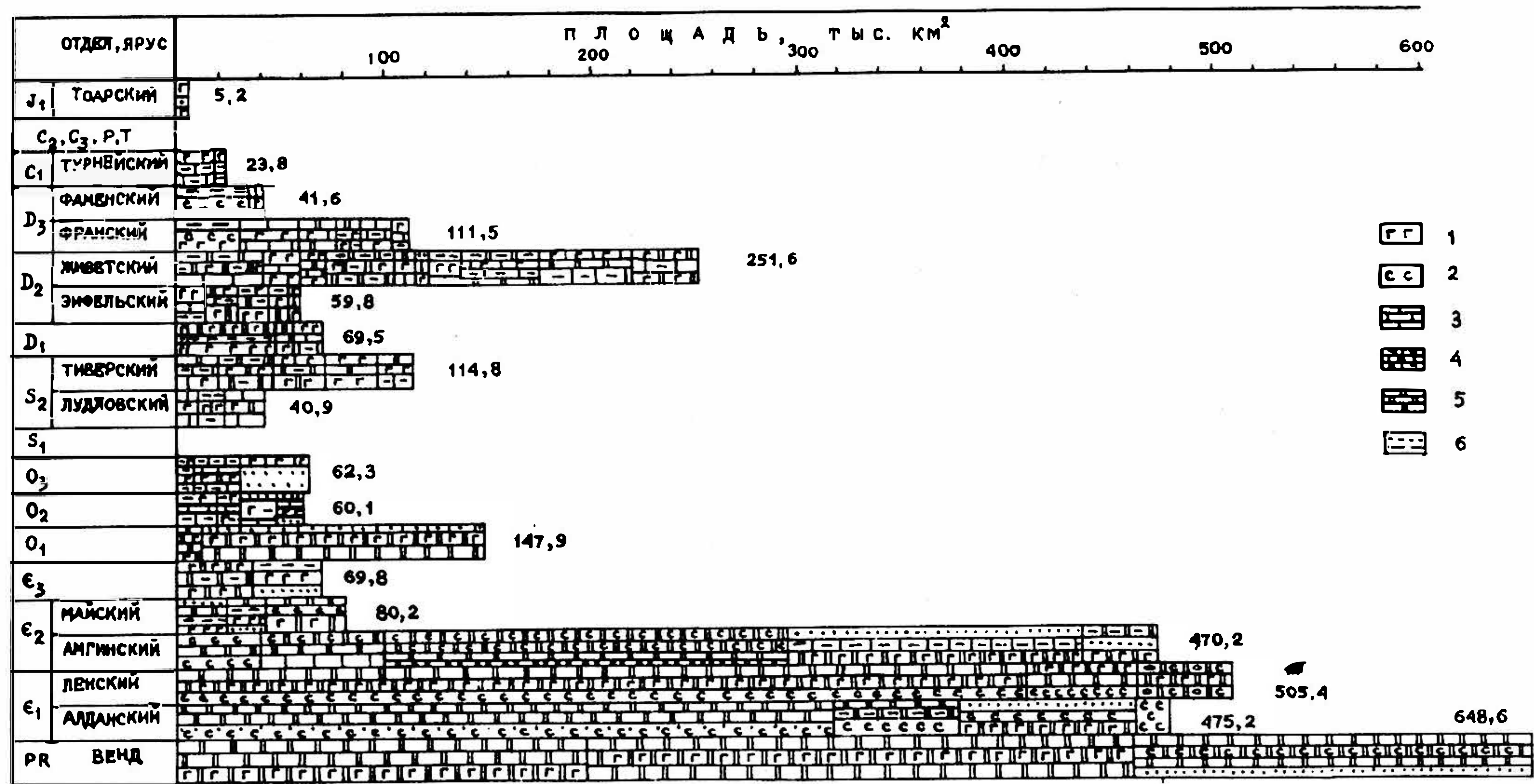


Рис. 1. Галогенные формации Восточноевропейского региона: 1-гипсы, ангидриты; 2-соли: с-каменная, к-калийная; 3-известняки, 4-глинистые известняки, мергели; 5-доломиты, 6-песчаники, глины. - Halogen rocks of East-European region: 1-gypsum and anhydrite; 2-rock salt (halite)-c, potash salt-k; 3-limestone; 4-shale limestone, marl; 5-dolomite; 6-sandstone and clay.



Рис. 2. Галогенные формации Восточносибирского региона: 1-6 см. рис. 1.  
Halogen rocks of East-Siberian region.



среднего девона представлены только гипсами и ангидритами среди карбонатных, реже терригенных толщ. В верхнем девоне наряду с гипсами появляются соли. В турнейском ярусе нижнего карбона и тоарском ярусе нижней юры сульфаты встречаются на ограниченной площади.

Карст Восточносибирского региона на огромных площадях проявляется в условиях развития многолетней мерзлоты (Вологодский, 1965; Коржув, Николаев, 1957; Пармузин, 1954; Соколов, 1961).

В данном регионе выделяются следующие области: Ангаро-Ленская сульфатного карста кембрийских отложений, Среднеленская сульфатного и соляного карста преимущественно кембрийских отложений, Кемпендайская соляного карста девонских и кембрийских отложений, Вилуйско-Котуйская сульфатного и соляного карста преимущественно ордовикских и силурийских, в меньшей степени кембрийских и девонских отложений, Норильская сульфатного карста девонских и верхнесилурийских отложений, Хатангская карста соляных куполов девонских отложений, Нижнетунгусская вероятного развития сульфатного карста девонских и силурийских отложений. Наименее изучен карст Таймырской и Верхояно-Кольмской складчатых областей, Северной Земли, бассейна п. Оленек.

С р е д н е а з и а т с к и й    р е г и о н. Наиболее древними являются гипсы и соли верхнего девона. Несколько большая площадь приходится на соле- и сульфатносные отложения нижнего карбона (рис. 3). Наибольшую площадь занимают галогенные формации в составе трех ярусов верхней юры и нижнего мела: оксфордского и кимериджского - в основном гипсы среди карбонатных пород (120 тыс. км<sup>2</sup>), волжского - гипсы и соли в терригенной толще (181 тыс. км<sup>2</sup>) и валанжинского - гипсы среди терригенных, частично карбонатных, пород (236 тыс. км<sup>2</sup>). В нижнем палеогене (166 тыс. км<sup>2</sup>) и нижнем неогене (171 тыс. км<sup>2</sup>) гипсы залегают среди карбонатных и терригенных отложений.

На больших площадях карст Среднеазиатского региона развивается в условиях аридного климата (Гвоздецкий, 1957; Дзенс-Литовский, 1966; Карст Казахстана, 1967; Карст Узбекистана, 1970; Короткевич, 1970).

Данный регион подразделяется на следующие области: Чуйская сульфатного карста в отложениях преимущественно нижнего карбона, Южно-таджикская соляного и сульфатного карста верхнеюрских, меловых и палеогеновых отложений, Памиро-Алайская сульфатного карста верхнеюрских и меловых отложений, Ферганская сульфатного и соляного карста палеогеновых и неогеновых отложений, Устюртская сульфатно-карбонатного карста неогеновых отложений.

Кроме перечисленных карстовых областей выделяются карстовые районы на участках локального развития галогенных отложений. Большой



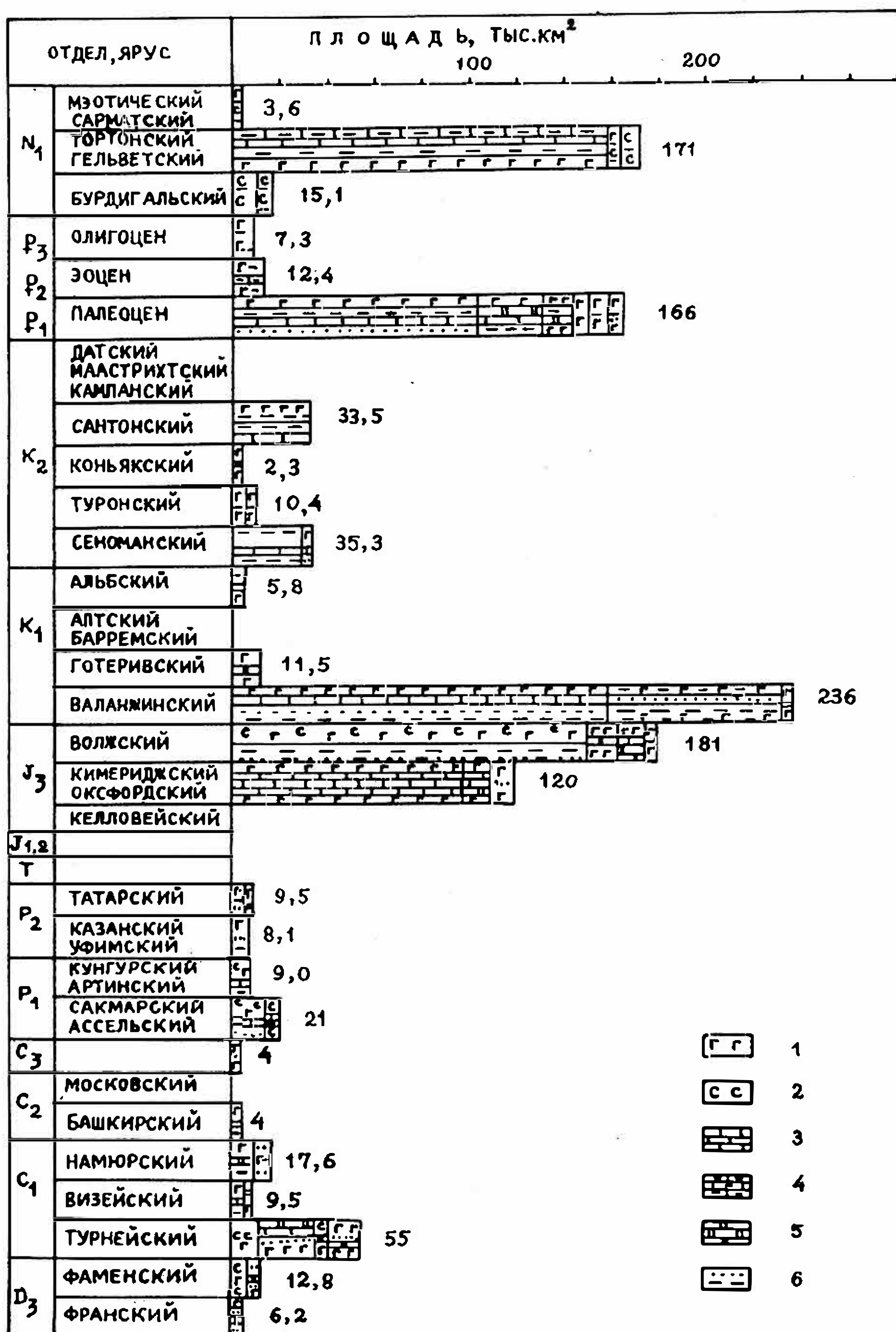


Рис. 3. Галогенные формации Среднеазиатского региона: 1-6 см. рис. 1.  
Halogen rocks of Middle-Asiatic region.

интерес представляют области развития древнего карста, а также древний карст в пределах выделенных областей и районов.

# GEOLOGICAL PRECONDITIONS OF THE DEVELOPMENT OF GYPSUM AND HALITE KARST ON THE TERRITORY OF THE USSR

K. A. Gorbunova

## SUMMARY

The most ancient gypsum, anhydrite and halite belong to the thickness of Upper Proterozoic (Vend). Lithological-paleogeographical map analysis allowed to establish several stages of intensive halogenesis: Aldanian-Amginian (Cambrian) stage with sedimentation halogen rock basin total area of about 1,5 mill sq. km, Asselian-Kungurian (Permian) stage with basin area of 2,5 mill sq. km, Oxfordian-Valanginian (Late Jurassic-Early Cretaceous) - more than 600 thou. sq. km, Paleocenic (Paleogene) - more than 160 thou. sq. km, Middle Miocenic (Neogene) - about 200 thou. sq. km (fig. 1, 2, 3).

There are three regions with widely distributed halogen rocks of various age: East-European (chiefly Permian, partly Neogene, Jurassic and Devonian rocks), East-Siberian (chiefly Cambrian, partly Ordovician, Silurian, Devonian) and Middle-Asiatic (Jurassic, Cretaceous, Neogene, partly Carboniferous and Paleogene).

The comparison of the paleogeographical, geological and hydrogeological data permits to subdivide these regions into provinces and districts: 1 - those of probable development of older karst, where halogen rocks lie in slow and stagnant water exchange zones, 2 - those of active recent karst, where halogen rocks lie on above ground, or not far from it, in intensive water exchange zones.

## ЛИТЕРАТУРА

- Атлас литолого-палеогеографических карт СССР, тт. 1-1У, 1967-1969-  
ВОЛОГОДСКИЙ Г.П.: Карст Южного Приангарья. В кн. "Инженерно-геологические особенности Приангарского промышленного района и их значение для строительства". Изд. "Наука", М., 1965.  
ГВОЗДЕЦКИЙ Н.А.: О распространении карстовых явлений в пустынях и горах Средней Азии. Вопросы географии, сб. 40, 1957-



- ГВОЗДЕЦКИЙ Н.А., ЧИКИШЕВ А.Г.: Районирование карста Русской равнины. Вопросы изучения карста Русской равнины. М., 1966.
- ГОРБУНОВА К.А.: Особенности гипсового карста. Пермское кн. издат., 1965.
- ГОРБУНОВА К.А., МОНЯКОВ Ю.К.: Геологические предпосылки развития сульфатного карста на территории СССР. Вопросы карстоведения, Пермь, 1969-
- ДЗЕНС-ЛИТОВСКИЙ А.И.: Соляной карст СССР. Изд. "Недра", 1966.
- ИВАНОВ А.А., ВОРОНОВА М.Л.: Галогенные формации. Изд. "Недра", 1972.
- Карст Казахстана. Изд. "Недра", 1967.
- Карст Узбекистана. VII, Ташкент, 1970.
- КОРЖУЕВ С.С., НИКОЛАЕВ С.С.: Типы мерзлотного карста и некоторые особенности его проявления. Изд. АН СССР, сер. географ., № 6, 1957.
- КОРОТКЕВИЧ Г.В.: Соляной карст. Изд. "Недра", 1970.
- МАКСИМОВИЧ Г.А.: Распространение и районирование карста СССР. Гидрогеология и карстоведение, вып. 1, Пермь, 1962.
- МАКСИМОВИЧ Г.А.: Основы карстоведения, т. II, Пермь, 1969.
- МАКСИМОВИЧ Г.А., ГОРБУНОВА К.А.: Карст Пермской области. Пермское кн. издат., 1958.
- ПАРМУЗИН Ю.П.: Вопросы карстоведения Сибири. Изв. ВГО, т. 86, вып. 1, 1954.
- РОДИОНОВ Н.В.: Карст европейской части СССР, Урала и Кавказа. Госгеолтехиздат, 1963.
- СОКОЛОВ Н.И.: Карст южной части Сибирской платформы. Региональное карстоведение. Изд. АН СССР, М., 1961.
- СТРАХОВ Н.М.: Основы теории литогенеза, т. III, Изд. АН СССР, М., 1962.
- СТУПИШИН А.В.: Равнинный карст и закономерности его развития на примере Среднего Поволжья. Издат. Казанского ун-та, 1967.

Aa 008

## ОТРАЖЕНИЕ ТРЕЩИНОВАТОСТИ В РЕЛЬЕФЕ КАРСТОВОГО РАЙОНА ТРОПИКОВ

Н.А.Гвоздецкий

Географический факультет, Московский университет,  
Москва, СССР

Х.Матео

Географический институт КАН,  
Гавана, Куба

В условиях тропического карста яркое сочетание карстовых процессов с эрозионными наблюдается в тех случаях, когда в строении поверхности наряду с плотными трещиноватыми карстующимися известняками участвуют мергелистые толщи. Мергели местами могут подстилать, местами перекрывать трещиноватые известняки. Сочетание трещиноватых известняков с мергелями дает возможность проявиться не только карстовым, но и эрозионным процессам. Размыв же поверхности направляется по системам трещин в плотных карстующихся известняках, из-за чего трещиноватость получает очень яркое геоморфологическое выражение. Именно такой случай и наблюдался нами в карстовом районе возвышенности Сьерра-де-Камаронес, где нами проводились площадные геоморфологические исследования карста.

Лежащая на границе провинций Гавана и Матансас возвышенность Сьерра-де-Камаронес относится к системе складчатых поднятий Гавана-Матансас (Нуньес Хименес, 1969), представляя собой одно из восточных ее звеньев. На ее продолжении к западу лежит известняковая возвышенная гряда Эскалерос-де-Харуко.

Сьерра-де-Камаронес в большей части имеет платообразный характер. С северной стороны она ограничена четким уступом с отвесным известняковым обрывом (рис. 1). Наибольшая высота в восточной оконечности возвышенности, где поднимается гора Лома-Эль-Паленке, 327 м абс. выс. В остальных частях высшие точки возвышенности находятся в пределах 200-300 м.

Возвышенность сложена карбонатными толщами олигоцена (Mara de Yacimientos Minerales de Cuba, 1963; Нац. атлас Кубы, 1970), которые дислоцированы пликативно. Простираение складчатых структур в средней части возвышенности, севернее Вайе-де-Пикадура, ЗЮЗ - ВСЗ-ное. В северном обрыве возвышенности, имеющем характер кузстообразного уступа, слои падают под углом  $15-20^\circ$ , в других местах круче (до  $45^\circ$ ),



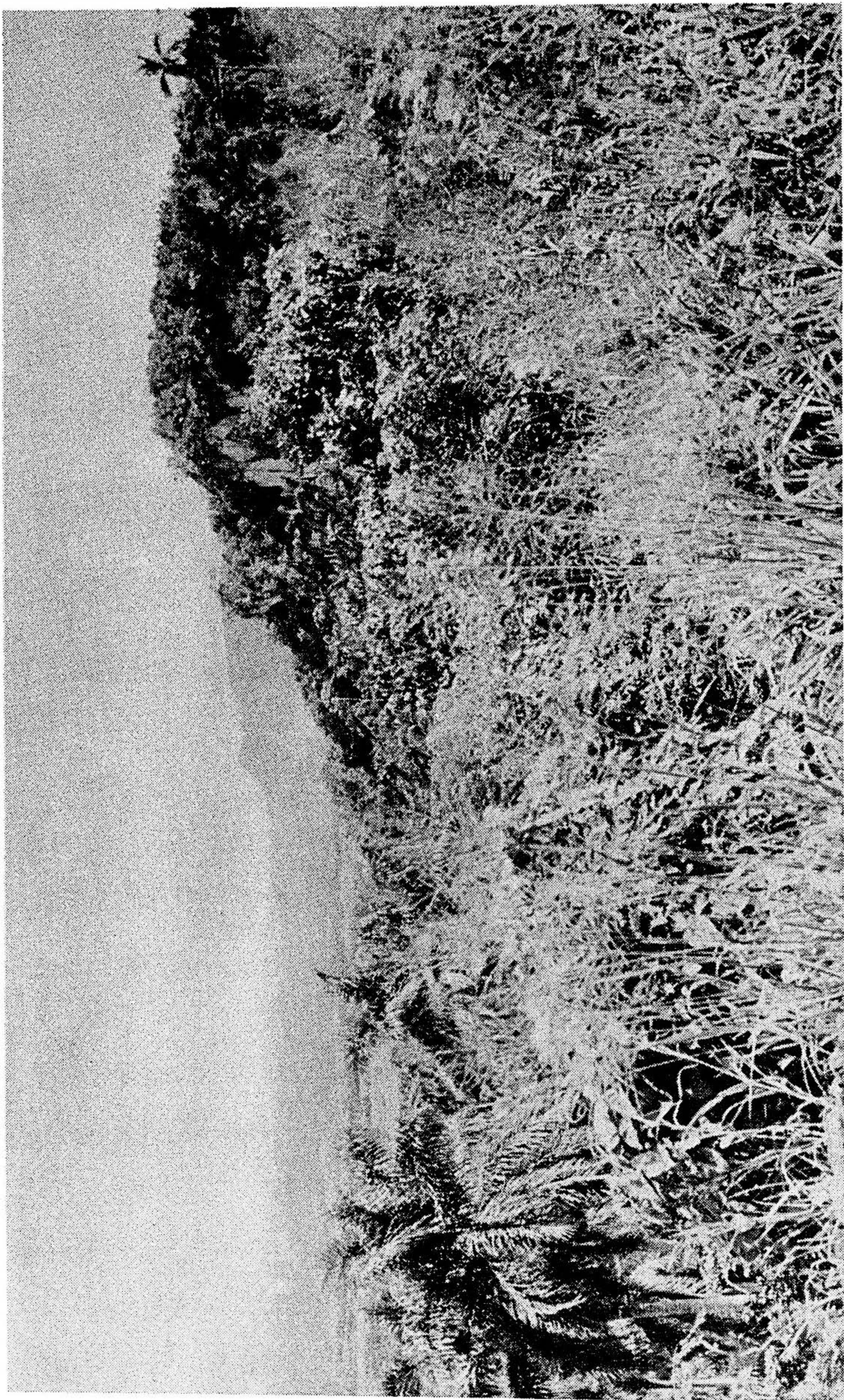


Рис.1. Гребень и северный откос возвышенности Сьерра-де-Камаронес. Вид к востоку. Фото Н.А.Гвоздецкого.



но часто и значительно положе ( $7-10^{\circ}$ ). У северного края возвышенности карбонатная толща олигоцена образует асимметричную синклинали, которая срезается плоской вершинной поверхностью возвышенности, и рельеф здесь находится в несоответствии с тектонической структурой, как и на известняковой гряде Эскалерос-де-Харуко, имеющей синклинальное строение (Massig, Ysalgue, 1942). Погружение на западном краю возвышенности осей складчатых структур вызывает изменения в простирании слоев, которые можно наблюдать в имеющихся здесь известняковых карьерах.

Слагающие возвышенность карбонатные горные породы не однородны. Толщи твердых известняков, то более, то менее отчетливо слоистых и обычно сильно трещиноватых, чередуются с менее твердыми мергелистыми известняками и мергелями, в которых трещиноватость выражена гораздо слабее или даже почти совсем не выражена (карьер в котловине к востоку от Вайе-де-Пикадура, карьер на северо-восточном краю поля Эль-Дестино). Мергелистые толщи иногда перекрывают собой твердые известняки, например, к ЮЗ от карстового источника Охо-де-Агуа-де-Камаронея (на северном краю возвышенности), а часто, наоборот, подстилают их, как это наблюдается в карьере на северо-восточном краю поля Эль-Дестино. В последнем случае изолированные останцы типа моготе поднимаются на мергельном основании и среди равнины, сложенной мергелями, представляя собой одну из последних стадий разрушения известняковой толщи, перекрывавшей мергелистую. Наблюдаются также случаи, когда днища карстовых котловин и полей образованы толщей мергелистых известняков и мергелей, например, в котловине с карьером к востоку от Вайе-де-Пикадура и на северо-восточном краю поля Эль-Дестино.

Повсеместное участие в строении возвышенности Сьерра-де-Камаронес как твердых трещиноватых известняков, так и слабо трещиноватых мергелистых известняков играет исключительно большую роль в геоморфологических особенностях возвышенности. Наличие практически водонепроницаемых мергелистых толщ определяет значительную эрозионную расчлененность возвышенности. В то же время, твердые трещиноватые известняки предопределили участие процессов выщелачивания и карста в формировании расчленяющих возвышенности долин и весьма четкое проявление систем трещиноватости в характере и направлении долин, типичное для областей карбонатного карста (Гвоздецкий, 1954). Трещиноватостью известняков определяется и простираание отдельных участков северного обрыва возвышенности.

Во время полевых исследований нами производился замер направлений трещин в 14 пунктах. Данные этих замеров суммированы в виде диа-



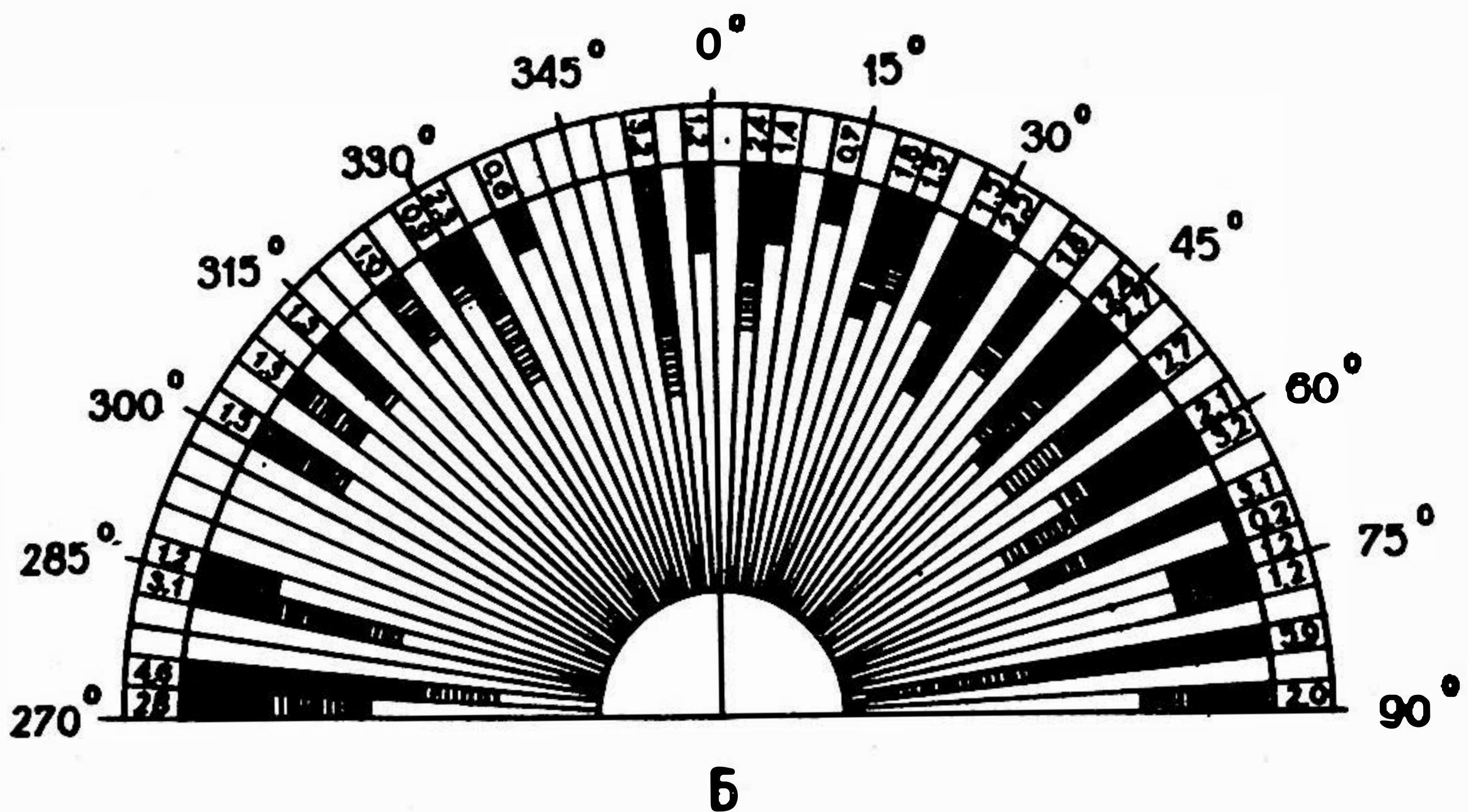
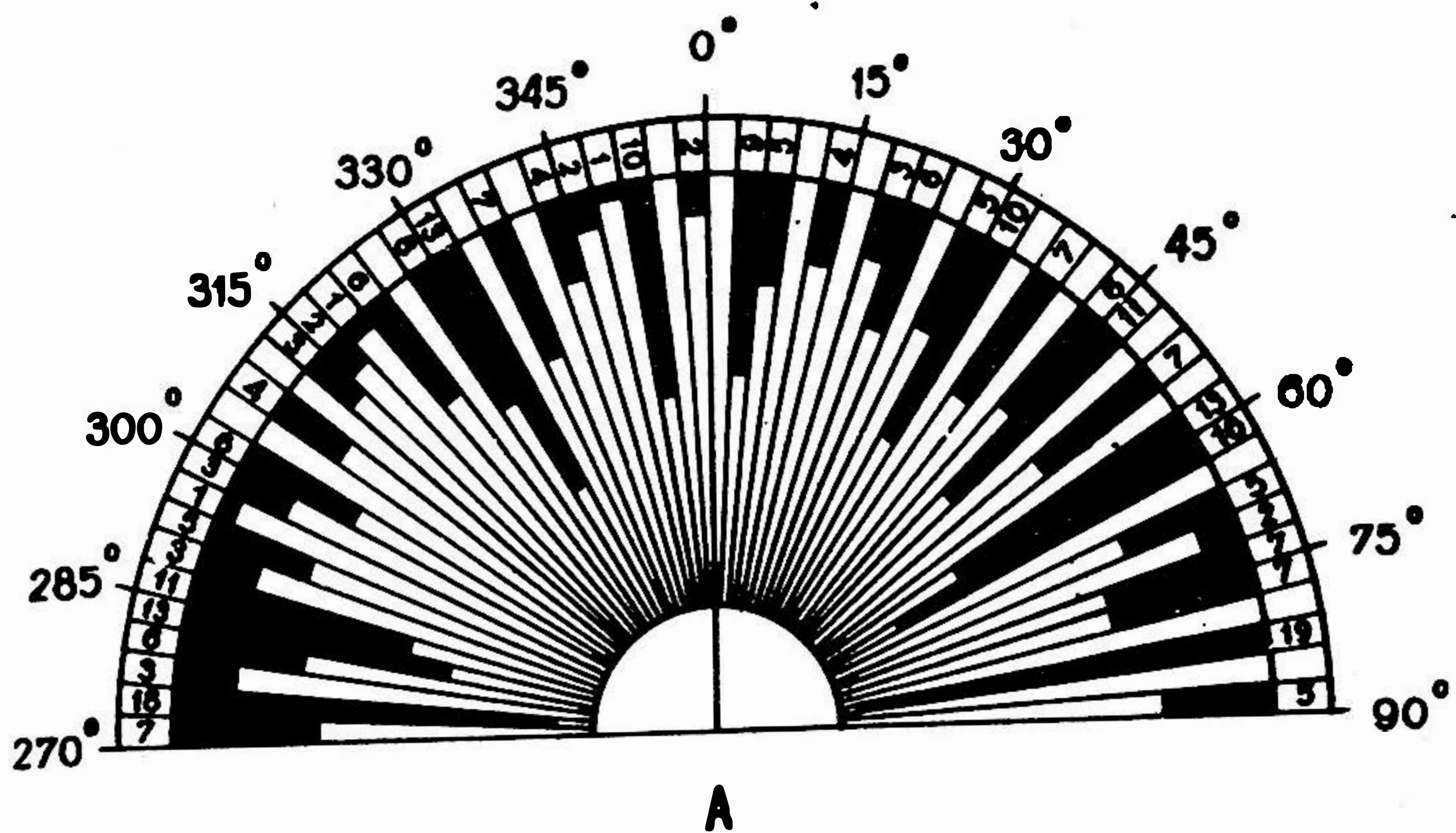


Рис. 2. А - диаграмма трещиноватости олигоценых известняков возвышенности Сьерра-де-Камаронес. Цифры внутри полукруга и черная заливка показывают количество замеренных трещин разных направлений. Б - диаграмма направлений долин (черная заливка) и обрывов (штриховка) в олигоценых известняках возвышенности Сьерра-де-Камаронес. Цифры внутри полукруга показывают суммарную длину отрезков долин и обрывов разных направлений в километрах.

граммы трещиноватости, составленной по методу Тарра (рис. 2 А). В камеральных условиях на основе топографической карты и аэрофотоснимков был выполнен анализ направлений прямолинейных отрезков долин и северного обрыва и по карте произведено измерение длины отрезков



разных направлений. Для графического изображения результатов этого анализа мы воспользовались методом Тарра-Гвоздецкого (1954).

Сначала мы составили диаграммы отдельно для долин и северного обрыва возвышенности, а затем суммировали их данные в сводной диаграмме (рис. 2 Б). Сравнение ее с диаграммой трещиноватости (рис. 2 А) с необычайной наглядностью демонстрирует геоморфологическую роль трещиноватости твердых известняков.

Твердые трещиноватые известняки интенсивно закарстованы. Карры на оголенной поверхности известняков часто представляют собой "объемное кружево": разделяющие углубления карровой поверхности гребни и выступы источены во всех направлениях отверстиями, часто сквозными, создавая из уцелевшей породы очень сложный объемный узор. Такие карры наблюдаются к востоку от нового поселка государственного плана Пикадура у края известнякового плато над северным обрывом, в бортах котловины к востоку от Вайе-де-Пикадура, восточнее поля Эль-Дестино при спуске в сторону массива Лома-Эль-Паленке и в других местах. Они вообще очень характерны для тропического карста Кубы.

Тектонические трещины на краю плато возле северного обрыва раскрыты силой бортового отпора. Разошедшиеся стены одной из трещин восточнее нового поселка государственного плана Пикадура образовали длинный ров с параллельными вертикальными бортами глубиной 2 м и шириной 1 м, напоминающий описанные в советской карстоведческой литературе рвы отседания в Приангарье. Эта форма, определенная системой трещиноватости, может быть отнесена к типу богаза (Милойевич, 1938).

Из других карстовых форм Сьерры-де-Камаронес обычны поноры в расчленяющих возвышенность долинах. Эти поноры поглощают периодические водотоки во время ливней. Многочисленны также котловины разных форм и размеров. Две крупные плоскодонные котловины - Вайе-де-Пикадура и Эль-Дестино - представляют собой древние поля. В результате поднятия возвышенности они уже почти утратили характерные для полев гидрографические особенности: поноры в пониженных участках их днищ поглощают теперь лишь периодические водотоки, но местами в понижениях наблюдается еще заболоченность.

В известняковых обрывах возвышенности есть навесы, ниши и гроты с широкими входными отверстиями. Огромные гроты имеются в отвесном обрыве известняков восточного откоса массива Лома-Эль-Паленке. Над входами в эти гроты висят большие сталактиты, образующие (в нижнем гроте) сталактитовый занавес. Карстовые полости скрыты в недрах массива. Одна из полостей обнаружена неглубоким бурением при подготовке



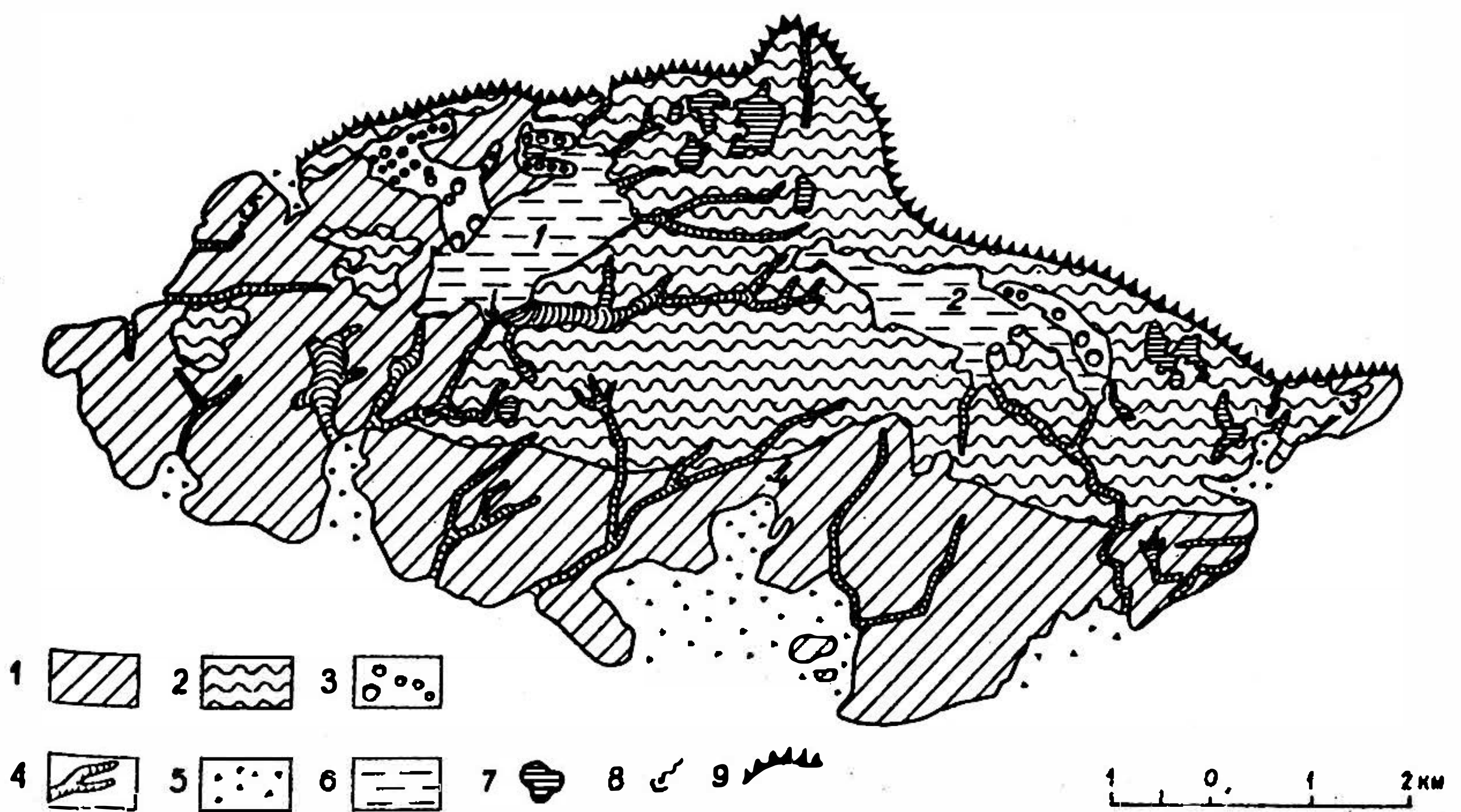


Рис. 3. Схематическая карта карста Сьерры-де-Камаронес: 1 - известняковые плато и возвышения, слабо расчлененные на моготе, большей частью с древесно-кустарниковой растительностью (тип 1), 2 - тоже, более расчлененные, с куполовидными вершинами моготе (тип 2), 3 - останцовый карст с изолированными моготе, большей частью одетыми древесно-кустарниковой растительностью (тип 3), 4 - карстово-эрозионные долины, 5 - денудационные карстовые равнины, большей частью освоенные под пастбища и поля. 6 - плоские днища котловин типа полей с полями и пастбищами, 7 - карстовые котловины, 8 - водопоглощающие поноры, 9 - известняковый обрыв.

1 - Вайе-де-Пикадура. 2 - Эль-Дестино. 3 - г. Лома-Эль-Паленке, 327 м.  
4 - г. Трес-Эрманос, 271 м. 5 - г. Монтес-де-Пикадура-де-Камаронес, 206 м.

основания к строительству большого здания в новом поселке государственного плана Пикадура.

Характерной геоморфологической особенностью возвышенности является останцовый тропический карст. Поверхность возвышенности представляет собой сочетание платообразных участков, слабо расчлененных на останцы-моготе (тип 1), участков, более расчлененных, с куполовидными вершинами - моготе (тип 2) и, наконец, участков характерного останцового карста с изолированными моготе (тип 3, см. рис. 3).

Как известно, останцы тропического карста могут располагаться по соседству с платообразными известняковыми массивами, находящимися в начальной стадии расчленения, и в этом случае они поднимаются среди краевых карстовых равнин. В другом случае они могут быть не связанными с ними и тогда сочетаются с многочисленными впадинами (Гвоздецкий, 1967).





Рис. 4. Один из моготе на возвышенности Сьерра-де-Камаронес, поднимающийся у северо-восточного края поля Эль-Дестино. Фото Н.А. Гвоздецкого.

В Сьерра-де-Камаронес наблюдаются оба случая. Изолированные моготе, поднимающиеся среди денудационной карстовой равнины (рис. 3, тип 3) расположены на северном краю поля Вайе-де-Пикадура и вдоль северо-восточного края поля Эль-Дестино (рис. 4). А между северными частями этих полей, на пространстве, показанном на нашей картосхеме (рис. 3) как тип 2, среди останцов-моготе находятся многочисленные понижения - котловины, образованные путем слияния нескольких карстовых воронок и имеющие по нескольку углублений на дне.

Проведенные нами исследования возвышенности Сьерра-де-Камаронес позволили установить геоморфологическую роль чередования чистых и мергелистых известняков в условиях тропического карста и весьма наглядно продемонстрировали роль тектонической трещиноватости.



# REFLECTION OF JOINTING IN THE RELIEF OF A KARST TROPIC REGION

N.A. Gvozdetsky, Kh. Mateo

## S U M M A R Y

The region of the investigations carried out is the Sierra-de-Camarones upland lying at the border of the Havana and Matanzas provinces is characterized by a combination of jointy limestones and marls in the Oligocene in its structure. This combination stipulates a vivid manifestation of karst processes as well as erosional ones. Carbonate rocks are dislocated plicately. Marl strata and marly limestones with a weakly expressed jointing sometime overlap and often they themselves underlay greatly jointy hard compact limestones.

The presence of practically watertight marly strata determines a significant erosional ruggedness of the upland. At the same time marly hard compact limestones have predetermined the participation of leaching processes and karst in the disjointing formation of the valley uplands. The jointing system has clearly appeared in the character and direction of the valleys. The strike of separate areas of the northern scarp of the upland resembling the cuesta scarp is also determined by jointing.

A very thorough survey of joint directions at 14 points was carried out during the field investigations, the survey data are summed up in the form of jointing diagrams drawn up according to Tarra's method. An analysis of directions of rectilinear sections of the valleys and the northern scarp is carried out under laboratory conditions on the basis of a topographic map and aerial photographic survey, the section survey of the valleys of various directions is carried out according to the map. The reporters have used Tarra-Gvozdetsky's method for graphical representation of these results. The comparison between the jointing diagram and the strike diagram of the rectilinear sections of the valleys and the northern scarp demonstrates the relationship with a startling visuality.

Outliers (mogote), ancient poljes, swallow holes, rock rills are distributed in karst forms of the upland; overhangs, recesses, grottos with stalactite curtains are found in limestones of scarps.

## ЛИТЕРАТУРА

ГВОЗДЕЦКИЙ Н.А.: Карст. Изд. 2-е, М., 1954.

Распространение карстовых явлений на земном шаре и вопросы их типологии. Сб. "Землеведение", т. 7/47/, М., 1967.

МИЛОЙЕВИЧ С.М.: Појави и проблеми крша. Београд, 1938.

Национальный атлас Кубы. Гавана, 1970.

НУНЬЕС ХИМЕНЕС А.: География Кубы. М., 1969.

Mapa de Yacimientos Minerales de Cuba. Escala 1 : 500 000. La Habana, 1963.

MASSIP S., YSALGUE S.E.: Introducción a la Geografía de Cuba. La Habana, 1942.





Aa 009

# DER EINFLUSS DES HYDROSTATISCHEN DRUCKES AUF DIE LÖSUNG VOM KALKSTEIN UND AUF DEN ENTSTAND DER TROPFSTEINFORMATIONEN

Z. Král

Hochschule für Chemie und Technologie,  
Pardubice - ČSSR

Der Endstand der Tropfsteinerscheinungen, die sekundär die Schmückung der Grotten bilden wurden zum Gegenstand der Studien von einer Reihe von Autoren. Kunský hat kritisch verschiedene Meinungen bis zum Jahre 1950 in seiner Veröffentlichung: "Karst und Grotten" wiedergelegt. In den letzten Jahrzehnten veröffentlichten Ihre Anschauungen an den Endstand der Tropfsteinerscheinungen Géze, Kašpar, Droppa, Roques, Absson, Titntilozov, Gvozděckij und weitere.

Der Ursprung der Tropfsteinerscheinungen wird im Zusammenhang mit dem Abdampfen des in die Grotten eingedrungenen Karstwassers, den Zügen in den Grotten, der Menge des Karstwassers und seiner Mineralisation, mit dem Inhalt von Mikroorganismen in zufließenden Wasser, mit dem Druck innerhalb der Tropfsteine, dem Inhalt von Calcium, und dem Inhalt von Kohlendioxid in der Atmosphäre der Grotte u.s.w., erklärt. Einige Feststellungen sind widersprüchlich, manche sind nicht im Einklang mit den in der Natur festgestellten Tatsachen, einige haben aber eine allgemeine Gültigkeit. Hier ist besonders die Hypothese von Gvozděcký über den Zusammenhang zwischen der Form des Tropfsteines und der Menge des in die Grotte eindringenden Wassers, die Meinungen von Kunský, Kašpar, Burkhardt über den Einfluss der Mineralisation des Karstwassers, die Feststellung von Prinze und Géze über die Orientation der Kristalle in excentrischen Tropfsteinen, und Roques's Arbeiten über die Chemie der Magnesium und Calciumcarbonate zu bemerken. Es ist aber notwendig die angeführten Hypothesen durch ein weiteres Aspekt zu kompletieren, damit man die Theorie des Entstehens von Tropfsteinen, die manigfaltigkeit der Formen die wir in der Natur finden, objektiv erklären kann. Es ist der Einfluss des hydrostatischen Druckes des in der Gebirgsart enthaltenen Wasser, auf die Löslichkeit des Kalksteines, und die Applikation der Kinetik der Ausscheidung von  $\text{CaCO}_3$  aus den übersättigten Lösungen von  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ . Die bisherbekannten Hypothesen oder eine weitere Hypothese durch ein



Experiment ist nicht möglich da es unmöglich ist die Bedingungen die die Natur in den Grotten durch Jahrtausende gebildet hat zu modellieren. Im Laufe eines Menschenlebens, kann man sich nur einige Teilbedingungen des Tropfsteinentstandenes beglaubigen, so wie ich darüber noch zum Abschluss meines Vortrages sprechen will.

Stellen wir uns nun eine Grotte vor- über Ihr ist eine zza 500 m hohe Kalksteinschicht. Weiter können wir voraussehen, dass das Oberwasser durch verschieden Arten der Grotte zu vorkommt: es fließt durch verschiedene Risse in der Gebirgsart durch, in verschiedener Menge, die an der Menge der Niederschläge abhängig ist, es geht durch die besser Löslichen Schichten und so weiter. Zwei Fälle können als Grenzfälle betrachtet werden. Falls das Wasser durch eine Lücke, die es vollkommen füllt, fließt ist der hydrostatische Druck vor dem Einfluss in die Grotte zza  $50 \text{ kp/cm}^2$ . In einer breiteren Lücke, wo das Wasser blos der Oberfläche entlang heruntersteigt, entsteht im Wasser kein hydrostatischer Druck. In beiden Fällen werden wir voraussetzen dass das Wasser durch  $\text{CO}_2$  gesättigt ist und zwar in der Menge die seinem Inhalt in der Luft entspricht.

Wie sehr der Druck des durchdringenden Wassers die Lösung vom Kalkstein beeinflussen kann, tritt aus den folgenden Berechnungen, die nach der verkürzten Abegg-Sakura Formel, wie sie Rast anführt, eingeführt sind, hervor.

$$(1) \quad [\text{Ca}^{2+}] [\text{CO}_3^{2-}] = A ,$$

$$(2) \quad \frac{[\text{H}^+] [\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} = K_2 ,$$

$$(3) \quad \frac{[\text{H}^+] [\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]} = K_3 ,$$

$$(4) \quad [2 \text{ Ca}^{2+}] = [\text{HCO}_3^-]$$

$$(5) \quad [\text{H}_2\text{CO}_3] = K_1 P .$$

Die Endgleichung der Löslichkeit von  $\text{CaCO}_3$  in Abhängigkeit vom Druck in der Konzentration von  $\text{Ca}^{2+}$  ausgedrückt ist:

$$(6) \quad [\text{Ca}^{2+}] = \sqrt[3]{\frac{A \cdot K_2 \cdot K_1}{4 \cdot K_3}} \sqrt[3]{P} = 0,016 \sqrt[3]{P} .$$

In dieser verkürzten Berechnung vernachlässigen wir den gelösten  $\text{CO}_2$ , mit Rücksicht daran, dass das Verhältniss  $\text{CO}_2(\text{Gas}) : \text{CO}_2(\text{gelöst}) : \text{H}_2\text{CO}_3$  entsprechend ist.

Zur Berechnung des Partialdruckes von  $\text{CO}_2$  in der Luft wurden Remy's Angaben benützt ( $\text{CO}_2$  inhalt 0,02-0,04 % (inh) dan gilt:

$$(7) \quad P_{\text{CO}_2} = \frac{m_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2}} \cdot \frac{R \cdot T}{V}$$

Nach der Berechnung  $P_{\text{CO}_2} = 3,09 \cdot 10^{-4}$  atm. In die Gleichung 6) eingesetzt resultiert die Löslichkeit  $[\text{Ca}^{2+}]$  als  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  ausgedrückt:

für atmosphärischen Druck  $c_1 = 0,016 \sqrt[3]{3,09 \cdot 10^{-4}} = 0,00108$  Mol/Liter

$$= 0,173 \text{ g } \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2/\text{Liter}$$

für hydrostatischen Druck 50 kp/cm<sup>2</sup>  $c_2 = 0,016 \sqrt[3]{50 \cdot 3,09 \cdot 10^{-4}}$

$$= 0,00398 \text{ Mol/Liter}$$

$$= 0,638 \text{ g } \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2/\text{Liter}$$

In dem zweiten Falle entsteht bei dem hydrostatischen Druck 50 kp/cm<sup>2</sup> eine etwa 3mal konzentriertere Lösung, von  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  übersättigt, als es bei dem atmosphärischen Druck der Fall war.

In der Natur existieren natürlich ausser diesen beiden Grenzmöglichkeiten weiter Möglichkeiten der Lösung vom Kalkstein die durch andere Faktoren beeinflusst werden können. In erster Reihe sind es die Wankungen der Niederschlagsmenge je nach der Jahrzeit, oder anderen Perioden. Das heisst, dass auch in einer schmalen Lücke die bei grösseren Niederschlägen durch eine ununterbrochene Wassersäule gefüllt ist, der hydrostatische Druck mit der abnehmenden Höhe sinkt. Diese Wankungen in dem hydrostatischen Druck führen auch zu Wankungen in dem Inhalt von gelöstem Kalkstein, in dem, in die Grotte eindringendem Wasser, und auch zur verschiedenen Tropfsteinbildungen. Bei dem Verlauf der Kalksteinlösungskurve in dem Gebiete von 0-10 kp/cm<sup>2</sup> ist es klar steifen, dass bei einer Oberschicht vom Kalkstein die niedriger als 100 m ist sich die Unterschiede im hydrostatischen Druck stark merkmal machen - sogar stärker als es bei sehr hohen Oberschichten der Fall ist.

Ein weiterer wichtiger Faktor ist auch der Inhalt von  $\text{CO}_2$  in der Luft an Erdschicht, die den Kalksteinmassiv bedeckt. Es ist bekannt, dass die Luft in der Erde durch die Zerstutzung von organischen Stoff-



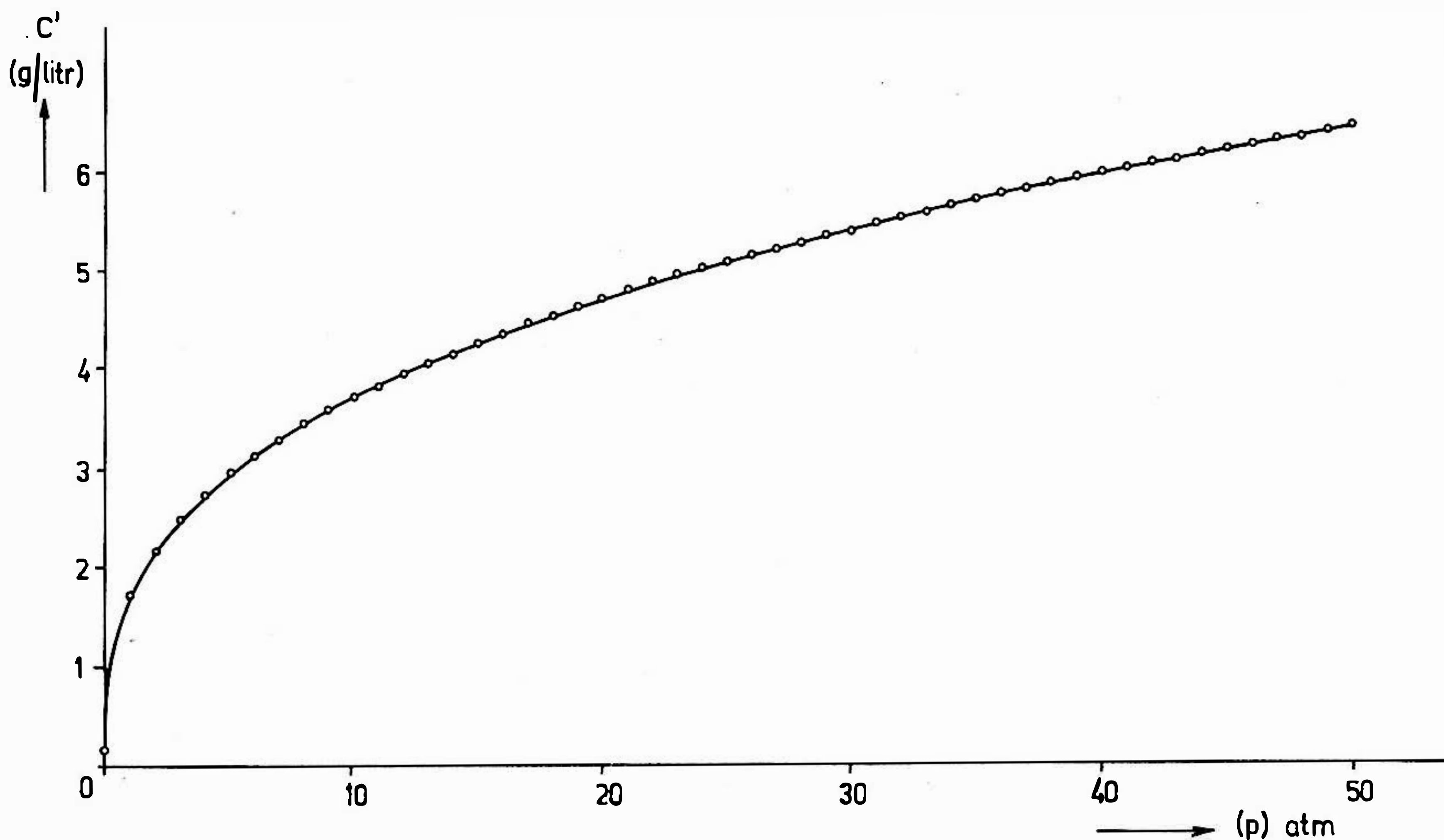


Abb. 1

fen 10-12 %  $\text{CO}_2$  enthält. Dann bekommt das Niederschlagwasser mehr  $\text{CO}_2$  als es in der vorgehenden Berechnung angenommen wurde, und durch den Einfluss vom hydrostatischen Druck erhöht sich aliquot der Inhalt vom gelösten Kalkstein in dem den Massiv durchdringendem Wasser. Ein weiterer Faktor ist die Temperatur, die Möglichkeit des Kalksteines im Bezug auf die Anwesenheit von Mg, Fe, Si und die Mikrostruktur des gegebenen Kalksteinmassives. Der Einfluss der Temperatur ist von der Geschwindigkeit des Karstens von Kalksteingegenden in den tropischen oder subtropischen Geländen im Vergleich mit den Geländen mit einer niedrigeren Durchschnittstemperatur bekannt. Der Einfluss der chemischen Zusammensetzung und der Mikrostruktur wurde in der Literatur auch beschrieben.

Nach dem Eindringen der übersättigten  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  Lösung in die Grotte wird auch die Kinetik des Ausschneidens von  $\text{CaCO}_3$  aus übersättigten Lösungen zu einem wichtigen weiteren Faktor. Es wurde festgestellt dass die übersättigten Lösungen sehr beständig sind. In der Ruhe bei Laboratoriumsbedingungen dauert die Ausscheidung vom überflüssigem Kalziumkarbonat eine Reihe von Monaten.

Es geht also auf die Geschwindigkeit des Entstehens von Kristallisationszentre die auch durch andere Einflüsse, als eine plötzliche

Erniedrigung des hydrostatischen Druckes hervorgerufen ist, an. Man kann auch den Einfluss von gleichzeitiger Tätigkeit von Mikroorganismen zum Beispiel bei dem Entstehen von Lublinit (Mondmilch, Motmilch, Lait de montagne) (Geze) nicht ausschliessen. Alle diese obgenannten Aspekte in Anspruch nehmend, kann man die allgemeine Bedingungen des Entstehens von Tropfsteinbildungen folgender massen ausdrücken:

- a) Tropfsteinerscheinungen entstehen, wenn das Wasser das durch den Massiv in die Grotte eindringt eine übersättigte Lösung von  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  ist, die durch das Auflösen des hydrostatischen Druckes der im Wasser vor dem Eindringen in die Grotte, in der atmosphärischer Druck ist, herrscht. Je höher der hydrostatische Druck vor dem Eindringen im Wasser geherrscht hat desto höher ist die Mineralisation. Eine Ausnahme aus dieser Feststellung für die sogenannten "lebenden" Grotten mit einer relativen Luftfeuchtigkeit 95-99 %, sind besonders kurze, oder vereiste Grotten in denen die relative Feuchtigkeit viel niedriger ist und in denen wir auch die meisten Tropfsteine nicht "lebend" finden.
- b) Stalaktite und Stalagmite entstehen nur dann, wenn die Bildung des Kristalgitters nicht durch eine Turbulenz des mineralisierten Wassers in dem Ort des Entstandes vermieden ist. Diese weitere Regel bedeutet, dass typische Stalaktite, Stalagmite oder Stalagnate nur dort entstehen, wo das mineralisierte Wasser bloss abtropft d.h. nicht mit einem ununterbrochenen Strom strömt. Der Tropfen von mineralisiertem Wasser muss sich eine Zeit am Pflafond der Grotte halten, damit an seinem Umfang, dass heisst in dem ruhigsten Platz die Kristallzentren des zukünftigen Stalagmites entstehen können.
- c) Die relativ langsame Ausfällung von  $\text{CaCO}_3$  aus übersättigten Lösungen  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  ermöglicht, dass sich nach der Auflösung des hydrostatischen Druckes, nicht aller überschüssige  $\text{CaCO}_3$  gleich ausscheidet, aber dass allmählich Schichten entstehen, die ein Stalaktit, Stalagmit und zuletzt Sinterschichten an den Grottenwänden und Boden bilden. Es kann angenommen werden, dass die Kinetik des Ausscheidens von  $\text{CaCO}_3$  je nach der Übersättigung der Kalksteinlösungen, der chemischen Zusammensetzung, und Beimengungen, die durch das Niederschlagwasser aus den Oberschichten (kolloid) und auch aus dem Kalksteinmassiv ausgelaugt werden, verschieden sein wird. Im Zusammenhang mit dieser Regel gilt, dass zum Beispiel für die Bildung von Lublinit Bedingungen für eine rasche Bildung von nadelartigen Kristallen - d.h. eine hohe Mineralkristallisation des Wassers und auch genügende Beimengungen, die die Bildung von Kristal-



lisationszentren evozieren, vorhanden sein müssen. Für die Bildung von "Federkiele", üblichen Stalaktiten und Stalagmiten müssen in der Natur Bedingungen für eine langsame Kristallisation von relativ grosse Kristallen, d.h. eine niedrige Mineralisation, langsamere Ausscheidung von  $\text{CaCO}_3$  und Beimengungen kolloider und kristallinischer Art, geschaffen werden.

Diese Hypothesen, durch die Berechnung unterstützt, erlauben folgende Fakten auszudrücken, und Beispiele der Tropfsteinbildung anzuführen:

1. Der hydrostatische Druck der in einer Lücke die durch eine zusammenhängende Säule von Wasser gefüllt ist entsteht, beeinflusst den Wasserdruck in der Gebirgsart in einem um so grösseren Gelände, je durchlässiger der Kalkstein für das Wasser ist. Es kann der Fall vorkommen, dass der Grottenplafond, besonders wenn er Schichtformig ist, durch den hydrostatischen Druck destruiert wird. Eine übliche Erscheinung bei dem das Wasser durchschlassenden Kalksteinen, ist die Beeinflussung des Wachses von einer grösseren Menge von Stalaktiten in einem örtlich beschrenkten Teil der Grotte, durch den hydrostatischen Druck der durch die Füllung eines Risses durch Niederschlagwassers entsteht.
2. Ohne Rücksicht auf die relative Feuchtigkeit der Luft in der Grotte entstehen aus den Tropfen der übersättigten Lösung die in die Grotte eingedrungen sind Stalaktitkeime - Ringe von einem Durchmesser des Tropfens durch den Wuchseines höhled Federkiele gefolgt (USA soda straw, Italie makaroni, spaghetti stalaktit). Der üblichste Fall ist, dass der Federkiele in der Höhe des Grottenplafonds verstopft wird. Wenn die Gebirgsart pores ist, sucht das durchdringende Wasser den einfachsten Durchfluss in der Nähe des Grundes vom Federkiele und es entsteht ein eiszapfenartiges Gebilde, dessen Form durch die Minerallisation des Wassers und die Kinetik des Ausscheidens stark beeinflusst wird. Der Wuchs des Federkiele kann dann weitergehen. Wenn der Federkiele etwas weiter von dem Grottenplafond verstopft wird, entstehen Möhrenformige Erscheinungen. Dies kann sich wiederholen.

Wenn die Gebirgsart für das Wasser wenig durchlässig ist, entstehen möhrenformige Erscheinungen schon vom Plafond angefangen. Die Wände des Federkiele enthalten Poren zwischen den Kristallen und auch eine unregelmässige Narbe in dem Ort, wo die Kristalle an dem runden Umfang in Berührung stehen, durch diese stellen sie sich für das minerallisierte Wasser durchlässig. Das ermöglicht, dass wir

in den Grotten auch möhrenartige Stalaktite finden, welche haben die Höhle manchmal grösser als in dem Federkiele. Es kann also zur Lösung der Federkielewände kommen, wobei die entstehende Kalksteinlösung die Wände durchdringt, und eine weitere Verstärkung der Stalaktitwände bildet.

3. In relativ trockenen, oder Eisgrotten mit niedrigen Wasser zuflüssen (aus dem Masiv) entstehen rettich- oder blumenartige Tropfsteinformationen. Im ersten Falle muss sich der Tropfen dauerhaft am Grotteplafond halten, damit der kugelartige Sphaerolit entstehen kann. Unregelmässige periodische Änderungen in der Menge des zufließenden Wasser führen zur Bildung von busenartigen Formen oder es waschen weitere Sphaerolite auf dem Grund sphaerolit (Kašpar). Wenn die Abdampfungsmöglichkeit grösser als der verminderte Zufluss des Wassers in dem bereits angewachsenen Federkiel ist, eventuell bei Wankungen der Mengen unter und über die Abdampfungsmöglichkeiten führt zur Bildung von bizzaren exzentrischen Tropfsteinformen.
4. Die typische Excentrik von "Würmern", Wurzeln", die an den Wänden der Grotte oder gar an den Stalaktiten ohne Rücksicht an die Anziehungskraft wachsen, entsteht bei einer geringen Menge des zufließenden, entsprechend mineralisierten Wasser. Diese Erscheinungen bilden sich an dem Grottenplafond an den Grottenwänden als monokristallinische Gewächse, direkt aus dem Kalksteinmassiv, oder als wurmartige Gewächse aller Richtungen an den Stalaktiten. Unikat war da eine Tropfsteinformation in der Grotte "Svobody" im Demänovátal; das aus eine Stalaktit mit einen Gewächs, an dem sich ein Miniaturstalagmit bildet zusammengesetzt ist. Die Erscheinung ahnelt einer Pfeife.
5. Die Formen der Stalagmite sind auch durch das Maas der Mineralisation des von den Stalaktiten abtropfenden Wassers, und durch die Kinetik der weiteren Ausscheidung von  $\text{CaCO}_3$  beeinflusst. Zur Erklärung der Bildung dieser Formen nach Prinz, Kuský, Gvozděcký und weiteren Autoren, kann noch bemerkt werden, dass bei der Bildung von "palmartigen" Stalagmiten die Hauptrolle eine geringere und dabei wankende Mineralisation des Karstwassers spielt. Im Einhang mit der vorausgesetzten Wankung des Inhalte, vom gelösten  $\text{CaCO}_3$  finden wir diese Art von Stalagmiten in den Grotten die eine niedrigere Kalksteinoberschicht haben.
6. Das mineralisierte Wasser das noch immer Reste von  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  enthält, bildet, je nach der Art des Grundes der Grotte, flache oder tiefe Seen, in denen das Ausscheiden von Überschuss des gelösten



Kalksteines fortsetzt. Besondere auf dem Seespiegel oder in einer kleinen Tiefe entstehen ringherum der Wände der Stalagmiten plattenartige Erscheinungen, die den Seerosenblättern ähnlich sind und unter dem Spiegel mikro- oder makrokristallinische Erscheinungen, je nach den Bedingungen für die Kristallisation des Kalksteines in dem gegebenen See. In sehr flachen Seen entstehen dann rauhe spherolitische Kugeln, oder durch ununterbrochene "Packung" der ursprünglichen Unreiheiten der Grotte, glänzende Perlen, die ungefähr die Grösse einer Erbse haben.

Die angeführten Beispiele der Erklärung der Bildung von Tropfsteinerscheinungen sind natürlich nicht eine vollkommene Beschreibung der Vorgänge, die wir in der Natur finden, aber bloss ein Beispiel wie und an welchen Plätzen sich in der Grotte die Einflüsse des hydrostatischen Druckes und der Kinetik des Ausscheidens von  $\text{CaCO}_3$  aus den übersättigten Lösungen bei der Bildung von Tropfsteinerscheinungen erkennbar machen.

Am Anfang meines Beitrages zur Bildung von Tropfsteinformen habe ich über die Unmöglichkeit der Nachahmung des Wachses von Tropfsteinen in Laboratoriumbedingungen gesprochen. Jedoch könnte man einige Bedingungen des Tropfsteinwachses experimental beglaubigen. Es wäre von Gunsten in verschiedenen Grotten den Wasserdruck im Massiv und zwar in Abhängigkeit an der Niederschlagsmenge mit vorteilhaft angelegten Sonden zu messen, es ist möglich die Minerallisation des Wassers, das die Stalaktite, Stalagmite und Grottenseen bildet, zu studieren, man kann die Kinetik des Ausscheidens vom Kalkstein aus seinen übersättigten Lösungen im Zusammenhang mit der Zeit, und den chemischen und kolloiden Beimengungen verfolgen. Ich werde sehr froh, wenn mein heutiger Beitrag eine Anspornung zu dieser Forschung geben möchte.

## LITERATUR

BINKO, J.: Fyzikální a technické veličiny, SNTL, Praha 1961.

BURKHARDT, R.: Hydrogeologická zonálnost v karbonátových horninách, Československý kras 20, Academia, Praha 1970.

DROPPA, A.: Demänovské jaskyne. SAV, Bratislava 1957.

DROPPA, A.: Slovenské jaskyne. SAV, Bratislava 1959.

Damänské jaskyne a zaujímavosti krasu v okolí. Šport, Bratislava 1959.

GÉZE, B.: La spéléologie scientifique. Paris 1965.

GRZIMEK, B.: Čtvernozí Australané. Orbis, Praha 1969.

GVOZDĚCKIJ, N.A.: Problemy izučeniya karsta i praktika. Izdatel'stvo Mysl, Moskva 1972.

KUNSKÝ, J.: Kras a jeskyně. Přírodovědecké nakladatelství, Praha 1950.

RAST, K.: Physikalisch-chemische Rechnungen. Akademie Verlag, Berlin 1964.

REMY, H.: Anorganická chemie. SNTL, Praha 1961.

ROQUES H.: Contribution de l'étude statique et cinétique des systèmes gaz carbonique-  
-eau-carbonate. Annales de Spéléologie.

TINTILOZOV, Z.K.: Anakopinskaja propast'. AN SSSR, Moskva 1959.





Aa 010

## DIE BEDINGUNGEN DER FÄRBIGKEIT VON TROPFSTEINFORMATIONEN

Z. Král

Hochschule für Chemie und Technologie,  
Pardubice - ČSSR

In den Grotten des Karstes Demänová-Tal erscheinen Tropfsteinformationen von sehr bunten und leuchtenden Farben. Wir finden hier Echnee-, weisse-, gelbliche-, okkergefärbte-, braune-, lachsrosa-, blutrote-, graue-, graugrüne-, bis schwarze Erscheinungen. Der eigene Triaskalkstein, in dem sich die Grotten befinden ist geadert und hat eine dunkelgraue Farbe. In den angeführten Farben finden wir Erscheinungen verschiedener Form, die durch alle bekannten Kalksteinarten gebildet werden, die aus stark mineralisierten Wässern die durch einen starken Kalksteinmassiv durchdrungen sind, ausgefällte wurden.

Die auffallende Färbigkeit der Tropfsteinformationen wurde durch Beimengungen von Elementen die färbige Verbindungen bilden - besonders von Eisen, bei den Okker-Braun - bis Rotfärbung, von Mangan bei den grauen, grüngrauen bis schwarzen Färbungen, erklärt. Tropfsteinerscheinungen von schneeweisser Farbe sollten nach dieser Hypothese durch äusserst reinen Kalkstein gebildet werden, die gelben- braunen und dunkelroten Tropfsteine sollten danach um so mehr Eisen enthalten je dunkler ihre Farbe ist, und ebenfalls die grauen bis schwarzen sollten die eine Menge von Mangan enthalten, die ihrer dunkelen Färbung entsprechen (Droppa). Eine Ausnahme von diesen Anschauungen sind die experimentellen Resultate von Vitásek, Wells, die festgestellt haben, dass sich bei den Gelb- und Braunfärbungen um den Einfluss der aus dem Boden durch Regenwasser ausgelaugten Huminsäuren handelt. Andere Autoren sprechen über die Färbigkeit der Tropfsteinformationen nur wenig und widmen sich eher der Beschreibung der Grottedimente (Tintilozov, Palyi).

Der Ziel der durchgeführten Arbeiten war eine Bemühung den Zusammenhang zwischen der Färbigkeit der Tropfsteinformationen und dem Eisen- oder Manganinhalt zu erläutern. Aus verschiedenen Grotten des Liptauer Karstes wurden charakteristische Muster gewält und zwar der Färbigkeit nach, ohne Rücksicht auf ihre kristallinische Struktur. Die Muster wurden gemahlen und einer semikvantitativen spektralen Un-



T a f e l 1

N <sup>o</sup> Charakter von Muster	Farbe	Inhalt von Elementen in cca %		
		X,0 %	0,X %	0,0X %
1 breiartig Svoboda-Höhle	schneeweis	Fe, Mg	Sr, Na, Si	Mn, Al
2 kristallisches Stalagmit Stanišovská-Höhle	obere Schichten samt schwarz, die Mitte grau	Mg	Na	Sr, Si
3 kristallisches "See- roseblatt" Svoboda-Höhle	hell-okker	Mg	Na	Al, Ba, Fe Pb, Si
4 kompakt- Stalagmit Beník-Höhle	obere Schichten grau, die Mitte gelb-okker gefärbt	Mg	Na	Al, Fe, Si
5 kompakt-Stalagmit Svoboda-Höhle	braun	Mg	Na	Ba, Si, Al Fe
6 Schichten-Stalagmit Suchá n.V.-Höhle	braun, einige Schichten weiss	Mg	Na, Fe, K Si	Al, Cu, Sr As
7 kompakt-Stalagmit Svoboda-Höhle	blut-rot	Mg, Na	K, Si	Al, Ba, As Fe
8 gladerte Kalkstein Svoboda-Höhle	dunkel-grau	Fe, Mg	K, Na, Si	Mn, Sr, Al

Bemerkung: In Mengen X0,0 % immer Ca, in Mengen 0,00X % ist B, Sn, Ag, Ni, Cu, usw.

tersuchung unterworfen. Die Beschreibung des Charakters der Proben und das Resultat der spektralen Analyse bringt die beiliegende Tafel 1.

Die Ergebnisse, die später durch quantitative Analyse bestätigt wurden, sind überraschend. Die gefundenen Eisenmengen in den einzelnen Proben entsprechen der Intensität der Färbung nicht. Die Proben, die graugrün und samt schwarz gefärbt waren enthielten keine Spuren von Mangan. Die angeführten Tatsachen können bei Tropfsteinerscheinungen die schneeweis-, gelb-, okker-rosa und rot gefärbt sind folgendermassen erklärt werden.

Der höchste Eiseninhalt wurde durch spektrale und quantitative Analyse bei der Probe vom schneeweissen Lublinit (Mondmilch, Montmilch, Lait de Montagne, Nickamínek) festgestellt. Das Weisse erreicht bei dieser Probe 74,9 % MgO. Dabei ist ein charakteristisches Merkmal des Lublinit seine mikrokristallinische Struktur. Eine Breiartige

Probe enthält feine nadelige Kristalle, die nicht in gemeinsamer Berührung stehen. Der hohe Inhalt von Eisen kann sich also nicht merkmal machen und die Farbe ist weiss.

Eine Relation zwischen der Farbe und dem Eiseninhalt wurde bei den lichtoker-, okker und braungefärbten Proben festgestellt. Alle diese Proben sind kristallin-kompakt. Sie wurden langsamer gebildet, die Kristalle berühren sich, und der ansteigende Eiseninhalt zeigt sich durch eine intensivere Färbung der Probe.

Die blutrote Probe mit Eiseninhalt von hundertstellen Prozent ist ebenso kompakt wie die okkergefärbte Probe, jedoch ihre Farbe ist mit dem Eiseninhalt nicht in Relation. Die satte Färbung dieser Probe ist höchstwahrscheinlich durch eine andere Anordnung von Ionen im Kristallgitter als sie bei den okkergefärbten Proben vorliegt gegeben. Auffallend ist das diese Probe ausser Eisen auch Natrium und Kalium enthält, was die Farbe beeinflusst.

Die Anhängigkeit der grauen-, graugrünen und schwarzen Farbe vom Manganinhalt wurde durch die durchgeführten Analysen bestritten. Selbst wenn sich um semikvantitative Spektralanalyse gehandelt hat, müsste der mangan bei dem samtschwarzen Muster entdeckt werden. Da sich die schwarzfarbigen Grottengänge näher der Oberfläche befinden könnte man annehmen dass die Farbe durch kolloide Bodenteilchen die durch das Regenwasser ausgespült wurden, verursacht ist. Auf eine ähnliche Weise bringt das Regenwasser auch anders gefärbte kolloide Teilchen in die Grotte, zum Beispiel sind es Zinnoberfarben der Grottenerscheinungen im südslowakischen Karst, die durch die Roterde (Terra rosa) verursacht sind. Der Entstand von Stalaktiten, Stalagmiten und Sinterschichten am Höhlenwänden kann durch verschiedene Geschwindigkeit des Entstehens der Schichten erklärt werden. Die schneller entstehende sich nicht gemeinsam berührende, feine Kristalle bilden lichte bis weisse Schichten und im Gegenteil, wenn langsam grössere Kristalle mit einer vollkommener Berührung entstehen, entsteht dadurch eine Schicht die gemäss dem Inhalt der Elemente die farbige Verbindungen bilden, gefärbt ist.





Aa 011

## INVESTIGATION OF THE UNDERGROUND KARST SPACES BY MEANS OF GEOPHYSICAL METHODS IN THE LOCALITY PONIKLÁ

**B. Krčmář**

Geofyzika N.E. Brno,  
Department Praha (ČSSR)

**J. Hýsek**

Geoindustria, N.E.  
Praha (ČSSR)

**J. Řehák**

District administration of the Caves Bozkovské jeskyně,  
Bozkov u Semí (ČSSR)

One of the most significant and largest karst areas of the western part of the Krkonoše Mts. are the surroundings of Poniklá. Karst phenomena have been known here since long ago. The name of the village - Poniklá is connected with the local brook which disappears under the ground. At present a number of karst phenomena are known, among them swallows in the Ponikelský and Dolský brooks, springs out, sinkholes and numerous cavities on the plateau above the village. New discoveries in the cave opened by a quarry in the eastern part of the village prove the presence of underground karst caverns.

The broader environs of the area concerned belong, from the geological viewpoint, to the Krkonoše - Jizerské hory Mts. crystalline complex built of slightly or medially metamorphic rocks of the Silurian age. Besides the prevailing various phyllites these are crystalline limestones, dolomites and some volcanites. Carbonates occur mostly in the overlying stratum of graphitic phyllites as in the locality Poniklá.

Tectonically, it is influenced mainly by the Saxon tectonics of the N 5 direction and bedding joints.

The general course of the dolomite strip is W-E, the dip about 50° to N. The underlying contact of dolomites and graphitic and chloritic-sericite phyllites is complicated by directional dislocation. The width of the outcropping part is 150 - 200 m. The northern part is covered by residual quartz sands - a product of quartz diorite weathering. The marginal part of the body near the contact is formed by grey massive quartz dolomite. The rock is lighter in the middle part, in places with signs of cleavage. The northern boundary of dolomites and phyllites is covered and its course is not precisely known.



Poniklá is also well known for its limonite ores mined in the 18-19 th centuries. They occur in close overlying stratum of dolomites in zones of intensively weathered rocks reaching the depth of 40-60 m. It may be supposed that this zone of the contact with carbonate rocks is also a result of karst weathering. All components except Fe and Si were transported. In archives there are in connection with iron ores mining at Poniklá in the 18-19th centuries interesting hints on ways of mining in 17 shafts in some cases sunk in hard carbonate rock. Then a crosscut was driven into a soft ore mineralized zone. Often there were found empty karst cavities.

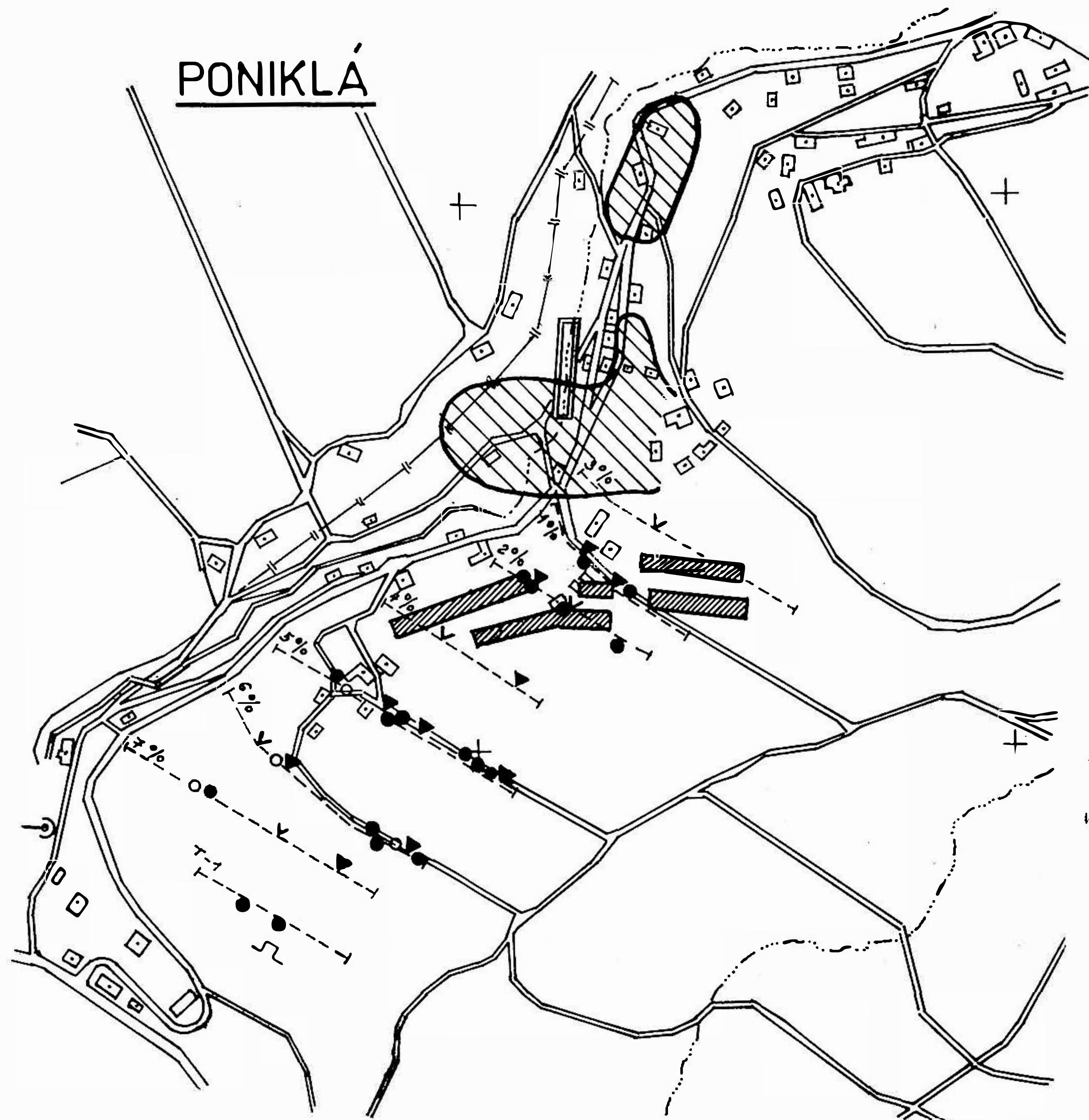
East of the village the dolomite area forms a significant erosive plateau at relative elevation 60-80 m above the level of the Jizera river. The plateau (500 x 600 m) is enclosed by the Ponikelský brook on the west, by the Dolský brook on the east and by the valley of the Jizera river on the south.

Investigations have been carried out by gradual penetrating the underground spaces and by geophysical exploration on the surface.

Speleology is currently one of the regions where the geophysical methods are not fully utilized. In ČSSR, a few attempts have been carried out only. The main problem in survey is an uncertainty in a physical parameters, that distinguish caves from its surrounding. Very frequently the inexpressive physical anomalies are little spacially extended and are usually found in a great depths. The uncertainty of physical parameters is given by a variety of cavities fills, e.g. the electric resistivity can be theoretically changing from the infinite - for a cavities without the fills to some very good conductors as e.g. water saturated clay. Similiar situation can occur during geothermal measurements, when temperatures may be either influenced by a different heat conductivity of fills i.e. in the cavities lying not very deep, or by a flowing media - water, air combination of both. Surface is usually complicated with a visible or hidden karst phenomena as well, that influence physical field under observation. The fact that the areas of caves are frequently predetermined through a tectonic zones, these usually playing part in distortion of the physical field of the underground area is to be taken into consideration as well.






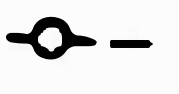
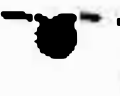

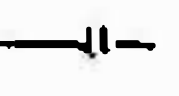

The use of geophysical methods is in the locality Poniklá complicated by building, namely abandoned water main, wire fences, electric line cables, old shallow mine works of unknown extent, etc.

In regard to the complicated geological structure and surface conditions a whole complex of geophysical methods has been used.



PONIKLÁ

EXPLANATIONS

-  The maximal SP gradient regions
-  The region of the water loss of the brook
-  The region of the alternative - positive and negative phase values for TURAM
-  Outstanding resistivity max.
-  Less outstanding resist. max.
-  Conductor indicating geoelectric
-  Temperature minima
-  Temperature maxima
-  Cast iron water supply pipes  $\phi$  10 mm
-  Outflow of the brook

1:5000



Fig. 1



The method T u r a m was employed in the whole area of the limestone block. Some contacts between limestones and the neighbouring rocks were delimited. Further, numerous zones of higher electric conductivity partly caused by surface positions of clays were found. An interesting and from the viewpoint of prospection rare phenomenon is the existence of a zone of relatively high positive values of differences of phase. It could be explained by the presence of objects of high electric resistivity.

In regard to limited possibilities further geophysical investigation concentrated in the apparently more prospective western part of the limestone block.

Spontaneous polarization - the method successfully used for studying filtration potentials leading to the discovery of the near - by Bozkovské caves has not brought the expected results in this locality. The graphitic shales occurring in the filtration area concerned formed a field of SP up to several hundreds of mV. This field entirely buried the eventual filtration potentials reaching the maximum values in tens of mV.

Temperature measurements were carried out at the depth of 1,5 - 2 m. Several temperature anomalies especially of electric resistivity were also found. Variation temperature measurements i.e. measuring temperatures at time intervals provided further useful information. The investigation is at an experimental stage at present and the final evaluation will be done after technical verifying works is completed.

Induced polarization - the use of this method has been limited. It proved good in search for abandoned water pipes which could not be found by means of Turam because of surface communication means, wire fences, etc. The values of the apparent polarizability and the slope of the gradient curves were used in search for cavities filled with clay or water.

Resistivity measurements - the method most often employed in speleological prospection. In the locality Poniklá it has been used in the modification of symmetric and combined profiling. In this way rock contacts and zones of high electric resistivities in the direction almost vertical to the rock boundary were mapped.

The use of geophysical methods in the locality Poniklá can be finally evaluated only after the verification by technical works. Direct measurements above the already known underground spaces could not be performed because of their position in an abandoned quarry in which due to considerable terrain folding practically no geophysical

EXPLANATIONS: interpretation metods for TURAM

△; ▽ Electrical conductors and sections of the increased electrical conductivity

X; > Higher positive phase values

||||| Rocks boundary

—|—|—| Cast iron water supply pipes  
∅ 10 mm

PONIKLÁ - TURAM

PONIKLÁ

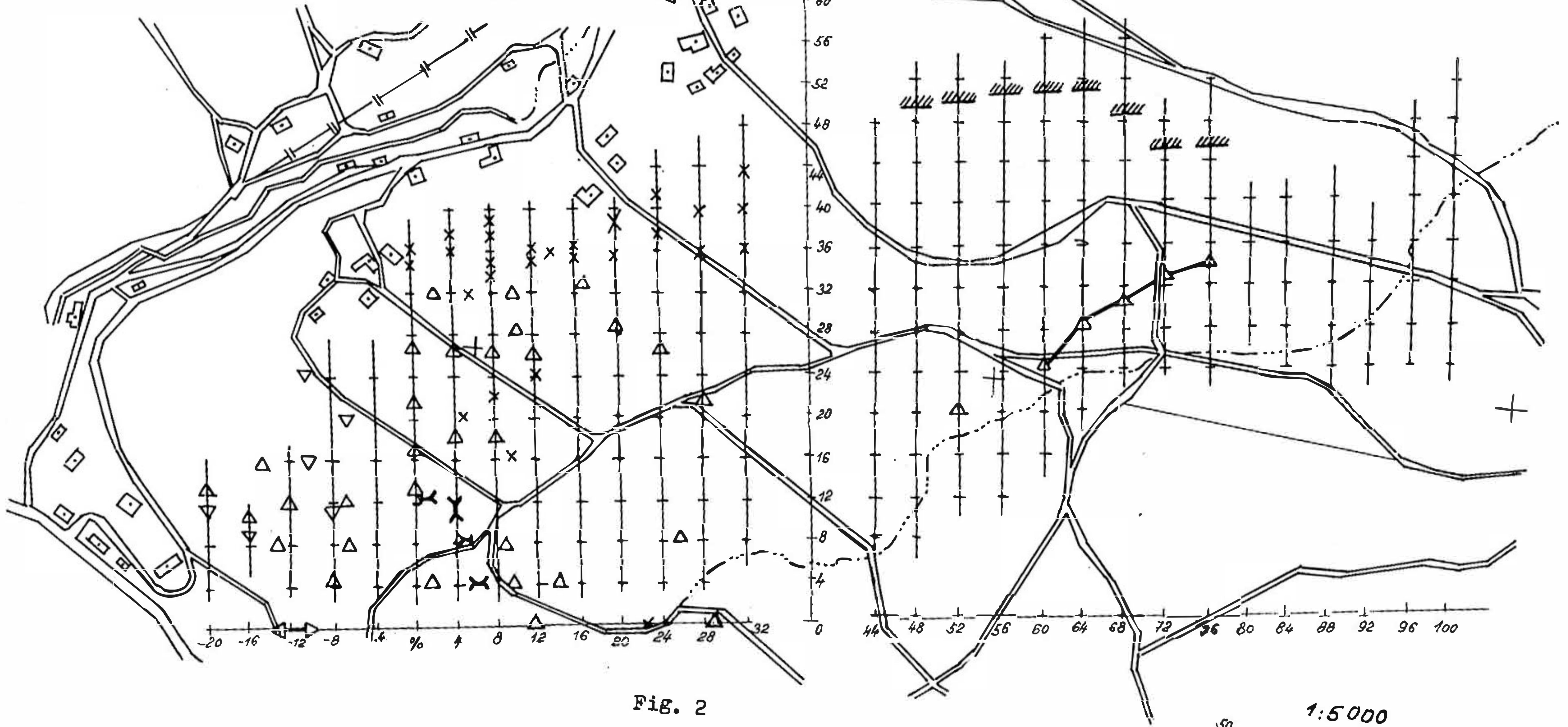


Fig. 2

50 1:5000

277



method can be employed with desirable precision. The measured anomalies interpreted as eventual underground spaces are with sufficient precision horizontally connected with the already opened part of the caves:

Even at the initial stage of the underground spaces investigation in the locality Poniklá it can be said that the geophysical methods have been successfully employed. Especially geothermics and IP so far rarely used in speleology are very promising.

## RÉSUMÉ

La structure géologique compliquée et le mode agglomération qu'on trouve à la localité Poniklá ont demandé l'application d'un complexe de méthodes géophysiques. C'est pourquoi on a appliqué - avec succès - les méthodes de résistivité, Turam, la polarisation provoquée et la géothermometric. Les travaux de vérification sont au cours.

Aa 012

# **EINIGE GESICHTSPUNKTE DER ANWENDUNG VON GEOPHYSIKALISCHEN, INSBESONDERE GEOELEKTRISCHEN METHODEN IN DER SPELÄOLOGIE UND KARSTHYDROLOGIE**

**Z. Krulc**

"Geofizika",

Zagreb, Jugoslavien

## **1. EINLEITUNG**

Die komplizierten geologischen, hydrogeologischen, geophysikalischen und hydraulischen Verhältnisse im jugoslawischen Karstgelände sowie der Mangel an einer universalen Untersuchungsmethode, die eindeutige Ergebnisse geben könnte, bedingen besonders in den verschiedenartigen Untersuchungen im Karstgebiet die Anwendung einer komplexen Erschließungsmethodik. Durch die richtige und zweckmässige Kombination verschiedener Verfahren werden die Nachteile einzelner einseitigen Methoden beseitigt und die Sicherheit des Endresultates wesentlich erhöht. Solche komplexe Untersuchungsmethodik hat sich unter im jugoslawischen Karst gegebenen Bedingungen als erfolgreich bewährt. Nur die komplexe Untersuchungsweise leistet die volle Gewähr für eine zweckmässige und rationelle Lösung der aufgestellten Aufgaben.

Im Rahmen dieses Komplexes nehmen heutzutage die *g e o p h y - s i k a l i s c h e n* Methoden eine besondere Stellung ein. Der rasche Fortschritt und die ständige Vervollkommnung der Mess-, Bearbeitungs- und Auswertungstechnik und Methodik erweitert den Anwendungsbereich und die Auflösungsmöglichkeiten der Geophysik.

In der Speläologie und in der Hydrogeologie als auch Hydrologie des Karstes finden geophysikalische, insbesondere aber geoelektrische, Methoden ihre Stellung sowohl in der Entdeckung und weiterer Untersuchung von unterirdischen Hohlräumen als auch in der Erforschung und Untersuchung einiger allgemeinen und spezifischen oder eingehenden hydro(geo)logischen Bedingungen und Faktoren.

Auf dem 4. Internationalen speläologischen Kongress (1965, Ljubljana) zeigten wir einige Ergebnisse geoelektrischer Sondermessungen in der Karstforschung in Jugoslawien. In diesem Aufsatz möchten wir aufgrund eines Rückblickes auf einige Daten und Darstellungen in der Literatur auf einige besondere Merkmale in der Anwendung der Geophysik



in der Speläologie und in der Hydro(geo)logie des Karstes hinweisen. Anhand einiger neuer besonders interessanter praktischer Beispiele sollen weiter die Einsatzmöglichkeiten der Geoelektrik dargelegt und erörtert werden.

## **2. EINIGE BESONDERHEITEN DER ANWENDUNG DER GEOPHYSIC IN DER SPELÄOLOGIE UND KARSTUNTERSUCHUNG**

E. Bolelli und J. Lakshmanan (1965) weisen sehr belehrend auf die entsprechende Vorsicht und auf verschiedene Faktoren hin, die die Anwendung der Geoelektrik, Refraktionsseismik und Gravimetrie in der Wassersuche im Karst beschränken. In der gravimetrischen Untersuchung von Höhlen ist bei der Berechnung von Anomalien ein besonderer Beacht auf den Umstand zu nehmen, dass sich in den Höhlen die Luft, das Wasser oder der Lehm befinden kann.

G.M. Habberjam (1969) erörtert übersichtlich und eingehend die Ergebnisse der geoelektrischen Profilierung (nach dem Messverfahren von Wenner) auf dem Modell einer runden Höhle in der Form einer hohlen Gummikugel in dem homogenen gleichmässigen Milieu. Aufgrund der dargelegten Widerstandskurven und ihrer Analyse zieht der Verfasser den Schluss, dass eine befriedigende Lösung von meisten praktischen Aufgaben der Entdeckung und Umgrenzung von hohlen Kugeln (Kavernen) möglich ist.

J. Leplat (1973) beschreibt die gravimetrische und geoelektrische Erschliessung von künstlichen Höhlen (alten Grubenbauen) in den Kreideschichten.

Verhältnismässig viele Daten und Darstellungen über geophysikalische, insbesondere geoelektrische, Untersuchungen von Höhlen und im Bereiche der Lösung verschiedener Aufgaben der Karstgeologie und Karsthydro(geo)logie sind in der Literatur aus der UdSSR zu finden. Hier soll nur ein kurzer Hinweis auf einige besonders interessante Ergebnisse und allgemeine Folgerungen gegeben werden.

Eine umfassende Übersicht von Möglichkeiten und Beschränkungen der Anwendung von geophysikalischen Methoden in der Erforschung von Grundproblemen des Karstes bietet A.A. Ogilvi (1960). Als die allseitigste geophysikalische Methode der Untersuchung von unterirdischen Karsterscheinungen, besonders von Höhlen, wird hier die Geoelektrik mit ihren verschiedenen Messverfahren bezeichnet.

A.A. Ogiłvi und and. (1960) beschreiben anschaulich und eingehend die Methodik der geoelektrischen Untersuchungen eines ausgedehnten Höhlensystems in einer Folge von Gips- und Anhydritschichten mit Zwischenschichten von Karbonatgesteinen, in einer Teufe von 60 ... 70 m. Durch die Anwendung mehrerer Verfahren der geoelektrischen Profilierung und Sondierung wurde vollkommen befriedigend die Lage von Grundhöhlen und anderen Hohlräumen festgestellt. Die Anomalienzonen, die wahrscheinlich auf grössere Karsthohlräume hindeuten, können auch hinter die Grenzen von bekannten Höhlen verfolgt werden.

Besonders interessant sind die Ergebnisse der geoelektrischen Profilierung über einer ausgedehnten Höhle im Gebiet von Krim (Ja.S. Sapužak und B.M. Smol'nikov, 1962). Dem Hohlraum entsprachen nämlich die Zonen des erniedrigten Widerstandes. Dies wurde durch die Aufhäufung von Lehm auf den Wänden des Hohlraumes erläutert.

Ju.I. Baulin und V.N. Dubljanskij (1971) beschreiben die seismischen Untersuchungen einer Höhle im Karstgebiet von Krim und betonen gute Ergebnisse in der Feststellung der Höhlenverfüllung und in der Bestimmung des Reliefs vom Grundgebirge.

B.K. Matveey (1963) gibt eine sehr schöne Übersicht von Oberflächen- und Bohrlochverfahren der Geophysik in der Untersuchung von unterirdischen Wasserwegen im Karst. Hier wird besonders die Methode des elektrisch geladenen Körpers hervorgehoben.

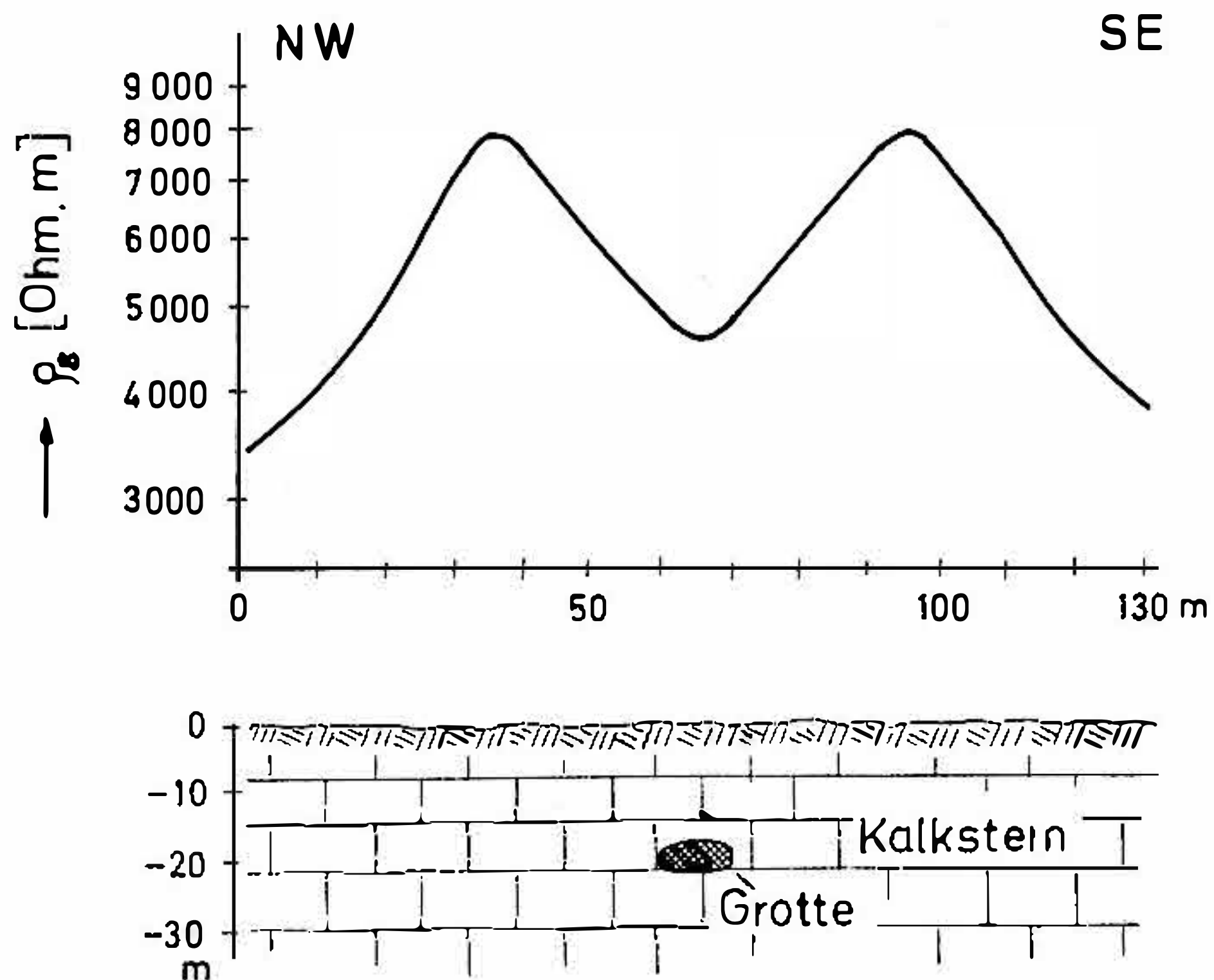
Eine kurze Übersicht von Möglichkeiten und Ergebnissen der geophysikalischen Untersuchungen von Hohlräumen und unterirdischen Wasserwegen im jugoslawischen Karst präsentiert F. Jenko (1959). Der Verfasser führt sogar die Grenzen der quantitativen Bestimmung der Grösse und Teufe von trockenen Höhlen durch die gravimetrischen und geoelektrischen Untersuchungen an. Weiter weist er auf die erfolgreiche Feststellung von unterirdischen Wasserwegen im Karst durch die komplexe Untersuchungen hin.

Lj. Milošević (1957) beschreibt sehr interessante Ergebnisse von geoelektrischen Versuchsmessungen über der Höhle Vjetrenica bei Trebinje. Abb. 1 zeigt das Widerstandsdiagramm (der Profilierung) über der Höhle, die sich hier in der Teufe von ungefähr 18 m befindet. Die Höhle ist cca 12 m breit und cca 5 m hoch; sie ist nur mit der Luft "erfüllt". Das Widerstandsdiagramm zeigt zwei symmetrische Maxima und ein Minimum in der Zwischenlage. Das Widerstandsdiagramm entspricht der Mitte der Elektrodenanordnung, bis sich diese über der Höhle befindet. Gleichförmige Widerstandsdiagramme wurden über der Kaverne im Hinterlande vom Ponor Dražin Do (bei Trebinje) gemessen.



# GEOELEKTRISCHE PROFILIERUNG

( WENNER  $a = 30 \text{ m}$  )



(Nach: LJ. MILOŠEVIĆ, 1957)

## PEĆINA VJETRENICA (Trebinje)

Abb. 1. Geoelektrische Profilierung. Pećina Vjetrenica (Trebinje).

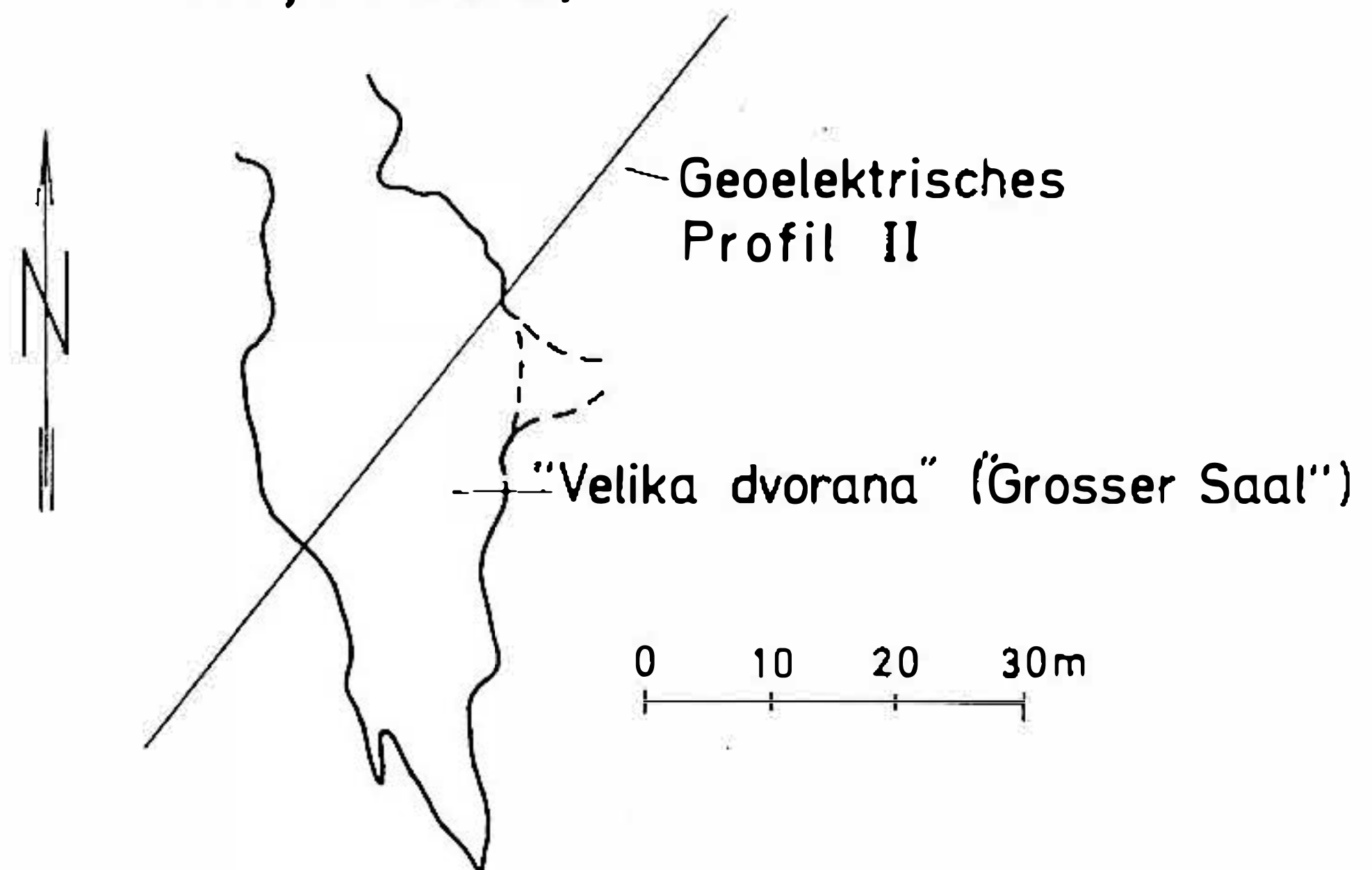
Über die Methode des elektrisch geladenen Körpers und ihre Anwendung in der Verfolgung von unterirdischen Wasserwegen im jugoslawischen Karst wurde schon mehrmals berichtet (siehe: Z. Krulc, 1967, 1968, 1972).

### 3. EINIGE PRAKTISCHE BEISPIELE DER ANWENDUNG VON GEOELEKTRISCHEN VERFAHREN

#### 3.1. UNTERSUCHUNG VON HÖHLEN

Abb. 2 zeigt die Ergebnisse der geoelektrischen Versuchsprofilierung über einem Teil der speläologisch gut untersuchten Höhle ("Poljakova" Pećina) im Karstgebiet von Kroatien (S. Bozicević, 1965). Auf beiden Widerstandsdiagrammen (für zwei verschiedene Teufenbereiche) sind gut zwei Minima mit einem Maximum in der Zwischenlage ausgeprägt. Die scharfen äusseren Änderungen des Widerstandsdiagramms entsprechen un-

## POLJAKOVA PEĆINA (Lika, Kruščica)



(Nach: S. BOŽIČEVIĆ, 1965.)

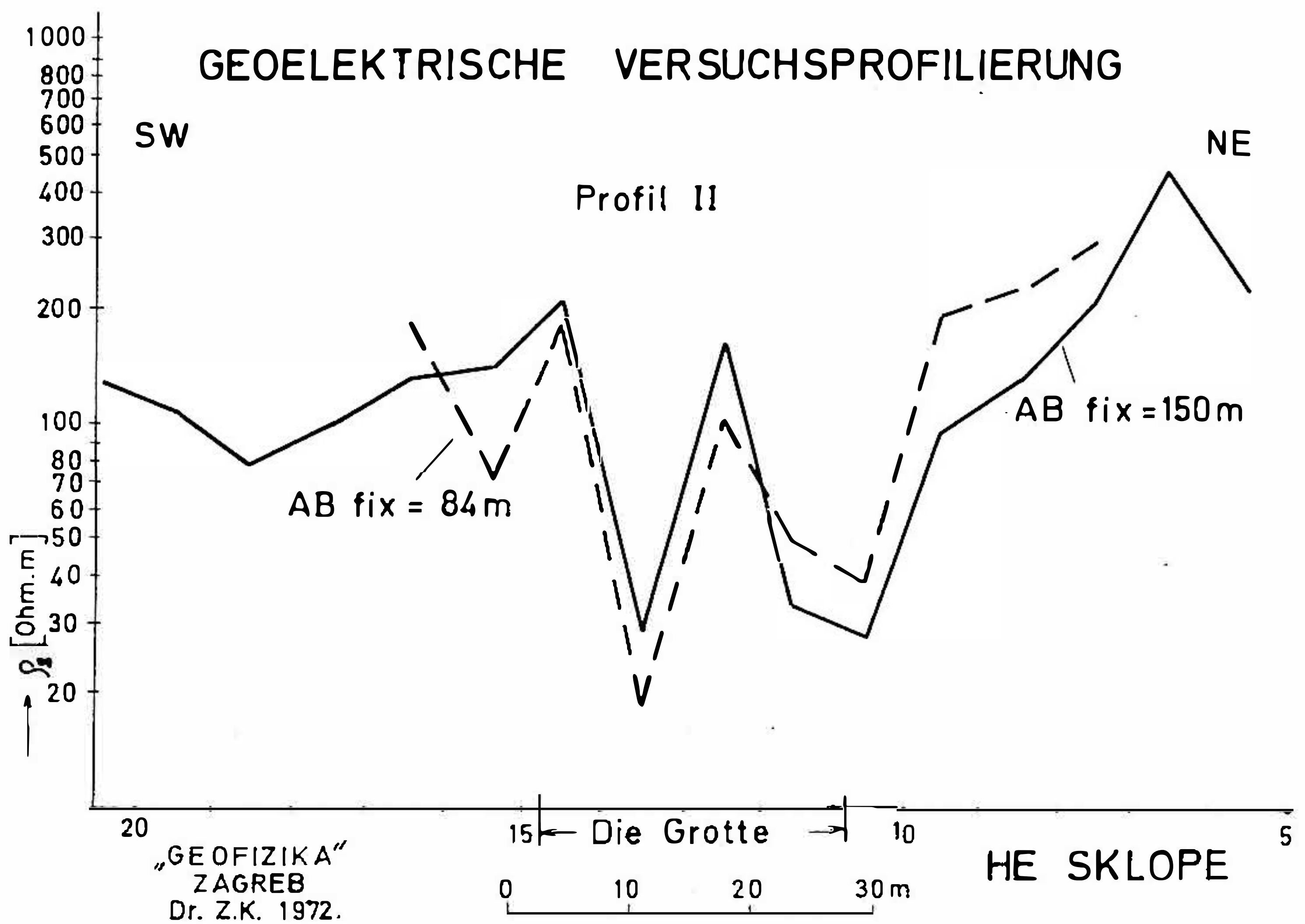


Abb. 2. Goelektrische Versuchsprofilierung.

gefähr den Grenzen der Höhle (M. Mladenović, 1963). Die Höhle hat hier die Breite cca 25 m, die Höhe cca 20 m und befindet sich in der Tiefe von cca 40 m. Es ist besonders interessant darauf hinzuweisen, dass die gemessenen scheinbaren Widerstände im Bereiche der Höhle unerwartet und aussergewöhnlich niedrig sind. Sie liegen innerhalb der Grenzen cca 20 und 250 Ohm. m, was den theoretischen Voraussetzungen und praktischen Erfahrungsdaten völlig widerspricht. Solche Umstände er-



schweren die Auswertung von geoelektrischen Messdaten. Die zwei gut ausgeprägten Widerstandsminima mit dem ebenfalls klar ausgeprägten Widerstandsmaximum in der Zwischenlage weisen aber eindeutig auf die Anwesenheit eines grösseren Hohlraumes im Untergrund hin. Nach den Ergebnissen speleologischer Untersuchungen gibt es auf den Wänden der Höhle keine Lehmanhäufungen (S. Božičević, 1965) und so ist die Ursache der gemessenen niedrigen scheinbaren Widerständen in der lithologischen Zusammensetzung des Umgebungsmilieus zu suchen. Wie die speleologischen Untersuchungen zeigen, ist die Höhle aus massenartigen und brekzienartigen Kalksteinen, Kalkbrekzien und Brekzien zusammengesetzt; diese Sedimente verbindet stellenweise eine mergelige Masse. Die Erscheinung von solchen linsenartigen mergeligen Massen ist deutlich in dem NE-Teil der Höhle zu sehen. Ein riesengrosser Steinblock in der Reichweite des geoelektrischen Profils vermindert auch den Anteil des hohen Widerstandes der Luft als Höhlenfüllung. Der rückgebliebene Teil des Hohlraumes wurde jedoch noch mit zwei ausgeprägten Widerstandsminima mit einem Widerstandsmaximum in der Zwischenlage gekennzeichnet.

### **3.2. EINSATZ IN DEN HYDRO/GEO/LOGISCHEN AUFGABEN**

Die Anwendung von kombinierten (komplexen) geoelektrischen Untersuchungen leistet eine grosse Hilfe in der Lösung von praktischen hydro(geo)logischen Aufgaben im Gebiete des Dinarischen Karstes. Dabei geht es in meisten Fällen um die Wassererkundung und Wassererschliessung, wo die Zweckmässigkeit und die Rationalisierungsmöglichkeiten der Anwendung von verschiedenen Untersuchungsmethoden und Messverfahren immer zur Geltung kommen.

Geoelektrische Untersuchungen, unter der Anwendung mehrerer verschiedener Messverfahren, werden meist für die *i n d i r e k t e* Lösung von Problemen der Grundbedingungen für die Anwesenheit von Wasserströmungen verwendet.

Als die Grundmethode der geoelektrischen Lösung von hydro(geo)logischen Grundbedingungen wird allgemein die Profilierung betrachtet. Das Messverfahren wird meist mit mehreren Teufenreichweiten angewendet. Die Messergebnisse haben einen qualitativen Charakter. Als die "Grundanomalien" werden die Zonen von erniedrigten Widerstandswerten bezeichnet; diese werden als karstifizierte und zerklüftete Teile des sonst kompakten Gesteins betrachtet. Solche Zonen können oft mit den

## WIDERSTANDSDIAGRAMM

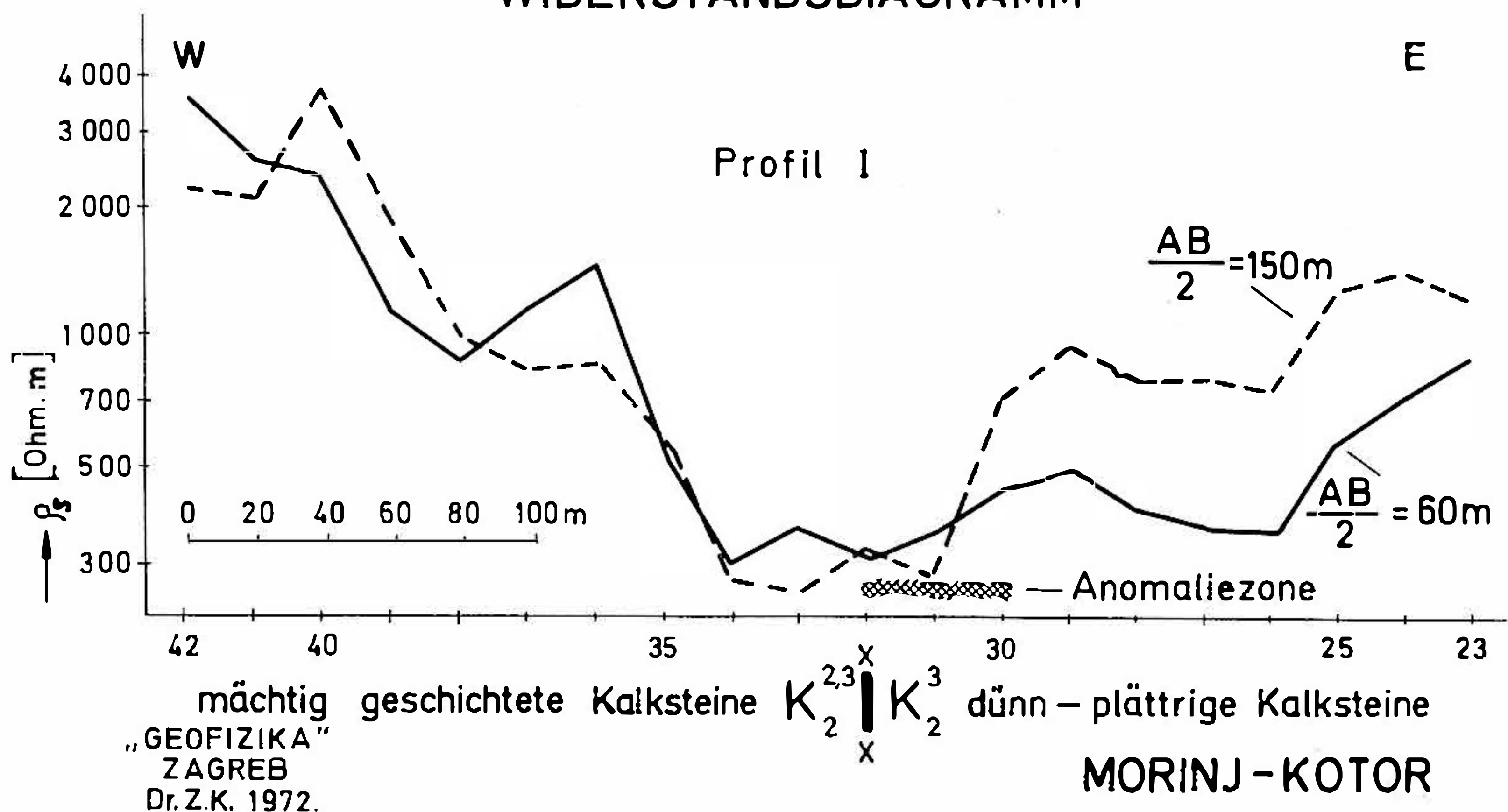


Abb. 3. Widerstandsdiagramm.

tektonischen Störungszonen (Verwerfungen u.a.) in die Verbindung gebracht werden und sie stellen meist die Zonen von Grundwasserströmungen und Wasserläufen dar.

Abb. 3 zeigt ein praktisches Beispiel und zwar einen Teil des Widerstandsprofils im Hinterlande einer Gruppe von ständigen Quellen an der Küste in der Bucht von Morinj (Bucht von Kotor). Die Anomalienzone der geoelektrischen Profilierung wurde im Bereich des Verwerfungskontaktes zwischen dick geschichteten, teils brekzienartigen, Kalksteinen und dünnplättrigen, teils mergeligen, Kalksteinen festgestellt (R. Drecun, 1968). Hier ist es interessant und wichtig zu betonen, dass sich in den Widerstandsdiagrammen diese zwei verschiedene Kalksteinsarten klar unterscheiden lassen: die dünnplättrigen teils mergeligen Kalksteine zeigen ziemlich niedrige scheinbare Widerstände (der rechte, östliche, Teil des Profils in der Abb. 3), während die mächtig geschichteten teils brekzienartigen Kalksteine ziemlich hohe Widerstandswerte aufweisen (der linke, westliche, Teil des Profils in der Abb. 3).

Die geoelektrische Methode des elektrisch geladenen Körpers kann aber auch für die direkten Feststellungen und Verfolgungen von unterirdischen Wasserströmungen und Wasserläufen verwendet werden. Ein praktisches Beispiel zeigt Abb. 4 und zwar aus dem Gebiet von Opatija. Bei Ičići befindet sich eine Quellengruppe ungefähr im



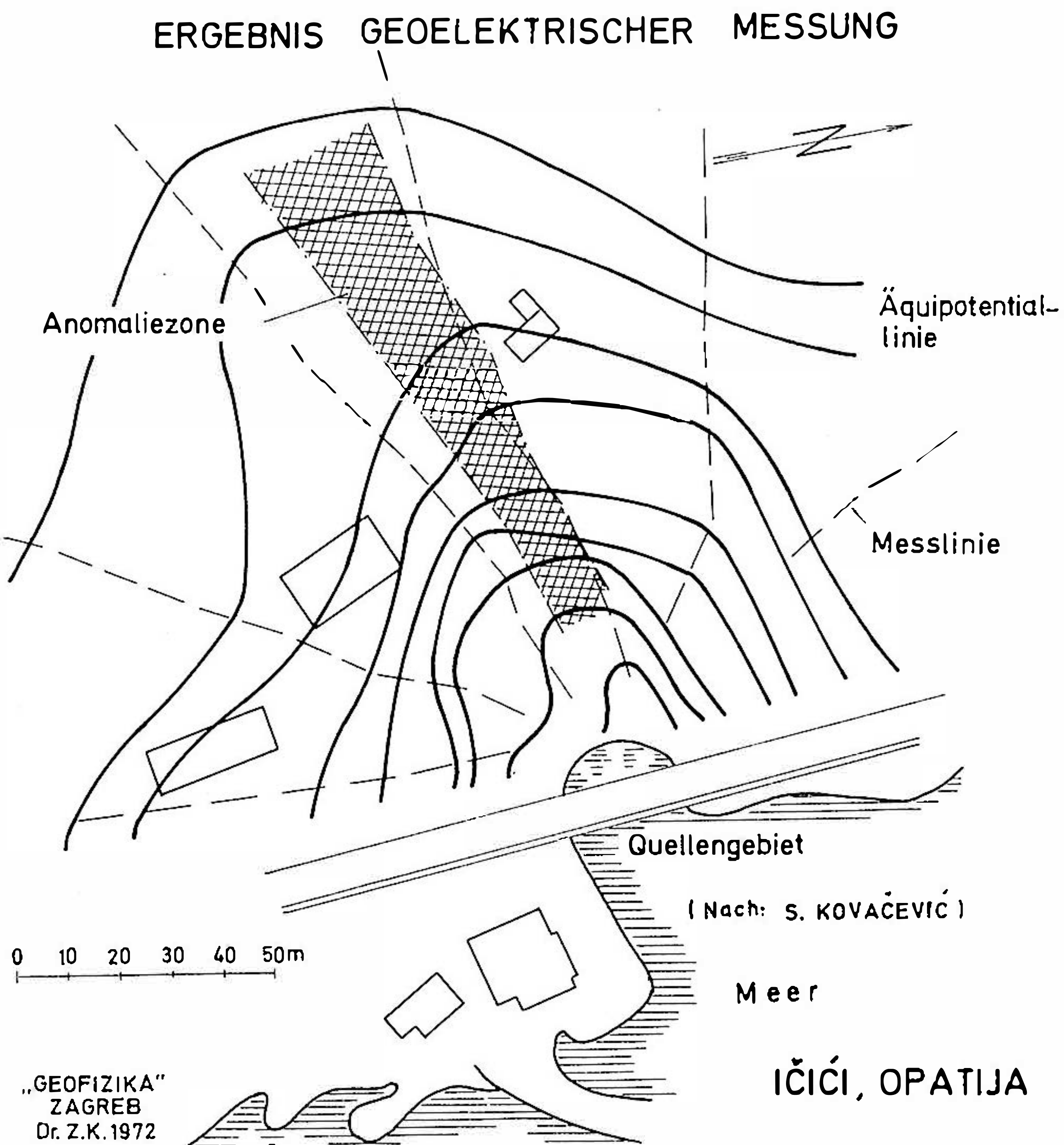


Abb. 4. Ergebnis geoelektrischer Messung.

Niveau des Meeresspiegels. Da das Wasser versalzen ist, sollten die unterirdischen Wasserläufe im Hinterlande gefasst werden, wo das Wasser noch nicht versalzen ist. Durch die komplexen (kombinierten) Erschliessungsarbeiten sollten die günstigsten Stellen für die direkten Grundwasserfassungen ermittelt werden. Nebst geoelektrischen Profilierungen und Sondierungen im breiteren Gebiet des Quellenhinterlandes wurden auch Messungen nach der Methode des elektrisch geladenen Körpers durchgeführt - mit einer stromzuführenden Elektrode in der Quelle. Auf der Abb. 4 ist eine klare Verstellung von Äquipotentiallinien in der Richtung zur Quellengruppe zu sehen. Mit dieser Richtung kann auch eine Anomalienzone in der geoelektrischen Profilierung weiter im Südwesten in die Verbindung gebracht werden (S. Kovačević und S. Romandić, 1972). Die direkten Erschliessungsarbeiten und Grundwasserfassungen wurden zur Zeit noch nicht durchgeführt.

#### **4. SCHLUSS UND ZUSAMMENFASSUNG**

Der dargelegte kurze Rückblick an die Anwendung der Geophysik, insbesondere der Geoelektrik, in der Speläologie und in der Hydro(geo)logie des Karstes als auch die gezeigten praktischen Beispiele weisen auf grosse Einsatzmöglichkeiten der Geoelektrik hin. Diese Möglichkeiten werden in der Entdeckung und weiterer Untersuchung von grösseren Hohlräumen von der Oberfläche aus nicht ausreichend benützt.

Dieser Aufsatz soll die Anregung für eine breitere Anwendung von geophysikalischen Methoden in der Speläologie und in der Hydro(geo)logie des Karstes geben. Es muss betont werden, dass sich die komplexe Untersuchungsmethodik schon allgemein gut bewährte. Eine wesentliche Rationalisierung von Untersuchungen - besonders in einer Aussageerweiterung und Genauigkeitssteigerung - kann nur dann zustandegebracht werden, wenn alle moderne Methoden, Verfahren und Hilfsmittel angewendet werden.

#### **SOME ASPECTS OF THE APPLICATION OF GEOPHYSICAL, PARTICULARLY GEOELECTRICAL, METHODS IN SPELEOLOGY AND KARST HYDRO / GEO / LOGY**

Z. Krulc

#### **S U M M A R Y**

A review of the application of geophysical, particularly geoelectrical, methods in the speleology, as well as some practical examples show, that these methods have already their position as in the detection of caves so in the solution of main hydro(geo)logical problems in karst areas. The possibilities of geoelectrical methods are insufficiently used, especially in the detection and location of caves.

A practical example of an earlier geoelectrical investigation by profiling (mapping) technique over a karst cave filled with air shows very good results (fig. 1). The geoelectrical detection of the cave "Poljakova pećina" in Croatia shows also very good and interesting results: two resistivity minimums separated by a central maximum. These resistivity measurements indicated clearly the presence of the cave, but the measured resistivities were extremely low - contrarily to the theoretical suppositions and practical experiences - caused by marl lenses within calcareous rocks (fig. 2).



Some practical examples show wide possibilities as of the principal (standard) resistivity techniques: geoelectrical profiling (mapping) and sounding - so also of some new methods: the method of the charged body especially, in the solution of some problems of the karst hydro(geo)logy in the Yugoslav karst area. Most of geoelectrical measurements were undertaken for the purpose of ground water exploration; they are in practical use already more than 20 years. Fig. 3 shows the results of the geoelectrical mapping in the hinterland of a group of permanent sea-shore water-springs. The anomaly zone occurs in a fault zone. Finally, fig. 4 presents the result of an investigation of subterranean water connection using the method of the charges body.

It must be pointed out, that the complex investigations in the Dinaric karst area have been approved and they can be considered as indispensable and necessary.

## LITERATUR

- BAULIN, Ju.I., DUBLJANSKIJ, V.N., 1971: Sejsmičeskije issledovanija v peščere Egiz-Tinah I v Gornom Krymu. "Peščery", 10-11, Perm.
- BOLELLI, E., LAKSHMANAN, J., 1965: Aperçu sur les limites d'application de la géophysique à la reconnaissance des karsts. "Chronique d'Hydrogéologie", No. 7.
- BOŽIČEVIĆ, S., 1965: Poljakova pećina. "Geološki vjesnik", 18/1, Zagreb.
- DRECUN, R., 1968: Kotor, Morinj-Ljuta. Geoelektrična ispitivanja. (Bericht, unveröffentlicht). - Geofizika - Zagreb.
- HABBERJAM, G.M., 1969: The location of spherical cavities using a tripotential resistivity technique. "Geophysics", 34, 5, Tulsa.
- JENKO, F., 1959: Hidrogeologija in vodno gospodarstvo krasa. 237 pp. (Drž. zal. Slovenije), Ljubljana.
- KOVAČEVIĆ, S., ROMANDIĆ, S., 1972: Ika - Ičići, Opatija. Geoelektrična ispitivanja. (Bericht, unveröffentlicht). - Geofizika - Zagreb.
- KRULC, Z., 1967: Geophysikalische Untersuchungen unterirdischer Wasserwege im jugoslawischen Karst. "Steirische Beiträge z. Hydrogeologie", Jg. 1966/67, Graz.
- 1968a: Einige Ergebnisse geophysikalischer Untersuchungen der unterirdischer Wasserverbindungswege im Karst. "Actes du IV<sup>e</sup> Congres int. de speleologie en Yougoslavie, 1965", Ljubljana.
- 1968b: Geoelektrische Sondierungen als Beitrag zur Erforschung der Intensität des Verkarstungsprozesses. "Actes du IV<sup>e</sup> Congres int. de speleologie en Yougoslavie, 1965", Ljubljana.
- 1972: Weitere geophysikalische Untersuchungen unterirdischer Wasserwege im jugoslawischen Karst. "Geolog. Jahrbuch", C2, Hannover.

- MATVEEV, B.K., 1963: Metodika izučenija dviženija treščinno-karstovyh vod geofizičes-  
kimi sposobami. "Metodika izučenija karsta", Vyp. 5 - Geofizičeskije metody, Perm.
- MILOŠEVIĆ, Lj., 1957: Određivanje podzemnih vodenih tokova i pećina geoelektričnim me-  
tcdama u karstu u okolini Trebinja. "Vesnik Zav. za geol. i geofiz. istraž.", XIV,  
Beograd.
- MLADENOVIĆ, M., 1963: HE Sklope. Geoelektrična ispitivanja u području injekcione zavje-  
se na desnoj obali rijeke Like, 1962 (Bericht, unveröffentlicht). - Geofizika -  
Zagreb.
- OGILVI, A.A., 1960: Osnovnye voprosy izučenija karsta metodami geofiziki. "Zemlevede-  
nie", V, Moskva.
- OGILVI, A.A., MATVEEV, B.K., ŠKABARNJA, V.G., 1960: Električeskaja razvedka Kungurskoj  
karstovoj peščery. "Vestnik Moskov. univers.", No. 3, Moskva.
- SAPUŽAK, J.S., SMOL'NIKOV, B.M., 1962: Nekotoryje osobencsti primenenija elektrorazved-  
ki pri izučenii karsta Gornogo Kryma. "Geofiz. sbornik. Inst. Geofiz. AN USSR",  
Vyp. 3/5/, Kiev.





**Aa 013**

## **SOME REMARKS ABOUT THE GEOPHYSICAL EXPLORATION OF THE KARST**

**J. Lapajne**  
Geological Survey,  
Ljubljana, Yugoslavie

### **INTRODUCTION**

The first explorations of the Slovene karst were undertaken in the year 1931. The Geological Survey of Ljubljana commenced its systematic field explorations in the year 1953. Since then, we have performed numerous investigations in the region of the Dinaric karst.

Within our detailed explorations we ascertained the substratum relief of the karst poljes, basins and hollows, the depth of the dolinas, the thickness of the weathering and the deposits, the zones of faults, the directions of the prevailing fissures, the zones of major karstification, the depth of karstification; we sought empty and filled-up karst caves, caverns and fissures, we ascertained the directions of watercourses, evaluated the speed of water percolation, established the water outlets of the karst poljes, explored the hinterland of sources, and the like. Within the regional researches we studied the regional hydrogeological system and the tectonic picture of larger areas.

With our detailed explorations, the emphasis was put on geoelectrical methods; on a smaller scale we used gravimetry, magnetometry and shallow refraction seismics. The regional studies were based on gravimetry, magnetometry and deep vertical geoelectrical soundings.

### **INTERPRETATION PROCESS**

The basic task of applied geophysics consists in shaping the picture of the explored terrain through measurement. Out of the given data, the physical and geometric parameters of the geological structure are calculated. As is generally known, this problem is in general unsolvable, for two basic reasons: First, because a definite quantity of measured values might be matched by several possible geological con-



figurations, and second, because indefinitely small measurement errors may correspond to indefinitely large errors in the solution. These two hindrances are successfully eliminated only with the help of additional information not contained in the quantity measured. Such information is won through geological, hydrogeological, hydrological, speleological and other exploration and drilling, partly also by ascertaining other geophysical parameters independent of already ascertained ones; and the latter way means research by several independent geophysical methods.

A given problem is usually solved indirectly by dint of modelling. Considering the measurements and the available additional information, a model of the terrain explored is made; it is the initial approximation. Then, the field of this model is computed and compared with the field of measurement. If necessary, the model is rectified, the field is recalculated, etc. By this iterative procedure, one gradually approximates a possible solution, which seems satisfactory. By employing supplementary information, one secures a solution likely to reflect the natural conditions.

The modelling work is either laboratorial or mathematical. The choice depends on either method's limitations, on the cost and the requisite time. For certain problems one method is fitter, for others the other one. Since the appearance of fast electronic computers, the stress has apparently shifted to computer modelling, which is becoming a highly serviceable method in the interpretation process.

Pre-calculated or -measured model curves (master curves) are very helpful to program some research work and to evaluate the serviceability of a given method. Such curves are frequently quite satisfactory evaluating aids.

From 1962 to 1968 the Geological Survey of Ljubljana intensely engaged in the geoelectrical modelling of karst problems. In that span, we performed measurements of models after the method of apparent resistivity and induced polarization, and after the electromagnetic method with galvanic feed. Because of the difficulties with choosing the model materials and constructing the models, and for the sake of economy, we confined ourselves to simple models of empty and filled-up karst caves, channels and ore bodies.

The basic medium in which we measured was usually water; we sank the model into it. As models, mostly spheres and cylinders of brass ("infinite" conductivity) and plastic material ("infinite" resistivity) were used, and for induced polarization also other materials.

Besides, we also used mathematical modelling. We drew up a major

number of model curves and thereby also rendered possible various analyses. Thus, we ascertained for various conditions that dimension of the electrode arrangement, at which the anomaly was greatest. Furthermore, it was of conspicuous service to evaluate the influence of a low-resistivity surface layer towards lowering the sensitiveness of the geoelectrical method, e.g. while locating ore bodies or karst caves.

Field measurements of a well-known object might be also roughly regarded as model examinations. The weakness of such a model consists in that one can neither change at will its parameters nor control efficiently enough various perturbations; and its strength lies in the circumstance that the serviceability of a given method is tested under natural conditions.

A particularly important place among field tests of models is taken by trial examinations; they should be, as a rule, performed before broader geophysical examinations. Trial examinations are carried out in a known area provided for by way of examination, or on another known terrain with features resembling those of the terrain planned for broader examination.

## **EVALUATION OF THE GEOPHYSICAL EXPLORATION IN THE KARST**

As has been mentioned above, the geophysicists of the Geological Survey of Ljubljana applied to detailed researches into the karst problems first of all geoelectrical methods, viz. the method of the apparent resistivity, of induced polarization, and of the self-potential, and to a minor extent: gravimetry, magnetometry and shallow refraction seismics.

Our experience from several years has confirmed that most of the research problems in the karst region seems to be easiest tackled by electrical and electromagnetic methods; it has to be conceded, though, that for a given problem some other method might be better. Perhaps the electric field is the most sensitive to the karst heterogeneity. Various explorationists hope for good results from the high precision gravity measurements; unfortunately, the rugged morphology of the karst very much confines the use of gravimetry.

As is clearly shown by the results of the laboratory and mathema-



tical model investigations, the depth range of the resistivity method - liked by explorationists for interpretation, technical and economic reasons - is comparatively small, as far as the direct location of various bodies is concerned.

Luckily, the geological and hydrogeological field conditions are frequently such as to permit indirect ascertainment. Under such conditions, some anomaly is measured that has not been caused by the sought body itself, but chiefly by overlying rock, as sometimes the origin of the examined body is in such measure connected with the alteration (or the origin) of the immediate vicinity that the average physical properties of the surrounding, especially the overlying, rocks are noticeably changed. Thus, the vicinage of some karst cave is usually more intensely karstified than the rocks further away from it. The "anomalous body", comprising (besides the examined body) some major or minor part of its vicinity, might be of substantially larger dimensions than the sought body itself, and might cause a measurable anomaly, which reveals an otherwise undetectable object.

If the examined body in an artificially created primary electric field polarizes so powerfully as to create a measurable secondary electric field, the method of induced polarization can be successfully used, where the extinction of the secondary field after the elimination of the primary field is measured.

Whenever a part of the examined body is accessible, e.g. through an outcrop or a borehole, it is possible to create a relatively powerful electric or electromagnetic field in the research object by earthing an electrode in the body examined. Such a measuring process is called the method of the electrically charged body ("mise à la masse").

Hence, let us summarize that with geoelectrical methods an expansion of the depth determination, i.e. of the sensitiveness, might be expected in three cases:

- with indirect ascertainment,
- with measuring a secondary field, and
- with direct introduction of electric current into the body examined.

Practically, indirect ascertainment is chiefly successful with karst caves and bauxite bodies; induced polarization is likely to succeed when locating a cavity filled up with clay, or a zone of fissures; and for finding a watercourse, the generally most useful method is that of the electrically charged body.

## SUMMARY

The author wants to acquaint speleologists, geologists, hydrogeologists and other specialists in karst research with the hitherto undertaken geophysical explorations and researches of Slovenia's karst region and with the possibilities of solving the karst problems by geophysical methods.

The paper comprises three parts. The introductory part gives a brief review of the geophysical research work done by the Geological Survey of Ljubljana in the Dinaric karst region; the second part contains data on the role of the laboratory and mathematical modelling and the trial field researches in the evaluating process; and the concluding part brings an opinion of the usefulness of various geophysical, first of all geoelectrical, methods and of the chances to increase the sensitiveness, i.e. the depth range of geoelectrical exploration.





**Aa 014**

## ПЕЩЕРЫ В БОЛГАРИИ И ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

С.Пищалов, Б.Иванова, К.Спасов  
Научный экспедиционный клуб,  
София, Болгария

Образование пещер в Болгарии связано с ледниковыми периодами кватернера, миндель; рис и вюрм. Теплые фазы между этими периодами способствовали развитию коррозионной деятельности ледниковых вод, которая выражалась в эрозии горной поверхности и вскрытии множества карстовых образований. Территориально карст сосредоточен преимущественно в западной и центральной частях Предбалканья и Балканов, в Родобах и северных окраинах Пирина.

Карстовые образования развиты в основном в мезозойских известняках и доломитах, а в Родобах и Пирине в протерозойских мраморах.

Изучение карстовых образований является важной задачей геологии, гидрогеологии и спелеологии.

Спелеология в современном состоянии использует в основном методы визуального изучения. Эти методы весьма неточны и горомоздки (ввиду затрудненного доступа к некоторым пещерам), а получаемая информация незначительна и чаще всего недостаточна для изучения карстообразования. Эти обстоятельства определяют необходимость применения новых методов в спелеологии, среди которых важное место занимают геофизические.

Заполненные воздухом, водой, глинисто-песчаными или другими материалами подземные карстовые пустоты отличаются от окружающих пород по электропроводимости, плотности и эластичному модулю, что определяет возможность применения в спелеологии некоторых методов прикладной геофизики - электроразведки, сейсморазведки, гравиторазведки и др.

Опыт применения электроразведочных методов и их возможности при изучении карста (1, 4, 5 и 11) определили наиболее перспективный комплекс, включающий вертикальное электрическое зондирование, электропрофилерование, радиоволновое просвечивание и метод СДВ. Применение этих методов на поверхности и в доступных подземных пустотах способствует изучению карстовых образований. Однозначность интерпретации определяется конкретными геологогеофизическими условиями. Обычно отдельные карстовые пустоты хорошо выявляются, если их поперечные раз-



меры превышают глубины их залегания (4). Характер электрических аномалий зависит от дифференциации электрических свойств пещер, от вмещающих пород и, в основном, от расположения карстовых пустот и уровня подземных вод. Карстовые пустоты, находящиеся выше уровня подземных вод, заполнены, в основном воздухом и характеризуются повышенным сопротивлением. Пустоты же, расположенные ниже уровня подземных вод, заполнены водой и обладают повышенной электропроводностью, которая усиливается минерализацией воды.

В зависимости от форм пустоты могут создавать различные по интенсивности и амплитуде аномалии, которые обычно слабо выражены в случае изометричных по форме и небольших по размерам пустот. При вытянутых формах пустот эффективным является измерение слагаемых электромагнитного поля и пеленг по профилям, перпендикулярным предполагаемому простиранию.

Пустоты с высокоомным эффектом отличаются менее интенсивными аномалиями, и их однозначно можно выделять только в условиях относительного превышения горизонтальных размеров по сравнению с глубиной залегания.

При изучении карстовых образований кроме измерения на поверхности земли проводятся и геофизические измерения внутри пустот. В этом случае эффективно использование радиоволнового метода. При подземных исследованиях пещер чаще всего встречаются аномалии типа "линейного проводника", вызванные линейно вытянутыми карстовыми зонами, заполненными материалами повышенной проводимости (глиной, минерализованной водой). Радиоволновой метод позволяет прослеживать и оконтуривать в плане карстовые, обводненные и сухие обрушенные зоны, а также и отдельные более крупные пустоты. Существенное преимущество радиоволнового картирования в спелеологии обуславливается возможностью проведения детальных работ на участках, выявленных аномальных зон: например, измерения по разным азимутам или по параллельным профилям для детального оконтуривания карстовой зоны. Комплексное применение методов радиоволнового просвечивания и радиокии позволяет изучать пещеры, прогнозировать карстовые пустоты и выявлять обводненные зоны.

Плотностная дифференциация между карстовыми образованиями и вмещающими породами позволяет эффективно применять гравiorазведку (целесообразно проводить исследования с градиентометром) и метод подземной регистрации космического излучения (2).

Характеристика упругих свойств обособленных карстовых пустот и вмещающих их пород создает благоприятные условия для применения мето-

дов сейсморазведки. Целесообразно изучение пустот с поверхности проводить методом КМІВ, а внутри карстовых образований методом сейсмического просвечивания. Если карстовые пустоты заполнены материалом с повышенной магнитной восприимчивостью, можно успешно применять и магниторазведку.

Разрешающие возможности геофизических методов для решения конкретных задач в спелеологии хорошо иллюстрируются полученными результатами при исследовании пещер "Понора" и "Младенова", находящихся во Врачанском округе в двух километрах юго-восточнее села Чирена.

В орографическом отношении исследований район относительно к равнинному с хорошей проходимостью, что благоприятствует проведению геофизических измерений на земной поверхности.

Геологический разрез исследованных глубин сложен отложениями апта и альба. В разрезе апта выделены пять литологических горизонтов, в основном эти горизонты представлены известняками и мергелями. Альб представлен песчанистыми мергелями, финнозернистыми известняками и карбонатными песчаниками.

В исследованном районе встречаются множество поноры, волозы, вортопы и карстовые болота. Они приурочены к четвертому аптскому горизонту южнее села Чирена. Кроме поверхностных карстовых образований встречаются и подземные пещеры, карстовые ямы и колодцы. Пещеры "Понора" и "Младенова" типичные представители подземных карстовых форм.

Пещера "Понора" весьма благоприятный объект для выяснения эффективности геофизических методов при исследованиях карстовых пустот. Она развита на контакте между известняками  $S_{\text{апт}}^4$  и  $S_{\text{апт}}^5$  и залегает на небольшой глубине (20-25 м). Коренные породы не перекрыты наносами. Пещера трудно проходима ввиду глубоких озер, имеет сравнительно большие размеры и небольшие отклонения. Пещера заполнена воздухом и представляется высокоомным объектом для исследования.

Недалеко от пещеры "Понора" расположена пещера "Младенова". Гидрогеологическим путем (с помощью индикатора) установлена связь между двумя карстовыми формами. Для выявления простирания пещеры "Понора" и выяснения связи обеих пещер были применены геофизические методы - метод двойного симметричного и комбинированного электропрофиллирования, метод радиокип (вариант СДВ) и метод радиоволнового просвечивания.

Измерения проводились как на поверхности по профилям, перпендикулярным простиранию пещеры (электропрофиллирование и СДВ), так и в проходимой части пещеры "Понора" (метод СДВ). Радиоволновое просвечивание осуществлено в варианте пещера - земная поверхность (рис. 1).



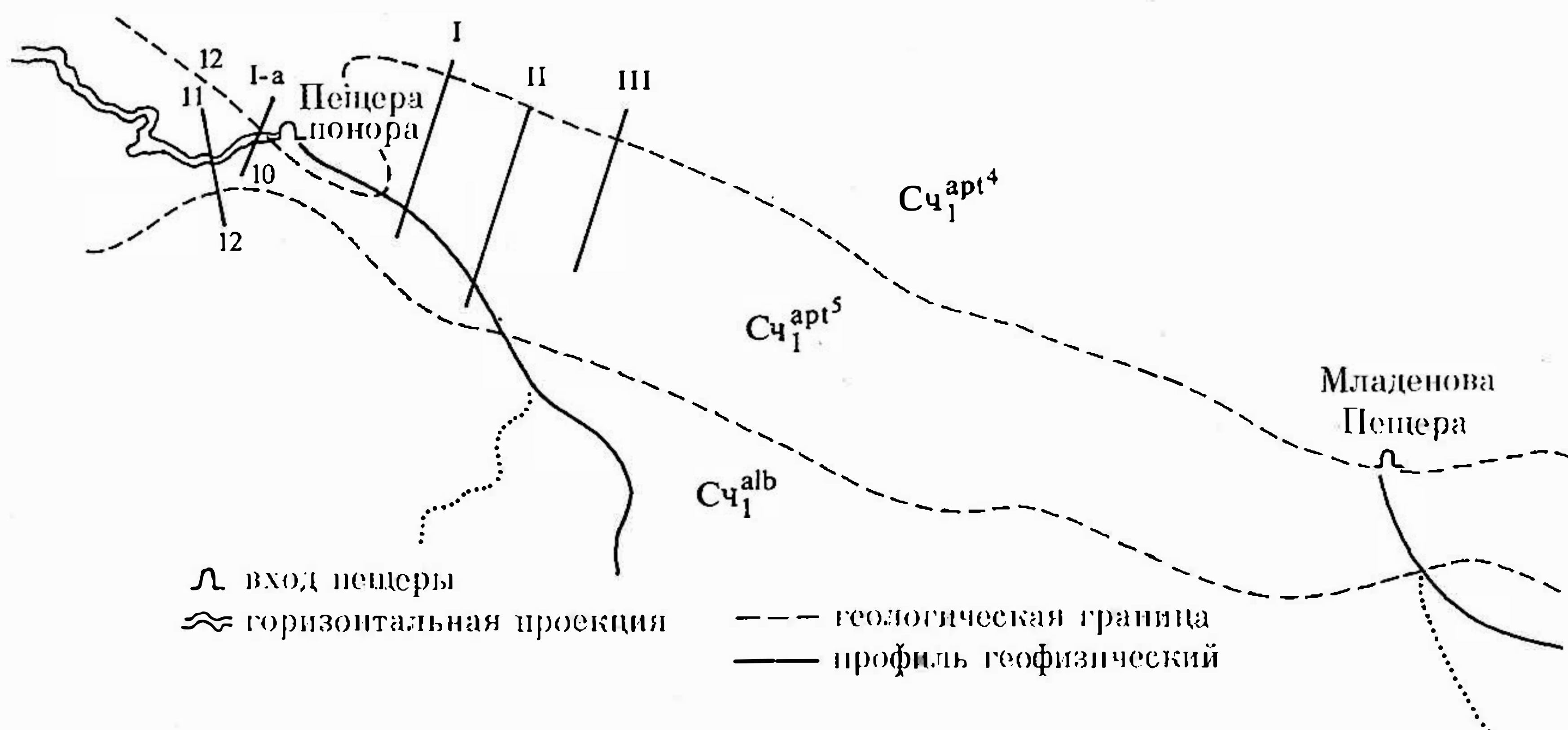


Рис. 1. Схематическая геологическая карта районов пещер "Понора" и "Младенова" с профильными линиями геофизических наблюдений.

Комбинированное электропрофилирование проводилось с разносами  $AO = 30$  м и  $A'O = 60$  м,  $MN = 20$  м, шагом измерений 10 м. Размеры питающих разносов выбирались с учетом масштабов карстовых пустот и глубин их залеганий.

Метод радиоволнового профилирования (СДВ радиокип) проводилось шагом 10 м, а при детализации выявленных аномальных участков - 5 м. Измерялись горизонтальная  $H_r$  и вертикальная  $H_z$ , магнитные компоненты и угол наклона ( $\alpha$ ) вектора магнитного поля. Изучалось поле Английской станцией Rugby на частотах  $16,0 \text{ кГц}$  и  $19,6 \text{ кГц}$ , пеленг которой близок по направлению с простиранием пещеры.

Подземные измерения по проходимой части пещеры методом СДВ - радиокип проводились шагом 10 м. Измерялись аналогичные компоненты поля и дополнительно пеленг прихода электромагнитной волны (по отношению к географическому северу).

Комплексная интерпретация полученных данных методом электропрофилирования СДВ - радиокип и радиоволнового просвечивания подтверждает эффективность геофизических методов и способствует более детальному изучению карстовых образований.

Профиль 1-1 пересекает пещеру вблизи ее входа. На графике радиоволнового просвечивания со ст. 1 отмечается широкая зона повышенных и почти равных значений горизонтальной компоненты магнитного поля (рис. 2). Это показывает, что карстовые пустоты здесь сравнительно обширные.

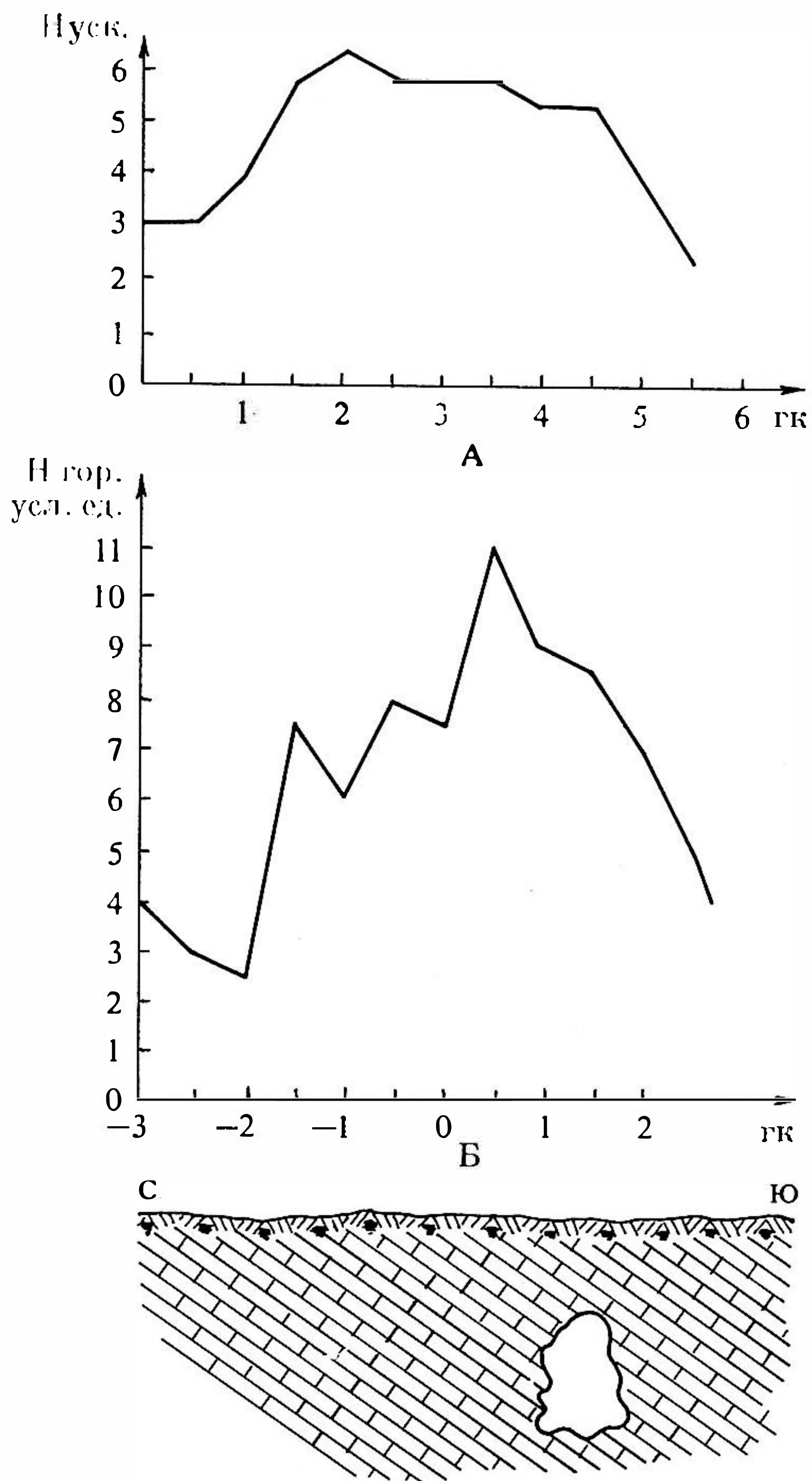


Рис. 2. Графики интенсивности электромагнитного поля  $H$  радиоволнового просвечивания по профилю 1 (А) и профилю 16 (Б) - пещера "Понора".

По профилю 1,6 проведены результаты наблюдения методом радиоволнового просвечивания. Профиль, представленный на рис. 2, проходит вблизи передатчика, что видно по слагаемым электромагнитного поля на частоте  $19,6 \text{ кГц}$  на профиле 1 (рис. 3). Между пикетами 2 и 7 вырисовывается аномалия типичная для вытянутого непроводящего тела - отмечается максимум  $H_z$  кривая угла  $\alpha$  и минимум горизонтальной компо-



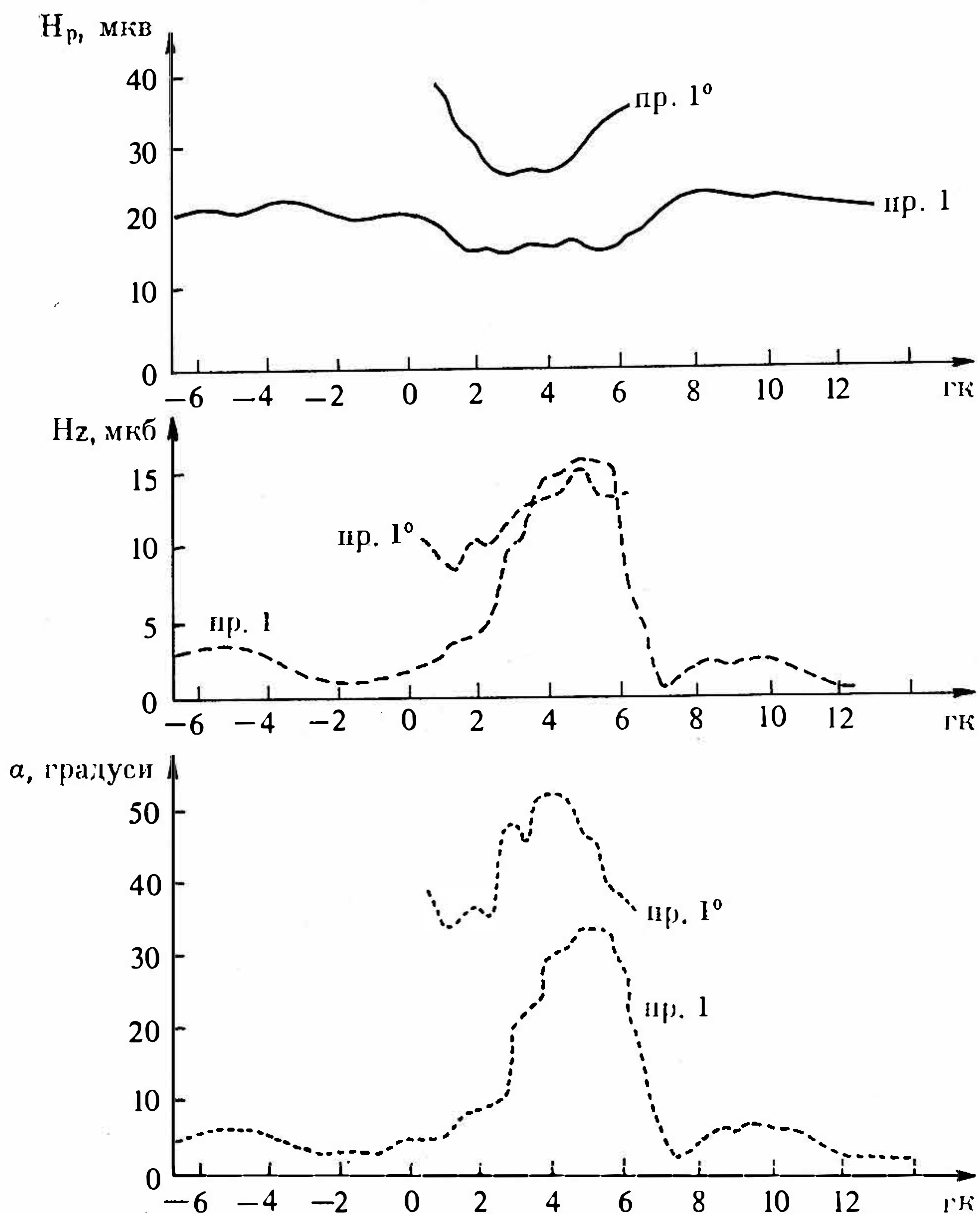


Рис. 3. Графики интенсивности электромагнитного поля по методу СДВ со станции Rugby при частоте  $f = 19,6 \text{ кГц}$  по профилю 1 и 1А - пещера "Понора"  $\frac{z}{r}$

ненты  $H_p$  в местах, где интенсивность поля радиоволнового просвечивания максимальный.

Методом комбинированного электропрофилеирования с разном  $AO = 30 \text{ м}$  хорошо выражен аномальный участок (рис. 4). На графике  $Q_K$  симметричного электропрофилеирования вырисовывается широкая зона повышенных значений  $Q_K$  (рис. 5). С разнсами  $AO = 60 \text{ м}$  выделяется зона с высоким значением  $Q_K$ , совпадающая с аномалиями по методу СДВ и радиоволнового просвечивания.

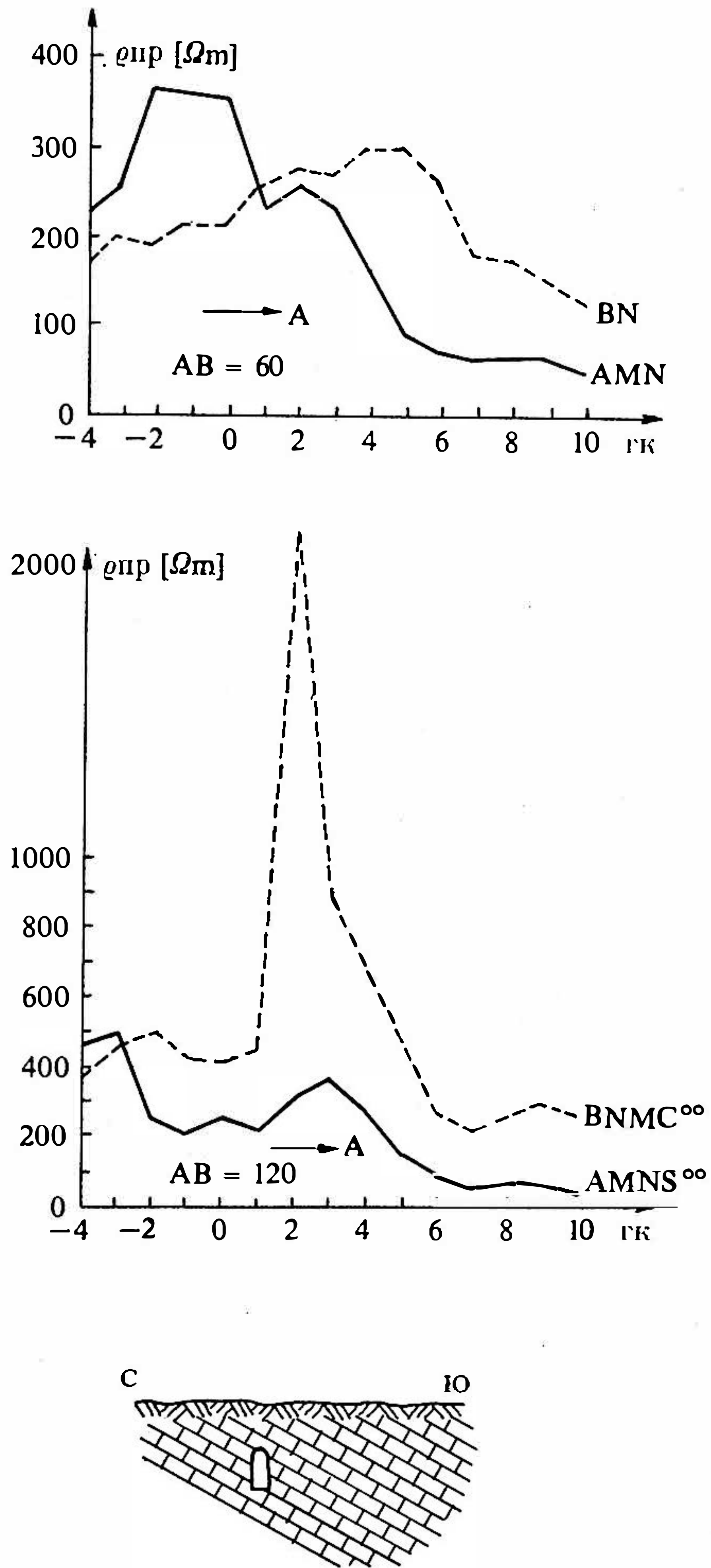


Рис. 4. Графики  $\rho_{np}$  по методу комбинированного электропрофиллирования по профилю 1 при разnose AB = 120 м и AB = 60 м пещера "Понора".



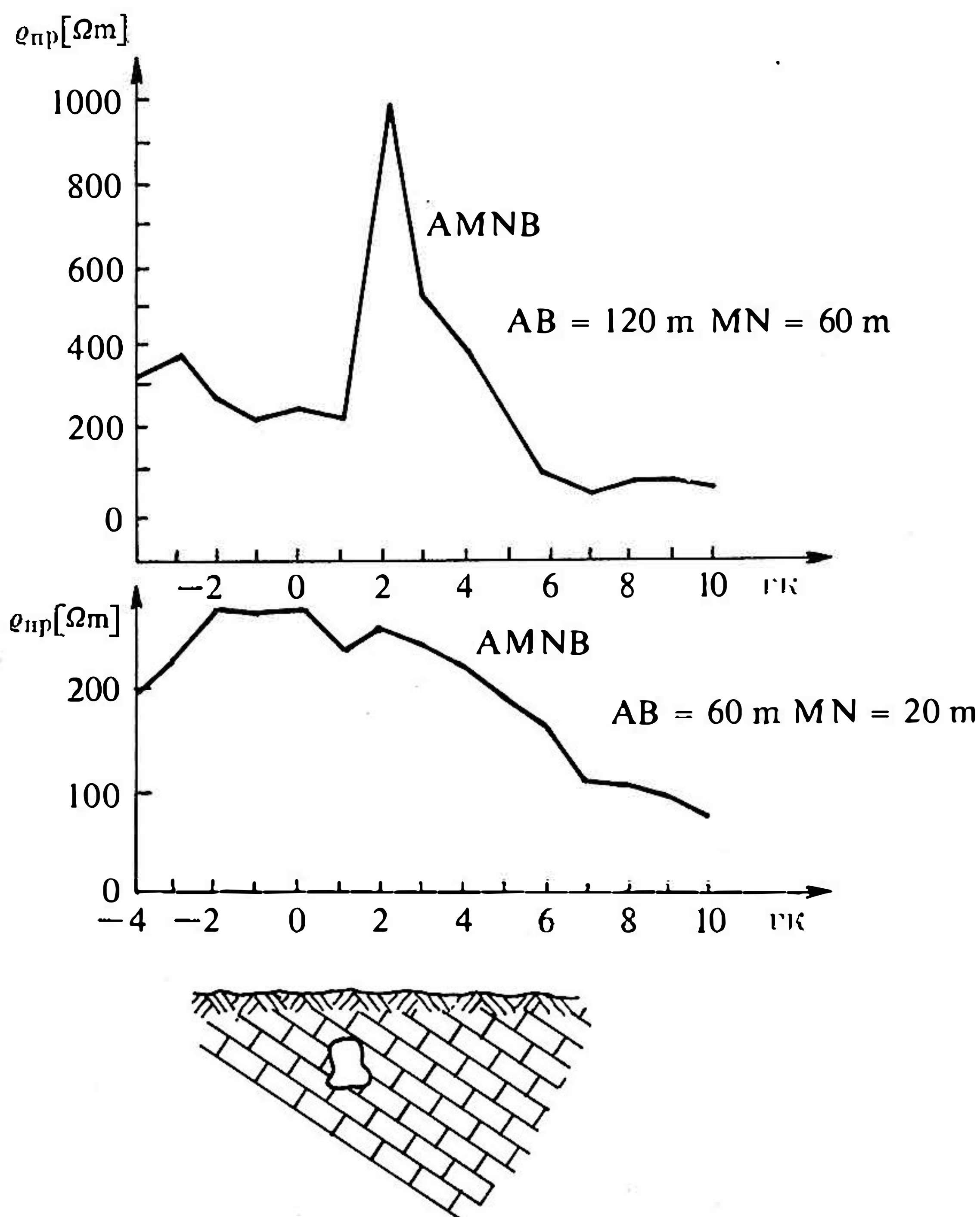


Рис. 5. Графики  $\rho_K$  симметричного электропрофиллирования по схеме AMNB; ( $AB = 120$  м;  $MN = 30$  м и  $AB = 60$  м,  $MN = 20$  м) по профилю 1 - пещера "Понора".

По профилю 2-2 методом радиоволнового просвечивания проводились амплитудные измерения поля. На полученном графике (рис. 6а) маркируется карстовая пустота в интервале ПК2 - ПК0. Ширина зоны повышен-ных значений поля на этом профиле меньше по сравнению с регистрируемой по профилю 1-1. Графики вертикальной компоненты  $\underline{H}_z$  горизонтальной  $\underline{H}_p$  и угла наклона  $\alpha$  магнитного поля (рис. 6б), зарегистрированных методом СДВ по профилю 2-2, тоже более слабо выражены. Это показывает, что на участке профиля 2-2 карстовые пустоты имеют меньшие размеры. По методу комбинированного электропрофиллирования местоположение пещеры однозначно отмечается на графиках сопротивления при раз-носах  $A'B' = 60$  м. Среднее арифметическое значение  $\underline{Q}_K$  отмечается над местоположением карстовой пустоты в интервале ПК6 - ПК0.

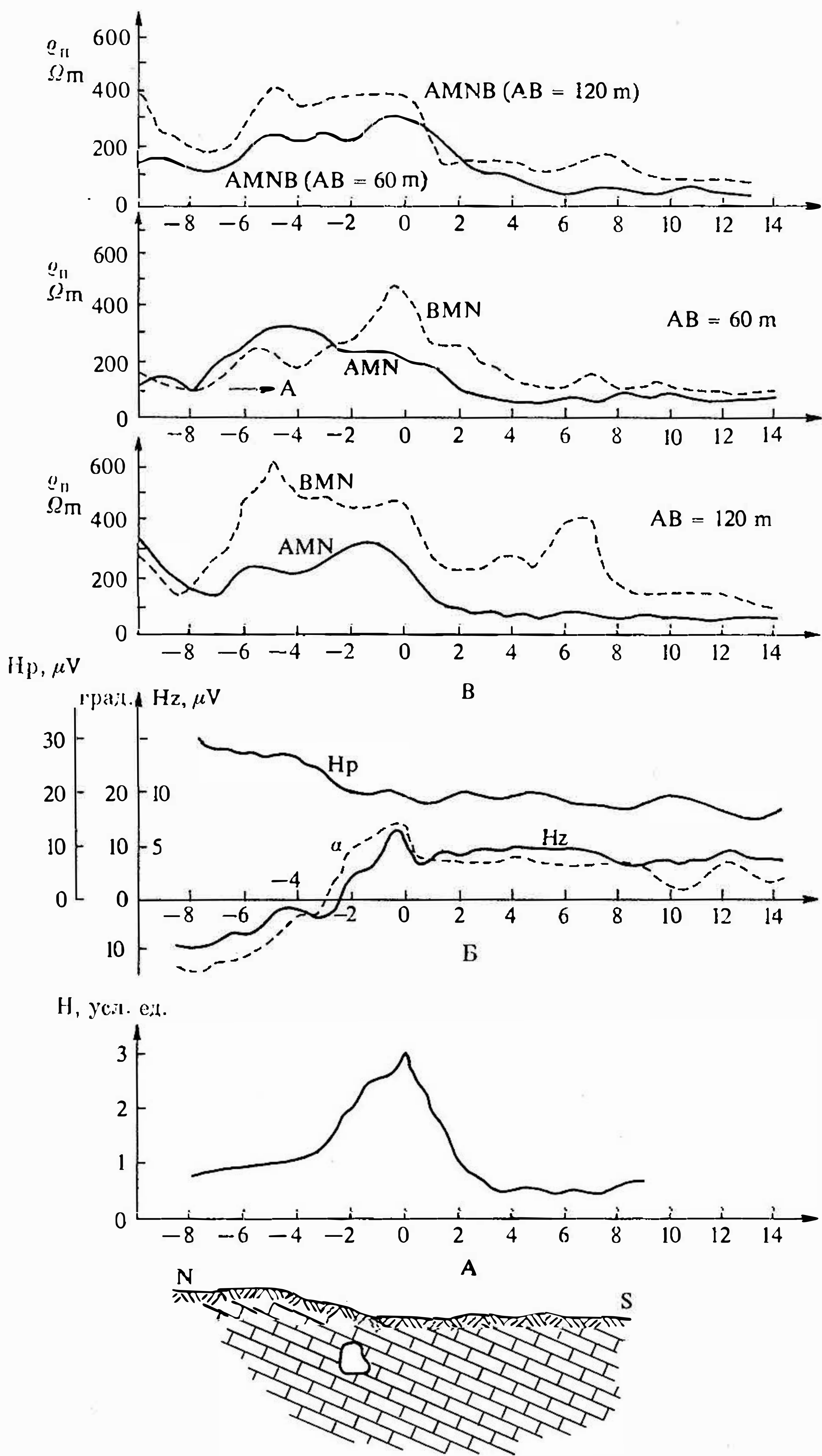


Рис. 6. а - График интенсивности электромагнитного поля "Н" по методу радиоволнового просвечивания по профилю 2 - пещера "Понора". б - Графики  $H_p$ ,  $H_z$  и  $\alpha$  по методу СДВ. в - Графики  $\rho_k [\Omega \cdot m]$  по методу комбинированного электропрофилеирования ( $AO = 30$  м и  $A'O = 60$  м). г - Графики  $\rho_k [\Omega \cdot m]$  по методу симметричного электропрофилеирования ( $AB = 60$  м,  $A'B' = 120$  м).



На графике  $\underline{Q}_k$ , полученных с разносами  $\Delta v = 120$  м, присутствие пещеры не отмечается. Это дает основание считать, что карстовые пустоты находятся на глубинах порядка 20-30 м.

Сведения об электрических сопротивлениях на исследуемом участке получены с использованием данных метода радиоволнового просвечивания и СДВ.

Удельная проводимость в методе радиоволнового просвечивания вычислена по приближенной формуле, справедливой при  $v\lambda \gg 1$ :

$$\gamma = \frac{c^2}{4\pi^2 \underline{f}} \frac{\ln \frac{\tau_1 \left( \frac{H_1}{H_2} \right)}{\tau_2}}{(\tau_2 - \tau_1)^2}$$

где,  $\underline{f}$  - частота поля;

$\underline{H}_1$  и  $\underline{H}_2$  - значения поля в точках, расположенных соответственно на расстоянии  $\underline{z}_1$  и  $\underline{z}_2$  от генератора.

Для метода СДВ используется формула:

$$\gamma = \frac{v^2 c^2}{2\pi \underline{f}}, \quad \underline{b} = \frac{\ln \left( \frac{H_p}{H_p(h)} \right)}{\underline{h}}$$

где,  $\underline{H}_p$  и  $\underline{H}_p(h)$  - значения горизонтальной компоненты магнитного поля, измеренные на земной поверхности и глубине ( $\underline{h}$ ).

В участках расположения карстовых пустот среднее сопротивление среды равно  $10^4 - 10^5 \Omega \text{ м}$ , а удельное сопротивление вмещающих пород (150-250)  $\Omega \text{ м}$ .

На рис. 7 показана часть профиля пещеры "Понора" с точками, в которых измерялись методом СДВ слагаемые электромагнитного поля  $\underline{H}_p$ ,  $\underline{H}_z$ , угол  $\alpha$  а пеленг  $\varphi$ , и результаты интенсивности магнитного поля методом радиоволнового просвечивания.

На графиках  $\underline{H}_z$  и  $\alpha$  наблюдаются аномальные участки, которые связаны с извилистым характером пещеры.

Профиль 3 методом комбинированного электропрофилеирования заложен восточнее выхода пещеры на расстоянии около 500 метров с целью поисков новых карстовых образований.

На рис. 8а,б между пикетами 180 и 240 хорошо фиксируется аномальный участок. На графиках с двумя разносами симметричного электропрофилеирования (рис. 8в) отмечается высокоомная зона. По всей ве-

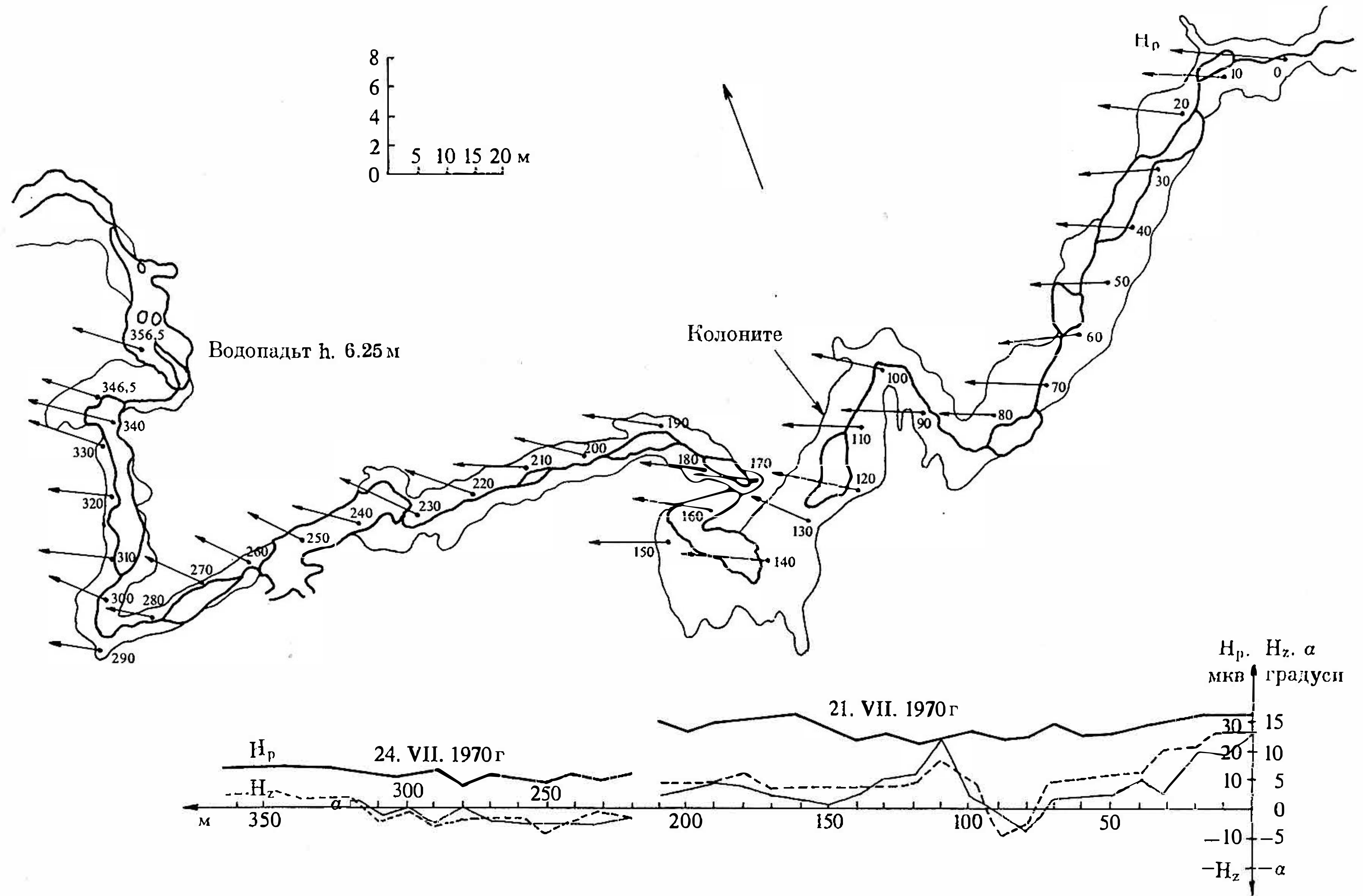
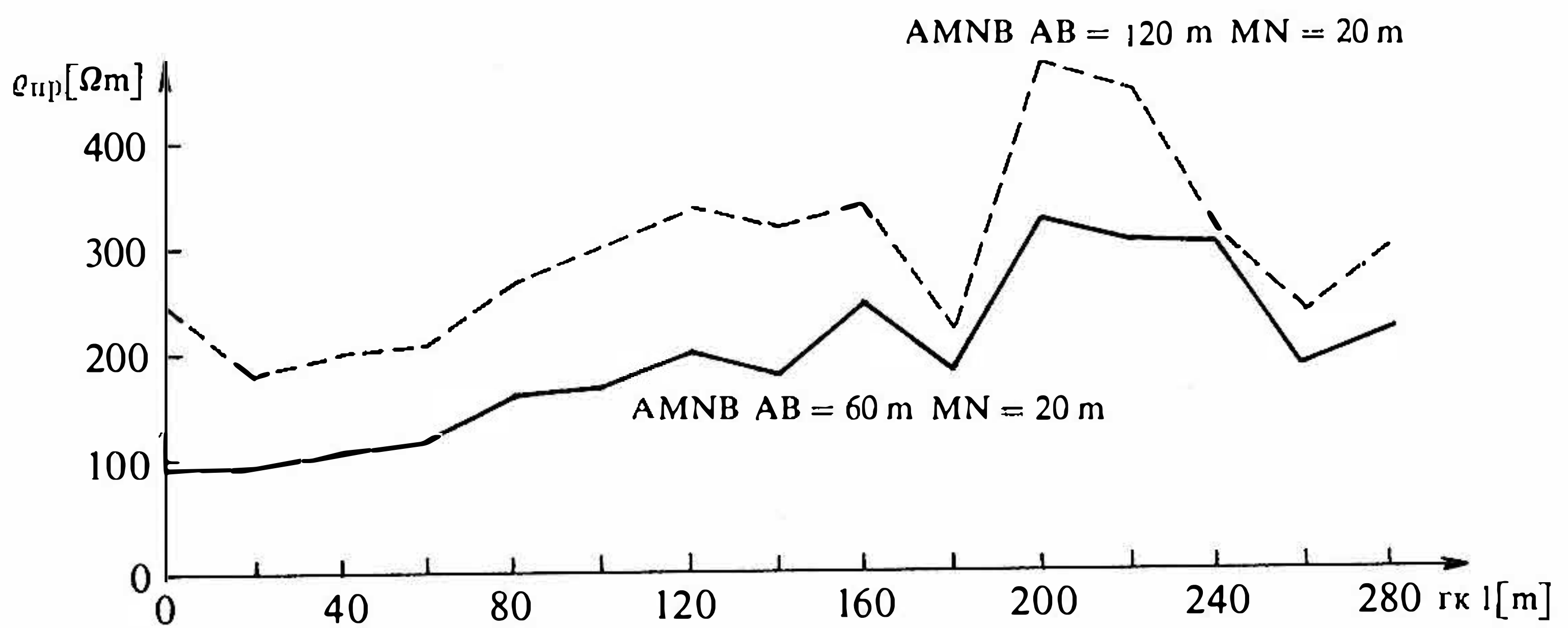
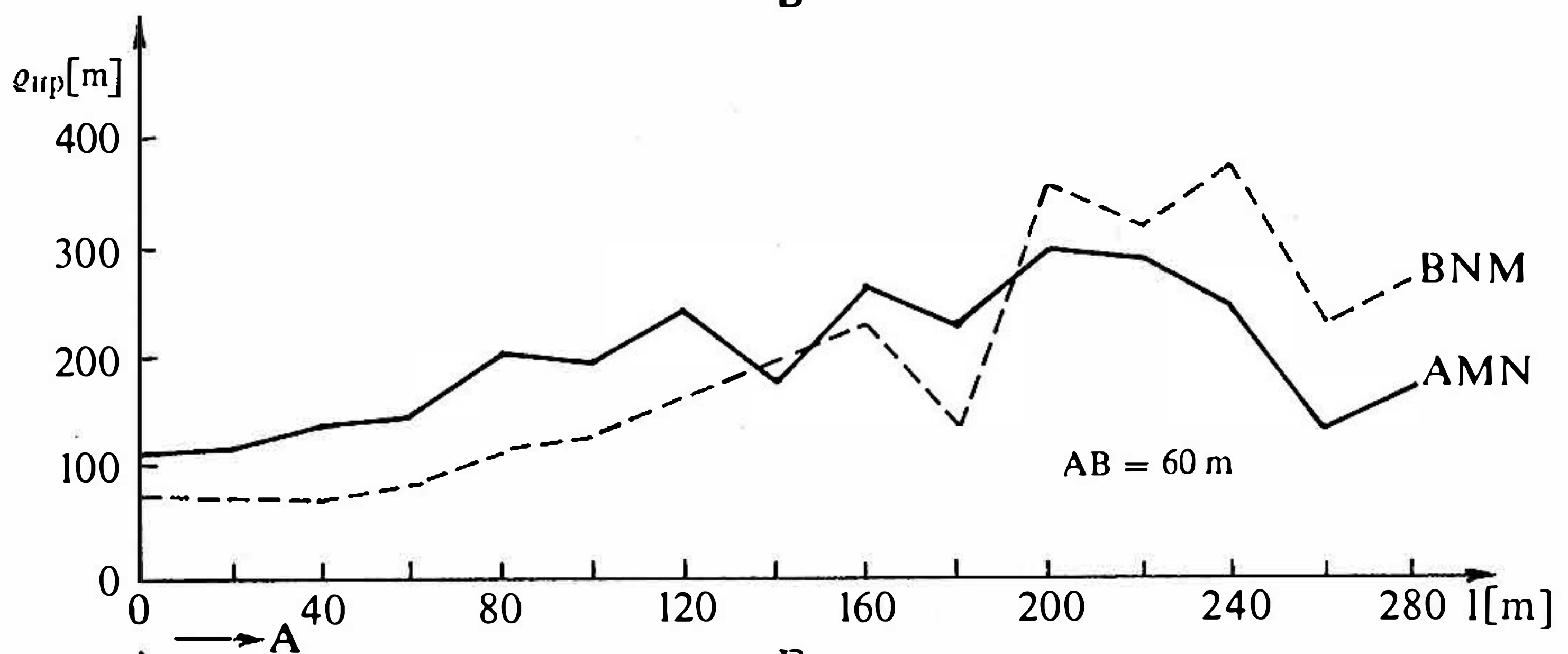


Рис. 7. Карта исследованной части внутри пещеры "Понора" с обозначениями векторов электромагнитного поля ( $\underline{H}$ ) РВП и графиками слагаемых  $\underline{H}_z$ ,  $\underline{H}_p$  и  $\alpha$  по методу СДВ на частоте  $f = 19,6 \text{ кГц}$ .

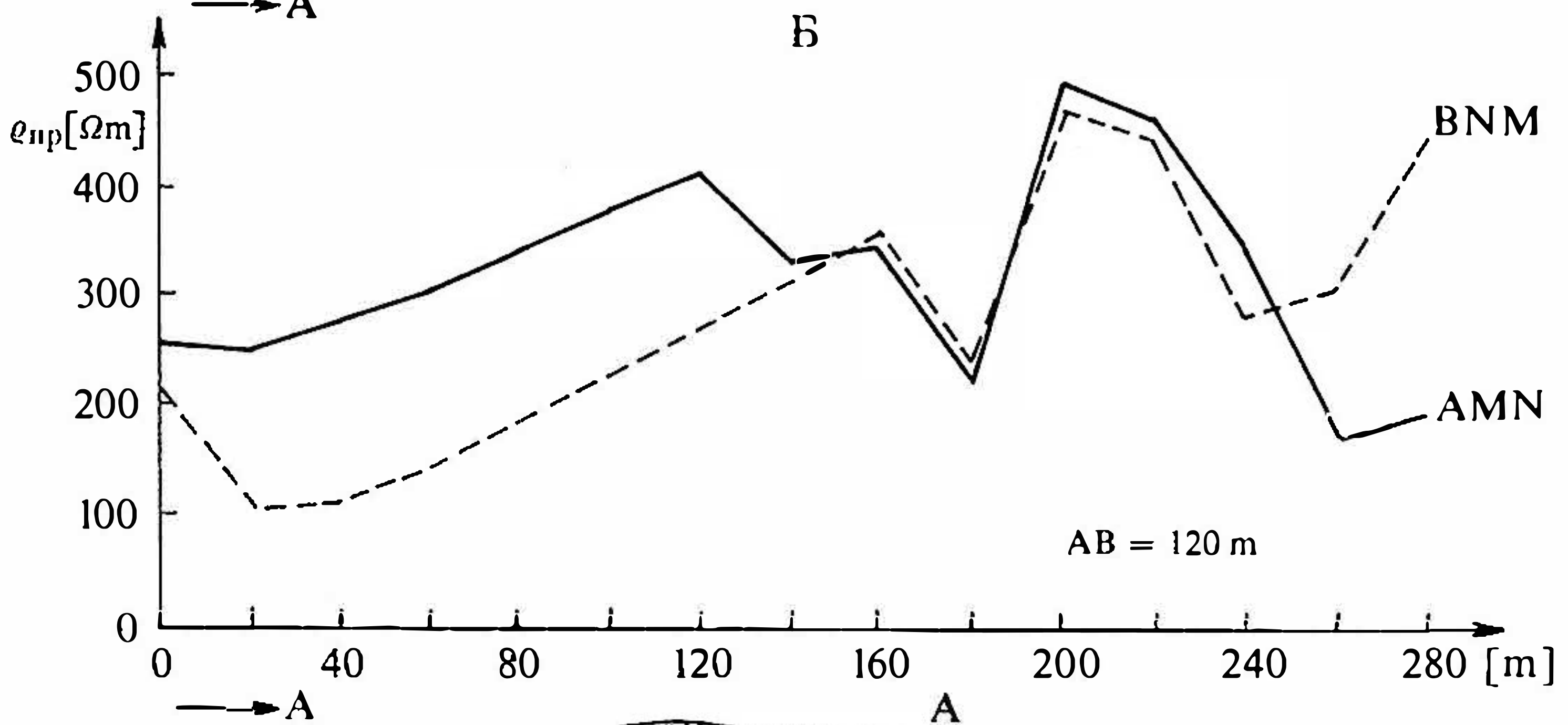




В



Б



А

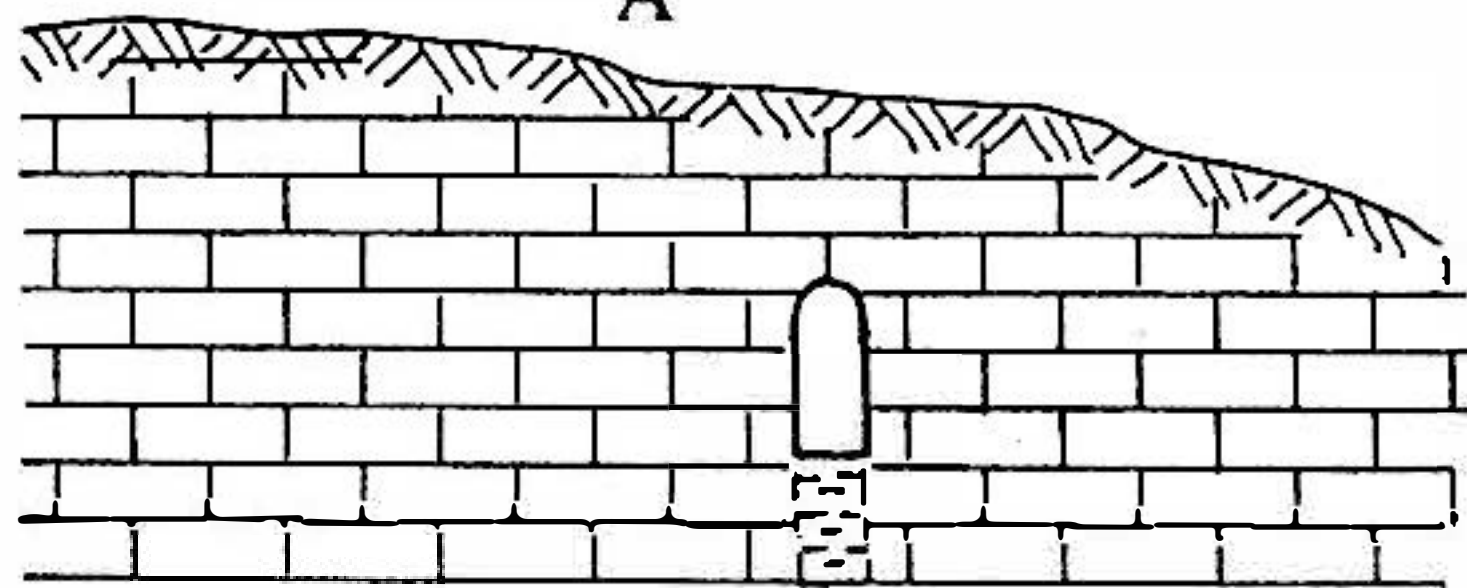


Рис. 8. Графики  $\rho_{np} [\Omega m]$  по методу комбинированного электропрофилеирования с разносами AB = 120 м (а), AB = 60 м (б) и по методу симметричного электропрофилеирования (в) по профилю 3 - пещера "Понора".

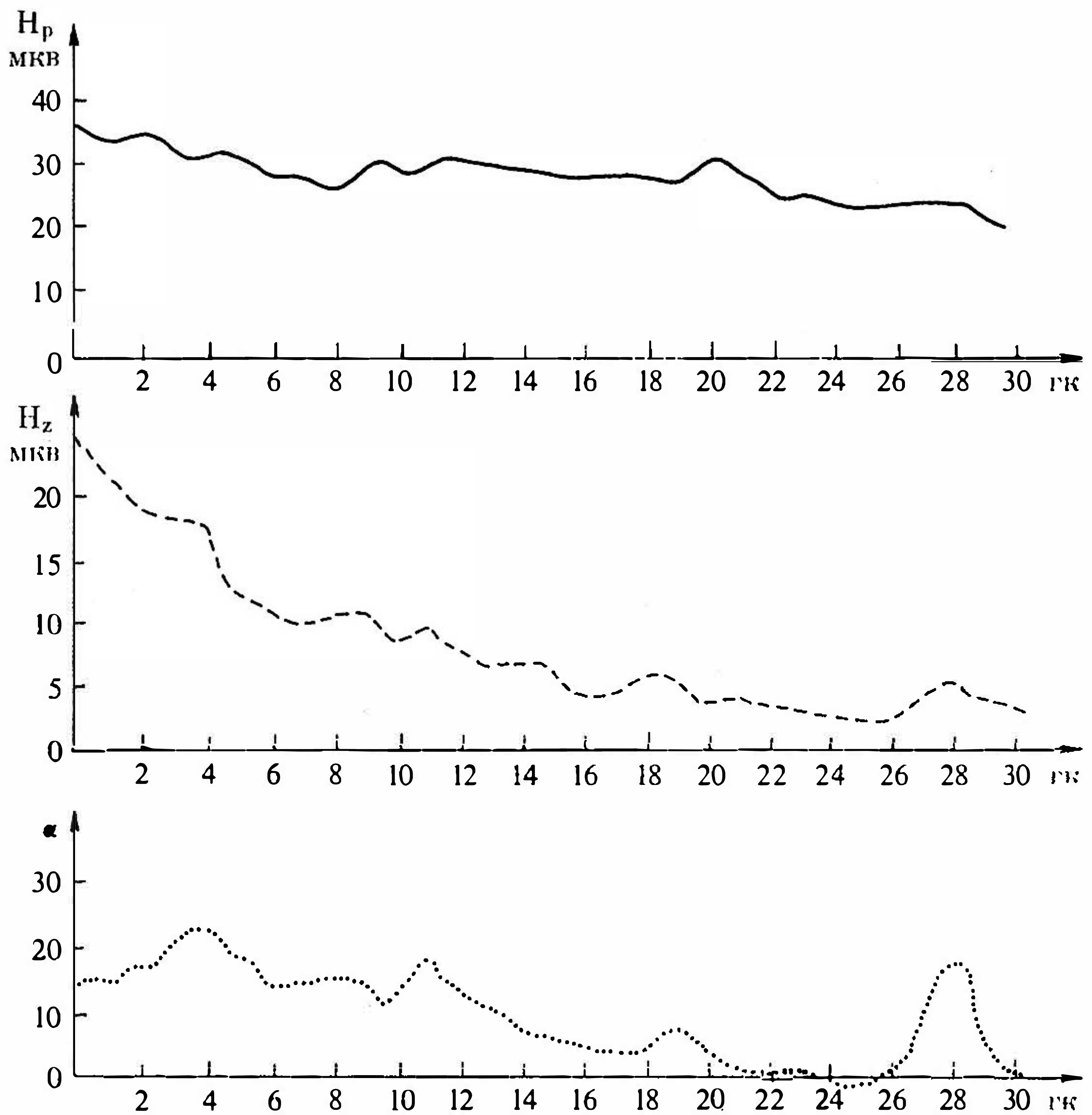


Рис. 9. Графики электромагнитного поля  $H_r$ ,  $H_z$  и  $\alpha$  по профилю 5, полученные методом СДВ - пещера "Понора".

ростности, связь между пещерами "Понора" и "Младенова" осуществляется через эту аномальную зону. Для поисков новых карстовых ходов задан профиль 5 по методу СДВ. Изменение угла  $\alpha$  и вертикальной слагаемой  $H_z$  (рис. 9) указывает на наличие карстовой полости с небольшими размерами на глубине порядка 30-35 м. Несомненно интерес представляет и аномальный эффект в пк 280, полученный методом сопротивлений.

Полученные результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы:

- Выбранный комплекс геофизических методов решает поставленную задачу поисков новых карстовых пустот. Хорошие результаты получаются методом триэлектродного электропрофилеирования с разносами  $AO = 30$  м и  $A'O = 60$  м. Им фиксируются зоны сопротивлений, которые соответ-



ствуют карстовым пустотам. Методами СДВ и РВП тоже выясняется геологический разрез. Методом СДВ в варианте "радиокип" фиксируются ясно выраженные аномалии типа вытянутых, плохо проводящих пустот, залегающих неглубоко от земной поверхности. Методом радиоволнового просвечивания в варианте "пещера - дневная поверхность" дается оценка о размерах карстовых пустот и характере заполнения.

- Карстовые пустоты пещеры "Понора" на графике  $\underline{Q}_k$  проявляются как высокоомные зоны.

Сделанные обобщения показывают, что геофизические методы с успехом могут быть использованы при исследованиях карстовых пустот, причем методику и комплексирование методов следует конкретизировать в зависимости от геолого-геофизических условий исследованного района и решаемых задач.

## ЛИТЕРАТУРА

1. АЛЕШИН А.С., БАУЛИН Ю.И., ФЛОРОВ А.Д.: Применение геофизических методов разведки при изучении карстовых пещер - ОНТИ ВИЭМС, выпуск 73 серия Региональная, разведочная и промысловая геофизика № 9, 1965 г.
2. БЛОХ Я.Д., БОНДАРЕНКО В.М., КОВАЛЕНКО Н.Д., ТАРХОВ А.Г.: Об использовании космического излучения в целях подземной геофизической разведки. Прикладная геофизика, выпуск 38, Гостоптехиздат, 1964 г.
3. ГОЛОВЦЫН В.Н.: О возможностях применения электрометрических методов к изучению карстовых явлений. Труды сейсмологического института АН СССР, М., Изд. АН СССР, 1935 г.
4. ЛУКИН В.С., РЫЖИКОВ Д.В., ТУРЫШЕВ А.В.: Кунгурская ледяная пещера. Изд. АН СССР, Уральский филиал, Свердловск, 1961 г.
5. Методика изучения карста. Геофизические методы, выпуск 5, Пермь, 1963 г.
6. ПОЛЕВОЙ В.С.: Комплексное применение методов электроразведки и сейсморазведки для поиска и изучения закарстованных зон. Тезисы докладов. Совещание по вопросам организации геофизических работ в карстовых районах горного Крыма. Изд. АН УССР, ИМР, Симферополь, 1960 г.

7. СМОЛЬНИКОВ В.М., САПУЖАК Я.С., ШТЕНГЕЛОВ Е.С.: Некоторые результаты электроразведочных работ в районе Скельской пещеры. Труды комплексной карстовой экспедиции. ИМП АН УССР, Киев, 1963 г.
8. ТРАНТЕЕВ П.И.: Пещера, туристический объект, медицина и физкультура, София, 1965 г.
9. ТРАНТЕЕВ И.П., ГЕОРГИЕВ В.: Тайната на пещерите "Наука и изкуство", София, 1968 г.
10. ФЛОРОВ А.Д.: Об изучении карстовых пещер с помощью радиоволн. Труды комплексной карстовой экспедиции ИМП АН УССР, Киев, 1963 г.
11. JOYCE J.M.: Electromagnetic absorption by rocks with some experimental observation taken in Mammoth cave in Kentucky. Bull. of Min. Techn. paper No 497, 1931.
12. MEJNEE F.M.: Propagation of reactive frequency energy through the Earth. Geophys. v. 19, No 3, 1954.





Aa 015

# UNTERSUCHUNGEN IN SALZ- UND GIPSKARSTGEBIETEN, EINE WICHTIGE AUFGABE DER INGENIEURGEOLOGIE IN DER DDR

F. Reuter  
Bergakademie, Freiberg,  
DDR

## 1. VORBEMERKUNGEN

Fünf von fünfzehn Bezirken der DDR zeichnen sich dadurch aus, dass die geologischen Verhältnisse Voraussetzungen für die Entwicklung von Salz- und Gipskarst aufweisen. Dies betrifft die Bezirke Magdeburg, Halle, Gera, Erfurt und Suhl, in denen folgende stratigraphische Einheiten <sup>†</sup> mächtige Salz- und Gipslager führen:

- der mittlere Keuper (Gipskeuper)
- der mittlere Muschelkalk
- der obere Buntsandstein (Röt)
- das obere Perm (Zechstein) in vier Zyklen

Die Schichten der Trias sind hinsichtlich der Karsterscheinungen von untergeordneter Bedeutung und spielen nur im Raum zwischen Harz und Thüringer Wald oft eine bemerkenswerte Rolle. Die salinaren Schichten des Zechsteins sind, oft auch in grosser Mächtigkeit, in allen fünf Bezirken weit verbrietet und werden in den geologischen Einheiten Subherzyner Mulde, Thüringer Mulde und Werrakaligebiet, vor allem im Ausstrichbereich und wenn die salinaren Schichten in sattelförmiger Lagerung auftreten, zu einem entscheidenden Faktor bei der ingenieurgeologischen Begutachtung des Baugrundes. Da es sich bei den Karstregionen nicht selten um dicht besiedelte Gebiete handelt, und da der natürliche Prozess oft durch anthropogene Einflüsse eine Verstärkung erfährt (z.B. durch die Wasserhaltung des Bergbaus oder infolge der Nutzung von Solquellen), kommt es im Gefolge der Verkarstung zu Bodensenkungen mit maximalen Beträgen von etwa 400 mm/a, die mit ökonomisch vertretbaren konstruktiven Massnahmen durch das Bauwesen nicht mehr verkraftet werden können.

In den nachfolgenden Ausführungen soll ein globaler Überblick über die wichtigsten ingenieurgeologischen Probleme unter Berücksichtigung einer früher veröffentlichten Klassifikation der Auslaugungserscheinungen (wir verstehen hierunter die Erscheinungen des Salz- und Gipskarstes) gegeben werden (Reuter 1968).



## 2. HAUPTPROBLEME DER INGENIEURGEOLOGIE IN AUSLAUGUNGSGBIETEN

### 2.1. GIPSKARST

Da der Gips unter den auslaugbaren Gesteinen das Schwerlöslichste darstellt, findet man die Erscheinungen des Gipskarstes gegenüber dem Salzkarst immer in relativer Nähe des Ausstriches der betroffenen Schichten. Seit der Bearbeitung des Gipskarstes durch Biese (1931) ist bekannt, dass der Gipskarst ein kavernenbildendes Stadium durchläuft. Jeder Erdfall, der sich an der Oberfläche ereignet, ist auf das Zubruchgehen einer Kaverne (unterirdische Höhle) zurückzuführen, wenn nicht zusätzliche geologische Prozesse (z.B. Suffosionen) beteiligt sind. Erdfälle interessieren in der Ingenieurgeologie insbesondere hinsichtlich der Häufigkeit ihres Auftretens und des Durchmessers. Die Häufigkeit dieses Prozesses auf das Jahr bezogen ist ein wichtiger Kennwert, der über das Risiko der Bebauung in einem bestimmten Gebiet Hinweise gibt. Hier müssen unter Anwendung der mathematischen Statistik brauchbare Kriterien entwickelt werden, die für Zwecke des Bauwesens nutzbar gemacht werden können. Eine wichtige Aussage über die Gefährdung eines Bauwerkes erhält man durch die Grösse des Erdfalles. Kammerer (1962) betrachtet den kritischen Durchmesser eines Erdfalles (3 m) und definierte ihn dahingehend, dass Erdfälle bis zu dieser Grösse bautechnisch mit vertretbarem ökonomischen Aufwand saniert werden können. Aufgrund seiner Untersuchungen in den Karstgebieten des Rötgipses schlägt Brendel (1972) (da der Erdfall zunächst eine Glockenform besitzt und die Trichterform sich erst im Laufe der Zeit entsprechend dem Böschungswinkel des Gesteins einstellt) als kritischen Durchmesser 2 m vor. Diese unterschiedlichen Auffassungen zeigen, dass die ingenieurgeologische Problematik, vor allem in Abstimmung mit dem Bauwesens, bisher nicht gelöst ist.

Im Gipskarst beobachtet man nicht selten auch flächenmässige Senkungen, die Grössenordnungen erreichen, sodass die in solchen Bereichen stehenden Bauwerke zerstört werden. In einem Standard (TGL 168-1002) wurden solche Erscheinungen als Suffosionen über verkars-tendem Gips oder als Gleitungen in Erdfallgebieten bezeichnet. Nachdem Brendel (1972) von einer "Raumnetzsubrosion" im Gips spricht (er versteht darunter eine Auslaugung, die von engstehenden Klüften, auch bei Einsturzgebirge, ausgeht und so zu einer stetigen Verkleinerung des Gipskluftkörpers führt), erhebt sich die Frage, inwieweit flächenmässige Senkungen auch auf diese Vorgänge zurückgeführt werden

können. Forschungsarbeiten zur Lösung dieser Problematik könnten sowohl auf strukturgeologischer Grundlage im Gelände als auch im Rahmen von Labor (Modell-)versuchen angesetzt werden.

Neben den genannten, in erster Linie von der Praxis vorgegebenen Problemen gibt es weitere wichtige Aufgaben, insbesondere zur Erweiterung des theoretischen Grundlagenwissens, zu lösen. Dies betrifft hauptsächlich physiko-chemische und geomechanische Probleme des Lösungsmechanismus, der Hohlraumbildung und der Standsicherheit von Kavernen mit der Zielstellung einer Lenkung der Prozesse sowie einer möglichen Vergütung der Schäden.

## 2.2. SALZKARST

Die oberflächigen Erscheinungen des Salzkarstes unterscheiden sich unter unseren klimatischen und regionalgeologischen Bedingungen grundsätzlich von denen des Gipskarstes. Dies ist der Grund, weshalb untersuchungsmethodisch andere Aufgaben an die Baugrunderkundung gestellt werden. Auch das Bauwesen hat ganz andere Probleme zu lösen.

Das Hauptmerkmal des Salzkarstes sind  $\pm$  ungleichmässig verlaufende Senkungen, die in vielen Fällen die Grössenordnung von mm/a (wenn der Vorgang unter natürlichen Bedingungen verläuft), nicht selten aber auch Dezimeterbeträge pro Jahr (unter anthropogenem Einfluss) erreichen. Dies zeigt, dass die Karsterscheinungen inzwischen zu einem Problem geworden sind, das nur im Zusammenhang mit den Problemen der Umwelteinflüsse zu lösen ist. Grundsätzlich lassen sich die Senkungsvorgänge mit Hilfe der bei der Behandlung von Bergbauschäden bewährten Trogtheorie beschreiben. Wenn auch die Methode, angewandt auf die Karstvorgänge, als deduktiv betrachtet werden muss, so finden sich doch viele ähnliche Erscheinungen, die, miteinander verknüpft, dem Ingenieurgeologen eine Prognose mit ziemlich hohem Aussagewert über die weitere Entwicklung der Erscheinungen und damit hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf ein Bauwerk gestatten. Die Vervollkommnung dieser Untersuchungsmethoden durch Einbeziehung der Vermessungstechnik (zur Beobachtung der Senkungsbewegungen), der Geophysik (zur Ortung unterirdischer Ablaugungsflächen und Hohlräume) und des Bauwesens (zur Erarbeitung von Methodiken für eine Bauschadenanalyse und eine Kartierung der Bauschäden sowie der Entwicklung konstruktiver Massnahmen bei der Sanierung oder Verhinderung von Schäden in den verschiedenen Be-



reichen des Senkungstrog) werden einige der Hauptrichtungen der angewandten Ingenieurgeologie in der Forschung darstellen.

In Salzkarstgebieten kommt es von Zeit zu Zeit zur Bildung von grossen Erdfällen, die gegenüber Erdfällen in Gipsgebieten (meistens  $\emptyset$  von 2-3 m, Tiefe wenige Meter) erheblich grössere Ausmasse ( $\emptyset$  20 m und mehr, Tiefe um 10 m, auch mehr) aufweisen. Während früher angenommen wurde, dass Erdfälle über Salzkarst nur bei hangendem Gebirge entstehen können, das wenig gestört ist, und dass bei einem oftmals in den Senkungsprozess einbezogenem Hangenden ein zerbrochenes Einsturzgebirge entsteht, das infolge des vorliegenden Schollenmosaiks nur quasilastische Verformungen (d.h. Senkungen) zulässt, wissen wir heute, dass die meisten grossen Erdfälle über Salzkarst als Bruchformen im Zerrungsbereich des Senkungstrog zu deuten sind. Diese Aussage kann als gesichert gelten, seitdem durch systematische Kartierungsarbeiten in Salzkarstgebieten (Meier 1970, Oleilewitz 1971) und weitere Untersuchungen (Reuter, Molek & Meier 1971) ein lückenloser Übergang von Zerrspalten (über grabenartige Einbrüche und andere Zerrungsformen) in Erdfälle nachgewiesen werden konnte. Diese Erkenntnis gestattet uns zwar heute eine erhebliche Einschränkung der Grösse der Gefahrengelände, - in den dicht - besiedelten und mit Verkehrswegen durchzogenen Ballungsgebieten des Bezirkes Halle entspricht die Aussagegenauigkeit aber noch nicht den ökonomischen Erfordernissen. Neben der ingenieurgeologischen Geländeaufnahme unter Einbeziehung moderner Methoden der Vermessungstechnik wird von uns zur Zeit der Schwerpunkt der Forschungen in der Entwicklung geophysikalischer Methoden zur rechtzeitigen Ortung unterirdischer Hohlräume in Salzkarstgebieten gesehen, die ja die latenten Einbruchgebiete darstellen. Als Fernziel betrachten wir in diesem Zusammenhang zwei Aufgabenstellungen

- Lenkung der Auslaugungsprozesse und ihrer Folgeerscheinungen, so dass sie entsprechend der Erfordernissen des Bauwesens ablaufen oder eingeschränkt werden (Erfahrungen liegen z.T. aus dem Bereich des Bergbaus vom gezielten Absaufenlassen der Kalischächte vor);
- Entwicklung von prophylaktischen Massnahmen zur Beeinflussung der Schadensursachen in einem frühen Stadium (auch unter Einbeziehung von Verfahren der Baugrundvergütung) und von Verfahren zur Sanierung eingetretener Gelände - sowie Bauwerksschäden.

Für die genannten Aufgabenstellungen bieten sich viele Ansatzmöglichkeiten in der Grundlagenforschung, die oft nur interdisziplinär

när (z.B. unter Einbeziehung der Chemie, Biologie u.a. Disziplinen) gelöst werden können.

### **3. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK**

Es wurde ein kurzer Überblick über die Hauptprobleme der Ingenieurgeologie in Salz- und Gipskarstgebieten gegeben. Die wichtigsten Aufgaben der angewandten Forschung bestehen darin, unter Einbeziehung anderer Disziplinen, vor allem des Bauwesens, des Vermessungswesens und der Geophysik, bei Berücksichtigung ökonomischer Aspekte einerseits Untersuchungsverfahren zu entwickeln, die eine höhere Aussagegenauigkeit über Ursachen und Entwicklung der Karsterscheinungen gestatten, andererseits aber auch ermöglichen, lenkend auf Ursachen und den Prozess einzuwirken sowie entstehende oder entstandene Schäden wirksam zu sanieren.

Die Fülle der in der Ingenieurgeologie zu lösenden Probleme ist mit den vorstehend angeführten Aufgaben bei weitem nicht erschöpft. Jede Baugrunduntersuchung in Salz- und Gipskarstgebieten erfordert immer aufs neue schöpferische Initiative und wissenschaftliches Denken und Handeln. Präzedenzfälle gibt es in der Auslaugungspraxis nicht. Die Folge davon ist, dass gerade bei der ingenieurgeologischen Tätigkeit in Auslaugungsgebieten noch viele Probleme, sowohl im Detail als auch in grossem Masstab zu lösen sind; deren volkswirtschaftliche Bedeutung wird in der Praxis täglich aufs neue unterstrichen.

### **LITERATUR**

- BIESE, W.: Entstehung der Gipshöhlen am südlichen Harzrand und am Kyffhäuser. - Abh. Preuss. geol. LA, NF, Berlin 1931.
- BRENDEL, K.: Die Rötfolge der Trias im südöstlichen und nördlichen Harzvorland in ingenieurgeologischer Sicht. - Diss. Halle 1972.



- KAMMERER, F.: Ingenieurgeologische Methoden in Auslaugungsgebieten. - Frbg. Forschungsh. C 127, Berlin 1962.
- MEIER, G.: Ingenieurgeologische Spezialkartierung von Auslaugungserscheinungen im Rollsdorfer Senkungskessel einschliesslich der Teufelsspitze (Mansfelder Mulde). - Unveröff. Meldearbeit, BA Freiberg 1970.
- OLEIKEWITZ, P.: Ermittlung eines Kennwertes der Gebirgsfestigkeit für das abgesenkte und mechanisch-beanspruchte Deckgebirge durch Auswertung von Bohrungen im Gebirge der Mansfelder Mulde. - Diplomarbeit Freiberg, 1971.
- BEUTER, F.: Ein Beitrag zur Klassifizierung von Karsterscheinungen in Salz- und Gipsgebieten. - Act. IV. Congr. intern. Speläologie Jugoslavia, S. 205-211, Ljubljana 1968.
- REUTER, F., MOLEK, H., MEIER, G.: Beziehungen zwischen Gebirgsfestigkeit und Karsterscheinungen im Salzkarst der DDR. - "Neue Bergbautechnik" 1 (1971) 1, S. 14-9, 1971.
- ZOBEL, E.: Die Bekämpfung des Salz- und Gipskarstes durch provozierte Mineralsynthese. - Studienarbeit Freiberg 1971.

Aa 016

## SOME COMMENTS ON THE LITHOLOGICAL BASIS OF KARST LANDFORM VARIATIONS

M. Sweeting

School of Geography, Oxford University,  
Great Britain

So much of our attention is focussed upon the factors of climate as they affect karst landforms that it is surprising that so little time has been given to the study of the great variety of limestones. The aim of this contribution is to discuss some aspects of limestones which affect the development of both surface and underground landforms; it is based on observations and sampling from many parts of the world and over 500 thin sections of limestones have been examined.

The rocks with which we are dealing normally contain from 95-99 % carbonate, either as calcium or as magnesium carbonates. Almost all "pure" limestones contain some magnesium in the form of high or low magnesium calcite; low magnesium calcite is the more stable form. In addition calcium carbonate can occur as aragonite or calcite, aragonite usually being regarded as the metastable form. Limestones are particularly susceptible to changes which take place after deposition, diagenesis, which are more important than for any other sedimentary rock type. Because also of the nature of its deposition a limestone may be made up of many different types of calcium carbonate, e.g. that derived from shell fragments and corals; from faecal pellets; and from lime mud derived from either organic or chemical deposition. These materials are laid down in many different environments and in various proportions and arrangements, thus affecting the character and properties of the rocks. Hence one can say that no two series of limestones, nor even two beds of a limestone are alike, a statement much more difficult to make say of a sandstone.

"The most striking visible diagenetic change in the evolution of limestones is the increase in the content of sparry calcite" (1, p. 483), which process usually gives an increase in the crystal size without change in composition. This is known as aggrading neomorphism, a "process whereby a mosaic or finely crystalline carbonate is replaced by a coarser (sparry) mosaic" (2). Aggrading neomorphism as a term includes recrystallization, since "Recrystallization embraces



any change in the fabric of a mineral or monomineralic sediment. The mineral is the same after as before the reaction" (2, 1). In addition lithification of carbonate sediments takes place and this in general involves a change from a largely uncompact rock or carbonate ooze with a high porosity to a rock with a porosity of perhaps 2-3 %. Aggrading neomorphism and lithification go on simultaneously and they are accompanied by a reduction in aragonite, and its replacement by calcite; and a reduction in high magnesian calcite and its replacement by low magnesian calcite. The porosity of recent carbonates may be as great as 40-70 % but in "mature" limestones this may be reduced to 2-5 % or even less. Mature limestones are usually, but not necessarily, ancient rocks; (there are for instance some relatively young (Pleistocene) limestones, which have mature characteristics. The reduction in the originally high porosity in recently formed carbonates is not brought about by compaction and slumping, there being little evidence of slumping; the reduction in porosity is believed to be due to the introduction of calcium carbonate cement from outside the limestone bed. About half the volume of  $\text{CaCO}_3$  in many limestones has been brought in from outside; the origin of this outside  $\text{CaCO}_3$  may be from the upper limestone beds in which progressive dissolution of the upper layers occurs while deposition and cementation takes place in the layers below, i.e. a kind of internal karstification takes place. As a result of this cementation and mosaic formation, the original pore spaces and cracks are often destroyed and the pore spaces sealed up; the rock has become distinctly less porous (1).

The addition of  $\text{MgCO}_3$  to form either dolomitic limestone or dolomite usually gives rise to more uniform crystal development than that of low magnesian calcite limestone, i.e. dolomites particularly older rocks are usually well sorted and granular and are much more homogeneous with a better pore system and water holding capacity than ordinary limestones.

If neomorphism and the evolution just described does not take place, the limestone may remain unlithified and relatively soft; this is the case of the chalk in southern England which has only been partly lithified. It is possible that the absence of aragonite and/or high Mg calcite prevents lithification (1).

As a result of lithification and aggrading neomorphism, the primary porosity of a limestone is destroyed and is replaced by secondary cracks and pores - giving rise to secondary porosity and permeability.

All these aspects of limestones will affect their solubility and the development of cave and karst features, but three aspects will be considered in particular in this paper, viz: porosity, grain size and the presence of associated minerals and other constituents.

## I. POROSITY

The pore structure of carbonate rocks is a complicated maze of various sized openings, which may or may not be interconnected. Where interconnections exist they form a tortuous network. Porosity is one of the most fundamental properties of a limestone. Three main varieties can be considered:

a) *I n t e r g r a n u l a r* and *i n t e r - c r y s - t a l l i n e* porosity. This is characteristic of a rock when the constituents are well rounded and granular and gives rise to a diffuse and uniform porosity. This type of porosity seems to be conductive to a high degree of solubility, but because such solubility is diffuse, directed solution is rare and caves are not normally formed. Granular porosity is highly characteristic of many dolomites, the Magnesian Limestone of North Eastern England, which is a dolomitic limestone, for instance, gives rise to waters of a high degree of hardness, over 40 oppm. indicating a high rate of solution, but the solution is diffuse and enclosed depression and cave formation is rare.

Two detailed studies of older dolomites have been made, one of the Guelph dolomites (Silurian age) in southern Ontario, the other of dolomites in the north east Transvaal in South Africa which are of Pre-Cambrian age. These dolomites are in general strong, compact and granular and with a low porosity. They give rise to strong relief. Mesozoic dolomites from the Causses of France or from the Classical Karst in Jugoslavia are by comparison coarse and platy and more porous; both in the Causses and in the Classical Karst they tend to disintegrate into a mass of rhombohedral "grains" of dolomite sand (9).

The Guelph dolomites are rocks of fine to medium and even in texture and are closely cemented. They are clean and compact with little other included material; they are very granular, with the rhombic mineral forms being more or less perfect. As a result of their compaction and denseness, the Guelph dolomites have a low and diffuse porosity, giving relatively high solution rates, (up to 26 oppm.).



Despite the high solution rate and conspicuous jointing, cave formation is negligible.

The dolomites of the north eastern Transvaal, are more varied than those of Guelph; they consist of a fine to medium variety and a coarser (resembling brecciation) type. Included material, quite often iron or manganese, speckles the rocks. As a result of tension and movement, the rhombic lath-like forms frequently show good alignment; the dolomites in southern Africa are frequently associated with mineralisation and the rocks are much fractured in consequence. Water movement and solution takes place along the fractures with the result that solution is localised and directed though overall solution rates are relatively low their porosity is also greater than that of the Guelph dolomites. As a contrast with the Guelph area, the N.E. Transvaal and other areas of Pre-Cambrian dolomites in Southern Africa contain some fine caves, for example the Wolkberg cave in N.E. Transvaal and the Sterk fountain cave near Johannesburg.

b) V u g u l a r - S o l u t i o n p o r o s i t y. In this type the original pore structure has been altered by the formation of solution cavities and channels; this is particularly important in reef limestones where the reefs have been formed by sedentary fossils which have been subjected to extremely little movement after death. Fractures exist in the rock but they do not dominate the flow of water. Vugular porosity is important in reef limestones and gives rise to the kind of cave seen in part of Carlsbad Cavern, New Mexico, where in the Bone Yard Cavern, this type of porosity is well developed. The Bone Yard is a very different type of cave from the other parts of Carlsbad where directional joints and bedding planes guide the cave formation. Other reef limestones show these characteristics, as in part of the Tunnel Creek cave in the Devonian limestones of the Fitzroy area, N.W. Australia; in the caves in the reef limestones of the Carboniferous Limestones in Derbyshire, England; and in reef facies in the Guelph dolomites where, at Rockwood, the few cavities of the area have developed (6, 19).

c) F r a c t u r e - M a t r i x P o r o s i t y. In this type strong directional porosity exists and there is a double porosity system. The matrix of the rock is of low permeability, and the movement of water is along the fractures; this is important for directed solution which encourages cavity and cave formation, even though absolute solution rates are low. Caves and surface karst features lie along the fractures and are strongly orientated. This is characteristic of many

phreatic caves, such as Ogof Ffynnon Ddu in South Wales or of Sterkdontein cave in the Transvaal. Most limestones are also anisotropic, i.e. permeabilities along fractures in one direction are different from those in another, and therefore both caves and landforms tend to develop in one direction.

Within any one series of limestones beds, there can be rapid variation in the type of porosity present and in the relative porosities of the rocks. Such variations will affect the landform and cave development within the limestones. In N.W. Yorkshire, in the shelf sequence of the Carboniferous Limestone, each bed has a different porosity. Variations in types of limestones from one area to another also show striking differences in porosities; for instance, in Puerto Rico the Upper Lares limestone of Oligocene age has a porosity of about 20 % whilst the Ponce limestone (Miocene) has a porosity of less than 1%; the Upper Lares is full of holes and is associated with a distinctive type of karst relief, (Monroe). In Indonesia, Verstappen maintains that labyrinthine karst develops in limestones with a large water holding capacity; Williams<sup>1</sup> also observes in New Guinea that pyramid and doline karst may be associated with "particularly porous rocks". Such casual observations need to be followed up by carefully devised experiments (8, 17, 19).

As a limestone becomes more "mature", and the original calcite is replaced by neomorphic spar, many of the primary pore spaces and cleavages are closed up by cement and sealed. There is therefore generally less porosity in the rock as a result of this neomorphism, though there may be a great development of secondary permeability. As a limestones are lithified and become consolidated and also in time subjected to stress, they develop jointing, fractures and cracks (diaclasses) which vary from bed to bed. Porosity increases with depth, but the greater effect of increasing temperature is of more importance in the total limestone solubility. Hence, limestone solubility tends to decrease rapidly at depth as the temperature rises. Fracture traces and joints indicate zones of increased weathering and solution, and such fractures vary with the rock type, dip, structural setting and relief, etc. The recent detailed mapping of caves in the Ingleborough and Leck Fell districts of north west Yorkshire has illustrated how cave development is affected by small structural features (10). As the secondary permeability increases so the rock becomes more and more anisotropic preserving the directions of flow in one or two directions for all time.



Cracks caused by tectonic stress also form lines of secondary permeability. In the Dinaric limestones, hair cracks in the micritic limestones are important as lines of solution and of secondary permeability; such cracks may also make these limestones susceptible to collapse, which is a feature of the Classical Karst. Pressure solution gives rise to areas in limestones where the porosity is reduced, i.e. stylolites, where the traces of grains have been pushed together by pressure. The smallscale effects of weathering upon stylolites has been discussed by Pluhar and Ford, in their study of the Niagaran dolomites. Here they show that the dolomites are less soluble in the areas in the neighborhood of stylolites, where the porosity is less (10).

Neomorphism also explains why calcite veins and stringers are sometimes more soluble than the limestones themselves, as was noticed by Tratman in the caves of Co. Clare, Ireland (12). The veins consist of primary calcite whereas the limestones are entirely recrystallised and sealed; water can penetrate more readily into the veins which are then more soluble. Where the limestones are fine grained, the calcite veins are made up of coarser crystals, the limestones may then be more soluble and the veins stand up above the rock surface; many calcite shells similarly consist of coarser grained crystals than the surrounding limestone.

## II. GRAIN SIZE AND GRAIN ARRANGEMENT

If other conditions are similar the finer grained limestones are more porous and soluble than coarse grained. Furthermore limestones with variable grain size and depositional environment seem to have the greatest porosities. The most thorough work on grain size has been done by Rauch and White in Pennsylvania on the Champlainian Ordovician limestones in the Nittany valley near to the town of State College. They have made detailed measurements of cave size and volume and have plotted these against the rock type, and have shown distinctly that some beds within the Champlainian limestones are more cavernous than others. Their main conclusions are: a) the low magnesian limestones are the most cavernous; b) cavity development takes place more in the micritic rocks and less in the sparry; and c) as the grain size grows so the cavernous volume decreases (11).

In north west Yorkshire it has already been shown that the biomicritic beds are of the order of twice the solubility of the sparry beds, Recently R.R. Glover, of Lancaster University has made a detailed study of the passages in the famous cave of Gaping Gill; his work shows that the development and altitudinal situation of the main series of passages is completely controlled by P o r c e l l a n o u s B a n d; this band is a dense micrite and is less soluble (and porous) than the surrounding biomicrites (3).

Other work also shows the importance of grain size in weathering and solution. First in the Guelph dolomites in Ontario, there are two main sets of beds, one set is thinly bedded, flaggy and coarse grained; the other set is massively bedded, and fine grained. Laboratory experiments suggested that the finer grained beds were significantly more soluble than the coarser ones. Superficial karren features were also better developed on the finer grained beds, the surface of the coarser beds much less weathered (14). Secondly, in the Portmasburg region of Cape Province, S. Africa, examination of dolomitic beds occurring in weathered fossil pillars, suggests that the beds that are more finely grained are the more susceptible to chemical weathering. Thirdly, at Sinoia, north of Salisbury in Rhodesia, caves have developed in Proterozoic dolomites; selective cavern development has taken place along more finely grained beds. Finally, the Durness Limestones of northern Scotland, have been the subject of some micro-erosion meter experiments by the Oxford University Science Society over a period of 3-4 years. These rocks are magnesian limestones of Cambrian age, and examination of both the thin sections and the micro-erosion meter records, shows that the finest grained rock with the highest porosity has been subject to about three times more weathering than the other beds. Hence there is accumulating evidence for the effects of grain size upon limestone solubility (provided other conditions remain the same), and in some cases upon the actual development of caves.

Grain size and sparite content can also be shown to influence other karst landforms. In north west Yorkshire and in Co. Clare, Ireland, glacial erosion has left several fine series of relict limestone pavements. The pavements which are "stronger", i.e. more resistant to weathering, are those that are coarser grained and with a higher sparite content (13); the weaker and more dissected pavements tend to be more biomicritic. In Co. Clare, for instance every bed over a short section was examined and the correlation of massive (i.e. strong)



pavement with percentage sparite was 0.72. Further work on these lines has been done by H.S. Goldie who is looking at factors in addition to the lithological ones in the differentiation of pavement landforms (4).

Since the origin of karren depends upon solution of the rock they should show differential development on different kinds of limestones. Ford and Pluhar found in the dolomites in Ontario that rundkarren were deeper where the porosity was greater, but disagree on the basis of their experiments with the writer on the effects of grain size (10). Casual sampling of limestones in Puerto Rico, suggests that there the finer grained rocks tend to have much better developed rillenkarren than the coarser grained. A similar relationship was noticed in Devonian limestones in Buchan and Murrindal in Victoria, Australia, and in the Ordovician Gordon Limestones of Mole Creek, northern Tasmania. In the European Alps, the beds which are famous for their development of rillenkarren are fine grained micrites, the well-known Schratte n k a l k of Turassic age. Coarse grained detrital rocks often show no karren development at all.

Both grain size and porosity may be more important on the macro-scale. In Jamaica (and probably in Puerto Rico, see Monroe), cockpit style relief is developed on granular sparites and bio-sparites; the micritic limestones of the Montpellier series gives rise to smoothly undulating country with shallow depressions and long dry valleys (12). The Montpellier micrites have a higher primary porosity, but have a lower secondary porosity and are less lithified.

In Yucatan, the shelf deposits of much of the peninsula are only partially lithified - some beds are hardened while others are still chalky. The shelf limestones extend over the area of low and flat relief between Merida and Valladolid where the harder beds are porcellanites with 5-10 % sparry calcite; the alternation of lithified and unlithified beds is one of the reasons for the formation of the collapse depressions, the cenotes, which are a conspicuous feature of this region. \*) However, between Champoton and Uxmal, the relief of Yucatan is undulating and hilly, where the limestones are much more recrystallised and contain up to 40-50 % sparry calcite. Both these districts have relatively similar climatic conditions. In Belize to the south of Yucatan, rainfall is much heavier, but again

\*)

Jennings has also commented upon the many collapse depressions of the Nullabor Plain, S. Australia, where alternative beds of lithified and less lithified limestones occur (5).

distinctive landforms can also be shown to develop on differing limestone lithologies. In the area south west of town of Belize, cockpit type karst appears on granular sparites and dolomites, whereas rolling country with dry valleys and shallow dolines appears on fine grained micrites and bio-micrites, resembling the contrasts already discussed in Jamaica.

Thus cockpit karst forms seem to be associated with rocks of both high porosity and granularity. Where such rocks are also well jointed, possessing well defined fractures, tower karst may develop. This is seen in the Troy limestones in central Jamaica and in Belize, near Belmopan.

### III. ASSOCIATED MINERALS

Although karst limestones normally consist of more than 95 % calcium carbonate and/or magnesium carbonate, the presence of impurities and other minerals is highly important.

Quartz is one of the commonest associated minerals. In north west Yorkshire it occurs in association with the Carboniferous Limestones scattered along the major bedding planes, tending to produce beds that are more resistant to solution (5). In Dentdale, quartz forms up to 5 % of the rock, and this may be one reason why relatively large mechanical erosion features, such as river swirl holes, are important in the river beds in Dentdale; however, cave development largely solutional is also important along the bedding planes. Cave formation in siliceous limestones is quite common though normally caves become less frequent if the percentage of quartz rises above 8-10 % (11). But in Tasmania, caves are important in the Gordon Limestones which contain up to 40-50 % quartz. Other cavernous districts in siliceous limestones include the Gronli Grotten area in Northern Norway, and the Chynov cave in Bohemia; in both these areas and in Tasmania, corrosion of the limestone must be an important adjunct to solution. In general, the presence of quartz enhances the strength of a limestone. It reduces the solution rate, though not as quickly as might be expected; this may be due to the fact that the quartz often occurs in a scattered form throughout the rock.

The presence of other forms of silica, such as chalcedony or chert, may have similar effects to that of quartz. Chert or flint



frequently occurs in nodular or bedded form; they then not only reduce the solubility but concentrate as residual material in fissures and also reduce the limestone permeability, an effect the more dispersed quartz does not have. The behaviour of alumina as an impurity is somewhat similar to that of silica; it tends to collect in and to assist the development of enclosed depressions, but to inhibit the growth of cave systems, this feature is illustrated in the bauxite areas of Jamaica (12).

Other associated minerals may promote limestone solubility and cave formation. In Kentucky, in the Mamouth-Cave-Flint-Ridge systems there is much selenite, (gypsum) in the limestones. The breaking down and solution of the gypsum produces sulphuric acid which accelerates the solution rate of the limestones. Pyrite ( $\text{FeS}_2$ ) is common in many limestones and this too may increase solution rates and cave development; this is because the alteration product of pyrite is limonite (hydrated iron oxide) which may become iron carbonate in reaction with calcium bicarbonate. Iron carbonate (siderite) as an impurity probably has no effect on limestone solubility.

The effect of impurities on grain growth are largely unknown, but as has been noted already, growth in granular form tends to crystallise out more frequently on shaley material than on fossil fragments.

This work is but a beginning in assessing the lithofacial factor in the determination of karst landforms. Climate, relief, jointing fractures, and denudational history also play their part in what is essentially a multivariate problem.

## REFERENCES

1. BATHURST, R.G.C. (1972): Carbonate Sediments and Their Diagenesis. Amsterdam, Elsevier, 620 p.
2. FOLK, R.L. (1965): Some Aspects of Recrystallisation in Ancient Limestones. Soc. Econ. Paleontologists & Mineralogists. Spec. Pub. 13, 14. Tulsa, Oklahoma.
3. GLOVER, R.R. (1973): In Symposium on Caves of N.W. Yorkshire. Cave Research Group of Great Britain.
4. GOLDIE, A.S. (1973): The Limestone Pavements of Craven. Cave Research Group. Vol.15.

5. JENNINGS, J.N. (1962): The Limestone geomorphology of the Nullarbor Plain Australia. Proc. 2nd Int. Congr. Speleol., Bari, 1958, p. 371-86.
6. JENNINGS, J.N., SWEETING, M.M. (1963): The Tunnel, a cave in the Napier Range, Fitzroy Basin, Western Australia. Trans. Cave Res. Group. 6, p. 53-68.
7. MARKER, M.E. (1971): Karst Landforms of the N.E. Transvaal. Unpub. thesis. University of Johannesburg.
8. MONROE, W.H. (1964): Lithological Control in the Formation of the Towers of Puerto Rico (London, Inst. Geog. Union).
9. NICOD, J. (1972): In Symposium on Karst Denudation. Oxford, 1971.
10. PLUHAR, A., FORD, D.C. (1970): Dolomitic Karren of the Niagara Escarpment, Ontario, Canada. Zeit. für Geomorph. Vol. 14, p. 392-410.
11. RAUCH, H. (1972): The Effects of Lithology and other Hydrogeologic Factors on the Development of Solution Porosity in the Middle Ordovician Carbonates of Central Pennsylvania. Ph. D. Thesis. Penn. State Univ.
12. SWEETING, M.M. (1958): The Karstlands of Jamaica. Geographical Journal, Vol. 124, p. 184-199.
13. - (1973): In Symposium on Karst Hydrology. Geog. Journal, Vol. 139, Pt. 2, June 1973, p. 280-310 (280-285).
14. SWEETING, M.M., SWEETING, G.S. (1971): Some aspects of the Weathering of the Guelph & Niagara Dolomites. Report of the Colloquium. Commission des Phénomènes Karstiques.
15. SCHWARZACHER, W. (1958): Stratification of the Great Scar Limestone in the Settle district of Yorkshire. Liverpool & Manchester Geol. Journ. 2 (1), p. 124.
16. TRATMAN, E.K. (Ed.) (1969): Caves of North West County Clare (David & Charles, Newton Abbot).
17. VERSTAPPEN, H.T.L. (1964): Karst Morphology of the Star Mountains (Central New Guinea) and its relation to lithology and climate. Zeit. für Geomorph., Vol. 8 (no. 1), p. 40-49.
18. WALTHAM, A.C. (1970): Cave development in the limestone of the Ingleborough District. Geog. Journal, Vol. 136/4/, p. 574-584.
19. WARWICK, G. (1950): The Reef Limestone Caves of the Dove and Manifold Valleys. C.R.G. Newsletter No. 31, p. 2-6.
20. WILLIAMS, P.W. (1973): Variations in Karstlandforms with altitude in New Guinea. Geog. Zeitschrift, in Neue Ergebnisse der Karstforschung in den Tropen und im Mittelmeerraum, ed. by A. Semmel, p. 32.





**Aa 017**

## СПЕКТРАЛЬНО - ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗА В КАЛЬЦИТАХ И ПЕЩЕРНЫХ ВСТАВКАХ

К. Вытршас, Я. Вытршасова  
Химико - технологический институт,  
Пардубице, ЧССР

При спектрально-фотометрическом определении железа в кальцитах и карстовых водах используют обыкновенно классическую реакцию окисножелезных ионов с роданидом аммония (см. напр. доклад 1), и интенсивность полученной красной окраски измеряют визуально при помощи компаратора. Более новые методы используют объективную обработку. Бенет и Рид (2) разработали для химического анализа магнезитов и доломитов спектрально-фотометрический метод, основанный на реакции закисножелезных ионов с 1,10 - феноantroлином. Этот процесс, принятый Британским институтом для стандартизации в качестве стандартного метода для анализа кальцитов, позволяет определить содержание железа в процентах, до десятых процента при навесках около 5 г пробы.

Содержание железа в перекристаллизованном карбонате кальция, следовательно, в сталактитах, сталагмитах, синтровых корках и т.п., может быть однако значительно низшее. К его успешному определению надо использовать более чувствительную реакцию, обеспечивающую применение также более меньших навесок. Подходящим реагентом для этой цели является метилтимоловый синий. Этот реагент из группы сульфонфталиновых красителей предоставляет цветные реакции с рядом катионов.

Реакцию между трехвалентным железом и метилтимоловым синим изучал Тоносаки (3). В зависимости от кислотности раствора реагируют окисножелезные ионы с реагентом с образованием одного из двух комплексов. В среде с 0,07 м до 1,00 м хлорной кислоты образуется комплекс с стехиометрическим отношением 1:1, абсорбционный максимум которого лежит при 580-590 нм. Спектры поглощения растворов реагента, примененные нами в этой среде, указаны на рис. 1. Спектры поглощения растворов с разными содержаниями железа пересекаются в изобетической точке при длине волны 491 нм, что свидетельствует о возникновении только одного продукта реакции.

В диапазоне pH 4,5 - 5,5 в уксуснокислых буферных растворах образуется комплекс с стехиометрическим отношением металла и реагента 1:2, абсорбционный максимум которого приблизительно при 520 нм. В этой



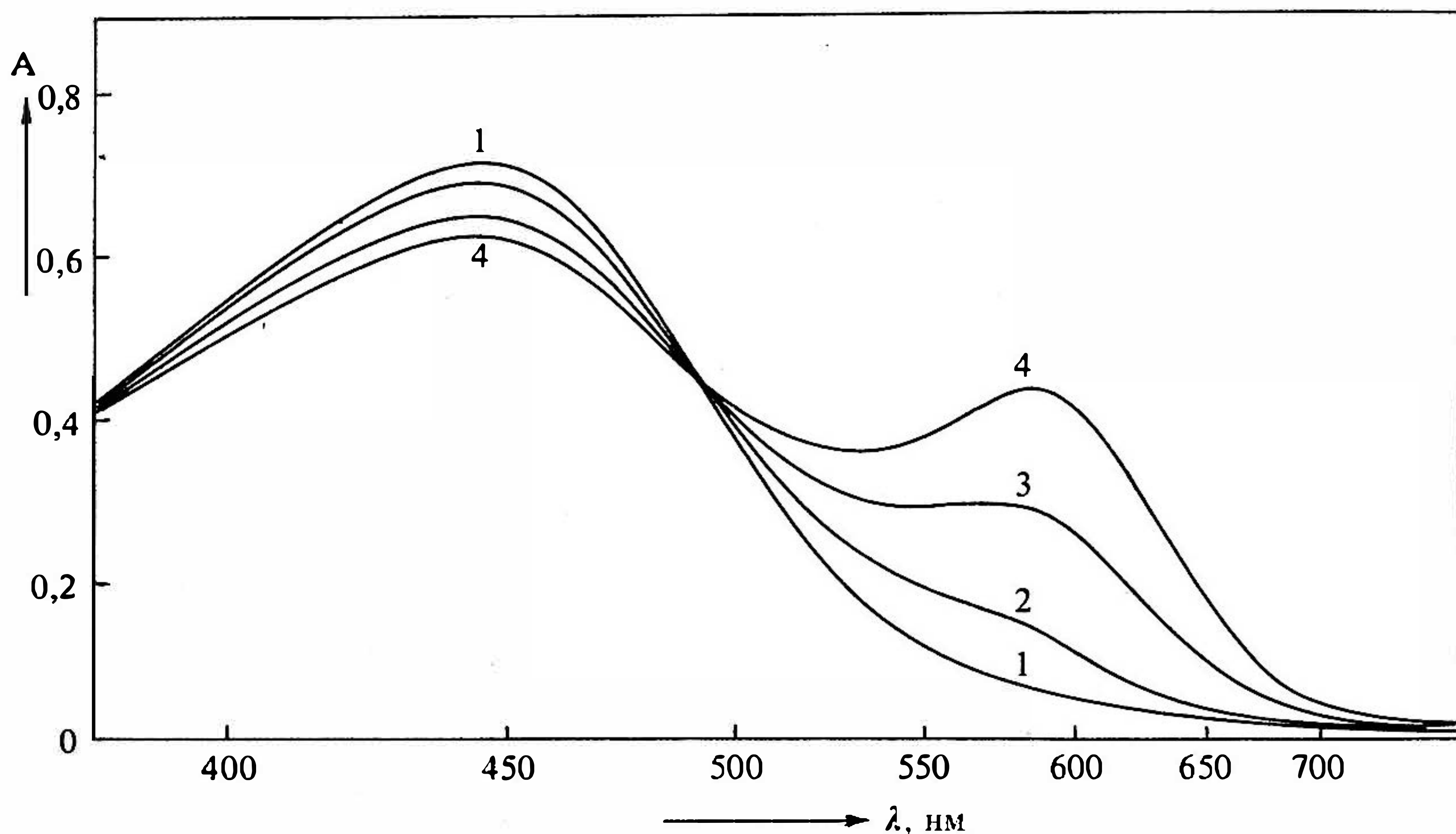


Рис. 1. Спектры поглощения растворов метилтимолового синего в присутствии железа.

SPECORD UV-VIS;  $d = 5 \text{ mm}$ ;  $c_{\text{I}} = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ м}$ ;  
 $c_{\text{Fe}} = (1) 0$ ; (2)  $8 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ ; (3)  $2,4 \cdot 10^{-5} \text{ м}$ ; (4)  $4 \cdot 10^{-5} \text{ м}$ .

среде однако мешало бы определению железа большое число бивалентных катионов, реагирующих с метилтимоловым синим.

Определение железа в среде хлорной кислоты наоборот значительно более селективно. Если концентрация кислоты приспособлена до  $0,08 \text{ м}$ , реагируют с метилтимоловым синим кроме железа такие многовалентные ионы как напр.  $\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Ga}^{3+}$ ,  $\text{In}^{3+}$ ,  $\text{Th}^{4+}$ ,  $\text{Zr}^{4+}$ , которые однако в кальцитах практически не встречаются. Реакция железа с метилтимоловым синим в среде хлорной кислоты может быть следовательно принята для определения железа в кальцитах и пещерных вставках.

Большое внимание необходимо уделять разложению проб. Пробы, разложенные только хлорной кислотой, не дадут с метилтимоловым синим положительную реакцию. Согласно нашему опыту лучше всего удовлетворяет разложение при помощи смеси хлористоводородной и азотной кислот.

Для анализа образцов и определения содержания железа мы разработали следующий рабочий ход: Навеску  $0,2 - 3,5 \text{ г}$  образца растворяют в колбе Эрленмейера в смеси  $10 - 20 \text{ мл}$  разбавленной хлористоводородной кислоты (1:1) и около  $1 \text{ мл}$  концентрированной азотной кислоты. После разложения смесь количественно переводят на выпарительную чашку

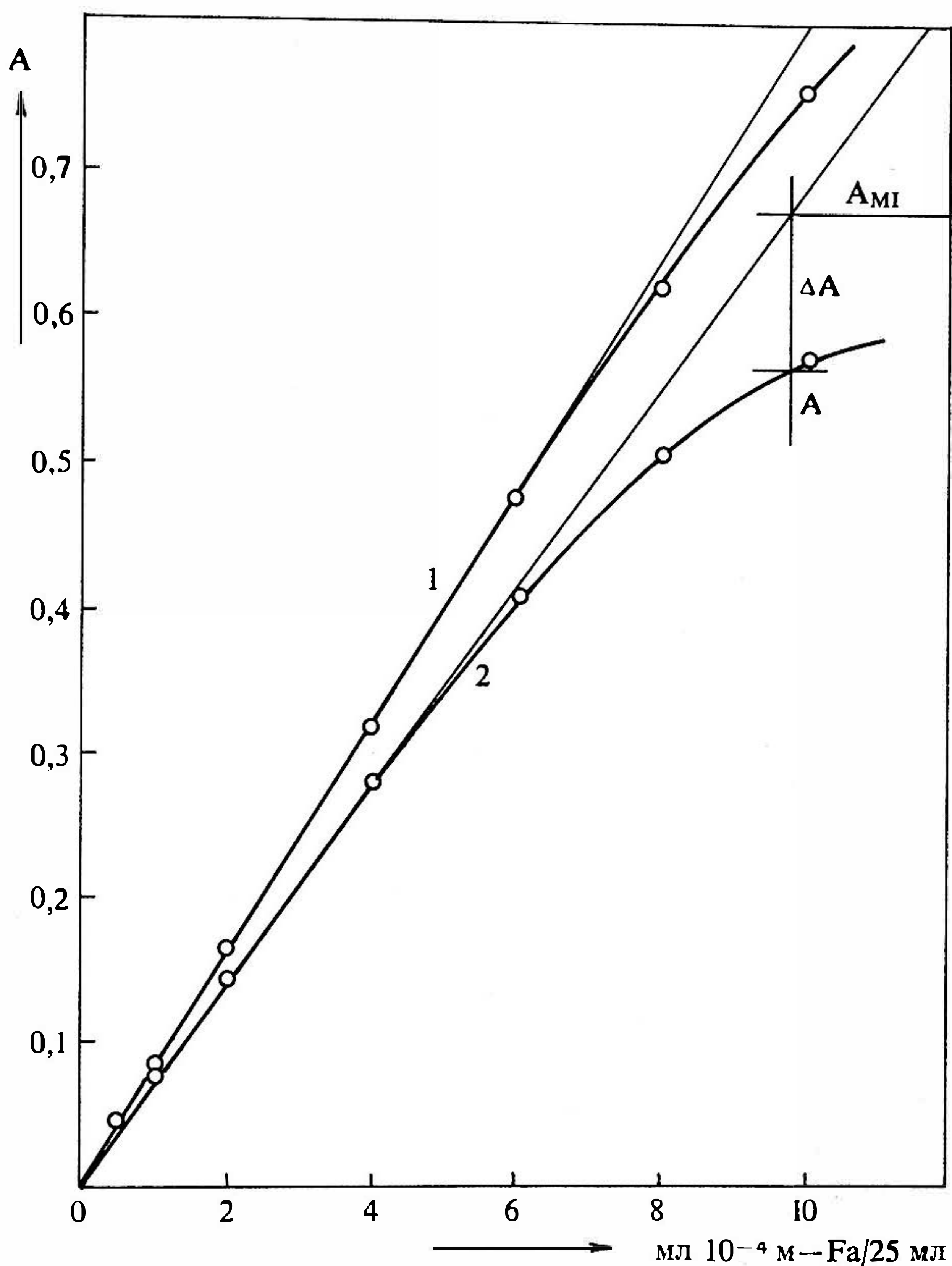


Рис. 2. Кривые калибрования для определения железа.

VSU - 1;  $d = 10$  мм;  $\lambda = 580$  мм;  $c_{\text{HClO}_4} = 0,08$  м;  
 $c_{\text{I}} = (1) 1,17 \cdot 10^{-4}$  м; (2)  $3,9 \cdot 10^{-5}$  м.

и на водяной бане выпаривают досуха. Сухой остаток вынимают 25 мл  $\text{1N-HNO}_3$  и 50 мл горячей воды, профильтруют и дополняют дважды дистиллированной водой на объем 250 мл. Аликвотную долю пипетируют в измерительную колбу емкостью в 25 мл, вносят 3 мл приблизительно  $10^{-3}$  раствора метилтимолового синего дополняют до риски 0,08 М хлорной кислотой. Концентрацию железа в измерительной колбе отсчитывают при помощи кривой калибрования (рис. 2), построенной в диапазоне 2 - 50 мкг Fe в объеме 25 мл в среде 0,08 М хлорной кислоты.



На рисунке 2 изображено также влияние концентрации реагента на форму кривой калибрования. Если концентрация метилтимолового синего более низкая, закон Бужера - Ламберта - Бэра удовлетворен только в малом диапазоне концентраций. Поэтому при количественном определении железа мы должны обеспечить избыток реагента. Кривую калибрования, полученную при более низкой концентрации, можно применить для приблизительного подсчета константы стабильности возникающего продукта. Если мы предполагаем при реакции метилтимолового синего с окисножелезными ионами образование одноядерного комплекса, мы можем константу стабильности вычислить из значения оптической плотности, измеренной при одинаковом содержании реагента и металла согласно отношению

$$K_{\text{MI}} = \frac{[\text{MI}]}{[\text{M}][\text{I}]} = \frac{(\underline{A}_{\text{I}} - \underline{A})(\underline{A}_{\text{I}} - \underline{A}_{\text{MI}})}{(\underline{A} - \underline{A}_{\text{MI}})^2} \cdot \frac{1}{c_{\text{I}}},$$

где  $[\text{M}]$ ,  $[\text{I}]$ ,  $[\text{MI}]$  равновесные концентрации металла, реагента или комплекса,  $\underline{A}$  - измеренное значение оптической плотности при равенстве концентраций  $[\text{M}] = [\text{I}]$ ,  $\underline{A}_{\text{I}}$  - оптическая плотность самого метилтимолового синего, и  $\underline{A}_{\text{MI}}$  - оптическая плотность его комплекса с железом при употребленной длине волны,  $c_{\text{I}}$  - концентрация реагента. В соответствии с нашими экспериментальными результатами было вычислено приблизительное значение  $K_{\text{MI}} = 7,8 \cdot 10^5$ .

Разработанный метод был применен для анализа более чем 50 образцов кольцитов и преимущественно пещерных материалов из различных местностей и оправдал себя при определении очень малых содержаний железа (до  $10^{-4}$  %). О результатах мы хотели бы сообщить в другом месте; анализ образцов показал, что окраска пещерных вставок не является всегда в прямой связи с содержанием железа. Это касается в особенности монокристаллических систем, окраску которых надо объяснять другим способом.

## РЕЗЮМЕ

Был разработан чувствительный спектрально-фотометрический метод для определения низких содержаний железа в кальцитах и пещерных вставках. Метод основан на реакции окисножелезных ионов с метилтимоловым синим

в среде разбавленной хлорной кислоты, когда доходит к образованию синего комплекса металла с реагентом. Абсорбционный максимум комплекса лежит при длине волны 580 нм, закон Бужера - Ламберта - Бэра удовлетворен в диапазоне концентраций 2 - 40 мкг Fe/25 мл. В среде хлорной кислоты реакция значительно селективная и может быть использована для определения низких содержаний железа в кальцитах и пещерных вставках. При навесках 0,2 - 3,5 г образца можно определить в порядке  $10^0$  -  $10^{-4}$  % железа в анализированном материале. Анализ больше чем 50 образцов пещерных синтров из различных местностей показал, что их окраска является не всегда в прямой связи с содержанием железа.

## **SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF IRON IN LIMESTONES AND CAVE FILLINGS**

K. Vytřas, J. Vytřasová

### **S U M M A R Y**

A sensitive spectrophotometric method has been worked out for determination of low contents of iron in limestones and cave fillings. The method is based upon the reaction of ferric ions with methylthymol blue in diluted perchloric acid under the formation of a blue metal complex with the reagent. The complex formed has an absorptivity maximum at 580 nm. Bouguer - Lambert - Beer's law is reached in the concentration range 2 - 40 ug Fe/25 ml. The reaction in the perchloric acid medium has a high degree of selectivity and can be used for the determination of low contents of iron in limestones and cave fillings. The determination of  $10^0$  -  $10^{-4}$  % of iron in about 0,2 - 3,5 g of analysed sample is feasible. The analysis of more than 50 samples of cave sinters from various localities indicated that the coloration need not have been in a direct connection with the iron content.



## ЛИТЕРАТУРА

1. ŠTELCL O.: Československý kras 16, 26 (1964).
2. BENNETT H., REED R.A.: Analyst 96, 640 (1971).
3. TONOSAKI K.: Bull. Chem. Soc. Japan 39, 425 (1966).

**Aa 018**

## **КАРТЫ ОЦЕНКИ ФАКТОРОВ КАРСТООБРАЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ГОРНО-КРЫМСКОЙ КАРСТОВОЙ ОБЛАСТИ)**

**С.М. ЗЕНГИНА**  
Симферопольский университет,  
Симферополь СССР

Созданию серии карт природы в настоящее время уделяется много внимания, однако, в литературе вопрос о специальном картографировании карста и создании серии карстологических карт был поставлен только в 60 годах (Иванов, 1964; Зенгина, 1970) на основании обработки материалов крупномасштабной съемки поверхностных карстовых форм Горного Крыма.

Набор карт в сериях обычно определяется ее практической направленностью. И.П. Заруцкая (1965) указывает, что серии карт природы должны включать: типологические карты, частные аналитические карты наиболее важных явлений, карты-выводы, отображающие выявленные закономерности и оценочные карты. К картам серий предъявляются требования взаимодополняемости, единства географической нагрузки, сравнимости и сопоставимости.

Эти общепризнанные требования легли в основу составления карт карстологической серии. Назначение серии карстологических карт определяется теми народнохозяйственными проблемами Крымской области, для решения которых они создаются (Иванов, 1956; Зенгина 1960). В их числе находятся - разведка глубинной обводненности карстовых массивов, рациональное использование запасов карстовых вод, охрана их от загрязнения и вопросы инженерно-геологического обслуживания. Кроме этого, с помощью карстологических карт должны выполняться: 1. работы по проектированию различных сооружений и сельскохозяйственного использования территорий; 2. справочное обслуживание карстологическими материалами при общегеологических, геофизических, гидрогеологических, физикогеографических исследованиях. 3. Непосредственное изучение отдельных элементов природной среды карстовой области и всего комплекса условий, формирующих карстовый ландшафт. 4. Работ по обслуживанию краеведческих и туристских мероприятий.

Среди серии карстологических карт особое место занимают карты оценки главных факторов закарстования. К ним относятся карты: 1. гео-



логических, 2. геоморфологических, 3. гидрологических факторов закарстования.

В свете современных требований к оценочным картам (Салищев, 1970) перед данной группой карт была поставлена задача:

1. выбора основных факторов, которые влияют на развитие карстового процесса,
2. выбора показателей для каждого из этих факторов и установления параметров его влияния,
3. разработка метода комплексного картографирования всех факторных взаимосвязей.

Оценочные карты по содержанию относятся к синтетическим. Масштаб карт крупный. В основе методики составления этих карт широко использовалось сопоставление карт фактического материала карстологической съемки с картами морфологии поверхностных карстовых форм и интенсивностью их развития.

На карте оценки геологических факторов закарстования специальное содержание включает три элемента: литолого-текстурную характеристику пород, геолого-структурные условия их залегания, разнотипную трещиноватость и направление тектонических нарушений. Сопоставление карт фактического материала дает возможность выделить хорошо карстующиеся породы (средний показатель интенсивности поверхностного закарстования от 30 и 100 мезоформ на 1 кв. км), слабо карстующиеся (от 10 до 30 мезоформ на 1 км кв.), очень слабо карстующиеся (до 5 карстовых мезоформ на 1 км кв.) и некарстующиеся породы. Учитывается также и то, что отдельные водосборы плато, сложенные хорошо карстующимися породами, могут быть слабо закарстованы в зависимости от особенностей залегания пород или местного расчленения рельефа плато. Так на участках плато, сложенных слоистыми чистыми породами с углами падения от 20-30 до 45-50°, интенсивность поверхностного закарстования, при прочих равных условиях, достигает максимальных показателей. Например, участки со слабо пологим падением (4-8°) отличаются тем, что поверхностное и сопутствующее ему глубинное закарстование, здесь развивается преимущественно вдоль эрозионных врезов.

С направлением простирания тектонических нарушений связана ориентировка долинно-ущельных врезов и формирование бровок плато, а также расположение пунктов разгрузки карстовых вод. Отображение на карте действительных и предполагаемых нарушений дает, таким образом, возможность объяснить природу целого ряда форм макрорельефа. Характер разнотипной трещиноватости пород определяет закономерности размещения

карстовых мезоформ и микроформ. При развитии определенных сочетаний трещин в неслоистых и слоистых известняках разного состава им соответствуют определенные сочетания мезо и микроформ рельефа. Розы трещиноватости пород, как наиболее наглядное отображение подобных взаимосвязей, помещены на карте в пределах литологических контуров.

На карте оценки геоморфологических факторов закарстования учтены особенности рельефа, которые оказывают непосредственное влияние на характер закарстования. Среди них отмечены: 1. Общие морфологические черты макрорельефа и различия мезо и микроформ, определяющие направление поверхностного периодического стока атмосферных вод на плато. 2. Морфометрические показатели, дающие количественную оценку типам рельефа. 3. Особенности рельефа, определяющие его генезис. При карстологических исследованиях по ряду таких признаков были выделены карстовый, карстово-эрозионный и эрозионный типы рельефа. Каждый из них качественно определяется характером поглощения поверхностного стока, а количественно - степенью эродированности территории. Данные карт фактического материала позволяют определить для выделенных типов рельефа соответствующие морфометрические показатели и характер поглощения поверхностного стока. Так, например, территории слабого расчленения с карстовым типом рельефа обладают, как правило, полным карстовым поглощением без поверхностного стока. Территории сильно расчлененные эрозией при значительных уклонах рельефа и слабом закарстовании имеют сток поверхностных вод почти без карстового поглощения с незначительным трещинным поглощением его в днищах и бортах эрозионных врезов.

На картах оценки гидрологических факторов закарстования отображено соотношение показателей характера стока и поглощения на участках плато, различных по геологическим и физикогеографическим условиям. При разработке в легенде карты характеристики направлений стока исходили из того, что направление поверхностного стока определяют собой: 1. либо возможность пополнения запасов подземных вод горного массива путем поглощения атмосферных осадков, 2. либо сток этих вод за пределы массива. На карте выделяются три степени поглощения. Реальную основу для классификации водосборов по характеру поверхностного стока дает количественная оценка соотношения их эродированности и закарстованности. На карте отображается также характер стока - линейный, площадной или распыленный, который чаще всего определяется водопроницаемостью пород определенных литолого-текстурных разностей, слагающих водосборы. Содержание карты дополняют коэффициенты эродированности и закарстованнос-



ти, литолого-текстурная характеристика пород и линии основных тектонических нарушений, определяющие общий план перераспределения карстового стока на глубине.

Такой объем содержания карстологических карт оценки главных факторов закарстования дает возможность упорядочить характеристики карста, получить возможность сравнительных оценок закарстованности областей питания подземных вод, создать основу для водохозяйственных расчетов разнозакарстованных территорий.

## **MAPS OF ESTIMATION OF THE FACTORS OF KARST, THE CRIMEAN MOUNTAIN KARST PROVINCE**

**S. M. Zengina**

### **SUMMARY**

In the work the contents of the maps of the factors of karst (geological, geomorphological and hydrological factors) are given. Such characteristic of karst is needed for the water economic calculation of the various-karst territories.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. ЗАРУЦКАЯ И.П.: "Карты природы". Восточно-Сибирское книжное издательство, 1965 г.
2. ЗЕНГИНА С.М.: Головные задания картографування карсту в Гиралькоу Криму. Труды Институту мінеральних ресурсів АН УРСР, вип. 2 Вид. АН УРСР Київ, 1960 р.
3. -: Серия карстологических карт и возможность применения их в народном хозяйстве, Крым 1970 г.
4. ИВАНОВ Б.Н.: Очередные направления изучения карста Крыма, Кавказа и Карпат. Тезисы докладов научного совещания по изучению карста, Москва, в. 10, 1956.

5. ИВАНОВ Б.Н.: Методика комплексной карстологической среднemasштабной съемки на примере Горного Крыма.
6. ИЛБИНА (ЗЕНГИНА) С.М.: Досвід аналізу серії карстологічних карт, складених для Мервенського плато на Ай-Петринському гірському масиві. Збірник дисертаційних праць "Питання геології та фізико-хімії мінеральної сировини Криму", Київ, АН УРСР, 1959 г.
7. САЛИЩЕВ К.А.: Пути к повышению практической ценности карт природы в комплексных атласах. Сборник "Мелкомасштабные карты оценки природных условий", Изд-во МГУ, 1970 г.



## S O U S - S E C T I O N Ab

### GÉOLOGIE DES COUVERTURES KARSTIQUES ET DES SÉDIMENTS CAVERNICOLES

Convocateur: Prof.Dr.Ing. Josef P e l í š e k, DrSc.,  
Haute Ecole d'Agriculture et Forestière,  
Brno

- Ab 001 Beck B.F. (USA):  
Size-frequency distributions of recent sediments from a cave-spring system in Southern Puerto Rico and their significance with respect to hydrology and transportation
- Ab 002 Bertolani M., Rossi A., Garuti G. (Italie):  
The speleologic complex "Grotta Grande del Vento - Grotta del Fiume" in the Frasassi Canyon (Ancona, Italy). A petrological and mineralogical study
- Ab 003 Bögli A. (Suisse):  
Entstehung von Gips im Hölloch
- Ab 004 Brown, M.C., Marshall P. (Canada):  
Ice in Coulthard Cave
- Ab 005 Cappa G. (Italie):  
La genesi delle concrezioni anomali: alcuni confronti con la formazione dei macrocristalli in metallurgia
- Ab 006 Choppy J. (France):  
Note préliminaire sur les formations de gypse dans les cavernes
- Ab 007 Craciun V. (Roumanie):  
Granulometrische Analysen über Ablagerungen aus Höhlen im Bassin des Iadului-Tales
- Ab 008 De Torres Perez Hidalgo T., Eraso Romero A. (Espagne):  
Análisis de elementos traza (Ti, Fe, Cu) en algunas estalagmitas de la Cueva del Reguerillo (Madrid), estimación de su correlación con relación al paleoclima regional
- Ab 009 Frank R.M. (Jamaïque):  
The effect of non-climatic factors on flowstone deposition
- Ab 010 Фриденберг Э.О. (СССР - URSS)  
Типы рыхлых отложений пещер Западного Кавказа

- Ab 011 Głazek J. (Pologne):  
Fossil karst in the paleogeographic development of Poland
- Ab 012 Głazek J., Galewski K., Oberc J., Sulimski A. (Pologne):  
Miocene fossil karst at Przeworno with vertebrate and beetle faunas (Lower Silesia, Poland)
- Ab 013 Głazek J., Sulimski A., Wysoczanski-Minkowicz T. (Pologne):  
On the stratigraphic position of Weże 1 locality (Middle Poland)
- Ab 014 Hruška B. (ČSSR):  
Beitrag zur Problematik der Verwitterung und Bodenbildung auf den Kalksteinen
- Ab 015 James J.J.M. (Australie):  
Cave sediments in a Bungonia Cave B 24
- Ab 016 Kermode L.O. (Nouvelle-Zélande):  
New Zealand karst mantles
- Ab 017 Krieg W. (Autriche):  
Exzessives Wachstum von Sinterröhrchen unter besonderen Bedingungen
- Ab 018 Liszkowski J. (Pologne):  
Lithologie und Chronologie der fossilen Terrae calcis-Böden der Karstgebiete des Mittelpolnischen Hochlandes
- Ab 019 Madeyska T. (Pologne):  
Sediments of the Raj Cave (Central Poland)
- Ab 020 Максимович Г.А. (СССР - URSS):  
Гуры и генезис кальцитовых плотин в пещерах
- Ab 021 Малеев М.Н., Филипов А.Ф. (Болгария - Bulgarie):  
Дислокационный механизм роста нитевидных кристаллов кальцита слагающего 'горное молоко' из пещеры 'Водопада', Болгария
- Ab 022 Monroe W.H. (USA):  
A possible origin of clay fills in caves
- Ab 023 Муратов В.М., Фриденберг Э.О. (СССР - URSS):  
Рыхлые отложения пещер Западного Кавказа как объект палеогеографических исследований
- Ab 024 Núñez Jiménez A. (Cuba):  
Las formaciones fungiformes y su importancia para conocer las fluctuaciones del mar
- Ab 025 Pelíšek J. (ČSSR):  
Pedosedimente in den Karstgebieten der Tschechoslowakei
- Ab 026 Perna G. (Italie):  
Giacimenti minerari carsici
- Ab 027 Pfeiferová A., Kvaček M. (ČSSR):  
Vorkommen von Apatit in den Sinterausfüllungen der Javoříčko-Höhlen (Mähren, Tschechoslowakei)



Ab 028 Vincenc Š. (ČSSR):

Phénomènes karstiques de la partie occidentale de la montagne Velká Fatra

Ab 029 Wolfe T.E. (USA):

Karst sieve deposits

Ab 001

## SIZE-FREQUENCY DISTRIBUTIONS OF RECENT SEDIMENTS FROM A CAVE-SPRING SYSTEM IN SOUTHERN PUERTO RICO AND THEIR SIGNIFICANCE WITH RESPECT TO HYDROLOGY AND TRANSPORTATION

F. Beck

Bureau of Water Resources,  
San Juan, Puerto Rico, USA

The purposes of this study were to examine the sediments of the El Convento Cave-Spring System and to characterize them by the complex parameters developed in sedimentology so that they may be related and compared to other types of sediments. And, secondly, to utilize the techniques of environmental interpretation from sedimentology to gain more information about sediment transport and hydrology within the cave system and caves in general. The El Convento Cave-Spring System is located in southwestern Puerto Rico, just west of Penuelas, and is the only sinking stream system on the South Coast.

Puerto Rico, the easternmost of the Greater Antilles to the north of the Caribbean Sea, is composed of a central mountain range of Cretaceous igneous rocks flanked both north and south by offlapping Tertiary sedimentary rocks, principally limestones. The karst developed on the limestones in northern Puerto Rico is classic (e.g., Meyerhoff, 1938; Monroe, 1968), however, the Juana Diaz and Ponce Formations of the South Coast contain only two areas of extensive karst development and only one of these contains large scale topographic features.

The Juana Diaz Formation has been subdivided into three units: a lower, clastic conglomerate up to 190 m thick; a middle reef facies limestone 400 m thick; and an upper chalk or chalky limestone up to 150 m thick which is not everywhere present (P.R.W.R.A., 1972). The karst topography is confined to the limited outcrop area (16 km<sup>2</sup>) of the middle reef limestone, probably because of its high density and low permeability compared to the surrounding layers (Moussa, 1969). Several large sinkholes and at least two caves approximately 500 m long mark this area.

The climate in southern Puerto Rico, in contrast to the tropical North Coast, is semi-arid with rainfall ranging from 87.9 cm/yr to



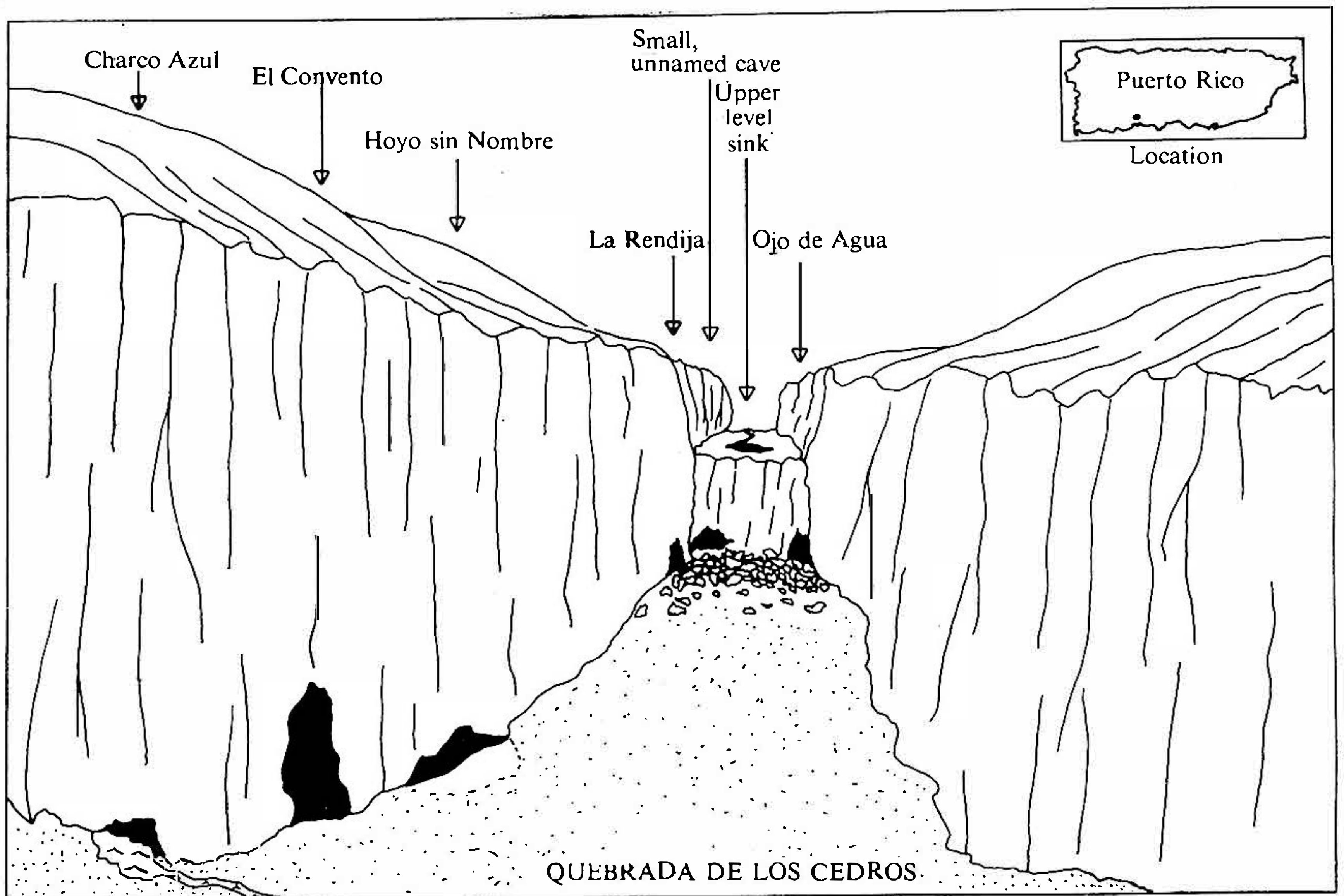


Fig. 1. Artist's sketch of Quebrada de Los Cedros looking north. Cueva Viento, on the east wall, is not shown.

150-175 cm/yr and evaporation always exceeding that (206.7 cm/yr at one station: Calvesbert, 1970). The precipitation is seasonal, most rain falling in brief, intense showers in October, November, and December (Crooks, Grossam, and Bogart, 1968). The mean annual temperature in the karst area is approximately 25° C (Calvesbert, 1970).

The Quebrada de Los Cedros (see fig. 1), a gorge 100-120 m deep, cuts through the aforementioned karst area and is the site of the El Convento Cave-Spring System (see fig. 2). Drainage from the central mountains once flowed east to the Rio Tallaboa but was pirated underground into the El Convento System as it developed (Moussa, 1969). The ephemeral stream carrying this drainage sinks as it reaches the limestone and then flows underground through the cave to its resurgence at Charco Azul, but even in the drier season, two perennial springs within the cave provide a minimal flow from the system. The geology and hydrology of the El Convento Cave-Spring System were the subject of a previous presentation (Beck, 1973) and are presently being prepared for publication. The low flow from the two springs

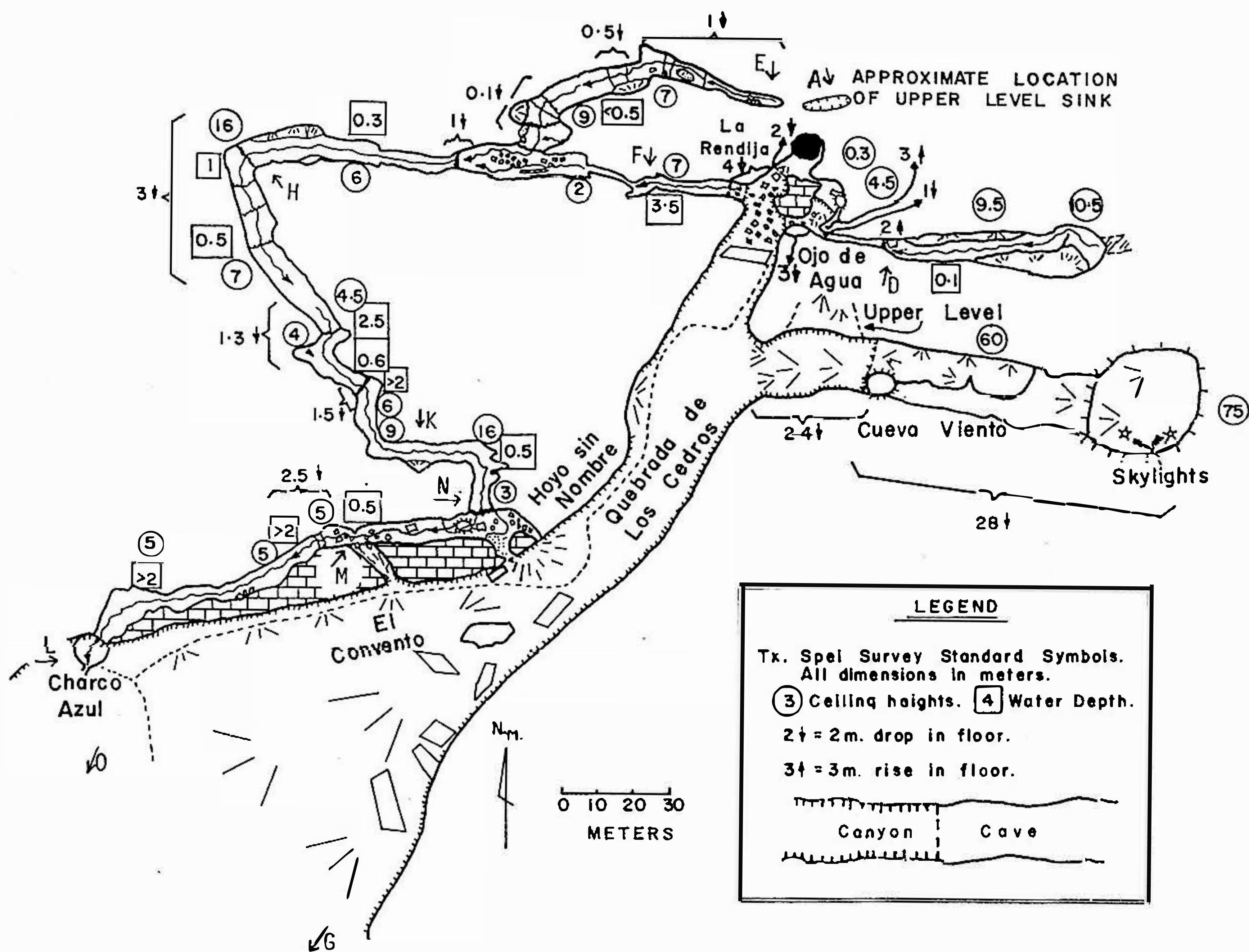


Fig. 2. Map of El Convento Cave-Spring System; compass and steel tape survey by B.F. Beck and others. Letters with arrows point to sample locations.

totals  $0.95 \text{ m}^3/\text{min}$  ( $0.88 \text{ m}^3/\text{min}$  from the Ojo de Agua Passage) but half of this leaks back into the limestone before the resurgence is reached. Flood debris in pockets in the ceiling show that the cave is subject to intense flooding. Dye tests demonstrate that the sinking drainage emerges principally in the Ojo de Agua passage but mud and standing water indicate that peak flows also enter the two small chimneys in the cave at the head of the gorge (see fig's 1 and 2).

From the Ojo de Agua passage the flow passes under the Quebrada, probably through the breakdown at the base of the cliff, and reappears at the mouth of La Rendija. Here it plunges over a small waterfall (ca. 2 m) and then flows through a high, narrow canyon with relatively deep water (1.5 m wide, 7 m above water, water 3.5 m deep). This pinches down to a tight crack above water level, although it is apparently at least 1 m wide below the water. The crack is approximately 10 m long and then the passage abruptly widens (ca. 10 m) and



T a b. 1

## Size distribution parameters of El Convento sediments

Sample # (fig.2)	Location*	Sand/mud	Coarsest 1 % $\phi$	Break in slope of cum. curve	% Gravel	Mean, F & W**	Dev., F & W**	Skew., F & W**	Mean, moment measure	Dev., moment measure	Skew., moment measure	Estimated % limestone
A	000	13.91	-4.87	-1.55	88.85	-2.89	2.33	0.55	-2.16	3.20	2.84	5 %
D	140	191.32	-4.94	1.53	89.15	-2.99	1.36	0.37	-2.88	1.62	2.61	15-25 %
F	235	124.33	-4.28	0.75	74.86	-1.68	1.11	0.01	-1.59	1.46	3.03	5-15 %
H	324	15.84	-4.86	-0.10	81.51	-2.33	2.29	0.43	-1.75	3.01	2.65	10-15 %
K	423	38.62	-4.92	0.55	86.85	-2.73	1.45	0.28	-2.46	2.29	3.23	10-20 %
N	460	57.66	-5.95	0.78	93.24	-3.97	1.45	0.19	-3.66	2.20	3.51	40-50 %
M	494	59.40	-4.93	0.39	88.91	-2.79	1.35	0.20	-2.57	1.98	3.41	25-35 %
L	583	11.74	-4.97	0.75	76.25	-2.58	3.62	0.65	-1.92	3.65	2.04	50-60 %
O	1023	10.94	-4.79	0.70	45.03	-0.66	***	***	-0.15	3.09	2.01	50-60 %
G	***	20.54	-5.81	2.35	66.82	-2.15	2.46	0.29	-1.84	3.06	1.68	95 %
E	***	20.54	-4.61	1.80	56.92	-1.26	2.09	0.20	-0.89	2.76	2.03	10-20 %

\* Sink = 0; all others are distance downstream from sink, in meters.

\*\* F & W = Folk and Ward, 1957.

\*\*\* Values not able to be calculated.

this data is that there is no systematic downstream change in any of the parameters. The baffling effects of the passage geometry and rimstone dams effectively mask any alluvial trends. The only generality which may be made is that the coarsest 1 % remains relatively constant from the sink through the cave and downstream. Since the suspension load at the sink indicates a much faster current here than elsewhere (see below) the constancy of the coarsest 1 % is most probably provenance controlled. That is, a grain size of approximately  $-5 \phi$  is probably the maximum available to the system in normal floods.

After examining the parameters in light of the three types of channel sampled (outside river, cave river, spring-fed creek) a plot of the sand-mud ratio vs. the moment measure deviation was prepared (fig. 3). Note that this plot effectively separates the three types of channel. Sample H appears to be an exception, but this is most probably due to the large amounts of guano in it.

1969) has developed a method of interpretation based directly on the cumulative distribution curve as plotted on log-probability coordinates. On the probability scale a normal Gaussian distribution will plot as a straight line. The cumulative sediment size distribution so plotted appears to be a series of straight line-segments which Visher suggests are separate distributions carried by distinct modes of transportation: suspension, saltation, and rolling. Various depositional environments, then, have distinctive curves due to the combination of these methods of particle transport. The author has utilized both Visher's and Passega's techniques on unpublished core data and found excellent agreement between the two methods which both yielded a reasonable environmental interpretation.

Previous work on cave sediments in particular, however, has been somewhat limited. White and White (1968) summarize the earlier work on cave sediments and discuss conditions of deposition as interpreted from the sediment sizes. However, the previously mentioned parameters and techniques were not applied. Jones (1971) discusses the underground floodplain, but not the sediments. Wolfe (1970) described the sediment sequence in Bob Gee Cave, West Virginia, but did not include details on the sediments. Wolfe (1972) also described the sediments of Poor Farm Cave, West Virginia, and interpreted the depositional flow velocity from their size. In general, grain size parameters commonly used by sedimentologists have seldom been calculated and analyzed for cave sediments.

For this study the computer program of Collias and Rona (1963) was used to compute median, coarsest 1 %, sand/mud ratio, and the four characteristic parameters by the methods of Folk and Ward (1957), Inman (1952), Trask (1932), and moment analysis. The Folk and Ward (1957) and moment values were selected for comparison along with the sand/mud ratio, the coarsest 1 %, and the position of the break in slope of the cumulative curve (important in Visher's interpretation). In addition, the cumulative curves were plotted on probability axes and examined in light of Visher's hypotheses.

Table 1 lists all the various parameters which were calculated. Samples A, L, and O were taken outside the cave, A at the sink upstream, L just outside the resurgence, and O several hundred meters downstream. Samples E and G were from small, spring-fed tributaries of the main stream, E within the cave and G approximately 0.5 km downstream from the resurgence. The remainder of the samples are from the main cave channel (see fig. 2). One principal conclusion from



T a b. 1

## Size distribution parameters of El Convento sediments

Sample # (fig.2)	Location*	Sand/mud	Coarsest 1 % $\phi$	Break in slope of cum. curve	% Gravel	Mean, F & W**	Dev., F & W**	Skew., F & W**	Mean, moment measure	Dev., moment measure	Skew., moment measure	Estimated % Limestone
A	000	13.91	-4.87	-1.55	88.85	-2.89	2.33	0.55	-2.16	3.20	2.84	5 %
D	140	191.32	-4.94	1.53	89.15	-2.99	1.36	0.37	-2.88	1.62	2.61	15-25 %
F	235	124.33	-4.28	0.75	74.86	-1.68	1.11	0.01	-1.59	1.46	3.03	5-15 %
H	324	15.84	-4.86	-0.10	81.51	-2.33	2.29	0.43	-1.75	3.01	2.65	10-15 %
K	423	38.62	-4.92	0.55	86.85	-2.73	1.45	0.28	-2.46	2.29	3.23	10-20 %
N	460	57.66	-5.95	0.78	93.24	-3.97	1.45	0.19	-3.66	2.20	3.51	40-50 %
M	494	59.40	-4.93	0.39	88.91	-2.79	1.35	0.20	-2.57	1.98	3.41	25-35 %
L	583	11.74	-4.97	0.75	76.25	-2.58	3.62	0.65	-1.92	3.65	2.04	50-60 %
O	1023	10.94	-4.79	0.70	45.03	-0.66	***	***	-0.15	3.09	2.01	50-60 %
G	***	20.54	-5.81	2.35	66.82	-2.15	2.46	0.29	-1.84	3.06	1.68	95 %
E	***	20.54	-4.61	1.80	56.92	-1.26	2.09	0.20	-0.89	2.76	2.03	10-20 %

\* Sink = 0; all others are distance downstream from sink, in meters.

\*\* F & W = Folk and Ward, 1957.

\*\*\* Values not able to be calculated.

this data is that there is no systematic downstream change in any of the parameters. The baffling effects of the passage geometry and rimstone dams effectively mask any alluvial trends. The only generality which may be made is that the coarsest 1 % remains relatively constant from the sink through the cave and downstream. Since the suspension load at the sink indicates a much faster current here than elsewhere (see below) the constancy of the coarsest 1 % is most probably provenance controlled. That is, a grain size of approximately  $-5 \phi$  is probably the maximum available to the system in normal floods.

After examining the parameters in light of the three types of channel sampled (outside river, cave river, spring-fed creek) a plot of the sand-mud ratio vs. the moment measure deviation was prepared (fig. 3). Note that this plot effectively separates the three types of channel. Sample H appears to be an exception, but this is most probably due to the large amounts of guano in it.

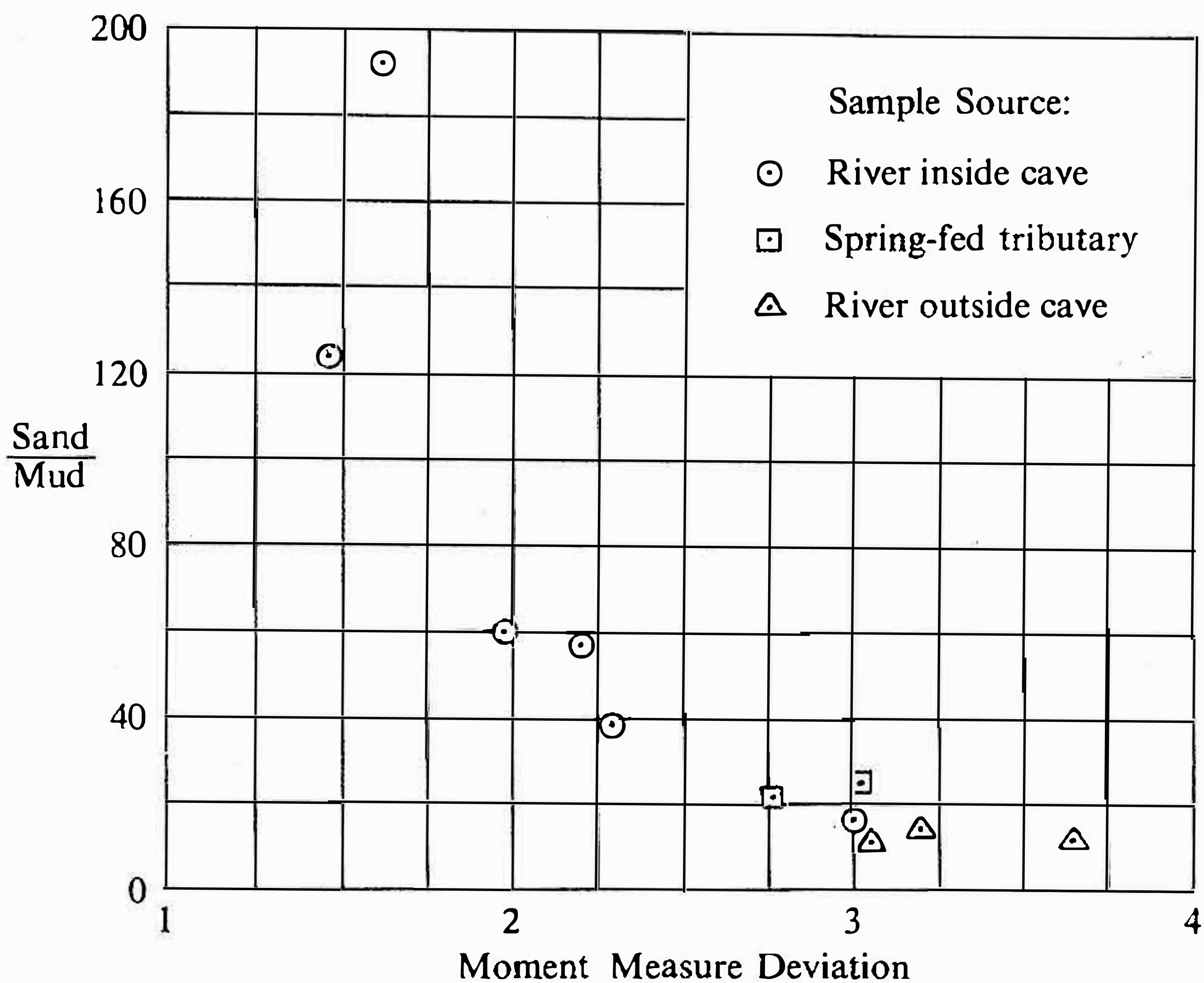


Fig. 3. Sand-mud vs. moment measure deviation for El Convento Cave-Spring System sediments.

C-M patterns and cumulative distribution curves were also plotted. The field containing the C-M points (fig. 4) cannot be definitely related to Passega's plot (Passega and Byramjee, 1969, p. 234) as it could correspond to either a combination of uniform and graded suspension\* or rolling and suspension. However, Passega and Byramjee (1969) state that 1 mm is the coarsest size usually carried in suspension and these must thereby be sediments transported by rolling.

Fig. 5 shows the size distribution curve of a typical alluvial deposit according to Visher (1967, fig. 2) and three representative curves from the El Convento sediments, which are all similar to Visher's. Visher postulates that population B is carried in suspension and A by saltation, with no rolling population. In light of the low probability of rolling a grain through the baffling passage geometry and bed irregularities of a cave, Visher's interpretation seems reasonable. The assumption that 1 mm is the largest particle size transported in graded suspension is probably not applicable here and the

\* Passega's graded suspension is most author's saltation population.



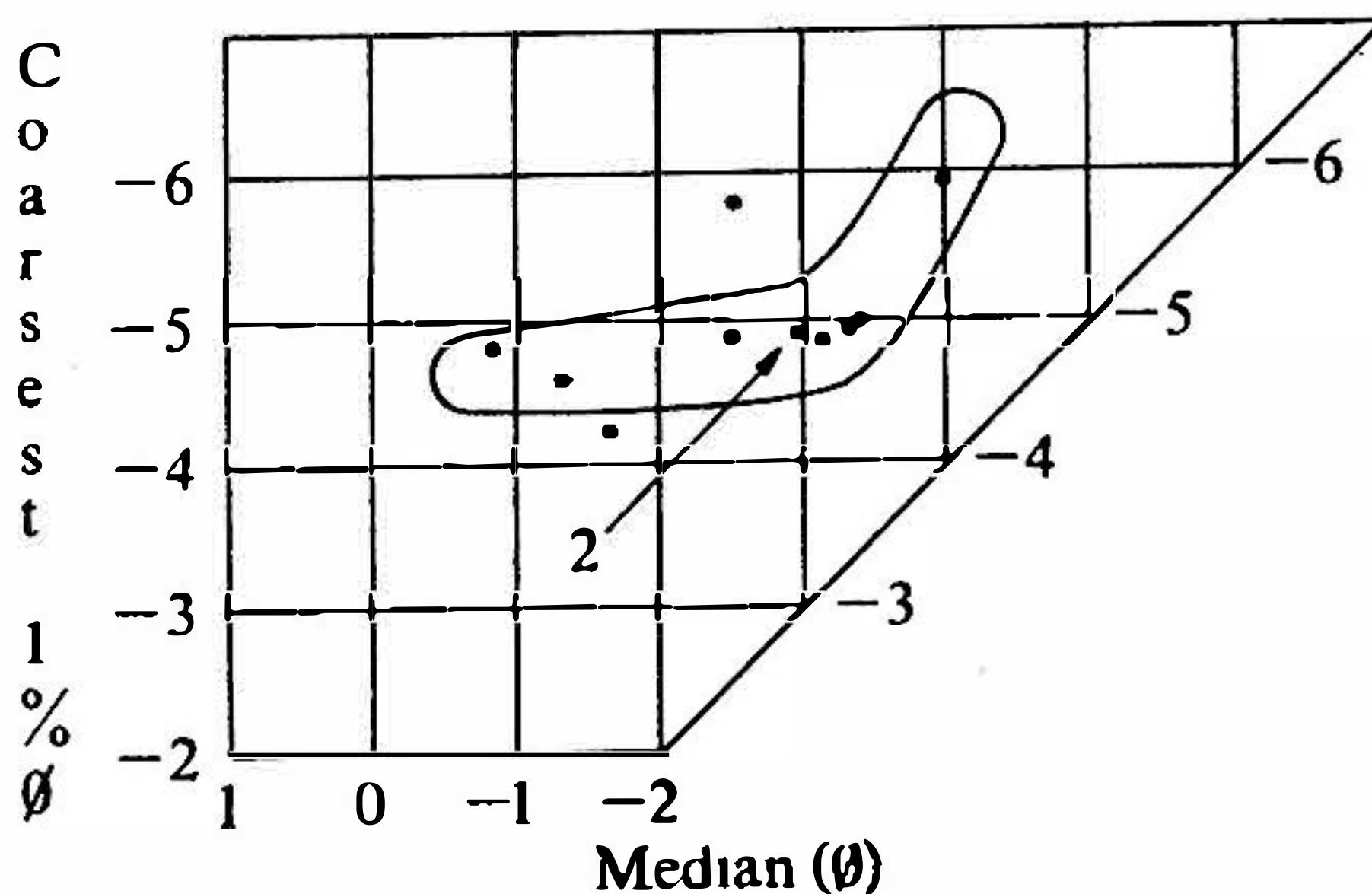


Fig. 4. C-M Plots after Passega (1957) for El Convento Cave-Spring System sediments.

field of points shown previously (fig. 4) probably also correspond to uniform and graded suspensions. There are distinct differences between the curves for samples A, F, and G. These correspond to the three channel types distinguished previously: outside river, cave river, and spring-fed creek. The differences shown here were constant for all the samples, those outside the cave having a larger proportion in suspension than those in the cave and the spring-fed samples showing only one obvious line-segment.

The suspension portion of sample A, from the upper sink, ranges up to  $-1.55 \text{ } \emptyset$  (3 mm). For transportation in suspension "particles larger than one millimeter require shears (velocity to a first approximation), about an order of magnitude higher than the shears required for the onset of bedload movement" (White and White, 1968, p. 125). Using data summarized by Vanoni (1966) this would indicate velocities ranging from approximately 180 m/min to 360 m/min entering the sink. The bedload size, up to  $-5 \text{ } \emptyset$  (32 mm), yields an estimate of 18-36 m/min, somewhat lower, probably due to a lack of larger grains. Maximum suspension sizes in the cave sediments proper are generally  $0.75 \text{ } \emptyset$  and this indicates a velocity on the order of tens of meters per minute; only a gross generality can be made in this range because the suspension parameter (Bagnold, 1966) is changing rapidly. The velocities estimated herein are similar to, but slightly greater than, those estimated by Wolfe (1972); however, his estimates were based on mean size, not the maximum 1 % and on this basis both estimates would probably be very similar.

The mineralogy of the samples was not examined in detail, but the % limestone was visually estimated (see table 1). The % limestone

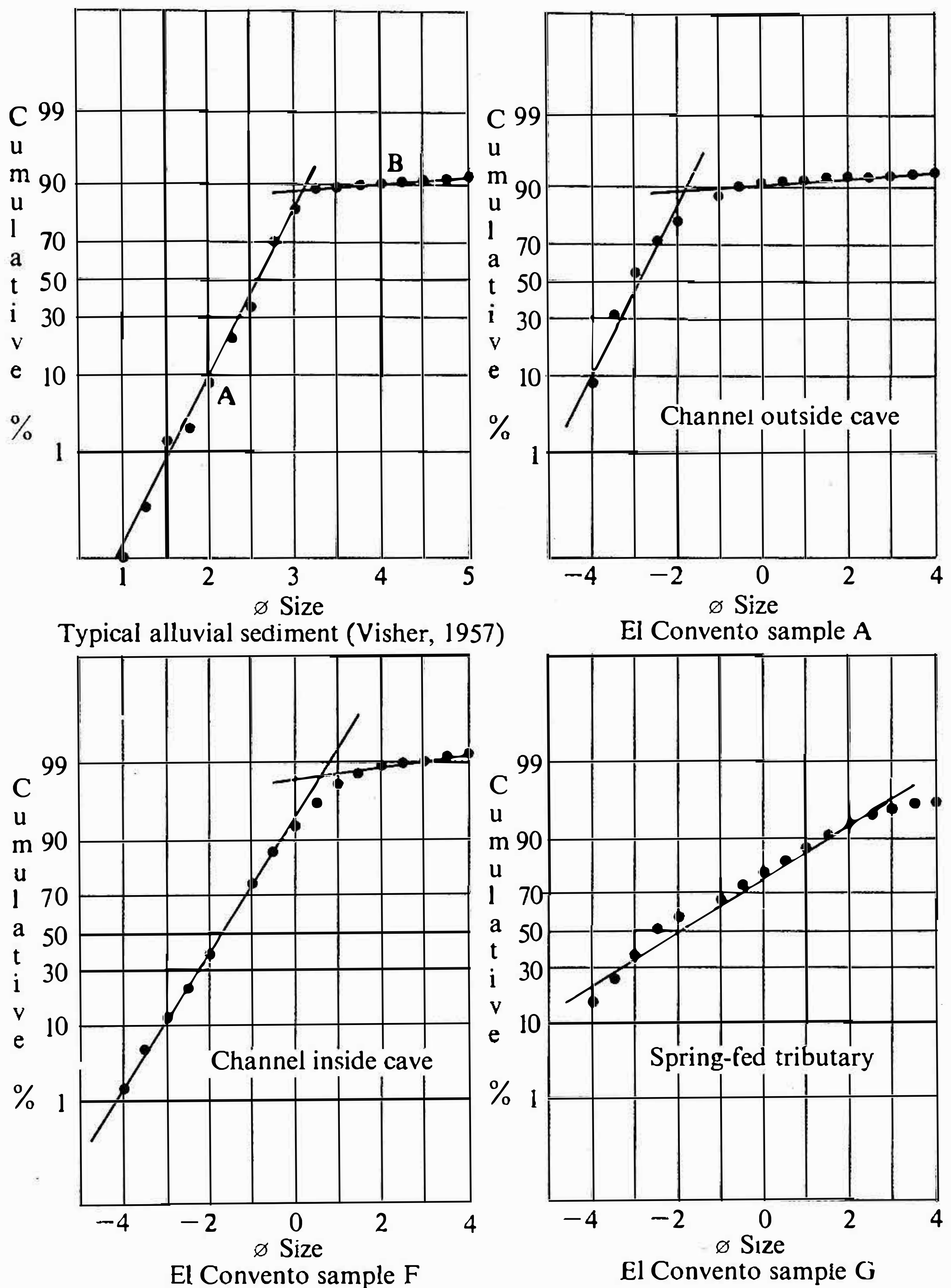


Fig. 5. Cumulative size-frequency curves for El Convento sediments.

gradually increases downstream, probably due to the addition of breakdown and speleothem fragments. Sample 0, taken downstream from the resurgence, was specifically selected with bias against local debris to attempt to gather maximum information concerning transportation.



The downstream alluvium, in general, appeared to be 80-100 % limestone from field inspection. The downstream spring sample G is almost totally limestone. The original load is probably deposited somewhere along the unknown route to the spring and a limestone load is picked-up later nearer the end of the channel. Possibly some ponding occurs along this course which would also agree with the long flow time (15-20 hours), revealed by dye tests.

## SUMMARY

Analysis of the present sediments from the El Convento Cave-Spring System demonstrates that the sedimentary load is probably transported by suspension and saltation during seasonal flood flow and that the velocities in the cave at that time are on the order of tens of meters per minute, possibly even reaching hundreds of meters per minute in the upstream sink. Sedimentologic parameters and the cumulative distribution curves show a distinction between sediments from the same channel taken outside the cave, inside the cave, and in spring-fed tributary creeks (both inside and outside the cave).

## REFERENCES

- BAGNOLD, R.A., 1966, An approach to the sediment transport problem from general physics: U.S. Geol. Survey Prof. Paper 422-I, p. 1-37.
- BECK, B.F., 1973, Geology and hydrology of the El Convento Cave-Spring System, southwestern Puerto Rico (abs.): Nat. Spel. Soc. Convention, Bloomington 1973, program.
- 1973 in press, Geology and Hydrology of the El Convento Cave-Spring System, southwestern Puerto Rico: Int. J. of Speleology.
- CALVESBERT, R.J., 1970, Climate of Puerto Rico and V.S. Virgin Islands: Climatography of the U.S. no. 60-52, U.S. Dept. of Commerce, Env. Sci. Services Administration, 29 p.
- COLLIAS and RONA, 1963, Computer programs: U. of Wash. Tech. Rept. 87.
- CROOKS, J.W., GROSSMAN, I.G., BOGART, D.B., 1968, Water resources of the Guayanilla-

- Yauco area, Puerto Rico: Commonwealth of Puerto Rico, Water-Resources Bulletin 5, 55 p.
- FOLK, R.L., 1966, A review of grain-size parameters: *Sed.*, v. 6, p. 77-93.
- 1968, *Petrology of Sedimentary Rocks: Memphill's*, Austin, Texas, 170 p.
- FOLK, R.L., and WARD, W.C., 1957, Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters: *J. Sed. Pet.*, v. 27, p. 3-26.
- INMAN, D.L., 1952, Measures for describing size of sediments: *J. Sed. Pet.*, v. 22, p. 125-145.
- JONES, W.K., 1971, Characteristics of the underground floodplain: *Nat. Spel. Soc. Bul.*, v. 33, no. 3, p. 105-114.
- MEYERHOFF, H.A., 1938, The texture of karst topography in Cuba and Puerto Rico: *J. of Geomorph.*, v. 1, no. 4, p. 279-295.
- MONROE, W.A., 1968, The karst features of northern Puerto Rico: *Nat. Spel. Soc. Bul.*, v. 30, no. 3, p. 75-86.
- MOUSSA, M.T., 1969, Quebrada de Los Cedros, southwestern Puerto Rico, and its bearing on some aspects of karst development: *J. of Geol.*, v. 77, no. 6, p. 714-720.
- PASSEGA, R., 1957, Texture as a characteristic of clastic deposition: *Am. Assoc. Petroleum Geol. Bul.*, v. 41, p. 1952-1984.
- 1960, Sedimentology and petroleum research: *Revue de l'Institute de Petrole*, v. 15, no. 12, 8 pp., figures.
- 1964, Grain size representation by CM patterns as a geological tool: *J. Sed. Pet.*, v. 34, no. 4, p. 830-847.
- 1967, Transport of sediments by waves, Adriatic coastal shelf, Italy: *Am. Assoc. Petroleum Geol. Bul.*, v. 51, no. 7, p. 1304-1319.
- PASSEGA, R., and BYRAMJEE, R., 1969, Grain-size image of clastic deposits: *Sed.*, v. 13, p. 233-252.
- P.R.W.R.A. (Puerto Rico Water Resources Authority), 1972, Environmental impact report for the construction and operation of deep water wells in the Macana Valley, Guayanilla, P.R.: Commonwealth of Puerto Rico Water Resources Authority, San Juan, Puerto Rico, 11 p., appendices.
- ROYSE, C.F., 1970, An Introduction to Sediment Analysis: private printing, 1046 Bluebell Lane, Tempe, Arizona, 85281, U.S.A., 180 p.
- TRASK, P.D., 1932, Origin and Environment of Source Sediments of Petroleum: Gulf Publishing Co., Houston, Texas, 323 p.
- VANONI, V.A., 1966, Sediment transportation mechanics: initiation of motion: *J. Hyd. Div., Proc. Am. Soc. Civ. Eng.*, v. 92, p. 291-314.
- VISHER, G.S., 1965, Fluvial processes as interpreted from ancient and Recent fluvial deposits in Primary Sedimentary Structures and their Hydrodynamic Interpretation: *Soc. Econ. Paleo. and Min., Spec. Pub. no. 12*, p. 116-132.



- 1967, Grain size distributions and depositional processes: Preprint VII International Sedimentologic Congress, Reading and Erinburg, Eng., 4 p.
  - 1969, Grain size distributions and depositional processes: J. Sed. Pet., v. 39, no. 3, p. 1074-1106.
- WHITE, E.L., and WHITE, W.B., 1968, Dynamics of sediment transport in limestone caves: Nat. Spel. Soc. Bul., v. 30, no. 4, p. 115-129.
- WOLFE, Tom, 1970, Sediments of Bob Gee Cave, West Virginia: Canadian Caver, no. 2, p. 3-14. (No volume number listed on original issue.)
- 1972, Sediments of Poor Farm Cave, Pocahontas Co., West Virginia, Part II: Canadian Caver, v. 4., no. 2, p. 59-67.

Ab 002

# THE SPELEOLOGIC COMPLEX "GROTTA GRANDE DEL VENTO-GROTTA DEL FIUME" IN THE FRASASSI CANYON (ANCONA, ITALY)

(A petrological and mineralogical study)

**M. Bertolani, A. Rossi**

Gruppo Speleologico Emiliano C.A.I.,  
Sez. di Modena, Italy

**G. Garuti**

University of Modena, Institut of Petrography and Mineralogy,  
Modena, Italy

## INTRODUCTION

The Karst-complex "Grotta grande del vento - Grotta del fiume" is on the right of the Sentino river, in the Frasassi canyon, near S. Vitto-  
re di Genga in the Ancona Province.

It is possible to get into the Karst-system lower part by "Grotta del fiume" (8 MA/AN), that was already known. An upper entrance has been recently discovered, that brings through "Grotta grande del vento" (336 MA/AN) to the lower levels.

The whole system probably develops for more than 12 km and is certainly one of the most important late speleological discovery in Italy.

The speleologists of Ancona Province, who contributed to the discovery, are carrying out a speleogenetic and morphological study. We hope our petrological and mineralogical research will contribute to explain the Karst-system genesis problem.

The upper entrance brings by a short tunnel to a large gulf told "Abisso Ancona", that has 100 m, 160 m diameters at the base. We can reach its bottom with a 120 m fall. Then the cave goes an almost plane only with small falls.

A large tunnel, told "Sala dei 200", starts from "Abisso Ancona" and goes to "Sala C", from which we can reach other upper levels.

All along this first part of the Karst-system, told "Grotta grande del vento", there are big stalagmites, wonderful calcareous concretions and beautiful small-lakes. Very large gypsum deposits are along the cave, from "Abisso Ancona" to upper levels.

Clay deposits start from "Sala dei 200" and become very abundant in "Sala C", where there are various mineralisations.

"Grotta del fiume" is the lower part of the Karst-system and is



connected with the first part by a long narrow tunnel told "Condotta dei Fabrianesi". Clay and gypsum deposits are very abundant in "Grotta del fiume". Some outlets are in the cave almost at the river level, but only one is practicable.

It is possible to reach a sulphuretted water lake at a lower level, inside the cave, near Grotta del fiume out let.

Traces of these waters are clear from "Abisso Ancona" all along the Karst-system.

Many sulphur springs are now at the level of Sentino river, but it is possible to reach them through other near caves among which "Grotta Bella".

## THE LIMESTONES

The whole system develops in the "Calcare massiccio" formation, of Liassic age, thickly but not evidently bedded.

Ten samples, from different cave levels, show no real variation in this section. It is a Bio-calcarinate formed by microfossils and roundish detritic elements, turbid with a very small structure and cemented by clear Calcite. The ratio: Detritic Elements / Cement is from 50/50 to 90/10.

The rock is usually thinly veined with Calcite and scattered with small cavities filled also with Calcite. The identified microfossils are: Solenoporaceae, Valvulinidae, Textulariidae, traces of Ostracods and Echinoids. The  $\text{CaCO}_3$  contents of some samples are very near to the 100 % and a qualitative spectroscopical analysis has pointed out traces of Mg, Si, Fe and Sr.

We have very small amounts of insolubles, which are the result of acid attack with HCl 10 % (table 1).

T a b. 1

Samp.	2	7	9 r.	9 b.	10	24	30
Ins. %	0.18	0.08	0.40	0.18	0.40	0.67	0.16

Insolubles, at a X-Ray investigation, are: Quartz, Feldspar and Mica, especially Illite; Dolomite is very little and absent insome cases; probably there is also a little Kaolinite.

Sometimes there is more Quartz than Feldspar, but often the ratio is inverted.

Differential thermal curves up to 500 °C insolubles show a low temperature endothermic peak very near to 100 °C and an esothermic one at about 330 °C both attributable to hydrated ferric oxide gels.

## THE CLAY DEPOSITS

Seven samples of clay deposits in the cave have been studied. Three have greenish colour (samp. 21, 27, 29), four have hazel and grey colour (samp. 12, 16, 31) and one of them is veined in jallow and red (samp. 32). The results of X-Ray investigations are reported in table 2.

There is always a sensible Barite (Ba) amount in greenish clays while jallow and reddish veins of sample 32 are due to Jarosite (J).

The other minerals are Illite (I), Montmorillonite (Mn), Kaolinite (K), Quartz (Q), Feldspar (Fs) and Calcite (Ca).

T a b. 2

Samp.	I	Mn	K	Q	Fs	Ca	Ba	J
21	s	47 %	w	s	-	1.6 %	1.7 %	-
27	s	-	-	vs	-	3.6 %	2.0 %	-
29	s	33 %	-	vs	-	2.0 %	s	-
12	s	-	w	vs	-	14.2 %	-	-
16	s	14 %	-	s	-	34.2 %	-	-
31	s	19 %	w	s	w	40.8 %	-	-
32	s	17 %	-	vs	w	4.5 %	-	s

w = weak, s = strong, vs = very strong

Chemical analyses of samples 21 and 27 are reported in table 3.

A qualitative analysis of elements in trace has identified Sr, Cr and Mn in some samples. Ba is present also in samples 12, 16, 32, even if Barite was not visible in the X-Ray spectra.



T a b. 3

	Samp. 21	Samp. 27
SiO <sub>2</sub>	49.67	48.28
TiO <sub>2</sub>	1.34	1.35
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.47	18.09
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.10	3.96
CaO	1.82	3.58
MgO	2.02	1.53
Na <sub>2</sub> O	0.11	0.22
K <sub>2</sub> O	2.78	2.52
SrO	0.10	0.18
BaO	1.15	1.35
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.05	0.11
SO <sub>3</sub>	1.17	1.20
CO <sub>2</sub>	0.70	1.64
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	7.81	8.49
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	6.55	0.46

### HYPOGEAN WATERS

Two kinds of water are in the speleologic complex: the most interesting one is sulphuretted and flows at the base of the cave, the other one is percolation and dripping water that reaches the cave and forms many lakes. The results of chemical investigations on waters are reported in table 4 and 5.

T a b. 4

## Dripping Waters

Samp.	1	2	3	4	5	6	
Fe <sup>+++</sup>	Abs.	Abs.	Abs.	Abs.	Abs.	Abs.	
Ca <sup>++</sup>	0.0474	0.0528	0.0368	0.0417	0.0538	0.0459	gr/l
Mg <sup>++</sup>	0.0065	0.0247	0.0056	0.0051	0.0172	0.0062	
Na <sup>+</sup>	0.0060	0.0061	0.0036	0.0028	0.0035	0.0034	
K <sup>+</sup>	0.0003	0.0003	0.0003	0.0004	0.0003	0.0002	
Sr <sup>++</sup>	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	
Ba <sup>++</sup>	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	0.0039	0.0033	0.0073	0.0048	0.0034	0.0079	
Cl <sup>-</sup>	0.0015	0.0016	0.0014	0.0012	0.0014	0.0015	
CO <sub>3</sub> <sup>---</sup>	0.0867	0.1406	0.0688	0.0748	0.1227	0.0838	
Diss. solids							
at 100 °C	0.1810	0.2400	0.1355	0.1400	0.2307	0.1635	gr/l
at 180 °C	0.1795	0.2380	0.1340	0.1385	0.2292	0.1612	
Hardness	8.12	13.16	6.44	7.00	11.48	7.84	°d
pH	7.85	7.71	7.89	7.75	7.77	7.80	
Conductivity							
Ohm <sup>-1</sup> cm <sup>-1</sup>	0.00028	0.00035	0.00022	0.00024	0.00036	0.00025	

**MINERALISATIONS**

Apart from the travertine concretions, that are generally very common in dissolution of limestones, this Karst-system shows sulphate minerals as Gypsum, Barite, Jarosite; iron oxides and clay minerals as Halloysite.

The minerals have different modes of occurrence depending on their genesis.

The Gypsum is generally found as a deposit filling pre-existing cavities that usually have been modified by the reaction of genesis. The Gypsum consists either of a fine powder or of macrocrystals usually inside the pulverulent deposit. Macrocrystalline Gypsum very often contains traces of Ba. Sometimes Gypsum looks like Moon-milk.

The other sulphates are always closely associated to clays.

Greenish or green-bluish nodules of Barite are found inside



## Sulphuretted Waters

Samp.	Hypogean lake	Sulphur spring
Fe <sup>+++</sup>	Abs.	Abs.
Al <sup>+++</sup>	tr.	tr.
Mn <sup>++</sup>	tr.	tr.
Ca <sup>++</sup>	0.1056	0.0955 gr/l
Mg <sup>++</sup>	0.0157	0.0296
Na <sup>+</sup>	0.2812	0.2189
K <sup>+</sup>	0.0066	0.0056
Sr <sup>++</sup>	0.0025	0.0021
Ba <sup>++</sup>	0.0004	0.0004
Li <sup>+</sup>	Abs.	tr.
Cu <sup>++</sup>	Abs.	tr.
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	0.1314	0.1079
Cl <sup>-</sup>	0.4377	0.3131
CO <sub>3</sub> <sup>--</sup>	0.1971	0.2168
H <sub>2</sub> S dissolved	n.d.	0.0187 gr/l
Hardness	18.44	20.28 °a
Diss. solids		
at 100 °C	1.1100	0.9935
at 180 °C	1.0860	0.9705
Temperature air	-	2.9 °C
Temperature water	-	11.9 °C
pH	7.74	6.85
Conductivity		
Ohm <sup>-1</sup> cm <sup>-1</sup>	0.00162	0.00147

clay deposits. These clays appear as fillings of the tectonic fractures along the "Sala C", at the end of the upper part of the cave, and also in other points.

Jarosite and iron oxides occur also in clays with jallow and reddish colour. Jarosite has a large diffusion in the middle and the lower part of the cave. Halloysite has been found only in a filling deposit in the "Sala C".

In table 6 X-Ray powder data of minerals are reported. DTA for Jarosite shows a low temperature endothermic peak very near to 110 °C, an other endothermic peak at 430 °C followed by an exothermic

T a b. 6

Barite		Jarosite		Halloysite				
Å	I	Å	I	Natural		Glycerol		
				Å	I	Å	I	
4.33	s	5.98	m	10.04	vs	11.32	vs	
3.88	m	5.78	w	4.43	m	4.43	m	
3.57	vs	5.13	s	3.35	w	3.75	w	
3.43	s	3.67	w					
3.31	vs	3.12	s					
3.09	s	3.09	vs					
2.83	s	2.98	w					
2.72	m	2.88	m					
2.47	vw	2.55	m					
2.11	m	2.29	m					
2.10	m							
1.85	w							

vs = very strong  
 s = strong  
 m = middle  
 w = weak  
 vw = very weak

T a b. 7

Halloysite		Jarosite	
SiO <sub>2</sub>	37.01	TiO <sub>2</sub>	1.15
TiO <sub>2</sub>	0.14	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	33.69
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32.28	FeO	0.73
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.33	MnO	tr.
MnO	tr.	CaO	0.57
CaO	1.26	MgO	0.30
MgO	tr.	Na <sub>2</sub> O	0.30
Na <sub>2</sub> O	0.06	K <sub>2</sub> O	6.20
K <sub>2</sub> O	0.03	SrO	0.09
SrO	tr.	BaO	tr.
BaO	0.07	SO <sub>3</sub>	2.36
SO <sub>3</sub>	0.30	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	33.26
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	13.12	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0.30
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	15.07	Rem.	17.13

Rem. = Insoluble Residuum, prevalently Quartz.



one at 500 °C, not very strong, the last endothermic peak is at 720 °C. DTA for Halloysite shows a first endothermic peak at about 160 °C, a second one at 580 °C and an exothermic one at 990 °C.

Chemical analyses for Jarosite and Halloysite are reported in table 7.

## "PELLI DI LEOPARDO"

The Italian term "Pelli di leopardo" indicates a vermicular deposit of clay with dendritic look that occurs on the walls of cave.

Many vermicular deposits are in the lower level of the Karst-system.

Vermicular deposits, at a X-Ray investigation, contain Quartz, Feldspar and not much Calcite, there are also small amounts of clay minerals as Illite and Kaolinite. DTA up to 500 °C for vermicular clay deposits points out the probable presence of a lot of hydrated ferric oxide gel. The existence of this "amorphous" iron oxide is suggested by a low temperature endothermic peak near to 100 °C and an exothermic one at about 330 °C.

## DISCUSSION

Research in the cave and laboratory investigations have explained some minerals and deposits formation, but have pointed out many problems whose solution require further studies.

The cave deposits, where Halloysite occurs along with Barite and Jarosite, have been originated, in our opinion, under low pH conditions. Hydrothermal conditions are not very probable, even if at low temperature. Low pH conditions were determined in the cave by sulphuretted waters. The abatement of these waters was closely connected with the evolution of the Karst-system and the deeping of its base level that is to say the Sentino river in the Frasassi canyon.

The occurrence of these minerals in clay sediments may depend either on a transformation of the clay itself for the action of acid waters, or on the clays acting as traps for themineralized waters.

We may think that the first case is right for Halloysite the second one for Barite while solutions containing Fe and S may have reacted with the K of clays originating Jarosite. The presence of Fe is proved by many hydrated ferric oxide gel deposits.

The Gypsum is often the product of a reaction between  $H_2S$  and  $CaCO_3$ , as we have observed in the cave. But some abundant deposits, that we have found at different levels and which are probably concentrated in some places, might suggest a precipitation from over saturated waters. The presence of S is due to sulphuretted waters containing about 0,1079 gr/l of  $SO_4$  - and 0,0187 gr/l of  $H_2S$  - while dripping waters are not rich enough of dissolved solids and have no connection with the mineralization. Even if the reaction between  $H_2S$  and  $CaCO_3$  is evident we cant evaluate the amount of the dissolving action of these acid waters.

Even the Ba present in many samples comes from these sulphuretted waters, as we can see in the former analyses. We don't know where these waters come from.

We can only say that highly Pyrite - mineralized rocks of jurassic age are at the top of the limestone formation. The clay origin problem is still open.

The various analyses indicate that the clays are of different kind, part contain Illite and Montmorillonite and part only Illite and small amounts of Kaolinite. It is very probable that the clay deposits have been transformed by the action of low pH conditions. Illite is prevailing clay product of acid attach on limestones, but an alteration due to HCl 10 % is possible. Nevertheless we cannot exclude that clay deposits are the insoluble products of limestones solution, also because there are large empty spaces in the cave. But the problem is still open because pollinological investigations have pointed out pre-tertiary Sporomorphes along with present pollens.

"Pelli di leopardo" have a mixed composition with clay and ferric oxides. The clays are illitic with Q, Fs and Ca amounts. DTA shows hydrated ferric oxide gels. There is a clear analogy between "Pelli di leopardo" and limestones residuum.

So we think that "Pelli di leopardo" may be product of limestones decalcification.

## REFERENCES

1. ALLETTI A.: Argila halloysitica delle farine fossili di Cerro del Tasca (M. Amiata). Atti e Mem. della Acc. Naz. di Sc. Lett. ed Arti, Modena Serie VI, vol. I.
2. CHOPPY J.: Vermiculeres d'argile sur une coulee stalagmitique. Bull. Com. Nat. Spel., vol. 3, 1955.
3. Dana's System of Mineralogy. Wiley e Sons Inc. 1951.
4. KASHKAI M.A.: The hydrothermal and hydrothermal-metasomatic formation of Kaolin and a genetic classification of clays rocks. Clay Min. Bull., vol. 4, 1959-1961, p. 44.
5. MACKENZIE R.: The differential thermal investigation of clays. Min. Soc., London 1957.
6. MERWIN and POSNIACK : Sulphate incrustation in the copper Queen Mine, Bisbee, Arizona. Amer. Min., vol. 22, 1937, p. 567.
7. PARENZAN P.: Sulle formazioni argillose-limose dette vermiculari. Atti Sim. Int. di Spel. Varenna 1960.
8. PERNA G., POZZI R.: Osservazioni su alcuni fenomeni concrezionali della Grotta del Fiume. Rass. Spel. It., Anno IX, fas. 1, 1959.
9. RENAULT P.: Depots vermicules d'argile de decalcification. Atti 1<sup>o</sup> Congresso Int. Spel. Paris 1955.
10. SASS, NATHAN and NISSENBAUM : Mineralogy of certain pyrite concretions from Israel and their alteration products. Min. Mag., vol. 35, 1965-1966, p. 84.



Ab 003

## ENTSTEHUNG VON GIPS IM HÖLLOCH

A. Bögli

Hitzkirch, Schweiz

Gips wurde im Hölloch erstmals anfangs dieses Jahrhunderts gefunden, wie vereinzelte Grabungsstellen vermuten lassen. In der Literatur fehlen jedoch irgendwelche Angaben hierüber. Heute ist die Hauptfundstätte im Himmelsgang völlig durchwühlt. Sie hat kaum wertvolles Material geliefert und kann als ausgebeutet bezeichnet werden. Seit 1970 steht das Hölloch unter Naturschutz, und weitere Eingriffe sind daher verboten.

1951 fand der Referent in tonigem Höhlenlehm einen nahezu feustgrossen, klaren Gipskristall mit einer gut entwickelten  $\langle 010 \rangle$  - Fläche. In einer Tonschicht wurden 1953 einige einfache Kristalle mit gewölbten Flächen und ein ideal geformter Kristall mit  $\langle 010 \rangle$ ,  $\langle 110 \rangle$ ,  $\langle 111 \rangle$  gefunden. Das sind jedoch Unika geblieben, denn Selenit ist im Hölloch ausgesprochen selten. Skelettkristalle, im Englischen als "gypsum arrows", Gipspfeile, bezeichnet, sind in siltigem Lehm häufig anzutreffen. In feinsandigem Lehm treten feine, kurze Kristallnadeln auf. An Höhlenwänden findet man gelegentlich flach anliegende dünne Gipsrosetten bis zu 5 cm Durchmesser. Pulvrige Gipsausblühungen haben sich auf lehmüberzogenen Blöcken und, wenn auch seltener, auf der Oberfläche des Lehmes an vorspringenden Stellen mit erhöhter Verdunstung gebildet. Gipsblüten und ähnliche spektakuläre Formen, die in warmen Höhlen häufig sind, fehlen jedoch gänzlich, vermutlich als Folge der niedrigen Temperaturen um  $5^{\circ}\text{C}$  und der hohen Luftfeuchtigkeit.

Die Verbreitung des Gipses im Hölloch ist kennzeichnend. Er fehlt den grossen Gangsystemen unter 850 müM. So weit reichten die Hochwasser in der Zeit von Riss bis Postglazial. Dieses Niveau entspricht aber auch der piezometrischen Oberfläche der phreatischen Zone in der Mindelzeit und im Mindel-Riss-Interglazial. Gips bildet sich unter Höllochbedingungen nicht unter Wasser. Über 850 müM, vor allem zwischen 900 m und 1000 m, ist Gips in gewissen Gängen recht häufig.

Von Anfang an stellte sich das Problem der Entstehung dieses Minerals. Im Einzugsbereich des Hölloches und weit darüber hinaus fehlt

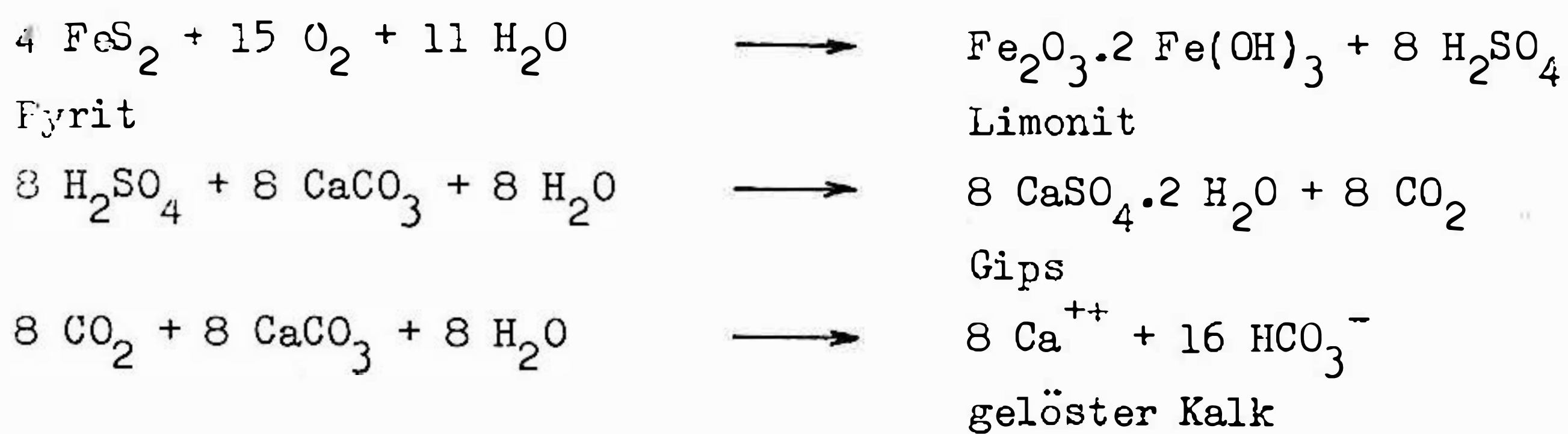
Gips in den Gesteinen. Eine allochthone Herkunft kommt daher nicht in Frage. Während eines Stollenbaues in gleichaltrigen Schichten, wenn auch in einer andern tektonischen Decke, 10 km vom Hölloch entfernt, traten Wässer mit starken  $H_2S$ -Exhalationen auf. Während einer vorübergehenden Stilllegung und dadurch fehlender Entlüftung bildeten sich am Stollenboden auf Kalk innerhalb dreier Wochen bis zu 10 mm lange, haarfeine Gipsnadeln. Diese Art der Gipsbildung ist für das Hölloch nicht ganz auszuschliessen. Gipsbildungen dieser Art sind z.B. in der Grotta del Vento (Prov. Ancona, Italien) häufig. Heute gibt es jedenfalls im Hölloch nirgends  $H_2S$ -Exhalationen, und es wurden bisher auch keine Wasseraustrittsstellen gefunden, die auf frühere derartige Erscheinungen hätten schliessen lassen.

Anlässlich der Analyse eines schwärzlichen Schrattenkalkes (Urgonkalk, unt. Kreide) wurde als Pigment feinverteilter  $FeS_2$ , wahrscheinlich als Pyrit, vielleicht auch als Markasit auftretend, gefunden. Gips, aus  $FeS_2$  entstanden, ist in der Mammoth-Flint Ridge Cave (Kentucky), in Berome Moore Cave (Missouri) und in vielen andern Höhlen des Mississippian (Unterkarbon) weit verbreitet. Durch die Arbeiten von Pohl und White (1965) wurde der Referent auf die Gipsbildung aus Pyrit aufmerksam. Eine Überprüfung der Vorkommen im Hölloch zeigte, dass auch hier Pyrit als Grundlage für die Gipsbildung angenommen werden muss. Die grobe Bankung des sehr dichten Schrattenkalkes im Hölloch und der geringere Pyritgehalt - quantitative chemische Analysen stehen noch aus - lassen morphologische Wirkungen in der Höhle nicht aufkommen, z.B. das Wegdrücken ganzer Kalkbänke von einigen Millimetern bis zu 30 cm Mächtigkeit, wie sie in den vorher erwähnten amerikanischen Höhlen häufig sind.

Die Oxidation des fein verteilten Pyrites in der äussersten Gesteinsschicht verläuft einerseits verhältnismässig schnell unter der Einwirkung von Bakterien, z.B. von *Thiobacillus thiooxidans* und *ferrooxidans* (Leathen et al. 1951), andererseits auch sehr langsam durch anorganische Verwitterung. Wie weit daran statt Pyrit Markasit beteiligt ist, muss noch geklärt werden. Der leider im letzten Winter verstorbene E.R. Pohl hat sich um dieses Problem bemüht.

Pyrit verwittert in zahlreichen Einzelschritten. Zusammengefasst ergeben sich die nachfolgenden Gleichungen und die daraus gebildete Summgleichung:





Mit der Verwitterung von Pyrit sind grosse Volumenänderungen verbunden. Die entstehende Schwefelsäure wirkt unmittelbar im umgebenden Kalk und löst ihn auf. Nur so kann die Wasserstoffionen-Konzentration tief genug gehalten werden, um die Bakterien nicht zu schädigen.

Durch ein oxidiertes  $\text{FeS}_2$  werden 4  $\text{CaCO}_3$  aufgelöst, bzw. 1 Mol Pyrit von einer mittleren Dichte von  $5 \text{ g/cm}^3$  löst 4 Mol reinen Kalkes mit  $D = 2,75 \text{ g/cm}^3$  auf, bzw.  $1 \text{ cm}^3$  Pyrit  $6 \text{ cm}^3$  Kalk. Kleine Pyritkonkretionen haben durch Oxidation sowohl in den Wänden des Hölloches wie an der Oberfläche kugel- bis halbkugelförmige Hohlräume geschaffen, in denen teilweise noch limonitische Überreste gefunden werden können. Ist jedoch Pyrit als Pigment im Kalk aufs feinste verteilt - die dunkle Farbe beweist das - dann bilden sich keine solchen Höhlungen, sondern die Porosität der Aussenschicht wird grösser und die dunkle Farbe ändert sich zu braun hin: der Kalk verwittert. Der Gips scheidet sich entweder direkt am Gestein am Orte der Entstehung aus oder wandert mit Lösungen durch die Verwitterungsschicht oder den bedeckenden Höhlenlehm kapillar zu den Stellen hin, wo Wasser verdunstet, oder wo Kristallkerne die Ausscheidung begünstigen.

Der sich bildende Gips ( $D: 2,3 \text{ g/cm}^3$ ) nimmt einen 6-mal grösseren Raum ein als der ihn verursachende Pyrit. Das erklärt, warum Gips in so viel grösseren Mengen aufzutreten scheint als Pyrit. Diese Volumen-zunahme macht die schon vorher erwähnten mechanischen Wirkungen in amerikanischen Höhlen des sich in situ entwickelnden Gipses, und das Aufblättern dieser Kalke verständlich.



## LITERATUR

- BÖGLI, A. (1970): Das Hölloch und sein Karst/Le Hölloch et son karst. Ed. La Baconnière, Boudry/Neuchatel.
- Gips in Höhlen. Urner Mineralienfreund, 10/6, 1972, p. 77-84.
- LEATHEN, W.W., McINTIRE L.D., BRALEY, S.A. (1951): A medium for the study of the bacterial oxidation of ferrous iron. Science, p. 280.
- POHL, E.R., WHITE, W.B. (1965): Sulfate Minerals: Their origin in the Central Kentucky Karst. Am. Mineralogist, 50, p. 1461-1465.

Ab 004

## ICE IN COULTHARD CAVE

M.C. Brown

Dept. of Geography, University of Alberta,  
Edmonton Alberta, Canada

P. Marshall

Research Council of Alberta,  
Edmonton, Alberta, Canada

Coulthard Cave ( $49^{\circ} 33' 53''$  N.;  $114^{\circ} 34' 05''$  W.) is located in the Crowsnest Pass area of southwestern Alberta, at an elevation of 2,650 meters above mean sea level, and its entrance faces north. All but one of the main passages in the cave end in solid and massive ice deposits. Although temperatures in the cave never exceed  $0^{\circ}\text{C}$ , large scallop-like depressions in the ice suggested its slow erosion by sublimation. A simple order of magnitude experiment indicated a sublimation rate of 3 mm/year. An ice sample was removed and studied in a cold lab for its crystal structure, which revealed a layering (not evident to the eye) strongly similar to that formed by freezing of a horizontal water surface, i.e., a "pond". Sediment on the interstitial ridges on the ice surface is usually derived from within the ice, because 1. similar sediment was found inside the lab sample, 2. this sediment is identical to the country rock, 3. such sediment would be expected to accumulate on retreating surface.  $\text{O}^{16}/\text{O}^{18}$  analysis of the ice showed values of -14.9 to -17.1 (parts per mille relative to SMOW), compared to modern annual icicles near the cave entrance

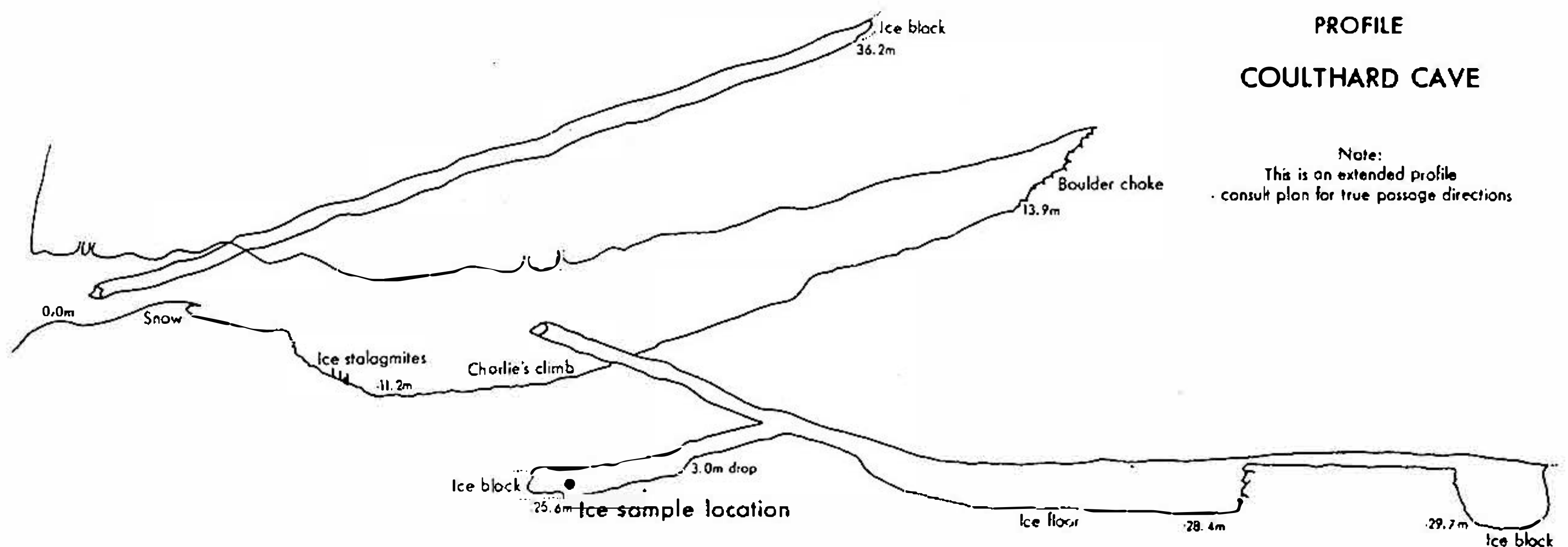


Fig. 1

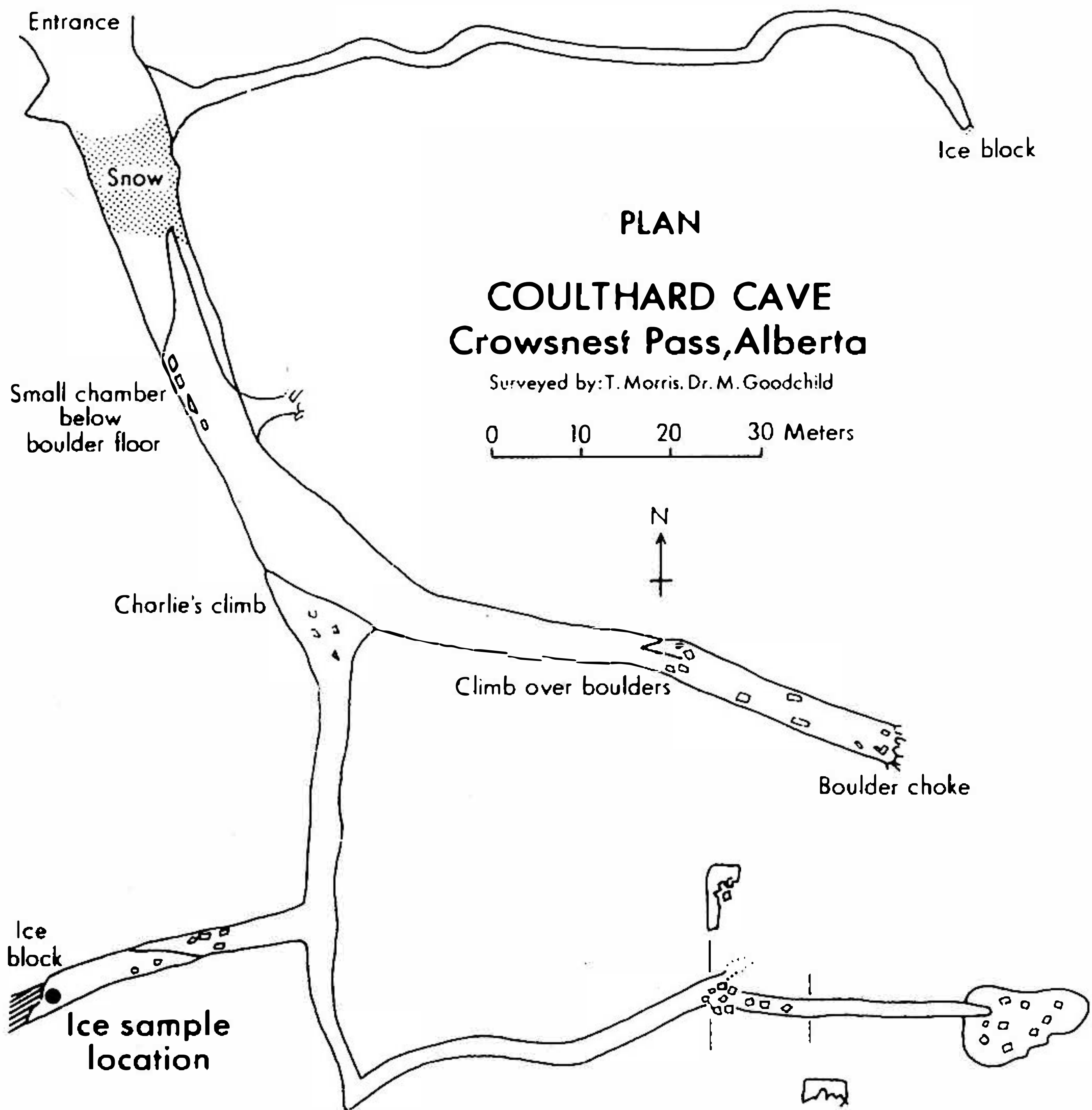


Fig. 2

-11.8 (0.2 SMOW). As Pleistocene values of precipitation were as low as -40 parts per mille SMOW, we conclude that the ice probably did not form when there existed large continental ice masses, and, with the ablation rate evidence, that the ice is probably post-Hypsi-thermal, a finding which agrees with Abel's conclusion about European ice caves.



## REFERENCES

1. ABEL, G. (1953): Temperature and ice formations in the cave of Salzburg, Austria. First International Congress of Speleology, Paris, 2, p. 321-324.
2. BROWN, M.C., FORD, D.C. and WIGLEY, T.M.C. (1971): Ice Caves of the Canadian Rockies, Caves and Karst, v. 13, 5, p. 38.
3. HALLIDAY, W.R. (1954): Ice caves of the United States. National Speleological Society Bulletin. 16, p. 3-28.
4. JAHN, A. and KLAPA, M. (1968): On the origin of ablation hollows (polygons) on snow. J. Glaciology. 7, p. 299-312.
5. RIGSBY, C.F.: Crystal orientation in glacier and experimentally deformed ice. J. Glaciology. 3, p. 589-606.
6. WIGLEY, T.M.L. and BROWN, M.C. (1971): Geophysical Applications of Heat and Mass Transfer in Turbulent Pipe Flow, Boundary-Layer Meteorology 1, p. 300-320.
7. WIGLEY, T.M.L., BROWN, M.C. and FORD, D.C. (1968): Micrometeorological Observations in a Remarkable Ice Cave, Am. Geophys. Union Trans., v. 49, p. 693.



**Ab 005**

## **LA GENESI DELLE CONCREZIONI ANOMALI: ALCUNI CONFRONTI CON LA FORMAZIONE DEI MACROCRISTALLI IN METALLURGIA**

**G. Cappa**

Gruppo Grotte Milano, Società Spel. Italiana,  
Italia

Fin dalle mie prime esperienze speleologiche, ho avuto la fortuna di incontrare formazioni di concrezioni anomali molto interessanti. In realtà, la maggior parte delle grotte ne contiene ma si tratta, quasi sempre, di forme molto piccole e semplici, a cui sono già stati dedicati numerosi studi.

Vi sono grotte, non molto frequenti ma nemmeno eccezionali, decorate da ciuffi di sottilissimi aghi monocristallini di aragonite. Queste formazioni non sono da tutti classificate come concrezioni "anomali": effettivamente rientrerebbero più propriamente nel campo delle formazioni di macrocristalli; tuttavia la loro genesi riflette condizioni ambientali particolarissime e la loro trattazione appare, perciò, omogenea con quella di altre concrezioni tipicamente anomali (9). Oltre che nella grotta della miniera di Valdicastello (1), lo scrivente ha avuto modo di raccogliere documentazione fotografica in numerose grotte italiane, e, soprattutto, in quelle sarde. Purtroppo questa forma di concrezioni è molto ricercata dai collezionisti di minerali e abbiamo dovuto assistere, praticamente impotenti, alla devastazione di alcune tra le più belle grotte italiane.

Più eccezionali sono i casi di concrezioni totalmente irregolari, come la "Chioma della Gorgone" presente nella citata grotta di Valdicastello (1), o le forme sottilissime e trasparenti che si trovano molto all'interno della Grotta del Bue Marino in Sardegna (Cala Gonone, Dorgali, NU), alle quali si riferisce la fotografia di fig. 1.

In questa grotta lo scrivente ha avuto modo di osservare la presenza di vere e proprie nuvole di minutissime goccioline, in lentissimo movimento: sembra perciò di poter interpretare la formazione di tali anomali alla luce delle considerazioni esposte da Cser e Maucha (4). Tuttavia ciò che lascia sconcertati è che su oltre 3 km di grotta, aventi caratteristiche omogenee, le formazioni anomali si trovano concentrate solo in due zone di pochi metri quadrati, in nicchie col-



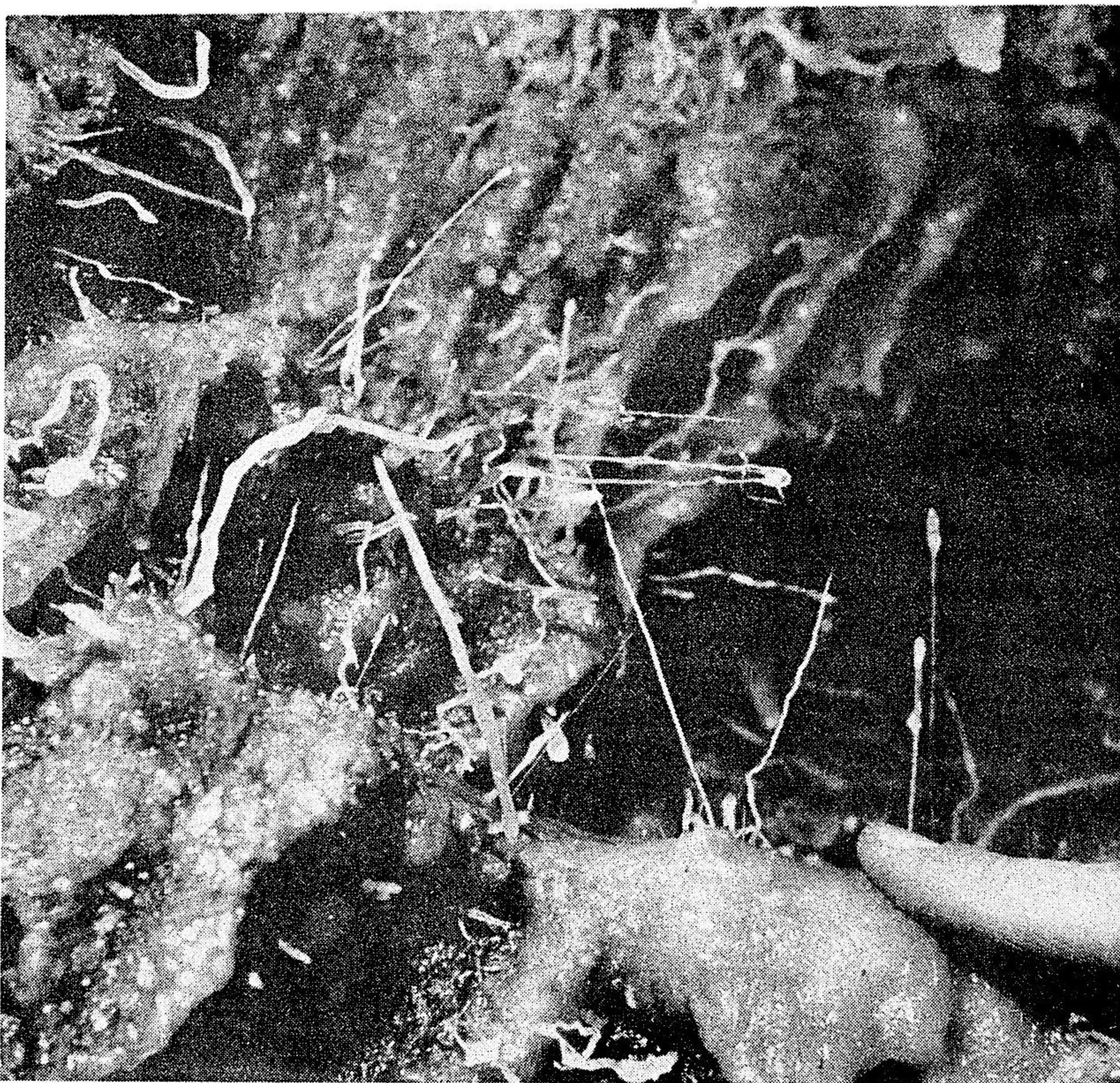


Fig. 1. Tipiche concrezioni anomali della Grotta del Bue Marino (Sardegna).

laterali all'asse principale della galleria. Senza dubbio la deposizione dalla fase di aerosol, costituita dalla nuvola di minutissime goccioline, è condizionata da una particolare situazione ambientale che meriterebbe uno studio approfondito.

Come mostrano sia la fotografia di fig. 1 che gli schemi di fig. 2A, vi si incontrano concrezioni di sezione tondeggiante, ad andamento per lo più rettilineo ma in direzione qualsiasi, estremamente sottili, spesso terminanti con un ingrossamento; altre si concludono addirittura con un breve tratto di stalattite tubolare (fig. 2B).



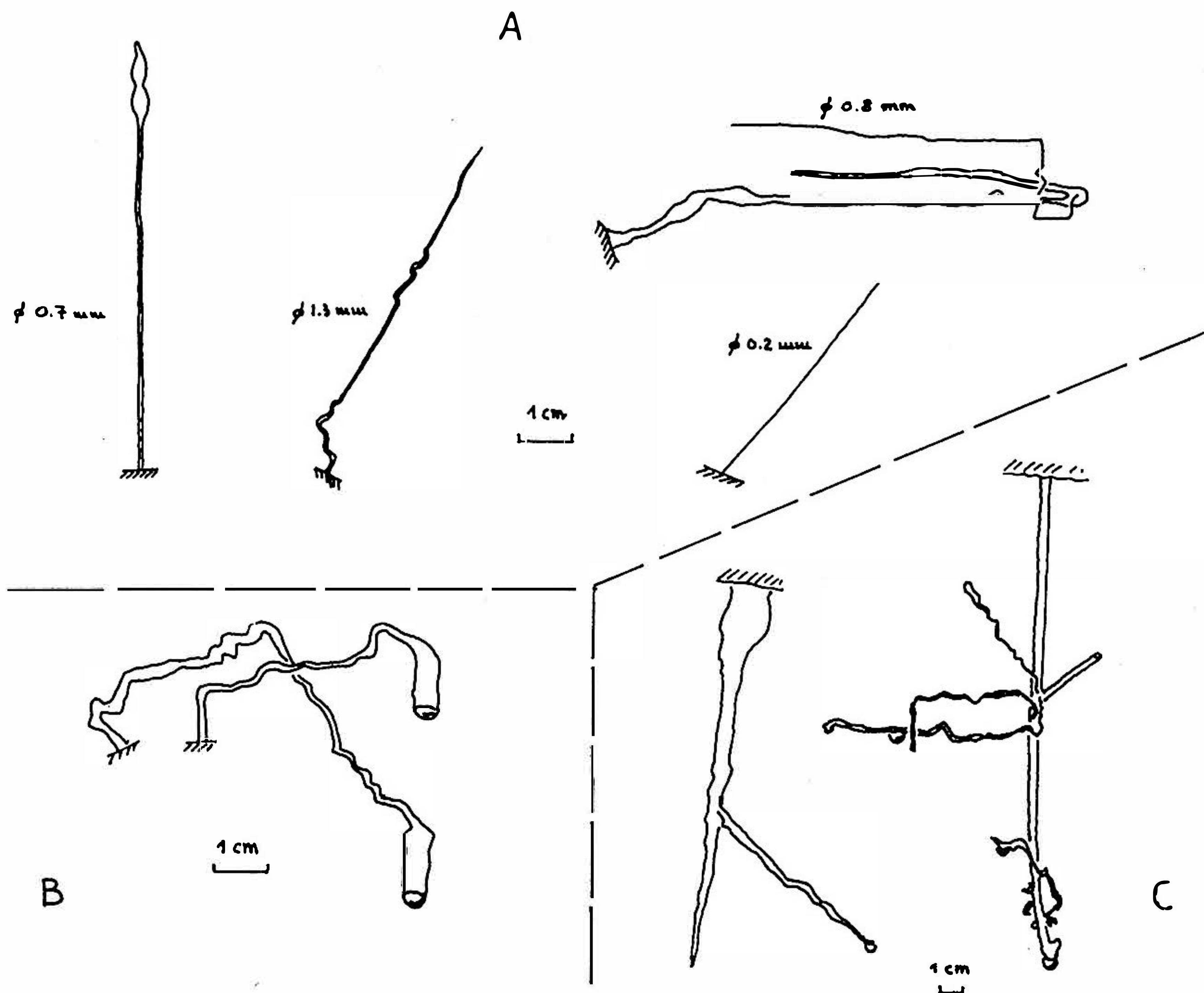


Fig. 2. Principali tipi di concrezioni anomali nella Grotta del Bue Marino: A - formazioni visibili nella fotografia di fig. 1; B - stalattiti ad andamento irregolare, terminanti con brevi stalattiti tubolari verticali; C - stalattiti ramificate.

Nello stesso ambiente si incontrano tubolari verticali lunghe 1-2 metri, anomali irregolarmente zigzaganti e stalattiti ramificate in cui alcune diramazioni seguono gli angoli caratteristici della calcite.

Anche le cristallizzazioni aciculari di aragonite possono dare origine a forme complesse: nella Grotta delle Tre Sorelle (Iglesias, CA, Sardegna) si incontrano i più disparati esempi: arborescenze, composizioni con concrezioni anomali calcitiche, ecc.

Avendo dovuto, per ragioni del tutto indipendenti dalla speleologia, interessarmi ai problemi dei "whiskers", mi è sorto il dubbio che sia possibile stabilire qualche confronto che porti ad utilizzare, nella spiegazione della genesi delle concrezioni anomali, le nu-

merose teorie ed esperienze su cui si basa la moderna tecnica metallurgica di produzione dei "whiskers".

La situazione non è evidentemente identica: generalmente i "whiskers" sono ottenuti per passaggio di stato di metalli o composti (leghe) ad elevate temperature, mentre nel caso del carbonato di calcio si assiste ad un'evaporazione di un fluido estraneo (l'acqua) e alla reazione chimica di passaggio da bicarbonato a carbonato di Calcio, a temperatura di 10-20 °C. Tuttavia esistono alcuni meccanismi che possono espletarsi in entrambe queste pur diversissime condizioni.

Si fa ovviamente riferimento ai processi di formazione dei cristalli estremamente allungati secondo una direzione preferenziale (11-15): naturalmente si tratterà di verificare in futuro, con prove di laboratorio, se e fino a che punto essi possono essere applicati al caso del carbonato di Calcio.

## **MECCANISMO DI FRANK**

Una irregolarità del reticolo del nucleo iniziale di cristallizzazione può dar luogo ad una dislocazione elicoidale sulla superficie del cristallo. Un particolare gioco di tensioni superficiali fa sì che in corrispondenza di essa aumenti enormemente l'attitudine alla crescita del cristallo; le impurità - che generalmente frenano tale crescita - risultano selettivamente respinte dalla zona anomala e si concentrano sulle altre facce del cristallo. In tali condizioni esso si sviluppa unidirezionalmente secondo l'asse della dislocazione elicoidale che si propaga mantenendo invariata la forma della superficie di crescita del cristallo.

È interessante la constatazione che secondo tale meccanismo si ottiene una rapidissima crescita dei cristalli anche in presenza di sovrasaturazioni della fase gassosa molto basse (1,01), tali cioè da non poter dare luogo ad alcuna pratica crescita di cristalli normali (sovrasaturazione minima 1,5-2) (12, 15).



## MECCANISMO VLS

(cioè con presenza contemporanea delle tre fasi vapore, liquido, solido)  
(16)

Si tratta di un meccanismo che può servire ad interpretare la formazione di concrezioni in presenza di aerosol (4) di acqua sovrasatura di carbonato di Calcio, come quelle illustrate in fig. 1 e 2A.

La tensioni superficiali e le forze che si sviluppano in presenza delle tre fasi variano sulle diverse facce di un cristallo e possono essere tali che la goccia della fase liquida tenda a concentrarsi unicamente su una faccia: in tal caso evidentemente si ottiene una crescita monodirezionale del cristallo le cui dimensioni trasversali sono collegate a quelle della goccia liquida e quindi regolate dalle tensioni superficiali e dalle condizioni ambientali. Naturalmente tendono a formarsi prevalentemente cristalli orientati verticalmente in senso ascendente; la presenza di moti nella fase gassosa può alterare tale direzione, secondo principi analoghi a quelli che regolano le stalattiti classiche di tipo obliquo.

Nel caso delle stalattiti, le tre fasi non sono evidentemente omogenee e, in particolare, il carbonato di calcio è assente dalla fase gassosa in senso stretto. Tuttavia il principio resta valido e il fenomeno può ugualmente verificarsi. Il sistema risulta alquanto complesso: nella fase solida sono presenti i carbonati (di calcio e, in proporzioni più o meno ridotte, di magnesio) e le varie impurità (generalmente molto scarse: le concrezioni sono infatti trasparenti); quella liquida risulta composta di acqua sovrasatura di bicarbonati e carbonati e quella gassosa da aria, vapor d'acqua e anidride carbonica. Anche nei casi studiati per la formazione dei "whiskers" la fase liquida risulta diversa da quella solida: generalmente è costituita da una lega a punto di fusione più basso del metallo (o composto) della fase solida.

Occorre infine tener presente che il processo VLS può combinarsi con quello di Frank. In altri casi esso risulta catalizzato ed accelerato dalla presenza di sia pur minime quantità di determinate impurità.

In conclusione, ritengo di poter affermare che il problema delle concrezioni anomali è estremamente complesso perché sotto un'unica denominazione sono stati raggruppati fenomeni completamente differenti, alcuni dei quali sono comuni a molte cavità ed hanno, perciò, già costituito oggetto di studi approfonditi, mentre altri sono tipici di pochissime cavità e attendono ancora di essere sottoposti a quegli

studi sperimentali che soli possono costituire la base di partenza per la loro interpretazione. Anche in grotte vicinissime e aventi in comune molti fattori geologici, tettonici e morfologici (come si verifica sulla costa orientale della Sardegna), si possono osservare formazioni diversissime. Una approfondita conoscenza dei meccanismi di crescita dei cristalli, quale può derivare dagli studi sia teorici che sperimentali condotti in metallurgia, può contribuire notevolmente alla creazione di una base teorica di partenza adattabile alle situazioni più nuove.

### **RIASSUNTO**

Esistono tipi di concrezioni anomali che attendono ancora di essere interpretate. Questo è in particolare il caso delle concrezioni filiformi estremamente sottili della Grotta del Bue Marino (Sardegna). Alcuni meccanismi di crescita dei "whiskers" studiati dai moderni metallurgisti possono portare nuova luce nella formazione di tali concrezioni: si accenna in particolare ai meccanismi di Frank e VLS. Tali fenomeni sono probabilmente anche in relazione al trasporto del carbonato di calcio in forma di aerosol.

### **SUMMARY**

The origin of some anomalous formations still need an explanation. This is the case of some thread-like stalactites of the cave "Grotta del Bue Marino" (Sardinia). Some processes of nucleation and growth of "whiskers", studied by modern metallurgists can give interesting suggestions to understanding of anomalous formations: two examples are reported, the Frank mechanism and the VLS process. The growth of such helictites is also possibly related with a Calcium carbonate deposition from an aerosol phase.

## BIBLIOGRAFIA

### A - CONCREZIONI ANOMALI

1. CAPPA G., 1955: Concrezioni anomale in una caverna naturale nell'interno di una miniera di ferro a Valdicastello (Lucca), Atti VI Congr. Naz. Speleol., Trieste 1954, p. 96-99.
2. CHOPPY B., J., 1968: La localisation des cristallisations fines, Atti IV Congr. Internaz. Speleol., Lubiana 1965, vol. 3<sup>o</sup>, p. 39-42.
3. - 1969: Formation des excentriques, Actes III<sup>e</sup> Congr. Suisse Spel., Interlaken 1967, p. 64-66.
4. CSER F., MAUCHA L., 1968: Contribution on the origin of excentric concretions, Atti IV Congr. Internaz. Speleol., Lubiana 1965, vol. 3<sup>o</sup>, p. 55-60.
5. GÈZE B., POBEGUIN TH., 1962: Contribution à l'étude des concrétions carbonatées, Atti II Congr. Internaz. Speleol., Bari 1958, p. 396-414.
6. LAURÈS M., PALOC H., 1962: Note sur les concrétions de la Clamouse (Hérault, France), Atti II Congr. Internaz. Speleol., Bari 1958, p. 423-427.
7. MONTORIOL POUSS J., FONT ALTABA M., 1968: Estudio difractometrico, espectografico y fotoluminescente de las estalacti tas excentricas de Mairuelegorreta (Macizo del Gorbea, Alava, Espana), Atti IV. Congr. Internaz. Speleol., Lubiana 1965, vol. 3<sup>o</sup>, p. 171-174.
8. ROQUES H., 1965: Sur la genèse des formations aragonitiques naturelles, Annales de spéléologie 20 (1), p. 47-54.
9. SALVAYRE H., 1971: Les cristallisations excentriques de la Grotte d'En Gorner, Spelunca, IV - 11 (3), p. 11-19.

### B - FORMAZIONE DI CRISTALLI E "WHISKERS"

10. BUNSHAH R.F., ed., 1968: Techniques of metal research, vol 1<sup>o</sup>, part 2, chapter 24, Wiley, New York.
11. DOREMUS R.H., ROBERTS B.W., TURNBULL eds., 1958: Growth and perfection of crystals, Wiley, New York.
12. GILMAN J.J., ed., 1962: The art and science of growing crystals, Wiley, New York.
13. LEWITT A.P., ed., 1970: Whiskers technology, Wiley, New York.
14. Proc. Intern. Conf. Crystal Growth, Boston, June 1966; J. Phys. Chem. Solids Suppl., 1967.
15. VOLMER M., SCHULTZ W., 1931: Z. Phys. Chem. (Leipzig), 156(1).
16. WAGNER R.S., ELLIS W.C., 1964: Appl. Phys. Letters, 4 (89).





Ab 006

## NOTE PRÉLIMINAIRE SUR LES FORMATIONS DE GYPSE DANS LES CAVERNES

J. Choppy

Laxou, France

**A b s t r a c t.** Generally, the formations of the gypsum in the caves result from the oxidation of metallic sulphides and the corrosion of limestone by the sulphuric acid proceeding from this oxidation.

A crust facing for the most part of the surface of the walls.

Then the crystalline formations seem as to result from the crust, generally by crystallized again.

Nous avons pu observer des formations de gypse dans plusieurs cavités<sup>1</sup>; de telles opportunités ne sont pas très fréquentes; aussi nous semble-t-il logique de donner ici les quelques éléments de synthèse auxquels nous sommes parvenus.

### 1. ORIGINE DU GYPSE

Les cas où le gypse est le plus abondant sont ceux dans lesquels des eaux ayant lessivé un sulfure métallique peuvent parvenir à la cavité: c'est de la blende dans le cas de la grotte de la Cigalère<sup>2</sup>, mais c'est plus souvent de la pyrite (Aven Lépineux).

On notera que le gypse est alors un produit de la corrosion du calcaire par l'acide sulfurique provenant lui-même de la décomposition du sulfure à l'air et en présence d'eau:

---

<sup>1</sup> Et tout particulièrement, grâce à MM. d'Ursel et Roucheux de l'Association Spéléologique du Haut Lez dans la célèbre grotte de la Cigalère.

<sup>2</sup> Une liste des cavités citées, donnant leur localisation géographique, se trouve en fin d'article.



Ces réactions furent évoquées à plusieurs reprises (Cosyns, Trombe, Loriaux) comme intervenant dans le creusement karstique; cette intervention paraît peu contestable, malgré les quelques polémiques dont elle a fait l'objet; reste à apprécier l'importance qu'il convient de lui accorder dans les cas où le sulfure métallique n'est qu'à l'état de traces dans la masse calcaire.

Une telle origine des formations de gypse n'est pas la seule pensable; pour autant, il ne semble pas qu'il faille retenir comme générale la possibilité de formation de gypse à partir d'anhydrite, sauf dans le cas où celle-ci est une forme intermédiaire. Toutefois, l'augmentation de volume bien connue, liée à l'hydratation de l'anhydrite, est responsable, par exemple dans les grottes contenant des schistes pyriteux (Grotte de Riusec), d'effondrements considérables.

Quang aux cavités naturelles ou artificielles creusées dans le gypse nous n'y avons observé que des formations secondaires peu importantes: de fins cristaux allongés sous plusieurs mètres d'eau dans le Lac Souterrain de Saint Léonard, du gypse flottant (comparable à de la calcite flottante) dans les carrières de Nanteuil les Meaux, et aucune concrétion stratifiée<sup>3</sup>.

## 2. LA CROÛTE

Dans les grottes contenant du gypse, on observe généralement qu'une partie des parois est ou fut uniformément recouverte d'une croûte de gypse relativement régulière:

Le plus souvent (grottes de la Cigalère, de Trabuc, de Pezenat, de Barberousse, Gypsum Cave, aven Lépineux, grotta del Fiume, etc.), cette croûte est d'aspect mamelonné, scintillant, de structure micro-cristalline (les cristaux ont environ un dixième de millimètre

<sup>3</sup> Nous opposons les concrétions stratifiées (stalactites, stalagmites, etc.) formées de couches superposées et dans lesquelles les formes cristallines ne sont généralement pas apparentes, aux cristallisations dont la forme extérieure est essentiellement celle du cristal.



d'arête); son caractère le plus évident est d'être extrêmement et uniformément blanche (Salle Blanche de la Cigalère).

Cette croûte peut avoir parfois un aspect plus terne, mais lié semble-t-il à une structure plus élaborée; grotte du Ruisseau de Saint Jean, où les cristaux composant la croûte atteignent plusieurs millimètres d'arête, et surtout grotte de Nevy, où l'aspect de la croûte est monocristallin (fig. 5).

Il faut insister sur le fait que ces croûtes ne présentent ni colorations locales, ni différence d'aspect ou de structure autres que des variations d'épaisseur, ni formes faisant penser à un dépôt par écoulement. Il paraît donc logique d'admettre que ces croûtes furent un dépôt de zone noyée dans une eau sursaturée de gypse (fig. 1).

Du reste, vers le haut, la croûte s'interrompt parfois selon un niveau subhorizontal (galerie des ours de la Cigalère, grotte du Ruisseau de Saint Jean).

Mais, selon leur aspect, les croûtes de gypse se sont vraisemblablement déposées plus ou moins rapidement: dans le cas le plus général, la texture microcristalline laisse entendre qu'il s'agit d'un dépôt relativement rapide, qui pourrait donc être lié à des crues. Lorsqu'au contraire, l'aspect est monocristallin, on peut songer, soit à un dépôt dans des conditions beaucoup plus proches de la saturation, soit à une recristallisation.

A la Cigalère comme à l'aven Lépineux, la croûte est absente des zones inondables, ce qui montre que le cours d'eau souterrain actuel n'est pas saturé en gypse.

L'épaisseur de la croûte est en général de quelques millimètres,

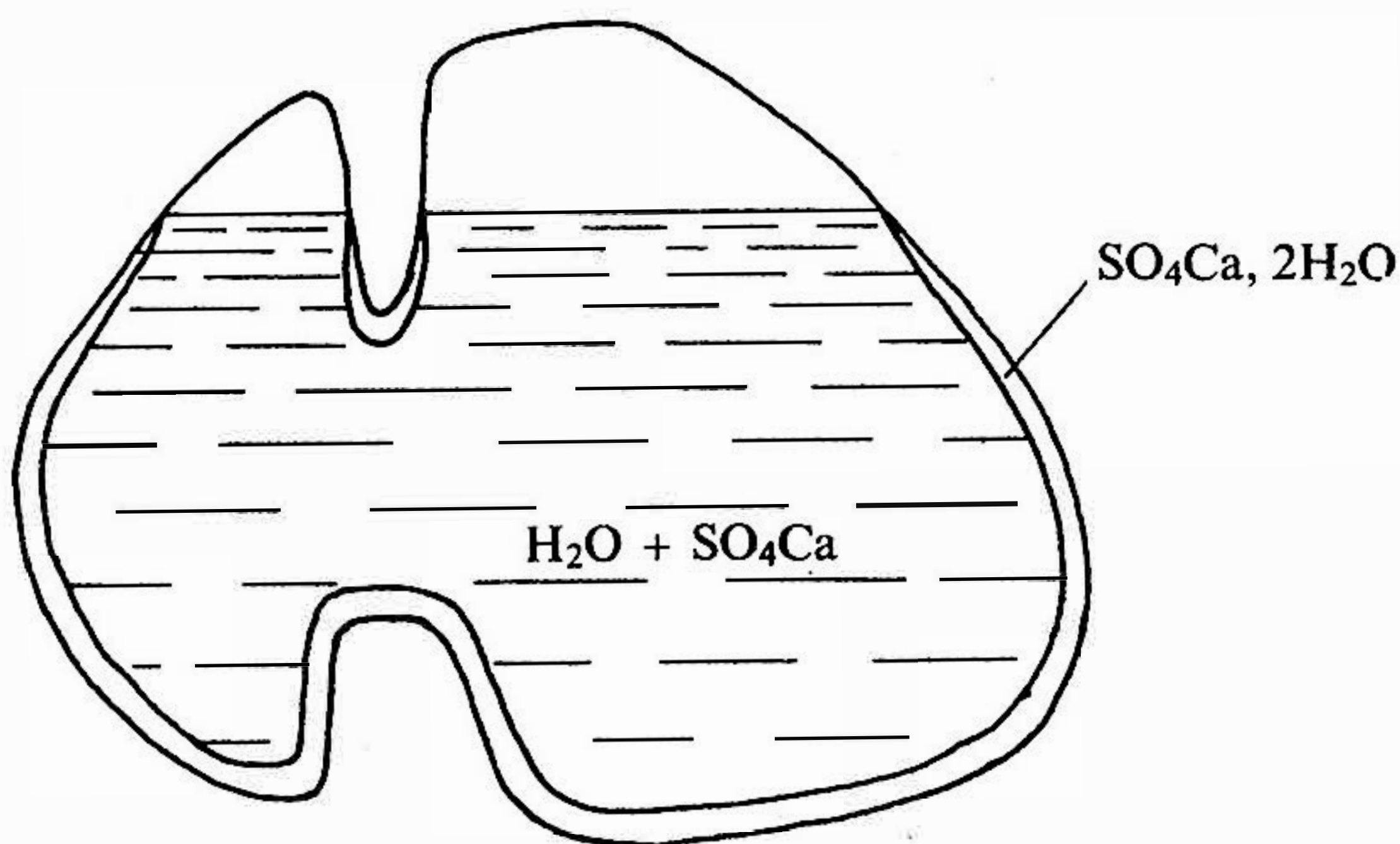


Fig. 1

mais elle atteint plusieurs centimètres à la Cigalère (Salle Blanche notamment). Cette croûte, englobant toutes les parois de la caverne, recouvre également les concrétions stalagmitiques antérieures.

La croûte de gypse présente enfin des décollements si généralisés qu'on peut les considérer comme caractéristiques.

### 3. FORMES DÉRIVÉES

La plupart des cristallisations de gypse dérivent de la croûte:

Entre la paroi et la croûte (fig. 3), cette dernière nourrit des cristaux aciculaires (A) ou en crosse (B) qui semblent éloigner la croûte de la paroi; cette action n'est pas uniforme: elle paraît plus intense au niveau des boursouflures de la croûte, de telle sorte que la partie centrale de la boursouffure arrive à se détacher de la croûte et tombe.

Le décollement de la croûte ne se fait pas sans que des fragments restent adhérents à la paroi, notamment au niveau des fissures. Ces fragments, également, sont à l'origine de cristallisations dérivées, souvent en forme de crosse.

Il semble bien que de très nombreuses fleurs de gypse soient formées de la sorte, à partir de la croûte; mais nous ne voulons pas exclure la possibilité d'un autre type de formation, par extrusion à partir d'une fissure, ainsi que certains groupements de fleurs de gypse le suggèrent.

Dans d'autres cas, la croûte se débite en lanières; les lanières tombées à terre sont souples au point qu'on peut les enrouler sur le doigt.

Du côté externe, cette fois, et sous les surplombs, la croûte nourrit encore des excentriques de gypse atteignant un centimètre de diamètre, non verticales, mais au parcours relativement peu tourmenté, et dont la section est rayonnante; on trouve également sous les surplombs des aiguilles (fig. 2D) pouvant atteindre de l'ordre de 10 centimètres de longueur avec une section d'environ  $1 \text{ mm}^2$ , généralement en touffes (grotta del Fiore); ces aiguilles peuvent tomber et former des amas comme la célèbre "hermine" du 7<sup>o</sup> Ciel de la Cigalère. Dans certains cas, les aiguilles sont nettement plus volumineuses et leur section est parfois en forme de lance (grotte de Trabuc); certaines arrivent à percer la croûte.

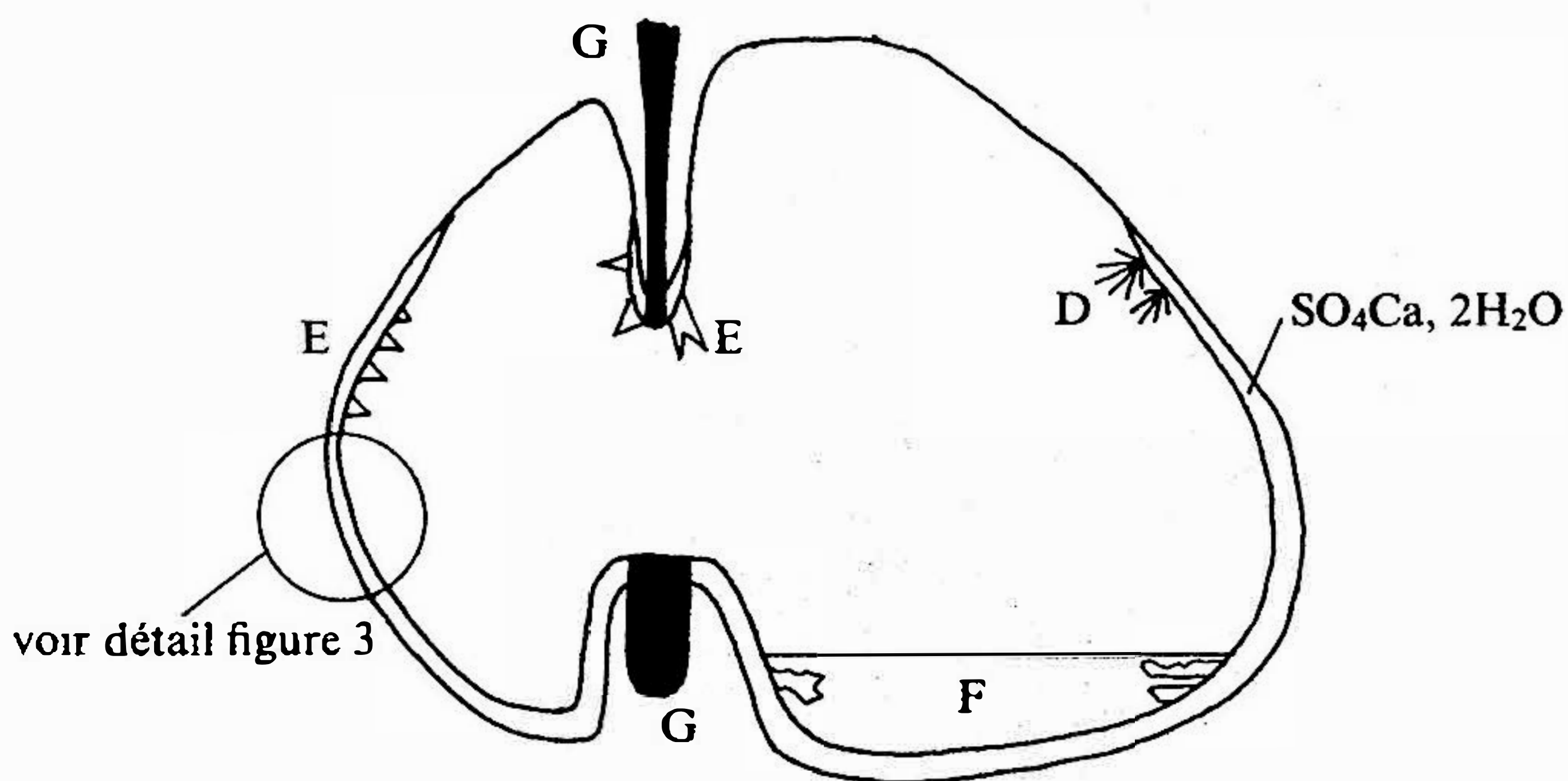


Fig. 2

La croûte semble, toujours du côté externe, encore nourrir des cristaux de forme plus massive (par rapport aux aiguilles); ces cristaux (fig. 2E, fig. 4) sont très spectaculaires à la Cigalère, puisqu'ils peuvent y atteindre plusieurs centimètres d'arête; ils sont particulièrement abondants dans les endroits où la croûte est subverticale et notamment sur les formations stalagmitiques (nous reviendrons sur ces dernières), peut-être parce que des écoulements d'eau ont pu se produire à la surface de la croûte. Ces cristaux sont parfois on fer de lance.

Les cristallisations associées, sur les croûtes monocristallines de la grotte de Nevy sont assez différentes de celles que nous venons

de décrire: il s'agit, vers la paroi comme à l'extérieur, de formations fibro-radiées (fig. 5).

On notera que, dans les zones exposées à de violents courants d'air (2<sup>o</sup> cascade de la Cigalère), on observe des excentriques déformées par le vent.

Restent à examiner les planchers stalagmitiques de gypse (Salle Blanche de la Cigalère) et les gours de gypse (fig. 2F); pour nous, eux aussi

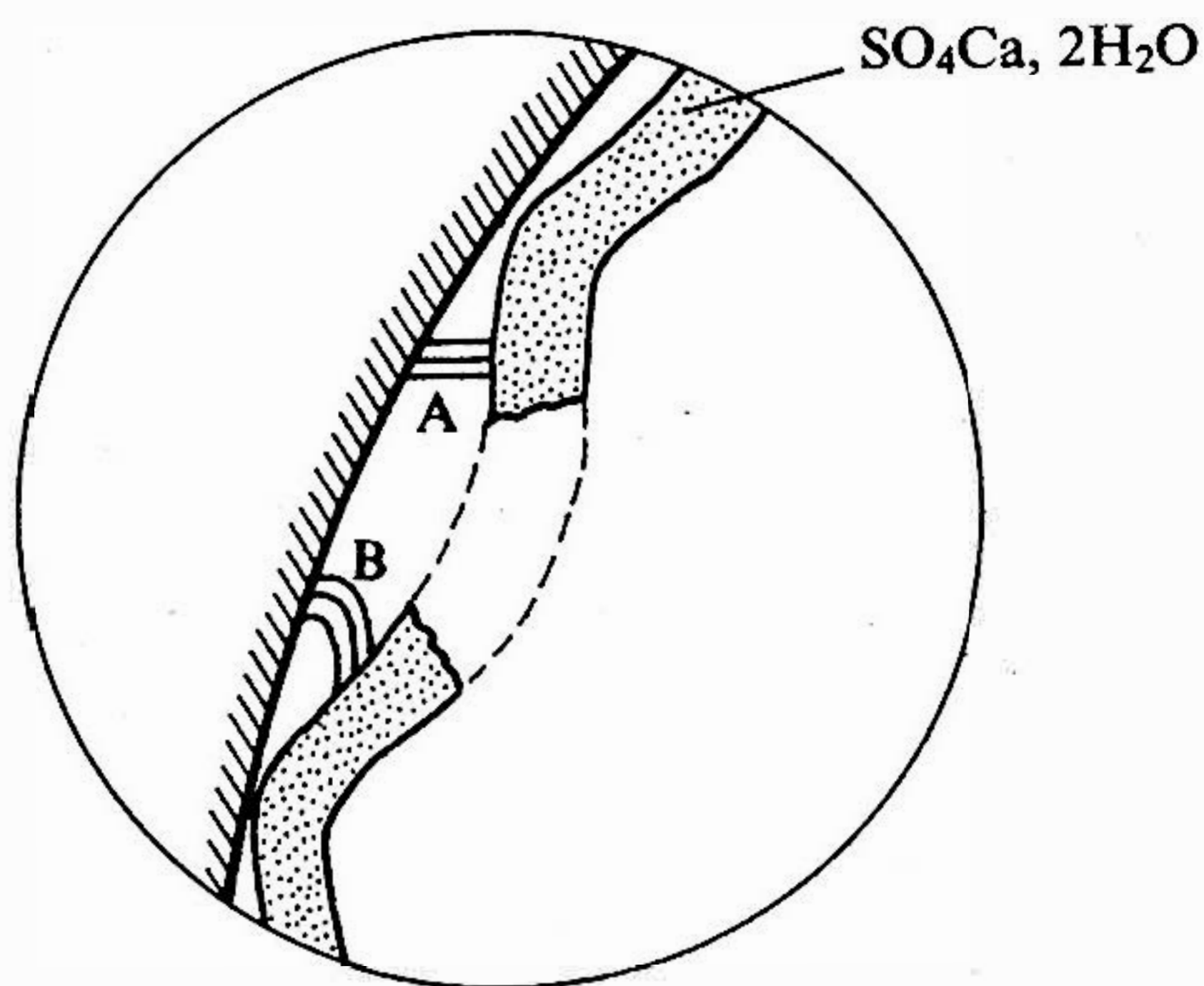


Fig. 3



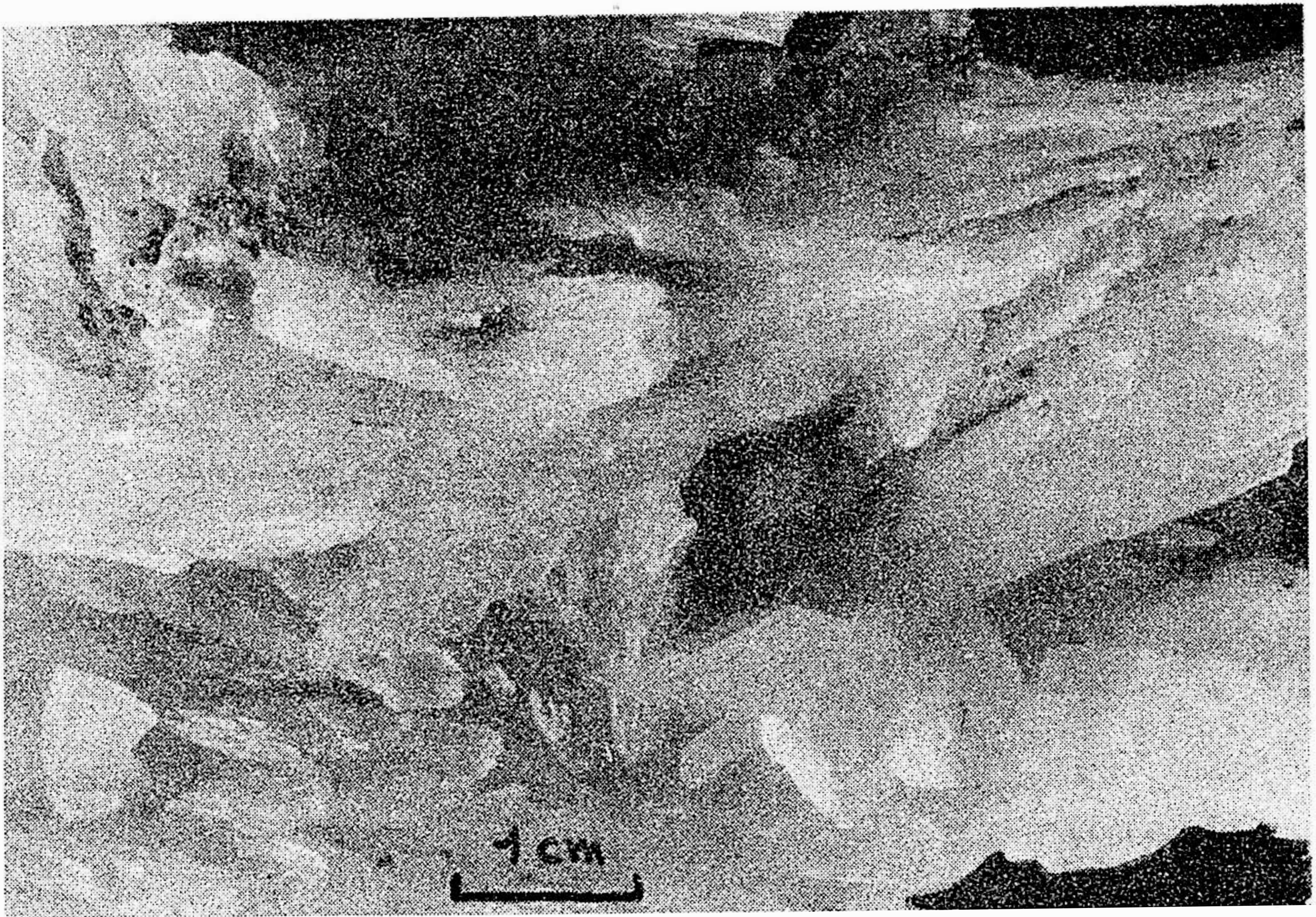


Fig. 4. Cristaux massifs de petite taille (grotte de la Cigalère).

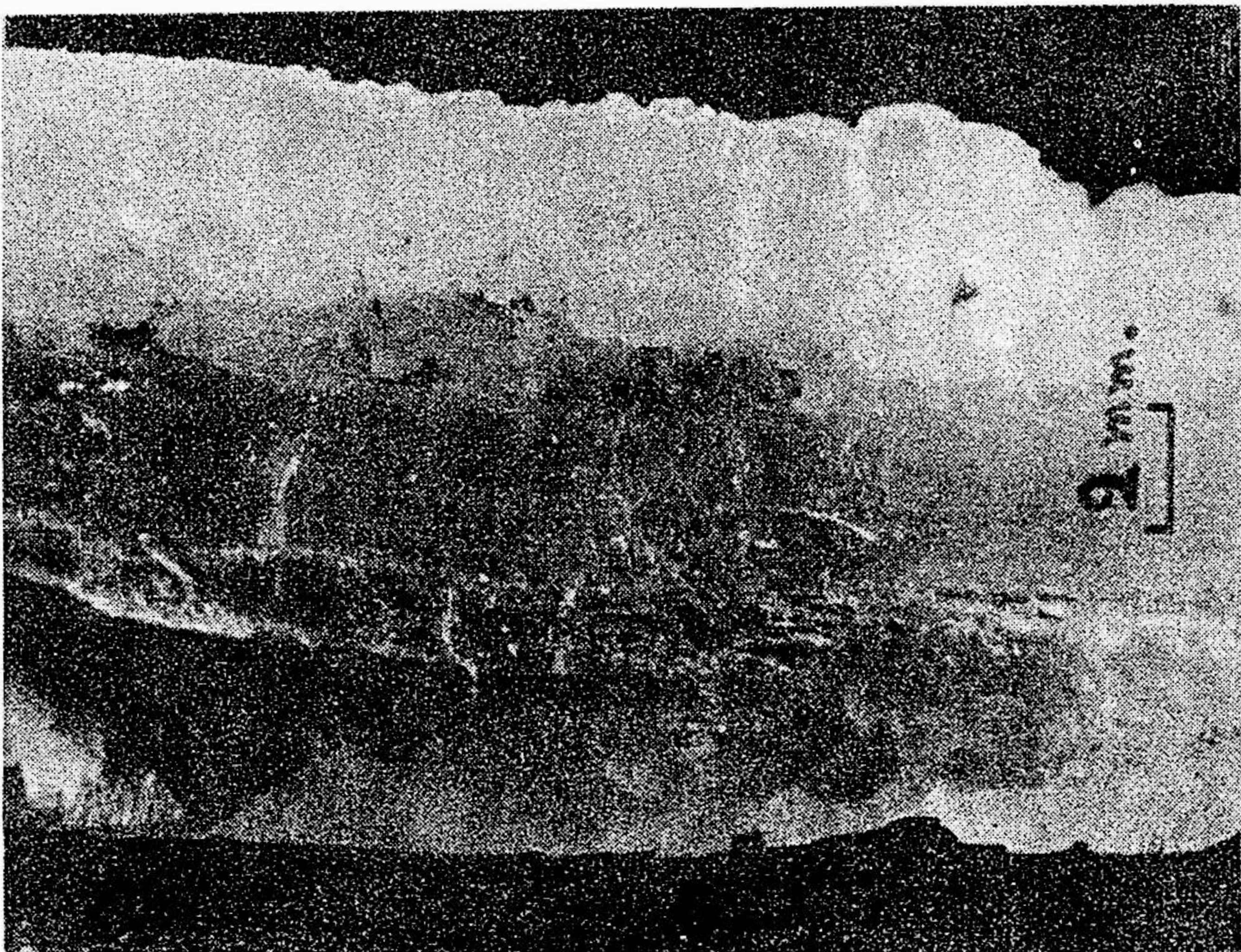


Fig. 5. Croute d'aspect monocristallin portant sur les deux faces des cristallisations fibro-radiales (grotte de Nevy).



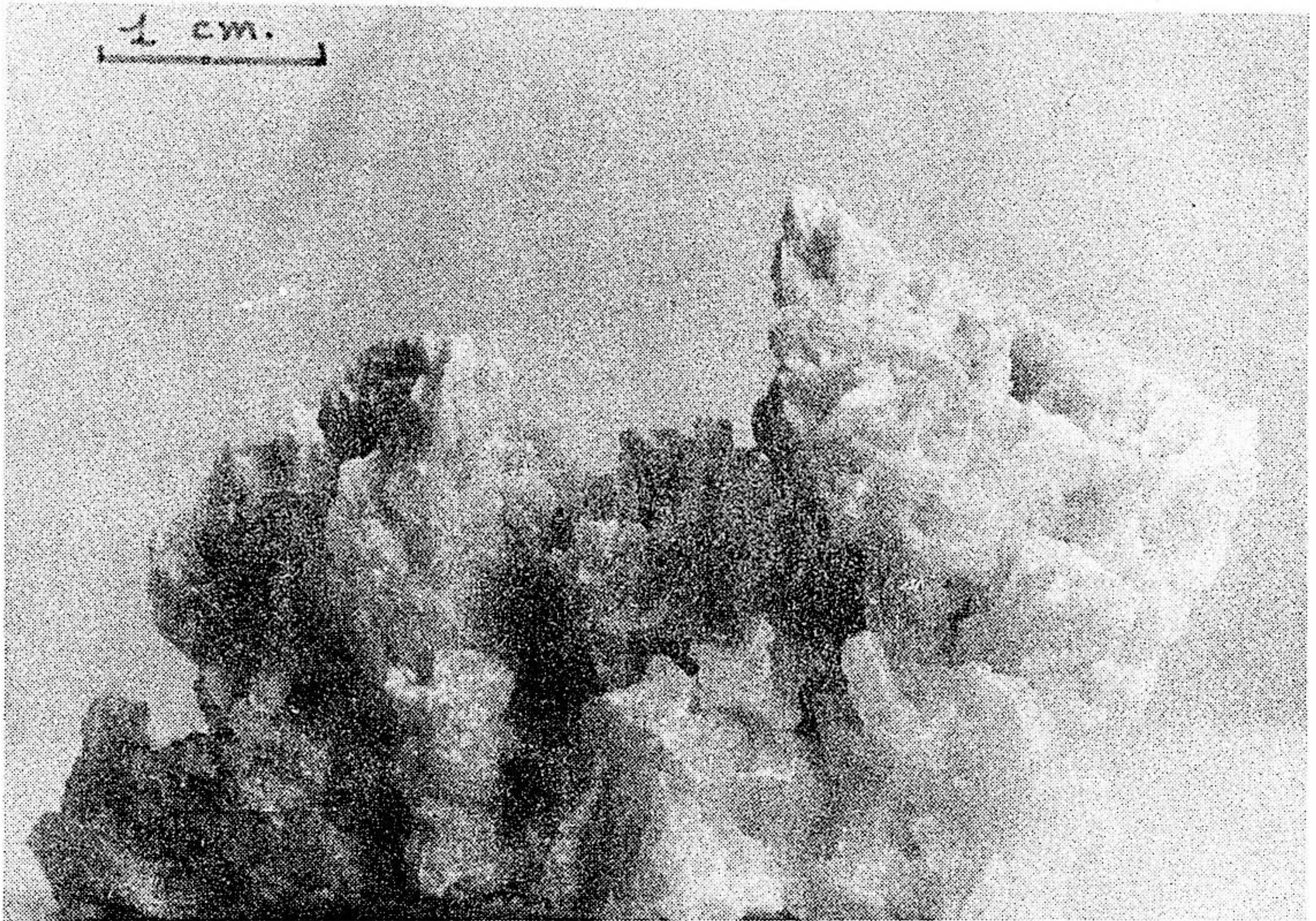


Fig. 6. Cristaux de gours (grotte du Ruisseau de St. Jean).

sont de formes dérivées, -par recristallisation-, de la croûte. Dans les gours peuvent exister, comme dans le cas du calcaire:

- des formations mamelonnées microcristallines (gour à proximité de la Salle Blanche à la Cigalère)
- des cristaux de gours (grottes du Ruisseau de Saint Jean (fig. 6), et de la Cigalère)
- du gypse flottant (grotte de la Cigalère).

#### 4. STALACTITES ET STALAGMITES

Il semble que les stalactites et stalagmites de gypse soient très rares. Nous avons observé, dans la Cigalère, qu'une petite stalagmite au sommet aplati, d'un blanc laiteux, qui nous a paru être en gypse.

Par contre, comme indiqué plus haut, la croûte englobant les cristallisations calcaires, des formes de stalactites, de stalagmites, de draperies, extérieurement en gypse, ne sont pas inconnues.

On y observe souvent, ce qui n'a rien de surprenant, des exemples de décollement de la croûte mais, le plus souvent, on constate que les



stalactitos ont leur canal fortement agrandi, tandis que les stalagmites sont décalcifiées selon une cavité axiale sub-cylindrique (fig. 2G); il arrive même que tout le calcaire ait disparu.

Des stalagmites creuses sont connues ailleurs: un historique de leurs descriptions a été fait par A.N. Jimenez. Gemmel et Myers en ont donné un exemple photographique provenant de la Lancaster Hole; il paraît assez probable, au vu de la photographie (aspect, couleur très claire) que ces dernières puissent être extérieurement en gypse. Par contre, les "Tremagmitas" de la Gran Caverna de Santo Tomas seraient extérieurement en un "tuf" calcaire; n'auraient-elles pas perdu leur manteau de gypse?

Quoi qu'il en soit, les formes observées à la Cigalère sont nécessairement dues à l'arrivée, par le canal de la stalactite ou au sommet de la stalagmite, d'eaux agressives se substituant à l'eau incrustante.

Il est séduisant de penser que l'agressivité de ces eaux est provoquée par l'acide sulfurique qui intervient dans l'élaboration du gypse.

## 5. INFLUENCE DU CLIMAT

Dans une publication antérieure, nous avons fait observer que, comme les cristallisations fines de calcaire, les formations de gypse se rencontrent dans des cavités où la ventilation est ordinairement faible.

On conçoit mal comment des mouvements d'air s'opposeraient au dépôt d'une croûte en zone noyée; ils devraient plutôt les faciliter. Par contre, il est certain que des courants d'air peuvent provoquer des condensations et donc la mise en solution des dépôts de gypse; la faible ventilation permettrait donc seulement la conservation des cristallisations de gypse.



## 6. CONCLUSION

Alors qu'on avait tendance à les assimiler plus ou moins aux concrétions calcaires, les formations de gypse présentent généralement une évolution originale en deux phases: la première est un dépôt en croûte sur les parois, lié à l'inondation de la cavité par des eaux sursaturées en gypse; la seconde est un ensemble de cristallisation plus élaborée à partir de cette croûte.

## LISTE DES CAVITÉS CITÉES

Grotte de Barberousse, Allemagne

Grotte de la Cigalère, Sentein, Ariège, France

Frotte del Fiume, Ancona, Italie

Gypsum Cave, Nevada, U.S.A.

Lancaster Hole, 8 miles NW du Gaping Gill, Grande Bretagne

Aven Lepineux, Pierre Saint Martin, Espagne

Carrières de Nanteuil les Meaux, Seine et Marne, France

Grotte de Nevy, Jura, France

Grotte de Pezenat, Ardèche, France

Grotte de Riusec, Haute Garonne, France

Grotte du Ruisseau de Saint Jean, près Saint Jean de Minervois, Hérault, France

Lac souterrain de Saint Leonard, Valais, Suisse

Gran Caverna de Santo Tomas, Cuba

Grotte de Trabuc, Mialès, Gard, France

## RÉSUMÉ

Les formations de gypse dans les cavernes ont généralement pour origine l'oxydation de sulfure métalliques et la corrosion du calcaire par l'acide sulfurique provenant de cette oxydation.

On observe l'existence d'une croûte recouvrant la plus grande partie des parois.

Les formations cristallines apparaissent alors comme provenant de la croûte, généralement par recristallisation.

## BIBLIOGRAPHIE

- CHOPPY B. et J. (1965): La localisation des cristallisations fines; IV<sup>o</sup> Congr. Intern. de Spéléologie, Ljubljana, III, 39-42.
- COSYNS G. (1907): Essai d'interprétation chimique de l'altération des schistes et des calcaires; Mém. Soc. Belge Paléontologie Hydrologie XXI, 325-346.
- GEMMELL A. and MYERS J.O. (1952): Underground adventure; ed. Clapham, Yorkshire.
- JIMENEZ A.N. (1970): Contribucion al estudio de las tremagmitas o "estalagmitas" huecas; Simposium XXX Aniversario de la Sociedad Espeleologica de Cuba.
- LORIAUX G. (1958): De la présence de la pyrite dans les roches calcaires et de son influence dans le cavernement; Mém. Colloquium Intern. Spéléologie, Bruxelles, 17-30.
- PERNA G. et POZZI R. (1959): Osservazioni su alcuni fenomeni concrezionari della grotta del Fiume (Ancora); Rassegna Speleologica Italiana XI/1, 3-17.
- TROMBE F. (1952): Traité de spéléologie, éd. Paris.

Ab 007

## GRANULOMETRISCHE ANALYSEN ÜBER ABLAGERUNGEN AUS HÖHLEN IM BASSIN DES IADULUI-TALES

V. Craciun  
Speleologisches Institut,  
Cluj, Rumänien

Die Abhandlung umfasst die Ergebnisse der Auslegung der Granulometrischen Analysen über einige Ablagerungen aus Höhlen des Iadului-Tahls.

Das Iadului Tahl ist einer der wichtigsten Flüsse die das Gebirge der Padurea Craiului durchqueren und begegnet in seinem Lauf bis zum Zusammenfluss mit Crişul Repede bei Bulz, die ganze geologische Struktur dieser geographo-geologischen Einheit. Der Fluss sammelt seine Gewässer unter der Poieni-Spitze. In der Zone des oberen Beckens durchfließt der Lauf dieses Flusses eine Reihe von vulkanischen Gesteinen und stösst dann in seinem Mittel- und Unterlauf auf Kalksteinablagerungen aus dem mesozoischen Zeitalter.

Das Vorhandensein dieser Kalksteinablagerungen, die am linken Abhang eine grössere Entwicklung aufweisen, ermöglichte während der geologischen Evolution des Tertiärs die Bildung mehrerer unterirdischen Hohlräumen von denen zahlreiche aus hydrologischem Standpunkt noch heute aktiv sind.

Die Gewässer die diese Höhlen durchfliessen oder jemals durchflossen haben ermöglichten Lehm oder Sandablagerungen, die auf freihängenden Erosionsniveaus oder auf dem Boden der Höhle (Tahlweg) anzufinden sind.

Die gegenwärtige Arbeit hat als Thema die granulometrischen Analysen über Ablagerungen aus einigen dieser Höhlen aus dem Iadului-Thalbecken.

Zwecks der Untersuchung des sandigen Materials wurde die Sieb-Methode, die sich als die geeignetste erwiesen hat, angewendet, das sie eine relativ einfache, schnelle Methode darstellt und weite Interpretationsmöglichkeiten bietet.

Nach Vorbereitung des Materials, benützte ich zur eigentlichen Analyse eine Sieb-Garnitur con 1,0; 0,5; 0,25, 0,10; 0,06 mm Durchmesser.



Zwecks Auslegung der erzielten Zifferndaten der 9 Proben, wurden graphische Vergleichungsverfahren der Ergebnisse an Hand von Histogrammen und kumulativen Kurven angewandt. In den Darstellungen mittels Histogrammen (Abb. 1) wurde die Proportionalität der Flächen der Rechtecken und der prozentuelle Inhalt des Bruches respektiert. Auf der Abszisse wurden die Logarithmen der Enddimensionen der Brüche und auf der Ordinate die Prozente des kumulierten Inhalts der Brüche eingetragen.

Die kumulative Kurve gibt die Bestimmungsmöglichkeit durch Quartilen des Sortierungskoeffizients ( $\underline{S}_0$ ), des Asymmetriekoeffizients ( $\underline{S}_k$ ), des Ungleichheitsgrades ( $\underline{U}$ ) und des Mitteldurchmessers ( $\underline{D}_m$ ):

$$\underline{S}_0 = \frac{Q_3}{Q_1} \quad \underline{S}_k = \frac{Q_1 \times Q_3}{\underline{Md}^2} \quad \underline{U} = \frac{d(60)}{d(10)}$$

Parameter mit deren Hilfe man eine Charakterisierung dieser Sandsorten bewerkstelligen kann.

Der Sortierungskoeffizient bringt den Homogenitätsgrad bezüglich der Dimensionen der Körnung zum Ausdruck und der Asymmetriekoeffizient bestimmt den Grad der Symetrie in der Verteilung der Körner im Vergleich mit dem mittleren Durchmesser. Als Mittelwert ( $\underline{Md}$ ) dieser Dimensionen wird diejenige Dimension betrachtet im Vergleich zu der die Hälfte der Körner grösser und die Hälfte kleiner sind. Das Zunehmen der mittleren Grösse der Körner zeigt eine Erhöhung der Sedimentierungsgeschwindigkeit an; die Verkleinerung des Mittelmasses der Körner beweist eine Verbesserung der Sortierung (manchmal im Zusammenhang mit langwährenden, wiederholten Ablagerungen).

In der gegenwärtigen Arbeit haben wir Ruhins Klassifizierung, in Abhängigkeit von der mittleren Dimension angewendet:

Sehr feine Körnung	0,06 - 0,10 mm
Feine Körnung	0,10 - 0,25 mm
Mittlere Körnung	0,25 - 0,50 mm
Grosse Körnung	über 0,50 mm

Laut des Sortierungskoeffizienten unterscheiden wir:

- gute Sortierung	unter 2,5
- mittlere Sortierung	- 2,5 - 4
- schlechte Sortierung	über 4.

Ein Mangel dieser Untersuchungsmethode mittels des Durchsiebens besteht in der Tatsache dass durch das Sammeln des Materials, seine

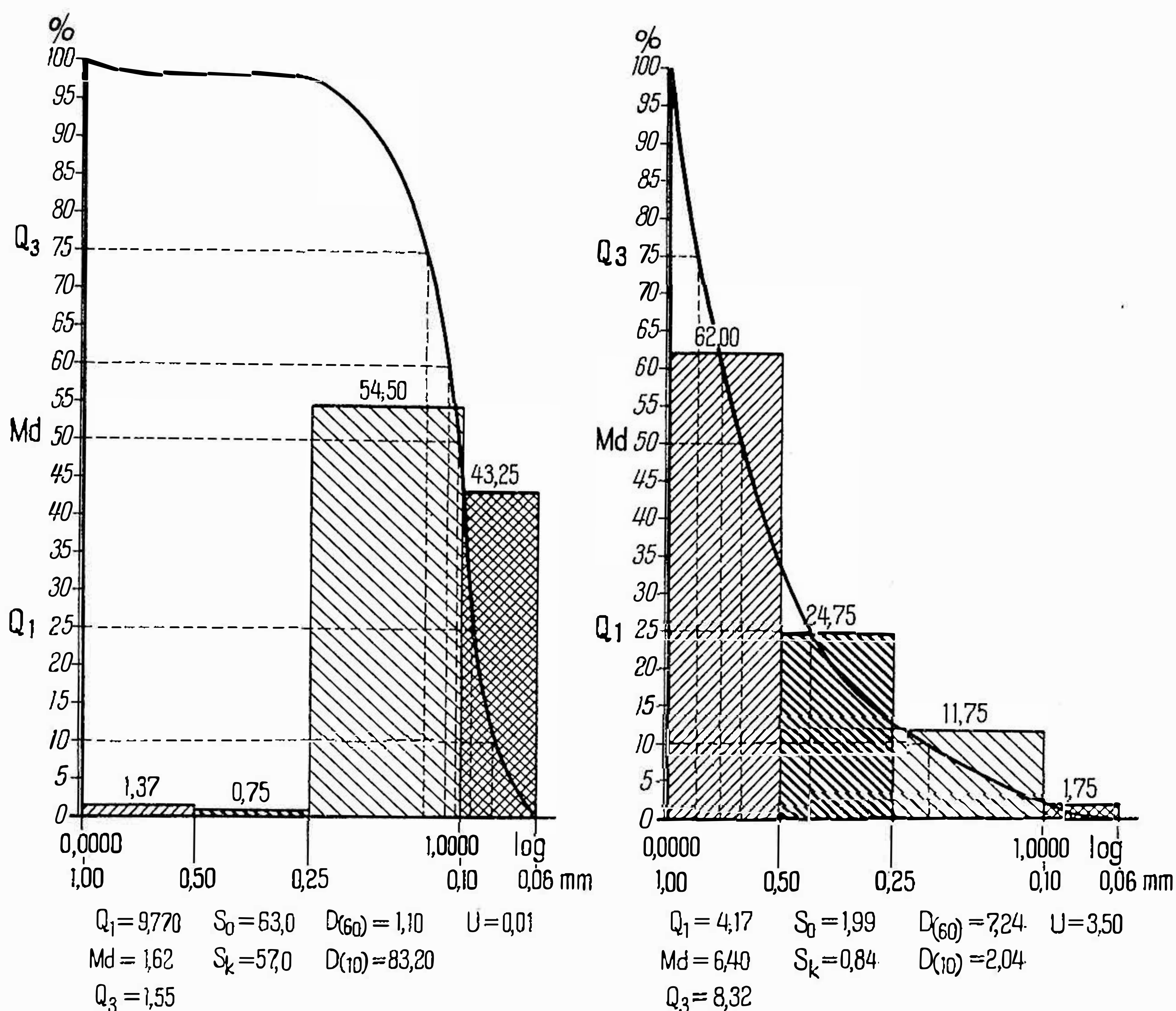


Abb. 1. Graphische Darstellung (kumulative Kurven) der Gewonnen zifrischen Daten nad die Sieben.

Ablagerungsart gestört wird. Deshalb wurde in der erfolgten Wertschätzung dieses Element berücksichtigt und das Gesamtbild der Transport- und Ablagerungsbedingungen stets in Auge behalten.

In den folgenden wird eine kurze Beschreibung der Höhlen, aus denen das untersuchte Material entnommen wurde, gemacht:

Die sogenannte Höhle mit Wasser aus dem Leşul-Thal befindet sich am rechten Ufer dieses Flusses, ein Nebenfluss des Iadului-Thals. Sie besteht aus einer 550 m langen Hauptgalerie und mehreren Seitengängen, die weniger wichtig sind (I. Viehmann, C. Pleşa 1958). Durch die Hauptgalerie fließt ein Bach dessen Gewässer im Norden der Acre-Depression<sup>1</sup> gefasst werden. Die Galerie weist aus morphologischem Standpunkt zwei verschiedenartige Sektoren auf: der Sektor stromaufwärts



weitausgreifend mit viel Abbruch und Schutt während der andere stromabwärts viel länger ist und in seinen Windungen ein ziemlich gleichmässiges Profil aufweist, und hauptsächlich durch eine flache horizontale Decke charakterisiert ist (M. Serban, I. Viehmann, D. Comma 1961). Dieser letzte Sektor zeigt eine prägnante Verteilung der Alluvionen: Schotter am äussersten Ende der Galerie, dann immer feinkörnige Alluvionen dem Ausgang der Höhle zu, wo man nur noch sandigen Schlamm vorfindet, der eine Art natürlichen Staudamm gebildet hat, hinter dem sich die Gewässer des unterirdischen Baches in einem tiefen Teich sammeln.

Die Alluvionsproben wurden in der zentralen Zone der Hauptgalerie gesammelt:

$P_1$ : Diese Probe wurde einer Alluvionsterrasse unter dem heutigen Wasserniveau, am rechten Ufer entnommen.

$P_2$ : Probe aus derselben Terrasse jedoch vom Wasserniveau.

$P_3$ : Probe aus einer Terrasse am linken Ufer.

$P_4$ : Probe aus dem Flussbett des unterirdischen Wasserlaufes.

Die eingehende Untersuchung des beigelegten Tafel lässt darauf schliessen dass in der Höhle mit Wasser des Leșu-Thales - am Niveau der uns zugänglich war - eine Sandablagerung mit geringem Sortierungskoeffizient (72,60) und einem niedrigen Asymetriekoeffizient vorzufinden ist. Der Sand besteht 90 % aus sehr feinen Teilchen, Elemente die auf ein langsames Abfliessen der Gewässer und manchmal sogar auf Stauung hinweisen ( $P_1$ ). Die darauffolgenden Alluvionsablagerungen ( $P_2$ ) mit Tonstreifen fallen in die Kategorie der Mittelkörnung und haben als Sortierungskoeffizient 4,4 und als Asymetriekoeffizient nahe an 1, was auf das Eingreifen eines Abflusses mit Schwankungen jedoch mit einer relativ geringen Geschwindigkeit schliessen lässt.

Die ganz feine Granulierung, die gute Sortierung (1,34) und der Asymetriekoeffizient nahe an 1, deuten auf einen langsamen Abfluss der Gewässer ( $P_3$ ), hin. Zum Schluss, die jetzige Ablagerung an Hand der oberen Parameter ( $P_4$ ): gute Sortierung, schwacher Asymetriekoeffizient (0,63) und eine grosse Körnung sind für eine grosse Abflussgeschwindigkeit charakteristisch, im Vergleich zu den übrigen untersuchten Proben.

---

<sup>1</sup> Dieser Zusammenhang sowie der Lauf des Baches aus der Höhle mit Wasser unter der Cornului-Wand wurden von T. Rusu 1972, an Hand der Fluorescinmarkierungen festgestellt. Wir danken ihm für die Mitteilung dieser Ergebnisse.



T a b. 1

P r o b e	Sortierungs Koeffizient	Asymetrie Koeffizient	Ungleichheits Grad	Mittel-Durchmesser
Wasserhöhle aus Leşului Tahl P-1	72,60	0,01	1,20	Sehr fein Körnig
" P-2	4,40	0,98	0,06	Mittelmässige Körnig
" P-3	1,24	1,10	1,10	Sehr fein Körnig
" P-4	1,70	0,63	5,20	Gross Körnig
Wasserhöhle unter Cornilor Berg P-5	63,00	57,00	0,01	Fein Körnig
" P-6	2,20	0,70	3,80	Gross Körnig
" P-7	1,99	0,84	3,50	Gross Körnig
Höhle neben Gropa Largä-Strivinoasa P-8	1,50	0,92	1,90	Gross Körnig
Die Tirului Höhle P-9	1,14	0,95	1,50	Gross Körnig

Die T i r u l u i - H ö h l e befindet sich auf dem linken Abhang des Fanului-Thales, ein Nebenfluss des Iadului-Thales, etwa 100 m stromaufwärts vom Zusammenfluss mit dem Daica-Thal. Die Höhle ist beiläufig 30 m über dem Thalweg suspendiert und stellt eine Ausbruchquelle dar, deren Gewässer zeitweilig ein grosses Travertinlager überströmen. Diese Gewässer dringen durch eine seitliche, absteigende Galerie in die Höhle, die sicherlich die Abzweigung eines am Grunde eines Beckens gelegenen Siphon ist. Dieser Becken nimmt den grössten Teil des Saales ein - der sich nach dem Eingang der Höhle öffnet und in eine weite, mit Konkretionen geschmückte Galerie mündet, die in regnerischen Zeitabschnitten von einem kleinen Wasserlauf durchquert wird.

Die nach den Alluvionsuntersuchungen erzielten Parameter - zumal an der Mündung des Siphons - ergeben einen gleichmässigen und kontinuierlichen Wasserlauf und Abfluss, was die Hypothese bestätigt, dass die Bildung des Sees - der nur bei Hochwasser oder anhaltendem Regenwetter entsteht - dem Umstande zuzuschreiben ist, dass die vom Karsttrichter der Fața-Arsa gefassten Gewässer nicht mehr durch den

gegenwärtigen Abflussniveau drainiert werden können, sondern bis zum Niveau der Höhle steigen um dann durch deren Eingang zu überfliessen. Daraus geht hervor dass die aufsteigende Galerie als Überlaufsweg funktioniert durch welchen die Gewässer während des Hochwassers steigen und während des niedrigsten Wasserstandes sinken, und dass das Travertinlager die Rolle einer Regelung der Durchflussmenge innehaben muss.

Die Höhle neben Groapa Larga aus dem Stivinoasa-Tahl befindet sich auf dem linken Abhang des Thaies, rechter Nebenfluss des Iadului-Tahls, etwa 100 m über dem Tahlweg. Diese Höhle besteht aus einer sehr absteigenden gewundenen Galerie, deren Wände mehrere gut markierte Erosionsniveaus aufweisen und deren Boden mit einer Ablagerung von lehmigen Sand bedeckt ist. Am Ende dieser Galerie zeichnet sich in senkrechter Richtung das Bett eines kurzen, zeitweiligen Wasserablaufs ab, das von einer ziemlich gutentwickelten Alluvionsterrasse begrenzt ist. Die Probe wurde aus einer kleinen Mulde entnommen, die sich ein wenig vor diesem Tahlweg befindet und an dessen Niveau klar der Kontakt zwischen Kalksteinen und vulkanischen Gesteinsbildungen ersichtlich ist. Die präliminaren Ergebnisse der granulometrischen Untersuchungen sind ohne einer mineralogischen Analyse unzureichend um im Umriss den Abfluss der Gewässer die diesen Hohlraum geformt haben darzustellen. Trotzdem, können wir annehmen dass die Höhle einen alten Wasserverlust des Strivinoasa-Tahles darstellt, dessen Betrieb zu kurz war um die Entwicklung der Höhle des Vertiefen des Tahles gemäss zu ermöglichen.

Die Höhle mit Wasser unter der Cornilor-Wand befindet sich auf dem linken Ufer des Iadului-Tahls, stromaufwärts des Dorfes Remeți. Die Höhle besteht aus einer etwa 300 m langen engen Galerie an deren Ende, stromaufwärts ein unterirdischer Wasserlauf zum Vorschein tritt der in einem undurchdringlichen Siphon endet. Nach einem 125 m langem Lauf dringt der Bach in ein unteres Niveau und bildet stromaufwärts von dem Höhleneingang eine Ausbruchsquelle, am Ufer des Iadului-Tahles. Die Gewässer die in der Höhle vorkommen stammen aus dem oberen Lauf des Rea-Tahles, ein links gelegener Nebenfluss des Iadului-Tahles etwa 300 m stromabwärts vom Höhleneingang. Der unterirdische Wasserlauf fliesst grössten Teils auf dem steinigen Boden der Höhle so dass die Alluvionsablagerungen nur in der Zone des Endsiphons oder isoliert auf dem Erosionsniveau zum Vorschein kommen.

Die drei aus dieser Höhle entnommenen Proben sind folgende:

P<sub>5</sub>: Auf einem Erosionsniveau gelegener Sandablagerung, 2 m stromaufwärts von der Lacul Mare genannten Punkt.

P<sub>6</sub>: Sandprobe aus der Öffnung des Endsiphons.

P<sub>7</sub>: Am Rande des unterirdischen Baches entnommenem Probe, 3 m stromaufwärts von der vorhergehenden Probe.

Die Erforschung der ersten Probe P<sub>5</sub> beweist das Vorhandensein eines langsamen Abflussregimes, das die Ablagerung von feinkörnigem Sand gestattete, die heute auf den alten Erosionsniveaus suspendiert geblieben sind.

Die granulometrischen Parameter die für die in verschiedenen Punkten gesammelten Proben des Tahlwegs des unterirdischen Wasserlaufs, das heisst der Sortierungskoeffizient, der Asymmetriekoeffizient und der Ungleichheitsgrad, heben die Differenzierung der in der Siphonzone gelegenen Sandarten (P<sub>6</sub>) im Vergleich zu denen der stromabwärts gelegenen (P<sub>7</sub>) hervor. Ausser der Tatsache, dass die Sandproben der Siphonalzone kein Schichtungselement enthalten, während in den stromabwärts erfassten Sandproben das Vorhandensein einer aus verschiedenen Granulationsarten bestehenden Schichtung nachweisbar ist, - bemerkt man noch schwachere Parameter, die einen Wasserwirbel und einen bewegten Ablauf in der Siphonalzone und eine laminare, ruhigere, Strömung stromabwärts aufweisen.

Diese, im Wasserabfluss bedingten Unterschiede erklären hinreichend die unterschiedlichen Ablagerungsbedingungen, die der Höhlengalerie entlang zum Vorschein kommen.

## LITERATUR

1. ILIE MIRCEA: Munții Apuseni. Editura Stiințifică, 1957.
2. PAPIU VICTOR CORVIN: Petrografia Rocilor Sedimentare. Editura Stiințifică, Bukarest, 1960.
3. RUHIN L.B.: Bazele Litologiei. Editura Tehnica, 1966.





Ab 008

# **ANALISIS DE ELEMENTOS TRAZA (TI, FE, CU) EN ALGUNAS ESTALAGMITAS DE LA CUEVA DEL REGUERILLO (MADRID), ESTIMACION DE SU CORRELACION CON RELACION AL PALEOCLIMA REGIONAL**

**T. de Torres Perez Hidalgo**

Universidad de Madrid,  
Madrid, España

**A. Eraso Romero**

Universidad de Madrid,  
Madrid, España

## **PLANTEAMIENTO DE LA CUESTION**

Desde hace tiempo habíamos observado unas zonaciones claramente diferenciadas en numerosas estalagmitas de diversas cuevas. Así como la presencia habitual de tres periodos de crecimiento claramente diferenciado en aquellas que estaban suficientemente desarrolladas. De estas observaciones y tras las primeras dataciones por medio del C-14 hemos comenzado una serie de estudios cuyos primeros resultados nos han animado a proseguir esta vía de estudios que esperamos de resultados fructíferos en breve.

### **1. METODOLOGIA**

#### **A. Recogida de muestras - sistematica**

Se han realizado recogidas sistemáticas de estalagmitas en los denominados I, II y III Pisos de la Cueva del Requerillo. Se han tomado un número mínimo de tres estalagmitas por piso y al realizarse la recogida, se ha procurado que el tamaño de las muestras fuese el mayor posible, con el fin de verificar su estudio por zonas con mayor facilidad. La zona de recogida de muestras se marcó significativamente en el mapa topografico de la cavidad.

Tras su recogida, las estalagmitas se seccionaron en sentido longitudinal con el fin de reservar un testigo para posibles comprobaciones y estudios futuros.



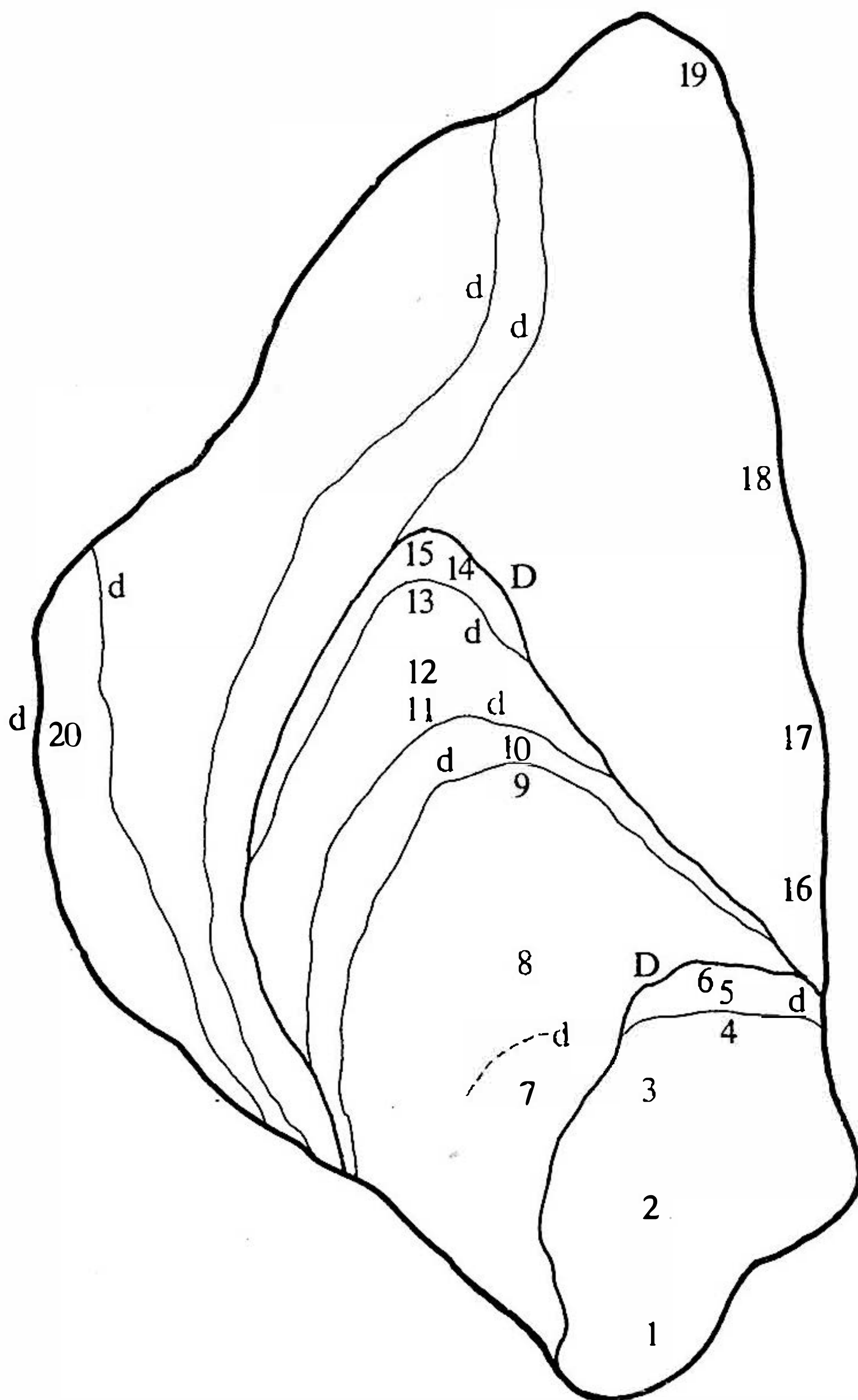


Fig. 1. Situación de toma de muestras en la estalagmita del I Piso (fot. 14).

### B. Estudio en lamina delgada variaciones cristalográficas

Se han llevado a cabo más de seiscientas preparaciones en lámina delgada para estudiar las posibles variaciones - cristalográficas de la caliza. El criterio seguido para realizar estas preparaciones ha sido el tomarles en sentido continuo según el eje de crecimiento de la estalagmita con el fin de observar posibles anomalías en su crecimiento.

Hemos podido constatar hechos muy interesantes que describiremos remitiendo a unas fotografías altamente significativas.

### Estalagmitas del I Piso.

Están formadas exclusivamente por cristales de calcita en una distribución tabular en direcciones sensiblemente paralela al eje de crecimiento.

No obstante hemos podido observar disposiciones no habituales de los cristales que crecen desordenadamente sin alcanzar grandes tamaños. Las regiones en que radican estas anomalías de crecimientos son las discontinuidades ya sean principales o secundarias, de las estalagmitas, discontinuidades producidas por interrupciones en el aporte de carbonato y suelen ser observables a simple vista o con pocos aumentos.

Estas cristalizaciones desordenadas se producen siempre en las zonas inmediatamente superiores a la discontinuidad apareciendo notables cantidades de aportes terrigenos responsables sin duda de ésta disposición de los cristales de calcita.

En ocasiones los aportes terrigenos son tan elevados que impiden una cristalización avanzada quedando como un simple cemento calizo, que no admite clasificación según Folk.

### Estalagmitas del II y III piso.

La formada dominante del carbonato de calcio es de calcita,

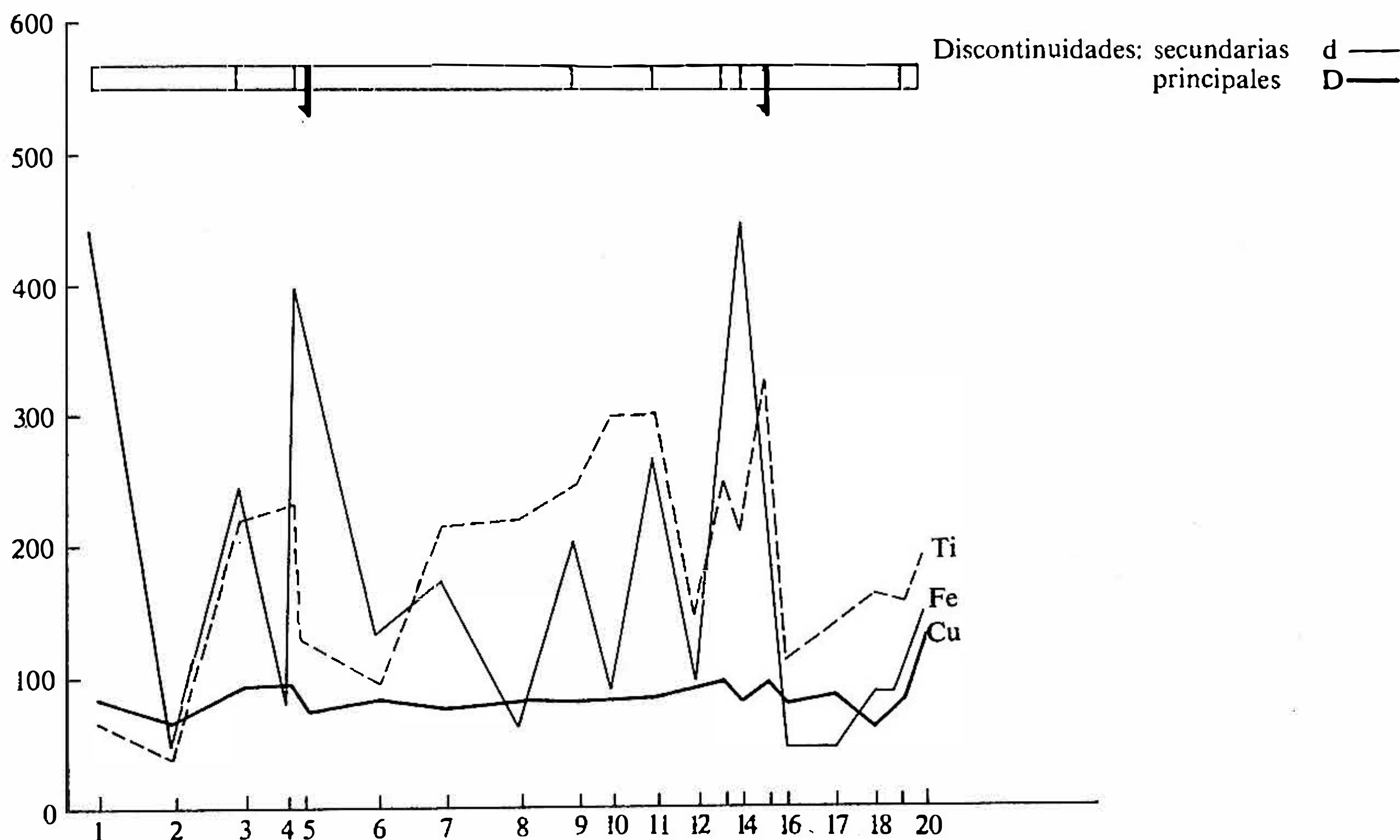


Fig. 2. Gráfica de contenidos en Ti, Cu, Fe en la estalagmita anterior.



aunque en todas las estalagmitas hay abundantes zonas donde aparecen frecuentemente cristales de aragonito e inclusive zonas donde la forma dominante es aragonito.

Evidentemente el aragonito aparece siempre relacionado con zonas donde los elementos traza son más abundantes aunque esto no es una condición aclaratoria del fenómeno dado que las estalagmitas del I Piso también poseen cantidades importantes de oligoelementos. Hemos pues de relacionar esta presencia de aragonito con unas condiciones climatológicas - subterráneas tendentes a una mayor presión parcial de Anhídrido carbónico y a una temperatura media mayor. El I Piso por estar muy cercano a la entrada no alcanza la inercia térmica de los otros dos, por tanto no se forma aragonito.

### **C. Microscopia electronica**

Con el fin de investigar las especies minerales responsables de los fenómenos citados se realizó en el Laboratorio de Edafología del CSIC por D. Juan Alonso, un estudio de microscopía electrónica del residuo insoluble en - ácido acético de éstas calizas y aparecieron las siguientes especies minerales:

Compuestos metálicos: - Comunes a todas las estalagmitas - Goetita y titánita los compuestos de cobre no son visibles - por estar adsorbidos por la goetita. Cuando la goetita adsorbe cobre no cristaliza en sus formas típicas - aciculares - y adopta formas amorfas.

Minerales arcillosos I Piso Micas y sepiolita.

Minerales arcillosos II y III Piso Montmorillonita laterita. Sepiolita mica y clorita.

De estos primeros resultados puede deducirse que las aguas de alimentación de éstas formaciones son totalmente diferentes en cuanto a los terrenos que recorren, siendo indudable que las que alimentaron las estalagmitas de los II y III Piso recorrieron terrenos terciarios donde tomaron arcillas.

### **ESPECTROMETRIA DE MASAS**

Se han realizado análisis espectrométricos de una estalagmita del I Piso, y de otra del II Piso, cuyos resultados expresamos en uhas gráficas: contenido oligoelemento (ppm) longitud relativa.

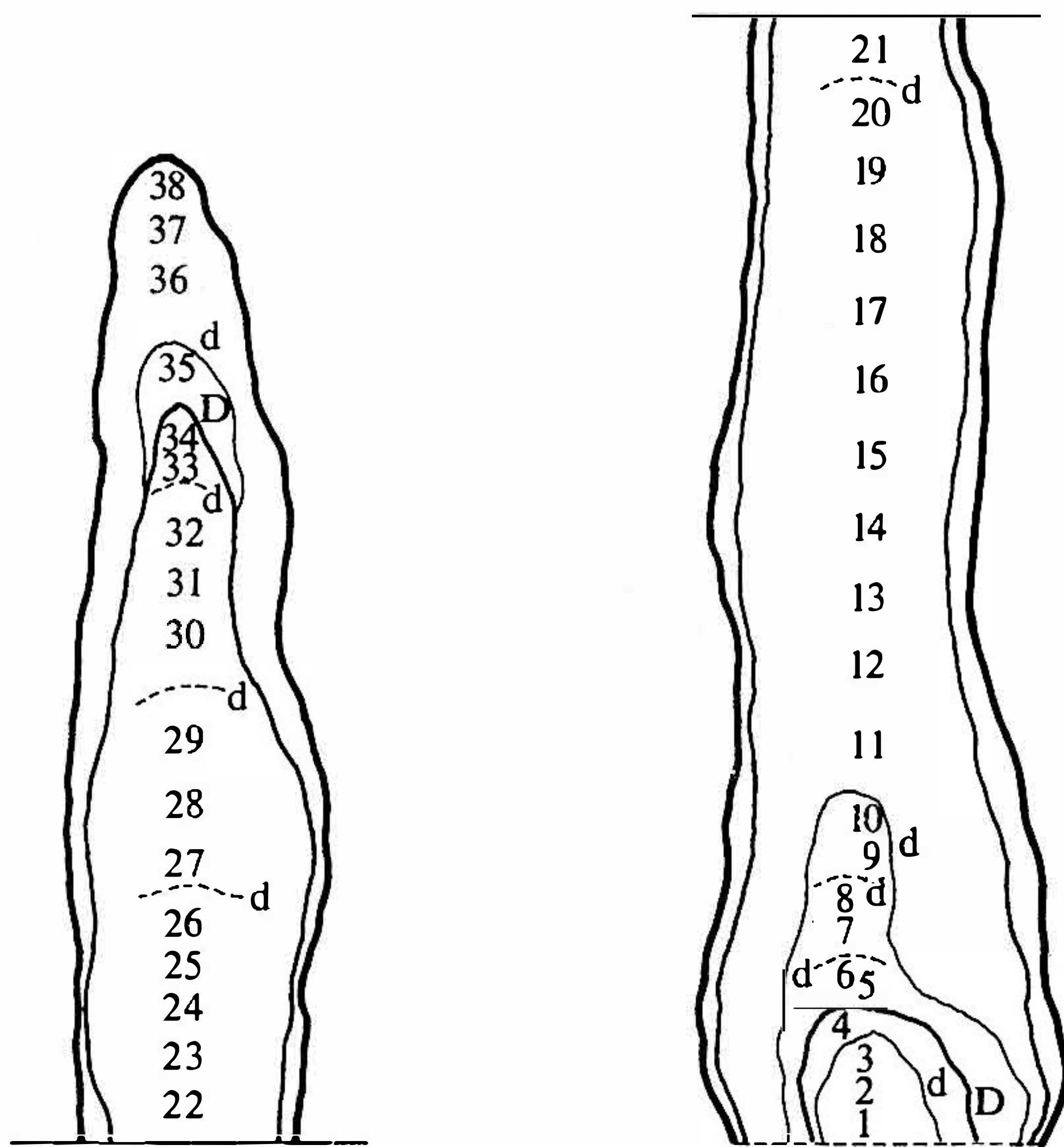


Fig. 3. Situación de las tomas de muestras en una estalagmita del II Piso (Galerías Nuevas) (fot. 15).

### E. Dataciones por C-14

Hemos realizado en colaboración con el Gabinete de Aplicaciones Nucleares de las Obras Públicas en el Centro de Estudios Hidrográficos, una serie de dataciones por centelleo líquido ésta cueva. Las antigüedades obtenidas, son las indicadas en la presente tabla:

	I Piso	II Piso	III Piso
Capa Externa	7.988 <sup>+</sup> 685	3.828 <sup>+</sup> 230	4.161 <sup>+</sup> 350
Capa Media	13.693 <sup>+</sup> 1.169	---	15.429 <sup>+</sup> 600
Capa Interna	21.650 <sup>+</sup> 3.561	20.478 <sup>+</sup> 720	---



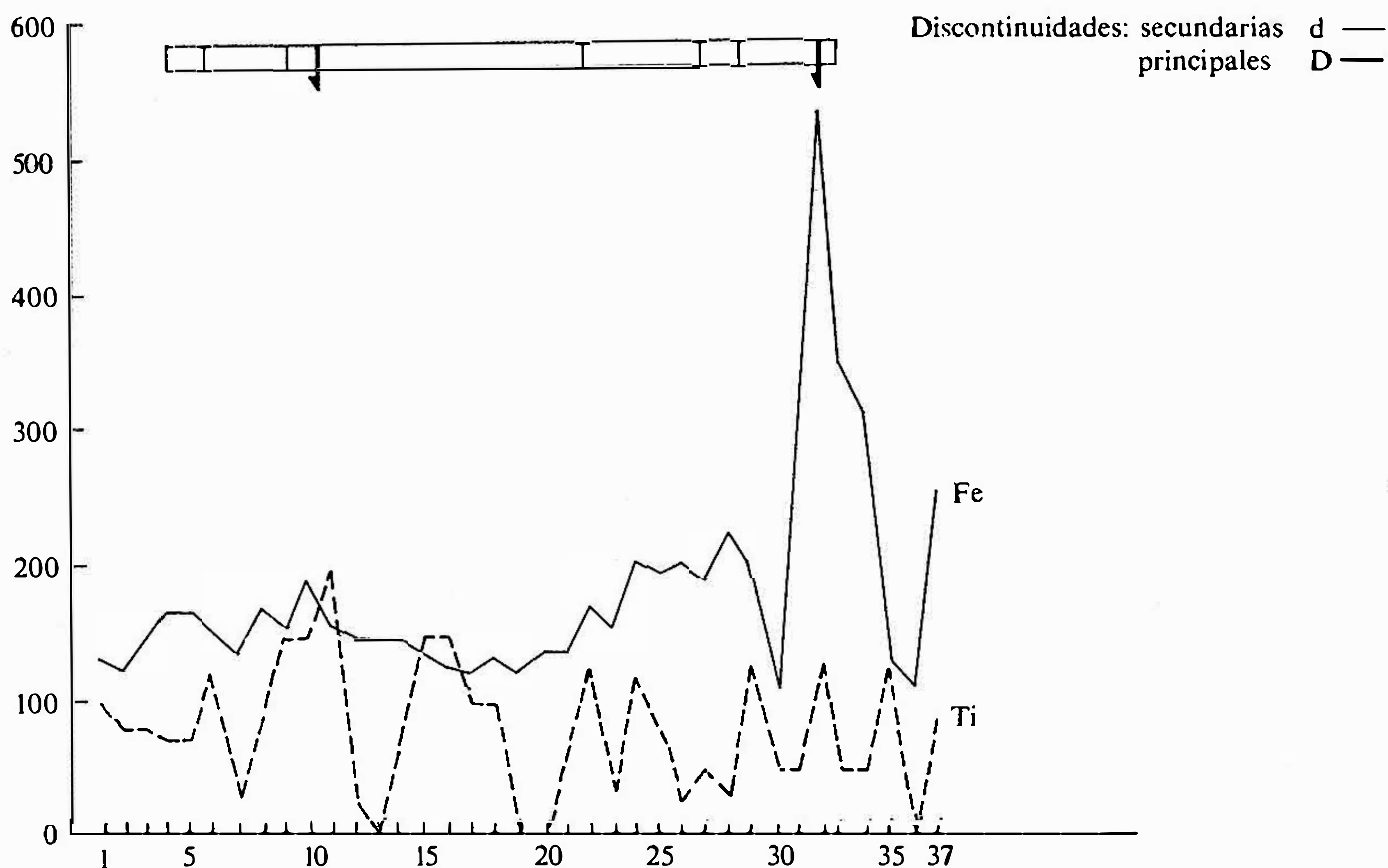


Fig. 4. Gráfica de contenidos en Ti, y Fe de la estalagnita anterior.

## 2. FUNDAMENTOS FISICO-QUIMICOS, CURVAS POTENCIAL RED-OX-pH

De gran importancia para predecir el comportamiento de los elementos químicos que intervienen en un proceso, es conocer las regiones de estabilidad correspondientes a cada especie química determinada, que depende naturalmente de los parámetros que determinan las condiciones del medio.

Dichos parámetros, en cuanto atañe a procesos de geodinámica, son fundamentalmente el pH del medio, al potencial de oxidación reducción (red-ox)  $E$ , el producto de solubilidad de las especies químicas  $P_s$ , el enmascaramiento de las mismas mediante iones capaces de dar iones complejos .. etc.

Para abreviar nosotros, vamos aquí a remitirnos a calcular las curvas potencial - PH, para cada uno de los oligoelementos estudiados, a base de introducir las ecuaciones de NERST, que definen los potenciales red-ox del medio, considerando implícitos los productos de solubilidad  $P_s$  de las diferentes sustancias que resultan de contrastar dichas potenciales con todas las gamas de pH.

Relacion Eh-pH para los compuestos de Fe

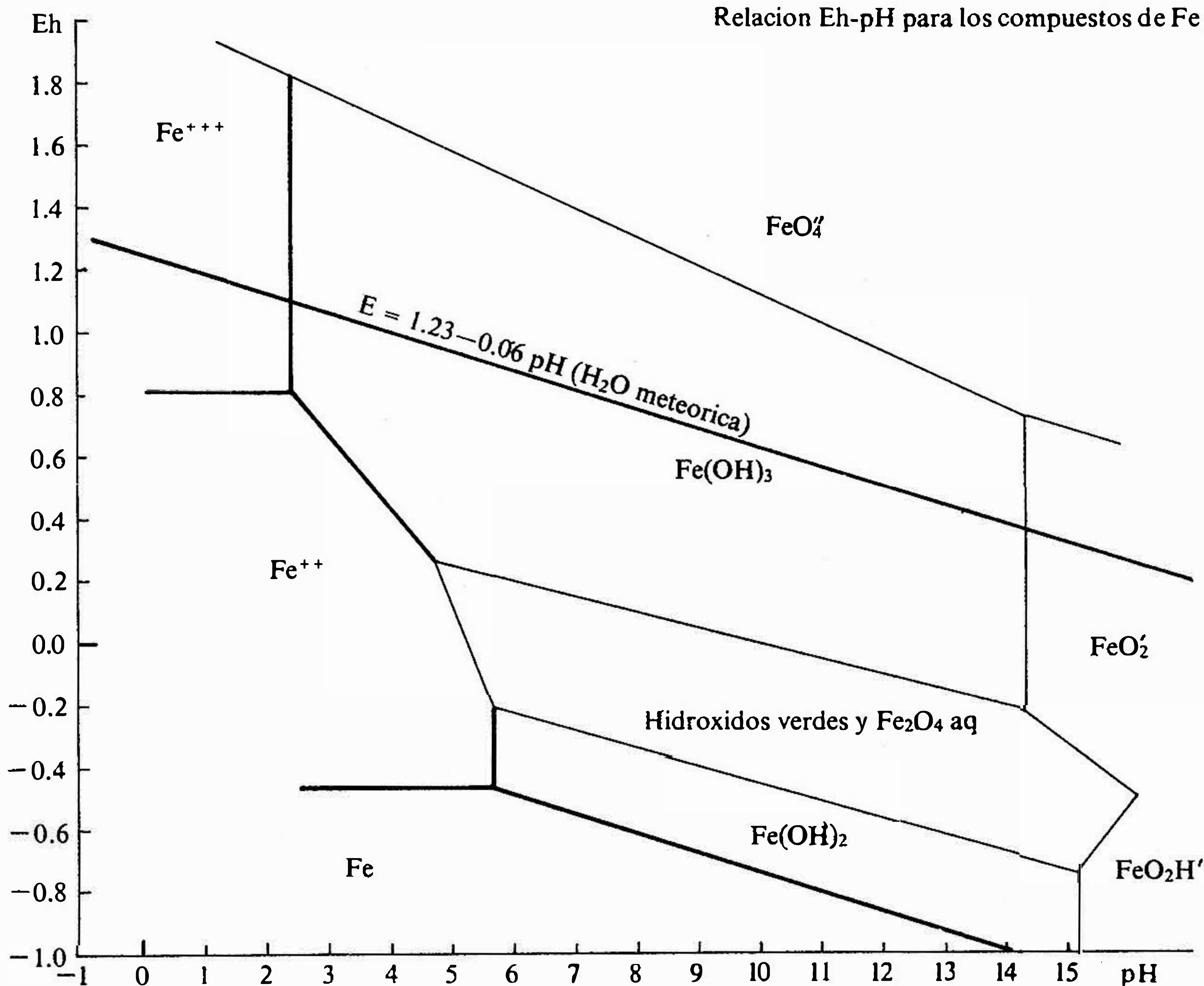


Fig. 5. Relacion Eh-pH para los compuestos de Fe.

Llegamos así a definir en función de una extensa gama de valores pH y de E del medio, las regiones de estabilidad que resultan de la transformación mediante equilibrios químicos de las especies químicas derivadas de los elementos estudiados hierro, cobre y titanio.

Presentamos así en las figuras 5 para el hierro, 6 para el cobre y 7 para el titanio, las curvas E-pH, - en las que ya superpuesta la función que define el límite máximo de oxidación del agua meteorica, que tiene la forma:

$$E = 1,23 - 0,06 \text{ pH}$$

de manera que si consideramos los rangos de pH naturales como comprendidos entre 3 y 8,5 encontramos que los potenciales red-ox a los



Relacion Eh-pH para los compuestos de Cu

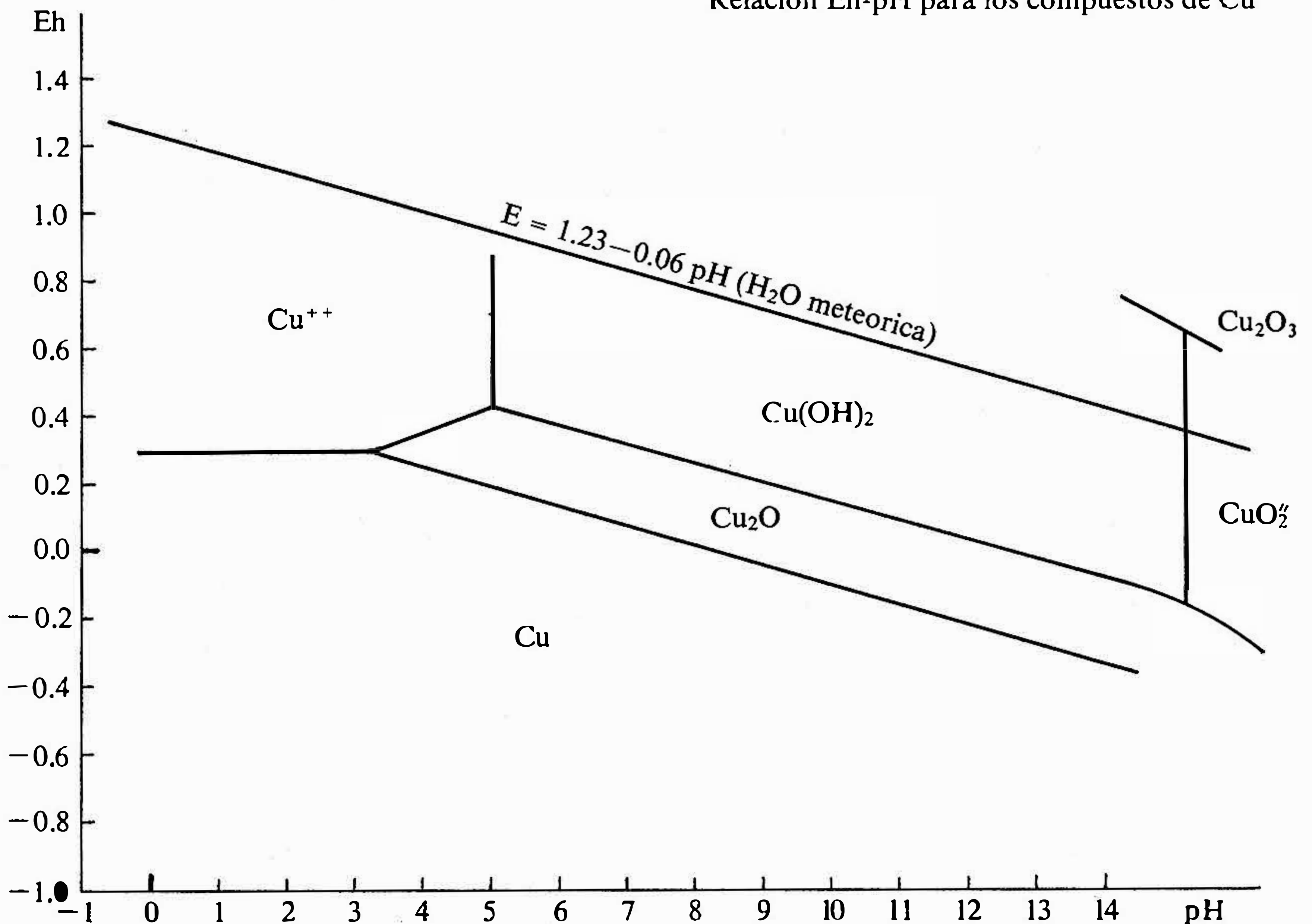


Fig. 6. Relacion Eh-pH para los compuestos de Cu.

que el agua meteórica puede oxidar, alcanzarán valores de 1,05 a 0,72 volt.

Las especies quimicas estables de cada elementos son:

- a)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  para el hierro en todos los casos
- b)  $\text{Ti}(\text{OH})_4$  para el titanio en todos los casos
- c)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  para el cobre por encima de  $\text{pH} = 5$  y  $\text{Cu}$  para el cobre por debajo de  $\text{pH} = 5$ .

Es decir, que para pH más ácido que 5, sólo el cobre permanece en solución como catión cúprico  $\text{Cu}$  mientras que para todos los otros caos, todos permanecen como hidróxidos insolubles siendo:

- $\text{Ti}(\text{OH})_4$  el más insoluble  $10^{-70}$  mol/l
- $\text{Fe}(\text{OH})_3$  solubilidad del orden de  $10^{-36}$  mol/l
- $\text{Cu}(\text{OH})_2$  el más soluble  $10^{-19}$  mol/l

Lo que quiere decir sencillamente, que el primero que tenderá a depositarse es el titanio, seguido del hierro y después del cobre, con

Relacion Eh-pH para los compuestos de Ti

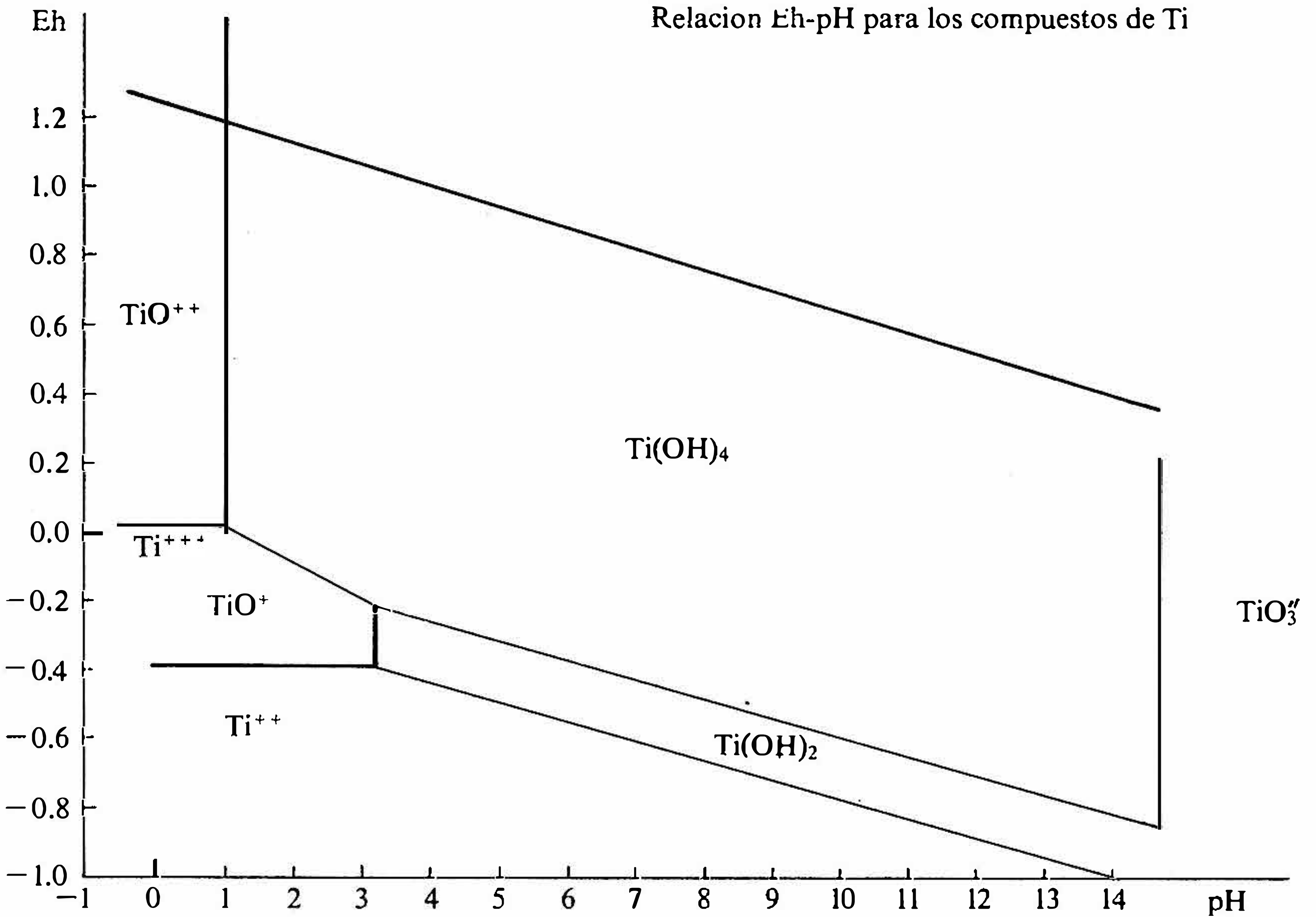


Fig. 7. Relacion Eh-pH para los compuestos de Ti.

la salvedad de que éste último podrá ser lixiviado con agua más ácida que  $pH = 5$ .

### 3. INTERPRETACION GEOQUIMICA: RELACION CON PALEOCLIMAS REGIONALES

Antes vamos a explicar cual es la baso de la presencia de las discontinuidades que en las figuras 2 y 4 aparecen marcadas con trazos verticales en la parte superior.

Discontinuidades principales, indicadas por flechas, son aquellas variaciones en las estalagmitas que implican un cambio total en el estilo de crecimiento y en la característica litológica. Siendo pues una detención en el crecimiento de una estalagmita durante la cual se produce una meteorización.

Como número máximo y también el más frecuente son tres las discontinuidades que aparecen:



Discontinuidades menores - Aparecen dentro de cada fase de crecimiento y revelan pequeñas alteraciones de crecimiento. En los gráficos se indican con trazos verticales.

## ANALISIS EN LAS GRAFICAS

En las gráficas podemos apreciar los siguientes fenómenos:

1. El Cu permanece constante actúa como fondo geoquímico.
2. En la gráfica 4 hay un descenso relativo del Ti respecto al Fe.
3. Antes de cada constiuidad hay variaciones extremales del Ti y Fe.
1. El Cu, cuya forma estable es  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  es con mucho el compuesto más solubles de todos, respondera a variaciones del pH-E antes lo que Ti y Fe no lo hacen, será pues facilmente lixiviable y, posiblemente el fondo es solo función de la capacidad de adsorción de la goetita.
2. Cual es la causa del descenso relativo del contenido en Ti de la gráfica 4 respecto al 2.

Recordemos que la gráfica 2 corresponde a una estalagmita del I Piso, es decir que su montera de roca es de pocos metros. La gráfica 4 por el contrario pertenece a una estalagmita del II Piso y tiene una montera de rocas superior a los 30 metros.

El titanio, forma estable  $\text{Ti}(\text{OH})_4$  es menos soluble que el Fe, forma estable  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , luego lógicamente el caso de la estalagmita del Piso II las aguas de alimentación pierden durante su recorrido por la caliza. Preferentemente el Ti y - su contenido en Fe se altera poco pues tiene una solubilidad intermedia entre el Cu y el Ti y le hace por tanto idóneo para estas observaciones, donde las condiciones del agua meteórica oscilan entre pH 3 y 8,5 y E 0,7 - 1,05 voltios.

Ahora bien este comportamiento de solubilidad diferencial implica que el recorrido de las aguas de alimentación desde la roca madre, sea pequeño, especialmente en el caso del Ti, donde tenemos cantidades mediables a pesar de su baja solubilidad, premisa que se cumple perfectamente en nuestro caso donde las pizarras Silurianas con mineralizaciones hidrotermales en sus fracturas están a menos de 100 metros de la zona de toma de muestras.

En conclusión: Las discontinuidades aparecen con mayor contraste

físico y geogénico en el I Piso debido a la mayor proximidad de la fuente de alimentación.

Vamos a intentar interpretar las variaciones extremas de Ti y Fe y las discontinuidades con auxilio de las dataciones por C - 14.

De las dataciones por C - 14 se deduce que la parte interna de las estalagmitas comenzó a formarse en el Würmiense antes de la V avanzada Wurm, la parte media se formó en el Würmiense final, concretamente en los interestadios Bölling y Allerod y finalmente la capa externa acabó de formarse en el post-Würmiense la datación más moderna corresponde al periodo Subatlántico las estalagmitas del I Piso dan mayor antigüedad en la capa externa dado que no se han tomado las porciones más externas por haber sido erosionadas en una reactivación local de la cavidad.

Podemos pues observar que cada una de las zonas de crecimiento termina en un período caracterizado por unas temperaturas atmosféricas inferiores, podemos pues asimilar la evolución de los suelos vegetales en estos períodos como una aplicación restringida de la teoría de la Biostasia y Rhesistasia de Erhart: Durante un período de temperatura media elevada se desarrolla una cobertura vegetal quedando el Fe y el Ti retenidos, una disminución de la temperatura ambiente, acompañada de menores precipitaciones produce la destrucción de la vegetación, lo que hace accesible el suelo a la erosión, las últimas precipitaciones antes de la instauración de un período frío y más seco arrastran los cationes liberados, lo cual produce la concentración extremal antes de la discontinuidad producida por una interrupción en los aportes de carbonato de calcio. Cuando se reinicia el crecimiento hay concentraciones anormalmente altas debido a que quedan libres cantidades apreciables de compuestos metálicos sin lixiviar ni retener. Las variaciones en discontinuidades menores de contenidos en Ti y Fe y en calcita-aragonito, obedecen a variaciones climáticas a lo largo de los períodos principales, pero que no han sido tan importantes.



## BIBLIOGRAFIA

BLAS L.: Agenda del químico, 1 vol. 1198 p. Aguilar 1954.

CHARLOT G.: Teoría y método nuevos de la química cualitativa, 1 vol. 434 p. Aguilar 1954.

ERASO A.: Mecanismo sobre la corrosión del karst y su repercusión en la geodinámica kárstica. Bol Geol y Min I, LXXX-II año 1969, 146-168.

- Sobre la intensificación de la acción erosiva del agua en las cavernas en presencia de iones oxidables. IV Internac. Espel., Ljubljana 1955, Yugoslavia, Actas del Congreso.

ERHART: Sur la genese de certaines sedimentaires de fer. C.R. Acad. Sc. Paris, Oct. 1966 V 263 ser D n16, p. 1048-1051.

MINGARRO: Rocas y yacimientos exógenos de hierro. Bol Geol y Min, T LXXXI-IV.

RANKAMA SAHAMA: Geoquímica, 1 vol. 862 p. Aguilar 1954.

ROUTHIER: Les gisements de fer de la Nouvelle Galedonie. symposium sur les gisements de fer du Monde et genese des gisements de fer Congres. Geol. Inter. XIX, Alger 1952.

TORRES T.: Estudio de la Cueva del Requerillo ..... Actas I Congreso Nacional de Espeleología, Barcelona 1970.

**Ab 009**

## **THE EFFECT OF NON-CLIMATIC FACTORS ON FLOWSTONE DEPOSITION**

**R.M. Frank**

Department of Geography, University of the West Indies,  
Kingston, Jamaica

### **INTRODUCTION**

The reconstruction of past climates is one of the primary aims in the investigation of cave deposits. Thus the various major constituents of cave deposits -- such as breakdown, loess, and calcite speleothems -- have been used to infer palaeoclimate in terms of moisture abundance or temperature.

Calcite speleothems have received much attention in this respect and, although the generalizations about speleothem - climate relationships are varied (Frank 1972), there is a majority of opinion in favour of a wet-climate interpretation of this relationship. However, not everyone agrees with this interpretation and, in fact, there are specific instances of speleothems having been formed during dry climatic periods. (See Frank 1972 and a later section of this paper.) Thus it appears that the speleothem - climate relationship is not a simple one and there is ample evidence that non-climatic factors can control the accumulation of certain types of speleothems such as flowstone.

### **DEFINITION OF FLOWSTONE**

The term "flowstone" as used here means a cave deposit consisting primarily of calcite precipitate. It may also contain significant quantities of clastic material incorporated in the precipitate. It is a stratified deposit formed on cave floors, the stratification being approximately parallel to the surface of the floor on which it formed. It often occurs within a stratigraphic sequence of clastic deposits.

It is also necessary to distinguish flowstone from calcite precipitate formed post-depositionally within a sequence of clastic deposits. Criteria for the distinction of these two are given in Tab. 1.



## Criteria for distinguishing flowstone from post-depositional cement

Flowstone	Post-depositional cement
1. Detritals absent or not grain-supported.	1. Detritals abundant and grain-supported.
2. Often has sharp boundary with overlying clastics.	2. Gradational boundaries above and below.
3. Usually elongate crystals with long axes perpendicular to precipitation surface.	3. Usually subequant crystals.
4. Individual crystals usually clear, or containing bands of detritals.	4. Individual crystals usually turbid.
5. Crystals usually large (> 0.02 mm).	5. Crystals usually small (< 0.02 mm).
6. Recrystallization rare.	6. Recrystallization more common.

The fact that flowstone forms on cave floors, and consequently is often contained in a sequence of clastic deposits, is significant for this discussion since its position makes it subject to other geomorphological processes such as erosion and clastic deposition.

## FLOWSTONE AND FLUVIAL PROCESSES

Active fluvial processes can effectively prevent flowstone accumulation. If fluvial erosion is the dominant process, then no flowstone will be deposited in the eroding stream bed. If alluviation prevails, its rate will be sufficiently high to prevent flowstone accumulation even though calcite may precipitate as cement within the alluvial sequence.

A specific example is provided by Ford (1965, p. 144) who found that flowstone layers in alluvial sequences of St. Cuthbert's Swallet, Somerset, England, formed during a cold phase of the Pleistocene when stream flow in the cave was reduced because groundwater percolation was inhibited by frozen soil.

The two Borenore Caves of New South Wales, Australia (Frank in

press), further illustrate the relationship between fluvial processes and flowstone deposition.

In the Borenore Tunnel Cave there is a 1-m-thick flowstone sheet, part of which is suspended above an active stream at the point where the stream debouches from between bedrock walls. A  $15^{\circ}$  depositional dip of the flowstone sheet is at right angles to the stream bed. There is evidence of the activity of the stream along the same channel prior to the flowstone deposition so that the flowstone could only have been deposited during a temporary cessation of the stream, in other words, a drier climatic phase in the cave's history.

In the Borenore Arch Cave, a few kilometres distant but in the same surface catchment, a 4-m-deep excavation revealed a flowstone layer some 30 cm thick sandwiched between alluvium. The sequence of events here was similar to that in the Tunnel Cave, that is, fluvial deposition followed by cessation of stream flow in the excavated area, during which time the flowstone was deposited, and then a return to fluvial deposition.

The difference between the events in the two cases is that in the former the stream was inactive during flowstone deposition since the bedrock walls immediately upstream of the flowstone sheet ruled out any alternative routes of flow, whereas, in the latter, flowstone deposition could have occurred in the excavated area during a time when the stream had shifted laterally. Thus lateral shifting of cave streams must be taken into account when considering the significance of flowstone in relation to stream processes.

## **FLOWSTONE AND ENTRANCE FACIES**

In the development of entrance-facies deposits, erosion is of minor importance because of the general lack of water. Creep and other mass-movement processes may be significant but there is a dearth of information on these processes making it extremely difficult to evaluate the relationship between rates of this type of erosion and precipitation rates of flowstone. In any case, the rates of erosion by these processes are likely to be much less than flowstone accumulation rates so that flowstone formation is not likely to be inhibited by them.

On the other hand, rates of clastic deposition of entrancefacies



material can be considerably greater than calcite precipitation rates. A cursory survey of the literature and data from my own investigations suggest that the average rates of entrance-facies deposition are about seven times faster than those of stalagmite accumulation though there is an overlap of the fastest stalagmite accumulation and the slowest entrance-facies deposition.

Examples of the relationship between flowstone deposition and entrance-facies accumulation come from the Douglas Cave and the Wellington Caves (Frank 1969, 1971), both in eastern New South Wales, Australia. In these caves, thick sequences of entrance-facies material are overlain by flowstones which in turn are overlain by more entrance-facies sediments and pond deposits. There is some evidence that the flowstones were deposited when the entrances were sealed and that the clastic sediments above and below accumulated at a rate that was too fast to allow flowstone to form. Kukla and Ložek (1958, p. 63) have similarly concluded that flowstone in a clastic sequence usually indicates a slowing down or a cessation of clastic deposition.

## CONCLUSIONS

The precipitation of calcite as flowstone can be controlled by a variety of processes, some of which have no necessary climatic implications. Moreover, flowstone accumulation can be the direct result of either wetter or drier climates.

The most important non-climatic processes which can control flowstone accumulation are a) fluvial erosion, b) alluviation, and c) entrance-facies deposition. In the first case, fluvial erosion will effectively prevent flowstone accumulation. The relationship between flowstone accumulation and clastic deposition, whether alluvial or entrance-facies, is rate-dependent. Rates of alluviation are higher than flowstone accumulation rates so that alluviation will also effectively prevent flowstone from forming. Consequently, a flowstone unit within an alluvial sequence may indicate a drier climate when the stream was absent. Alternatively, it may mean only that the stream has temporarily shifted laterally.

Sedimentation rates of clastics as entrance facies can be in excess of flowstone accumulation rates, the former being in the order of seven times that of the latter. Thus entrance-facies accumulation can

also effectively prevent flowstone formation, and a flowstone unit within an entrance-facies sequence may mean only that transport of surface material into the cave has ceased because of entrance sealing.

### ACKNOWLEDGEMENTS

I thank Dr. V.C. Mulchansingh, Department of Geography, University of the West Indies, for reading the manuscript and offering helpful criticisms. Dr. J.N. Jennings, Department of Biogeography and Geomorphology, Australian National University, also read and criticized an earlier draft.

### REFERENCES

- FORD, D.C. (1965): Paleoclimatic deposits in St. Cuthbert's Swallet, Somerset, England. 7th Conf. int. Ass. quatern. Res. Abstracts, p. 144.
- FRANK, R. (1969): The clastic sediments of Douglas Cave, Stuart Town, New South Wales. Helictite 7:3-13.
- (1971): The clastic sediments of the Wellington Caves, New South Wales. Helictite 9:3-26.
  - (1972): Sedimentological and morphological study of selected cave systems in eastern New South Wales, Australia. Unpub. Ph. D. thesis, Australian National University.
  - (in press): Sedimentary and morphological development of the Borenore Caves, New South Wales. Helictite.
- KUKLA, J. and LOŽEK, V. (1958): K problematice výzkumu jeskynních výplní. Čs. kras 11:19-83.





**Ab 010**

## ТИПЫ РЫХЛЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЕЩЕР ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

Э.О.Фриденберг  
Институт географии АН СССР,  
Москва, СССР

В пещерах коридорного типа выделяется три основные фациальные зоны: внутренняя, привходная и внешняя. Границы между этими зонами не бывают резкими, а отложения различных фациальных зон связаны постепенными переходами.

1. Внутренняя зона (вне доступа света). Здесь господствуют условия высокой влажности и незначительных колебаний температур.

Основные типы отложений представлены пещерными глинами, обломками известняков, органогенными и хемогенными осадками. Эти отложения могут присутствовать в чистом виде, но чаще смешиваются в различных сочетаниях. Кроме того, здесь встречается галька "экзотических" пород, проникающих в пещеру с дневной поверхности по системам трещин и внутренних ходов.

Пещерные глины - продукт предельного растворения известняков - формируются во всей системе карстовых полостей, связанной с пещерой и поступают в нее по каналам и напорам. Выделяется несколько типов пещерных глин: автохтонные (образовались внутри собственно пещерной полости, сохраняясь в трещинах дна и пристеночных частях пещер) и аллохтонные глины, привнесенные в пещеру извне, и образовавшиеся внутри данной карстовой системы. Выделяются различные формы залегания глин: а) пленочные натеки на стенах и потолке пещеры; б) более мощные натеки на стенах; в) натеки на днищах нисходящих поноров, сохраняющие характерную текстуру всякого течения; г) мощные гравитационные натеки на днищах пещер. Образование последних обычно бывает связано с недавними перестройками карстовых пещер, в результате которых в главный канал пещеры неожиданно открываются новые псооры.

Интенсивность накопления глин зависит преимущественно от объема известнякового массива, связанного с данной пещерой и от степени ее поверхности. Существенно в меньшей степени скорость накопления пещерных глин зависит от химического состава известняков.

Обломки известняков. Обрушение глыб и отдельных обломков известняков с потолка и стен пещеры - характернейший про-



цесс внутренней зоны. Нередко крупные упавшие глыбы остаются на месте, образуя постаменты для сталагматовых колонн. Частично глыбы распадаются на щебень, который затем принимает участие в построении пещерных отложений, но этот процесс играет второстепенную роль. Основным же процессом здесь служит отслаивание от стенок мелких обломков и щебня. Упавшие обломки попадают в жидкую (или периодически разжижающуюся пещерную глину) и смешиваются с ней в тех или иных пропорциях. Важно подчеркнуть, что до захоронения обломки, как правило, испытывают определенное перемещение вдоль канала пещеры (во всех наблюдавшихся разрезах большая часть обломков обнаруживает признаки ориентированности). Лишь незначительный процент упавшего материала консервируется на месте. Этот материал легко опознается в разрезах: обломки располагаются в глинистых толщах в взвешенном состоянии, например, могут быть обращены вниз острой гранью или вершиной пирамидальной формы.

**О р г а н о г е н н ы е о т л о ж е н и я** накапливаются в пещерах, главным образом за счет жизнедеятельности летучих мышей и иногда достигают значительных мощностей. Проникая в подстилающие отложения органические соединения придают им характерную буроватую окраску. Соединения фосфата, достигая спального дна пещер, образуют на коренных известняках мощную корку фосфата кальция.

**Х е м о г е н н ы е о т л о ж е н и я.** В толщах пещерных отложений присутствуют обломки хемогенных новообразований: сталактитов, сталагмитов, травертинов. Обломки сталактитов и сталагмитов представляют большой интерес для стратиграфических целей, т.к. содержат радиоактивные элементы, что дает возможность установить возраст их захоронения.

2. Привходная зона (частично освещена) подвержена прямому влиянию наружной физико-географической среды, что сказывается на формировании ее отложений. Кроме того, со стороны входа в эту зону могут проникать отложения наземных генетических типов: аллювиальные, склоновые, эоловые и др., которые смешиваются здесь с собственно пещерными осадками. Под воздействием денудации линия нависания свода с течением времени отступает внутри пещеры. Вслед за ней соответственно отодвигается и внешняя граница зоны. В результате отложения привходной зоны оказываются трансгрессивно перекрытыми отложениями внешней зоны. Источники материала, слагающие отложения привходной зоны можно объединить в три группы: А - отложения, поступающие из внутренней зоны пещеры, Б - Автохтонные отложения привходной зоны, В - отложения, принесенные из внешней зоны.

Важнейшим генетическим типом отложений привходной зоны служит

д е с к в а м а ц и о н н ы й щ е б е н ь. Под влиянием температурных колебаний, особенно в случаях частых переходов через  $0^{\circ}$  в этой зоне стены и потолок пещер подвергаются усиленной десквамации. Десквамация особенно энергично протекала в холодные климатические периоды, за счет морозного выветривания. Толщи или отдельные горизонты десквамационного щебня наблюдаются в привходной зоне большинства пещер, гротов и навесов. С течением времени погребаясь под более молодыми отложениями, десквамационный щебень подвергается процессам выветривания. Выделяются пять стадий выветривания:

1. Сглаживание острых углов обломков при сохранении острых ребер.
2. Сглаживание острых ребер. Грани покрываются катиной.
3. Обломки округляются, приобретая "окатанность" 1 класса (по шкале А.В. Хабанова). Их поверхность покрывается кальцитовой корочкой. Возникает точечная кавернозность на гранях.
4. Поверхность обломков покрывается крупными кавернами. Отдельные обломки выщелачиваются до рыхлого состояния.
5. Обломки полностью выщелачиваются. Карбонаты заменяются глинистым материалом. Форма обломков сохраняется за счет облекающей кальцитовой корочки. Степень выветрелости обломочного материала нельзя рассматривать как возрастной индекс т.к. на скорость процессов выветривания существенное влияние накладывают местные факторы.

В третью группу (В) осадков привходной зоны объединяются отложения, принесенные снаружи.

А л л ю в и а л ь н ы е о т л о ж е н и я служат почти обязательными компонентами привходных частей пещер в тех случаях, когда развитие последних на каком-нибудь этапе было связано с редкой сетью. Обычно аллювий располагается в нижних частях разрезов рыхлых отложений, чаще всего непосредственно на спальном дне пещер.

С к л о н о в ы е о т л о ж е н и я. В тех случаях, когда днища привходных частей пещер имеют обратный уклон, сюда легко могут попадать делювиальные и осыпные отложения со склонов. По своему характеру они мало отличаются от склоновых отложений, но представляют большой интерес для стратиграфических исследований т.к. позволяют производить непосредственную конексию разрезов пещерных отложений с разрезами склоновых, а затем и аллювиальных осадков.

З о л о в ы е о т л о ж е н и я. Участки золотого материала в строении рыхлых отложений привходных частей пещер отводится довольно серьезная роль в зарубежной литературе. При этом указывается, что роль золотого привноса возрастает в холодные эпохи, когда происходит разреживание, а иногда и уничтожение лесов. Считается, что ветры мо-



гут заносить в пещеры значительное количество мелкозема, а также растительные остатки.

Внешняя (или наружная) зона (вне пещеры). Здесь пещерные отложения смешиваются со склоновыми и обычно постепенно выклиниваются. В условиях резко расчлененного рельефа Западного Кавказа привходные зоны пещер, как правило, срезаются эскарпами молодых эрозионных врезов.

## SUMMARY

Three facial zones are distinguished in caves of corridor type: internal, near-the-entrance and external ones. Most characteristic friable deposits, autochthonic and allechthonic as to their genesis, are discussed in connection with each zone. Most typical for the internal zone are the following deposits: spelean clays (there are four forms of clay bedding), limestone fragments, organogenous and chemogenous deposits. Desquamative rock debris (five stages of weathering), alluvial, slope and aeolian deposits are typical for the near-the-entrance zone. The external zone deposits are not discussed in details since they mix up with the slope ones and gradually pinch out.

**Ab 011**

## **FOSSIL KARST IN THE PALEOGEOGRAPHIC DEVELOPMENT OF POLAND**

**J. Głazek**

Institute of Geology, Warsaw University,  
Warsaw, Poland

### **INTRODUCTION**

Numerous fossil karst localities were mentioned in over 200 publications from the territory of Poland. Only few of them are described in detail and well dated, moreover many of them are controversial. The data on the fossil karst of Poland were recently reviewed (S. Gilewska 1964, J. Głazek et al. 1972) and compiled (R. Gradziński, Z. Wójcik 1966). The difficulties in interpretation of fossil karst were pointed out by the writer (J. Głazek 1973). They are caused essentially by the possibility of karst development under the permeable deposits. This caused many mistakes in the determination of age of the fossil karst forms.

Proper interpretation of fossil karst needs comparison with the data obtained from paleogeographic interpretation of marine and lacustrine deposits.

### **GEOLOGICAL SETTING**

The main structural units of Central Europe meet in Poland. The main part of Poland belongs to the East-European Platform, the southern part - to the Carpathian Belt. The rest of Poland (southwestern part) is a part of young Epicaledonian or Epivariscan, Middle-European Platform. The main part of Poland belongs to mobilized edge of European Platform - Pericratonic Basin. In its boundary a trough stretching NW-SE existed during the post-Variscan development. This is Danish-Polish-Dobrudjan aulacogen (J. Kutek, Głazek 1972, Głazek et al. 1973). The epicontinental transgression (Middle Triassic, Upper Jurassic and Upper Cretaceous) cover the whole area of Poland. But the deposits of these transgressions were eroded in vast areas due to subsequent uplift movements. Especially during the Cenozoic

deposits of 3 km thick were eroded in the zone of inverted Danish-Polish-Dobruđjan Aulacogen, which was inverted during Paleogene (J. Kutek, J. Głazek 1972).

## PHASES OF KARSTIFICATION

The oldest among the known fossil karst forms are the post-Variscan ones. The first known karstification phase begun after the Variscan movements and ended in the Middle Triassic.

The next phase of karstification has been established only in the south-western Poland. This phase begun in Upper Triassic and ended in the Middle Jurassic.

The subsequent weakly developed phase is known from Lower Cretaceous of south-western Poland. Many fossil karst forms before assigned to this phase undoubtedly belong to the next one as forms developed under loose permeable deposits - Albian - Cenomanian sands.

The last one, the longest karst phase has begun at the end of Cretaceous and lasts till Recent time. The older karst forms of this phase are preserved only under the cover of brown-coal bearing sediments, while Pre-Upper Miocene forms are known under the Tortonian (Badenian) deposits of the Carpathian foredeep. In the belt of Middle Polish Uplands only the Miocene and younger karst forms are biostratigraphically documented.

In the Carpathians only two phases of karstification are registered; the first Upper Cretaceous - Middle Eocene in the Inner Carpathians and the second developed since the Upper Miocene in the whole Carpathians.

## DISTRIBUTION OF FOSSIL KARST

Only the first and the last phases of karstification are known to occur over wide areas. The Triassic/Jurassic and Lower Cretaceous phases are restricted to the south-western slope of the Danish-Polish Dobruđjan aulacogen (Cracow-Silesia Upland) on the opposite slope of this aulacogen lack of karst forms from these phases is caused by a weak development of carbonate sedimentation due to the clay and sand



material propagation from elevated part of East European Platform and uplift movements in those periods.

In the present morphology of Poland only young karst forms existed, the pre-Miocene forms are lacking.

During the last karstification phase numerous karst forms containing fossils enabled to differentiate some etapes of karst development under different climatic conditions since the Lower Miocene.

The problems of fossil karst of Poland are dealt with in the present paper only in a very general way, and will be discussed in detail in a larger publication of the author. It will be published in "Acta Geologica Polonica" and will contain maps and other illustrations.

## RÉSUMÉ

Sur le territoire de la Pologne on connaît de nombreux postes du karst fossile d'âge différent. Certains d'entre eux sont décrits en détail et possèdent une documentation paléontologique. On peut distinguer les quatre phases suivantes de karstification: la phase permo-triassique, celle depuis le Trias supérieur jusqu'au Jurassique moyen ainsi que la phase du Crétacé inférieur et du Cénozoïque. Les postes représentant la dernière phase de la karstification sont particulièrement nombreux; ils permettent de distinguer plusieurs étapes de développement du karst dans les conditions paléogéographiques différentes.

## REFERENCES

- GILEWSKA S. (1964): Erdkunde, 18: 124-135.  
GŁAZEK J. (1973): Przegląd Geol., 21.  
GŁAZEK J., DĄBROŃSKI T., GRADZIŃSKI R. (1972): Karst of Poland.  
GŁAZEK J., TRAMMER J., ZAWIDZKA K. (1973): Acta Geol. Polon. 23, 3  
GRADZIŃSKI R., WÓJCIK Z. (1966): Prace Muzeum Ziemi 9: 151-203.

HERAK M., STRINGFIELD V.T. /ed./: Karst - Important karst regions of the Northern Hemisphere, 327-340. Elsevier, Amsterdam.

KUTEK J., GLAZEK J. (1972): Acta Geol. Polon. 22, 4: 603-653.

**Ab 012**

## **MIOCENE FOSSIL KARST AT PRZEWORNO WITH VERTEBRATE AND BEETLE FAUNAS (LOWER SILESIA, POLAND)**

**J. Głazek**

Institute of Geology, Warsaw University,  
Warsaw, Poland

**K. Galewski**

Institute of Zoology, Polish Acad. Sci.,  
Warsaw, Poland

**J. Oberc**

Institute of Geology, Wrocław University,  
Wrocław, Poland

**A. Sulimski**

Institute of Paleozoology, Polish Acad. Sci.,  
Warsaw, Poland

### **INTRODUCTION**

The marble quarry at Przeworno is situated in the foreland of the Sudety Mts.; its location is defined by the coordinates  $17^{\circ}10'40''$  long. E,  $50^{\circ}41'41''$  lat. N.

The fossil karst at Przeworno was noted by J. Oberc (1966), in 1969 this author found the bones in karst clays there. Further investigation by J. Głazek revealed another vertebrate fauna and a cave with siliceous flowstone containing beetle fauna and plant remains in clays covering these flowstones. The results of investigation were reported in some current papers (e.g. J. Głazek et al. 1971; K. Galewski, J. Głazek 1973; K. Kowalski, H. Zapfe 1974), but the investigation is going on and every year is giving new interesting data. This locality may be determined as the most interesting site of the pre-Pliocene karst in Poland and enabled a more precise reconstruction of paleogeographic development of the NE edge of the Bohemian massif during the Miocene.

### **GEOLOGICAL AND GEOMORPHOLOGICAL SETTING**

Przeworno is situated in the eastern part of the fore-Sudetic block, in place where this block is plunging into the Wawrzyńcowice Graben filled with thick Neogene deposits (reaching 490 m in thickness), and invaded by the Lower Tortonian (Badenian) sea.



The crystalline formations with very diversified morphology are covered by regoliths and clayey-sandy deposits of Tertiary age. Clays, assigned to the Poznań formation (Upper Miocene - Pliocene), overlay the erosional surface of the discussed sediments. Eroded top of the Poznań Formation is covered in places by white kaolinitic gravels and sands, assigned to the uppermost Pliocene, or directly by glacial deposits assigned generally to the Middle Poland (Riss) Glaciation.

The pre-Pleistocene formations are pierced by numerous basaltic necks. The volcanic activity in this region probably lasted since the Oligocene till the Pliocene.

The region of Przeworno is situated at the margin of the Poznań Formation, and outside the limits of the brown-coal-bearing formation, on the SE slope of the pre-Upper Miocene main European watershed (J. Oberc, S. Dyjor 1969).

The quarry at Przeworno is dug out in the slope of metamorphic rock inselberg, elevated 204,2 m a.s.l. and emerged from below the Cenozoic loose deposits. In the quarry a metamorphic carbonate formation is exposed. The age of these rocks is still disputable, but it is no younger than old Paleozoic.

## **KARST FORMS AND THEIR INFILLINGS**

Numerous karst forms, mainly widened fissures filled with clays occur in the marbles at Przeworno. They form an irregular net on walls of the quarry. Differentiation and features of these forms are illustrated below on the most interesting examples.

### **Przeworno 1**

In the quarry bottom, a horizontal karst passage, narrow and developed along the fissure was stated. The passage walls are corroded. Infilling of this passage consists of lightgray with greenish tint clays containing rock and bone debris. The bone material is represented by isolated teeth and fragments of bones and tortoise shells. Bone remnants reach up to 10 cm in size and are well preserved or well rounded. Rock fragments of quartz, quartzites and mica schists reach up to 5 cm in diameter and are rounded. The clay is completely devoid of calcium carbonate, but rich in quartz beside clay minerals, mainly kaolinite as well as illite. Bones are soft and strongly react with HCl. Cavities in bones are empty and covered by thin drusy calcite.

Different state of bones and rock fragments, suggests that they were transported over various distances. Distinctly larger size of bone material than that of rock fragments was caused by differences of their volume weight. Lack of calcium carbonate in clays proves that during sedimentation removal of soluted calcium carbonate exceeded dissolution. Occurrence of calcite in cavities of bones may suggest their infilling with solution of calcium carbonate during transportation. Probably during humid seasons still aggressive water was removing calcium carbonate out of the bones, while the latter being transported together with more concentrated solution infilling them. This solution had infiltrated into the bones during the more arid season, when the dissolution exceeded removal of soluted carbonate. Lack of stratification in the clay and scattered bones and rock debris may suggest a spontaneous liquefaction of clays during the final filling of the corridor.

In the bone material were found: Mustalidae gen. et sp. indet. Pseudailurus cf. quadridentatus (Blainville), Aceratherium silesiacum Sulimski, Hyotherium aff. soemmeringi v. Meyer and Dorcatherium cf. crassum (Lartet). Moreover, Castoridae and tortoise were stated. This fauna indicates a swampy wood environment of the Upper Burdigalian (J. Głazek et al. 1971).

#### Przeworno 2

In the western wall of the quarry, a branching and corroded fissure filled up with bone-bearing clays occurs. The infillung consists of hard greenish clay yielding blocks of schists, marbles, quartzites and rare flowstone debris. These clays consist mainly of hydromica with admixture of organic matter and probably opal. Occurrence of blocks of various, nearby occurring rocks, complete and broken bones, as well as coprolites in the unstratified clays points to infillung by material slipped and weakened down from the surface. Presence of flowstone debris shows that older caves have existed too.

In the bone material were found: Pseudailurus lorteti Gaillard, Hyotherium simorreense (Lartet), Euprox furcatus (Hensel) and Pliopithecus antiquus (Blainville), as well as so far not described, Mastodontinae, Rhinocerotidae, a next species of Suidae, tortoises, lizards and birds (J. Głazek et al. 1971; K. Kowalski, H. Zapfe 1974). This assemblage points to steppeforest environment and warm savanna climate of younger Vindobonian.



### Przeworno 3

The silica, filling the interbedded spaces and fractures within marbles, impregnating greenish clays in fissures and forming flowstone in the remnants of cave is abundant in the quarry.

The most interesting remnant of a cave is a steep channel deepening toward the quarry and coated with tawny brown silica flowstone. The silica flowstone is compact and has revealed dark lamination oriented parallel to the coated wall. The lamination and shape of siliceous flowstone indicates a downward direction of silica-bearing flow. Irregular surface part of siliceous flowstone is white porous and cuts primary lamination. The X-ray analyses revealed that this flowstone consists of amorphous silica, but in the white crust the admixture of clay mineral of smectite group and quartz is considerable, the white crust has originated as a result of etching of tawny silica. The etching solution brought in small amount of clay minerals into the pores and enabled some recrystallization of silica into the quartz. Such recrystallization may occur at low temperatures (cf. H. Harder, W. Flehming 1970).

In the center of the channel, in its lower part, horizontally laminated olive dark clays occur in layer ca. 30 cm thick. Hydromica, smectite and organic matter composed these clays. The 3 pollen analyses revealed that the clays are of Tertiary age, but not older than Middle Miocene. The composition, appearance and pollen assemblage is similar to that of the Poznań Formation (cf. J. Głazek et al. 1971).

Diving beetles (Dytiscidae) were found in the brown compact silica. The beetles have been washed by water into the cave, where they were deposited near its bottom and covered by silica gel. Probably, they were already dead specimens and partly damaged during the transport. The following genera were found: Acilius (Leach), Hydroporus Clairv. Canthydrus Sharp and Hydaticus Leach: extant species H. laevipennis Thoms. and another indetermined yet (K. Galewski, J. Głazek 1973).

The beetles had lived in the surface water-bodies near the cave during the deposition of silica gel. The silica deposits are younger than the younger vertebrate fauna (Przeworno 2), because clays containing the vertebrate remains are slightly cemented by silica. On the other hand, they are older than the clays filling the cave and containing Upper Miocene or Pliocene plant detritus and pollen assemblage. The paleogeographic situation suggests that the silica was deposited under the erosional regime before the sedimentation of the



Poznań Formation in the neighbouring area. The deposition of silica in the cave and fissures took place above the ground water table in marbles, because the silica-bearing solution was flowing down into the cave. Such situation resembles the conditions in which the Przeworno 2 vertebrate fauna was accumulated. Thus this process occurred probably not much later than formation of this locality. These premises suggest that the age of fossil beetles may be determined as Upper Miocene (K. Galewski, J. Głazek 1963).

For the explanation of the origin of the site, the following model may be adopted. The amorphous silica precipitates from a highly supersaturated solution with respect to the amorphous silica (i.e. considerably higher than c. 120 ppm - cf. R. Siever 1962; H. Harder, W. Flehming 1970). Such a great content of dissolved silica in natural surface waters was stated only in alkaline hot springs water (e.g. D.E. White 1957). In the alkaline hot spring areas the siliceous sinter deposits, composed of entirely opaline silica are most common (E.T. Allen 1934, T.W.F. Barth 1950). These deposits are usually finely laminated and being frequently moistened with spring water they remain dense and glassy (E.T. Allen 1934). Such a situation may occur at Przeworno. Relatively high contents of lithium (c. 100 ppm), titanium (c. 10 ppm), and zirconium (c. 3 ppm) were stated, and confirmed hypothesis of the silica provenience from volcanic hot spring water (K. Galewski, J. Głazek 1973; cf. also T.W.F. Barth 1950; D.E. White 1957). In the discussed site the hot spring water was probably flowing through a marshy or bog area inhabited by the Dytiscidae, and could have mixed with peat water. The peat water drastically reduced solubility of silica (according to R. Siever, 1962, the silica solubility in the peat water reaches 14-23 ppm only) and caused the rapid silica precipitation. However, the deposition of silica sinter has been slower than the flow velocity of the water before its sinking and the "response time" was not reached by solution until it sunk into karst holes and fissures (K. Galewski, J. Głazek 1973).

## **PALEOGEOGRAPHIC CONSEQUENCES**

Three new stratigraphic mark-points obtained, significantly modified certain suggestions concerning the paleogeography of a vast area and are an important supplement to the data on the development of karst

processes in Poland during the Tertiary (cf. J. Głazek et al. 1972).

Distribution, facial pattern and thickness of the Upper Cretaceous rocks from the Sudetes and their foreland confirm that they were deposited also within the area of Przeworno. These deposits were eroded as a result of uplift movements, which began in the Coniacian and continued probably until the Oligocene (cf. J. Głazek et al. 1971).

In the Oligocene, uplift movements and erosion ceased in the Sudetes foreland, and caused in NW part of it sedimentation of the first brown-coal cycle which ended with Upper Oligocene measure (cf. J. Oberc, S. Dyjor 1969). Although uplift movements have ceased, the region of Przeworno, situated further to SE, was probably still subjected to denudation. However, with smaller morphological gradients, the chemical weathering presumably dominated and regolith formation begun.

The second cycle of brown-coal sedimentation was preceded by small reactivation of uplift movements and erosion (J. Oberc, S. Dyjor 1969). Deposition of that cycle corresponds to the locality Przeworno 1 in age and environment (cf. J. Głazek et al. 1971). The swampy environment extended far outside of contemporaneous brown-coal basin. During that time the area of Przeworno represented a very gentle elevation, generally covered by products of chemical weathering. Under humid subtropical conditions a small marble lense forms distinct elevation, in which an underground flow of surface waters have been originated. These waters were still aggressive to calcium carbonate and deposited the bone-bearing clays.

Later on, uplift movements took place which caused acceleration of erosion. The climate changed into more arid one. New conditions are recorded by the locality Przeworno 2. This infilling was formed above ground water table in the open fissure slightly widened by karstification. This locality corresponds to formation of huge sequence of detrital deposits of the third cycle of brown-coal sedimentation assigned to the Middle Miocene (cf. J. Oberc, S. Dyjor 1969; J. Głazek et al. 1971). Probably this fissure and their infilling are the result of uplift and differentiation of pre-Upper Miocene watershed, which separated basin of the Carpathian foredeep from the brown-coal basin during the Lower Tortonian (Badenian) time.

Slightly later the hot spring activity caused the deposition of siliceous flowstone in the area here considered and the locality



Przeworno 3 was formed. The siliceous flowstone deposits at Przeworno corresponds to formation of "quartzites" - sandstones strongly cemented with silica - which occur as lenses within brown-coal deposits (J. Oberc, S. Dyjor 1969, 1971). The hot spring activity in the Przeworno area coincides with that stated in the northern part of the Fore-Sudetic Block (J. Oberc, S. Dyjor 1971). The hot spring occurrence coincided with fault activity, broad hydrothermal kaolinization and rock crystal formation in the neighbouring areas (J. Oberc, S. Dyjor 1969; K. Galewski, J. Głazek 1973).

Afterwards, subsidence took place, resulting in the formation of clayey-sandy deposits known as the Poznań Formation, even in the area at pre-Upper Miocene watershed (J. Oberc, S. Dyjor 1969).

Further paleogeographic development, during the Quaternary is out of scope of this paper. But it is evident, that Recent morphology in the vicinity of Przeworno as well as the wide area of the Sudetic Foreland is the result of a long paleogeographic evolution, continuing since Uppermost Cretaceous; it is also evident that forms as old as Lower Miocene participated in recent morphology as well as it may be suggested that the Paleogene forms were preserved only under the brown-coal formation.

## RÉSUMÉ

Dans les marbres protérozoïques on a constaté de nombreuses formes karstiques. Dans les argiles kaoliniques à illite remplissant une galerie karstique horizontale on a trouvé une faune de vertébrés d'âge Miocène inférieur, démontrant les conditions d'une forêt marécageuse subtropicale (poste de Przeworno 1). Dans la fissure remplie d'argile à illite faiblement cimentées par la silice on a constaté une association de vertébrés du Vindobonien tardif, ce qui témoignerait d'un climat steppo-forestier (poste de Przeworno 2). Dans la grotte il y a des formes siliceuses de suintement renfermant des débris d'hydrocanthares (Dytiscidae) parfaitement conservés, recouvertes d'argiles montmorillonitiques avec des débris de flore et des pollens probablement d'âge Miocène supérieur - Pliocène.

On suppose que les formes siliceuses de suintement se sont constituées par suite de l'infiltration des eaux provenant des sources chaudes volcaniques coulant à travers la forêt marécageuse.



## REFERENCES

- ALLEN E.T. (1934): Amer. J. Sc. (5), 28, 167:373-389.
- BARTH T.F.W. (1950): Volcanic geology, hot springs and geysers of Iceland. - Carnegie Inst. Publ., 587: 174. Washington.
- GALEWSKI K., GŁAZEK J. (1973): Acta Geol. Polon., 23, 3:445-000.
- GŁAZEK J., DABROWSKI T., GRADZIŃSKI R. (1972): Karst of Poland. In: HERAK M., STRINGFIELD V.T. (ed.): Karst - Important karst regions of the Northern Hemisphere, 327-340. Elsevier, Amsterdam.
- GŁAZEK J., OBERC J., SULIMSKI A. (1971): Acta Geol. Polon., 21, 3:473-516.
- HARDER H., FLEHMING W. (1970): Geochim. Cosmochim. Acta, 34, 3:295-305.
- KOWALSKI K., ZAPFE H. (1974): Acta Zool. Cracoviensia, 00, 0, 0-0.
- OBERC J. (1966): Studia Geol. Polon., 20: 187.
- OBERC J., DYJOR S. (1969): Biul. Inst. Geol., 236: 41-142.
- OBERC J., DYJOR S. (1971): Przegląd Geol., 19, 12:531-538.
- SIEVER R. (1962): J. Geol., 70, 2:127-150.
- WHITE D.E. (1957): Bull. Geol. Soc. America, 68, 12:1637-1658.

Ab 013

## ON THE STRATIGRAPHIC POSITION OF WEŻE I LOCALITY (MIDDLE POLAND)

**J. Głazek**

Institute of Geology, Warsaw University,  
Warsaw, Poland

**A. Sulimski**

Institute of Paleozoology, Polish Acad. Sci.,  
Warsaw, Poland

**T. Wysocki-Minkowicz**

Institute of Geological Sc. Polish Acad. Sci.,  
Warsaw, Poland

### INTRODUCTION

The famous locality Węże I was discovered and geologically described by J. Samsonowicz (1934). At that time the whole bonebearing material was excavated and deposited in the Museum of Earth in Warsaw. After the damage of collection, during the Second World War the paleontological elaboration was begun by J. Stach (1951). Due to destruction of labels and marks on samples the paleontologists could not localize the described remains in the detail sections published by J. Samsonowicz (1934, figs. 25-26). Indirect localisation of samples in the profiles on the lithological premises was also unsatisfactory because of repetition in profile of similar layers (cf. fig. 1).

A rich vertebrate fauna was found there (about 90 species, among which over 30 were ones). Almost 30 papers have been published so far and other paleontological researches are still in progress. A great variability of vertebrate "assemblage" is a characteristic feature of this site. Small mammals dominate there (Insectivora, Chiroptera, Rodentia), beside that also some individuals of larger mammals were found: bears, deers, rhinoceros (cf. A. Sulimski 1959, 1964, K. Kowalski 1964). Also reptiles and amphibians are known from the Węże I. Nearly complete list of Węże I fauna has been published by K. Kowalski (1964, p. 77-79).

The age of this site was mainly given as uppermost Pliocene (Upper Astian) K. Kowalski (1962, 1964). But geologists have pointed out a long lasting sedimentation of bonebearing deposits in alternating climatic conditions (J. Samsonowicz 1934, p. 161-162, S.Z. Różycki 1967, p. 73, 1972, p. 76-77). The Paleontological investigation by A. Sulimski (1964, p. 152) established a combined character of this fauna. A part of it contained distinctly older forms, related

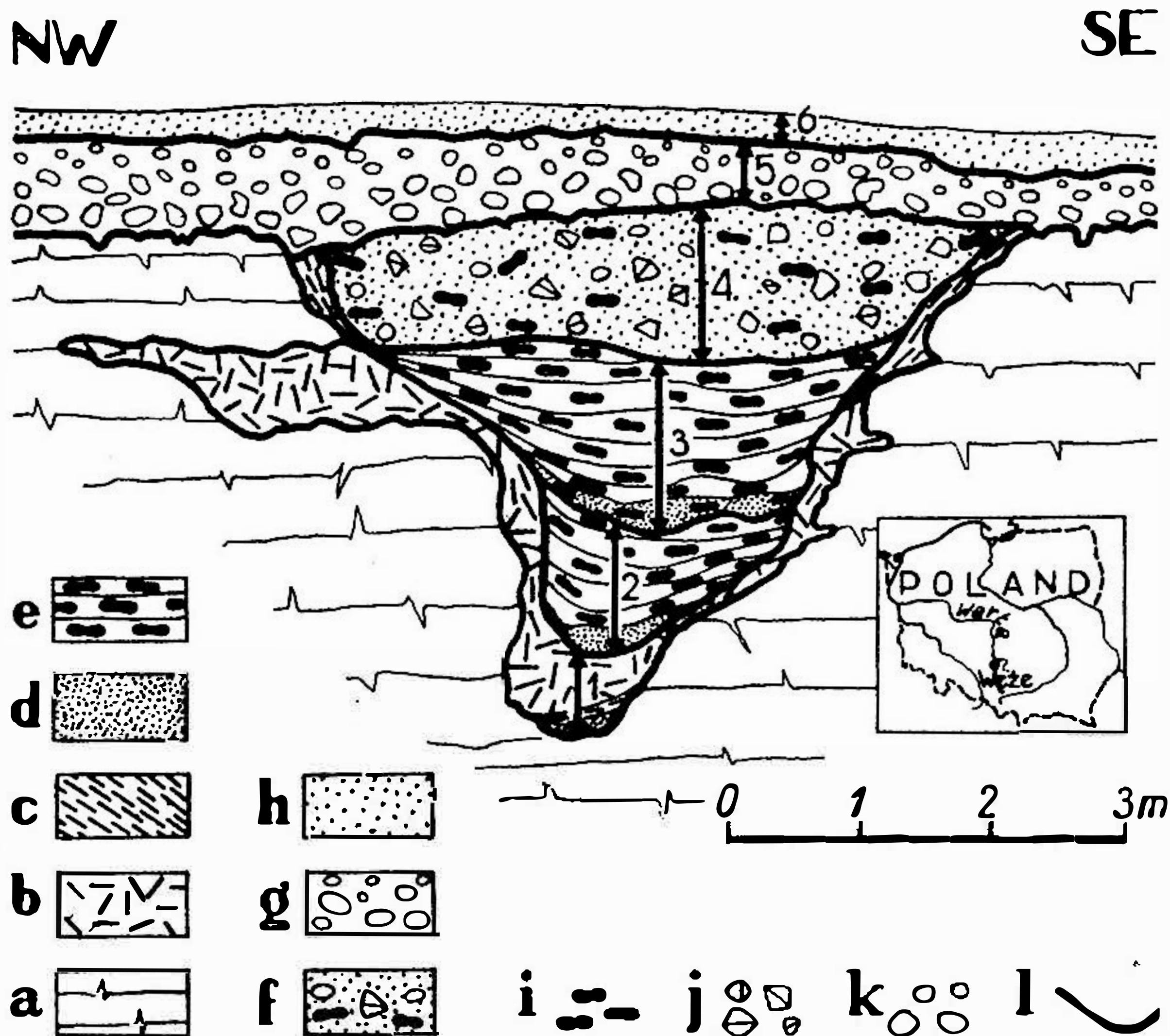


Fig. 1. Cross-section of locality Węże 1 (modified after J. Samsonowicz, 1934). a - Oxfordian limestones, b - light flowstone calcite, c - laminated flowstone, d - red residual clay, e - gray bonebearing flowstone, f - bricky bone breccia, g - periglacial cover of rock debris, h - sandy soil, i - bones, j - block of gray bonebearing flowstone, k - block of oxfordian limestones. l - erosional boundaries of sedimentary cycles. Inset shows the position of the locality within the Poland's territory.

to the fauna of early Pliocene and another part - younger ones with close resemble faunas of late Pliocene and early Pleistocene. Nevertheless, due to far known K. Kowalski's (1962, 1964) publications, Węże 1 fauna is treated in stratigraphic discussions as a "biostratigraphic niveau" (e.g. Tobien 1970).

The aim of this paper is to present the best possible stratigraphic interpretation of the Węże 1 locality.

The position of the discussed locality within the territory of Poland was also not clear, for instance in E. Thenius's (1959, fig.3) handbook it was mistakenly marked on the Vistula river. Inset in Fig. 1 shows the position of Węże 1 locality really laying on the Warta river.



## GEOLOGICAL SETTING

The locality Węże 1 is situated near the top of the Zelce hill built up of the Upper Oxfordian limestones. This hill emerges from below Pleistocene cover and is elevated ca. 40 m over surrounding Pleistocene deposits. The discussed site have the character of a karst vertical shaft jointed in the bottom with horizontal cave. This cave and shaft were filled with cave deposits, mainly flowstone calcite. In the detail section (fig. 1) and description given by J. Samsonowicz (1934) is possible to differentiate 6 sedimentary (cycles).

1. In the bottom the oldest cycle consists of red residual clay covered with pinkish flowstone. These deposits fill the bottom of the cave and are covered by thick layer of light flowstone calcite infilling nearly whole cave before exploitation of calcite.

2. Over a corosional surface of the mentioned layer, the next cycle of red residual sandy clay begun. The higher part of this cycle consists of light gray, wavy layered bonebearing calcite. This layer gradually passes into red sandy clay in the bottom, but in the top it is eroded. With this cycle may be connected the laminated flowstone covering upper part of shaft walls.

3. Over an erosional surface of the preceding cycles a next thin red sandy clay was found. This clay contains small bones and ferruginous concretions called "bohnerze". Over the clay probably with gradual passing thick gray bone breccia was found. This rock is laminated in top whereas lamination in the main part of layer is undistinct.

4. On sharp erosional break rests the bricky bone breccia with subangular debris of surrounding limestones and older calcite deposits. The matrix is sandy-clayey. Probably in this layer also little stalactites and cave pearls occur, which were recently found in heap near the shaft.

5. These older cave deposits as well as the surrounding limestones are overlain by a layer of periglacial cover. It consists of rock debris cemented with yellow sandy loam.

6. Surface layer is sandy soil.

It seems that the cycles 1-4 were deposited in cave condition. In 3 older cycle a sequence of clay passing upward in to calcite flowstone is evident. Each clay layer overlain erosional surface of underlying carbonate rock. The deposition of clay layer most probably under humid conditions took place, whereas calcite layers mark more

arid periods. Gradual transitions from the caly layer upward to the calcite one mark the increasing aridity of climate. The sharp break among calcite layer upward to clay layer suggested that no deposition took place during the increasing humidity of climate. It is probable also that during an increasing humidity phase, the corrosion of older cycle took place. Thus preserved deposits represent only less than a half of the time span registered in them.

The 4 cycle is represented only by one layer of intermittent character with comparison of 3 older cycle. It may be caused by an intermittent climatic conditions in which strong erosion took place (rock and calcite debris).

### ECOLOGICAL REMARKS

The fauna from Węże 1 points to different, controversial environments. Humid environment mark Stenofiber, herpetofauna, Desmana, Zelceina and others. Forest environment is familiar to deers, Ursus wenzensis, Arctomeles plioceanicus, Nyctereutes sinensis, Agriotherium intermedium. Whereas more arid steppe environment mark Hypolagus, Cricetidae and Microtidae. Xserophilous lizards are the opposite extremeness.

Explanation of such differentiated, from ecological point of view, fauna by some unusual paleogeographic situation is improbable, although such interpretation was most common in older publications.

The most simple and coinciding with geological data is explanation taking into account successive changes of environment during sedimentation of lithologically different layers. Thus the whole Węże 1 fauna can not be treated as a definite tanatocenose corresponded to definite biocenose, but as a sum of 4 such tanatocenoses. Probably an assemblage of forest and humid environment corresponds to red clays, whereas an assemblages of steppe and xerophilous species correspond to more arid periods and calcite layers.

In such interpretation it is quiet evident that so many sympatric species do occur at Węże 1 fauna (cf. K. Kowalski 1964, p.81).

## BIOSTRATIGRAPHICAL REMARKS

Unconsistent age of Węże 1 fauna is evident from studies by A. Sulimski (1959, 1964). An older character of the Węże 1 fauna is pointed by such species as, e.g. Desmana pontica Schreuder, Hystrix primigenia (Wagner), Parapodemus schaubi Papp and others. A young character is pointed by such species. Talpa minor Freudenburg, T. fossilis Petenyi etc. If the older species are known from late Miocene and early Pliocene and early Pliocene localities of Europe (e.g. Pikerimi, Polgardi, La Grive Saint Alban etc.), whereas the younger forms are known from Pleistocene faunas. New species, described from Węże 1 locality are specially in this consideration omitted.

## AGE DETERMINATION

For the age determination of the bones a complex method F-Cl-P-Coll. elaborated by T. Wysoczański-Minkowicz (1969) was used. The samples for this determination were casual four bones taken from uninteresting paleontologically materials.

Versus unsatisfactory results of fluorine-apatite method, a new coefficient was proposed in the following empiric formula:

$$W/FC1P/ = \frac{\%F \times \%Cl}{(\%P_{205})^2} \times 10^5$$

During long lasting investigations numerous values of this coefficient were obtained for samples taken from the Upper Miocene up to Recent in Bone-dating Laboratory (directed by Dr T. Wysoczański-Minkowicz) of the Polish Academy of Sciences. These values for the karst localities were plotted on diagram and as a result gave the consequent curve illustrating consequent increase of this coefficient with increasing age of the samples. This curve was correlated with the radiometric data (cf. S.Z. Różycki, T. Wysoczański 1969). The age given in column 3 of table 1. In this table the initial chemical results and stratigraphic correlation are given also (basing on H. Tobien, 1970, and T. van der Hammen, T.A. Wijmstra, W.H. Zagwijn, 1971). Beside these data the collagen loss and its climatic interpretation (cf. T. Wyso-



T a b. 1

Dating of the bones from the Locality Węże 1  
(after T.Wysoczański-Minkowicz, unpublished)

Sample	F %	Cl %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	W <sub>FClP</sub>	Coll. coef.	Stratigraphy		
						Floristic (faunistic) "stage" relative climatic fase	FCl/P data m.y.	Epoch
1	2	3	4	5	6	7	8	9
LDK-05P	0.99	0.036	28.00	4.60	7.90	Cromerian (Biharian) Warm	0.96-0.80	Pleis- tocene
LDK-03P	1.46	0.039	30.00	6.33	-	Reuverian A (Lower Villafranchian) cool.	3.3 -4.0	Pliocene
LDK-02P	1.40	0.034	27.20	6.44	8.81			
LDK-01P	1.58	0.036	28.32	7.25	10.49	Brunssumian A (Ruscinian) Warm	5.4 -6.1	

czański-Minkowicz 1969, S.Z. Różycki, T. Wysoczański 1969) are given in that table.

The relation of weight of mineral components of bones versus loss of weight in temperature  $790 \pm 10$  °C was determined as "collagene loss coefficient". This coefficient is closely dependent on climatic conditions. For bones of colder periods (Holocene and Pleistocene) these values range from about 2.0 to about 4.5. On the contrary, the bones coming from the warmer periods of these epochs, have shown higher values from about 4.5 to 10.0. In older epochs (Pliocene and Upper Miocene) this indicator is always higher than 8 and varies from c. 8.5 in colder phases to c. 16 in the warmest phases. On the basis of this dependence it is clearly visible (tab. 1, column 6) that bones taken at random from the Węże 1, point to different climatic phases, as well as to different ages.

## CONCLUSIONS

The geological, paleontological and geochronological data obtained in the study of Węże 1 material point to three sequences of deposits containing bone material. These sequences correspond to late Lower Pliocene (Brunssumian A - Ruscinian) c. 5.5-6.0 millions of year old, to Upper Pliocene Reuverian A - Lower Villafrancian) c. 3.3-4.0 m.y., and the uppermost bonebearing layer to Middle Pliocene (Cromerian (biharian) c. 0.8-1.0 m.y. Thus this site cannot be treated as definite "bio-stratigraphic niveau".

## RÉSUMÉ

Le poste de Węże 1 célèbre grâce à la richesse de faune de vertèbres que l'on y trouve (plus de 90 espèces de vertébrés, dont plus de 30 espèces nouvelles) était jusqu'à présent considéré en tant qu'association de faune du Pliocène supérieur. L'analyse des données géologiques et de la composition de la faune ainsi de la datation des os au moyen de la méthode de F-Cl-P-Coll. ont démontré que cette faune provient des trois périodes différentes, c'est à dire du Pliocène inférieur, du Pliocène supérieur et du Pleistocène moyen. Il en résulte que le poste étudié ne peut pas être considéré comme une association de faune d'âge déterminé et que l'on ne peut pas en servir en tant que stratotype.

## REFERENCES

- HAMMEN, T. van der, WIJMSTRA, T.A. and ZAGVIJN, W.H., 1971: The floral record of the Late Cenozoic of Europe. In: TUREKIAN K. K. (ed.): Late Cenozoic glacial ages, 391-424. Yale Univ. Press, New Haven and London.
- KOWALSKI, K., 1962: Coll. Intern. Centre Natl. Rech. Sci., 104: 409-416. Paris.
- 1964: Acta Theriologica, 8: 73-88. Białyowieża.

- RÓŻYCKI, S.Z., 1967: Plejstocen Polski Środkowej (The Pleistocene of Middle Poland).  
Państw. Wydawn. Naukowe. Warszawa, I ed., 251 p.
- 1972: Plejstocen Polski Środkowej. Państw. Wydawn. Naukowe. Warszawa. II ed, 315 p.
- RÓŻYCKI, S.Z., WYSOCZAŃSKI, T., 1969: VIII Congrès INQUA, Paris 1969, 2: 937-940.
- SAMSONOWICZ, J., 1934: Zabytki Przyr. Nieoż. Ziem Rzeczyposp. Polsk. (Monum. Nat.  
Inanimée R.P., 3: 151-162. Warszawa.
- STACH, J., 1951: Acta Geol. Polon., 2: 129-157. Warszawa.
- SULIMSKI, A., 1959: Acta Palaeont. Polon., 4: 119-179. Warszawa.
- 1964: Acta Palaeont. Polon., 9: 149-261. Warszawa.
- THENIUS, E., 1959: Wirbeltierfaunen. In: PAPP A., THENIUS E.: Tertiär, Handbuch der  
stratigraphischen Geologie (LOTZE F., ed.), 3, 2: 328. Enke. Stuttgart.
- TOBIEN, H., 1970: Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecology, 8: 77-93. Amsterdam.
- WYSOCZAŃSKI-MINKOWICZ, T., 1969: Studia Geol. Polon., 28: 1-76. Warszawa.



Ab 014

## BEITRAG ZUR PROBLEMATIK DER VERWITTERUNG UND BODENBILDUNG AUF DEN KALKSTEINEN

B. Hruška

Hochschule für Agrar- u. Forstwissenschaften,  
Brno - ČSSR

Das vorliegende Referat befasst sich mit eingehendem Studium der Geochemie von Verwitterungsprozessen auf den Kalksteinen des Landgebiets der ČSSR. Es wurde namentlich die Bildung der Verwitterungsdecke und ihre Grundeigenschaften, der Gesamtchemismus samt der Profilverteilung von Hauptkomponenten, die Verwitterungskoeffizienten und Löslichkeit der Hauptkomponenten studiert; berechnet wurden wichtige Molekularverhältnisse in allen Horizonten der Verwitterungsdecke und nach ihnen wurde dann die Klassifikation der Verwitterungen durchgeführt.

Die Verwitterung der Kalksteine weist einen spezifischen Charakter auf und verläuft ganz anders als bei den Silikatgesteinen. Die Kalksteine verwittern hauptsächlich chemisch - durch die Auflösung - und die Verwitterung sowie Bodenbildung verlaufen in Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung der Kalksteine, namentlich dann von Menge und Art der karbonatlosen Beimischungen, die in den Kalksteinen enthalten sind und die nach der Auflösung und Abtrag von  $\text{CaCO}_3$  die Hauptquelle für Bildung der Verwitterungsdecke darstellen.

Je mehr Beimischungen die Kalksteine enthalten, desto tiefgründiger kann auch der Boden sein; nach der Natur der Beimischungen entstehen dann Böden einer unterschiedlichen Körnigkeitszusammensetzung. Deshalb entwickeln sich die Böden auf den Kalksteinen nur sehr langsam, so dass für die Entstehung einer geringmächtigen Schicht der Verwitterung eine sehr lange Zeitdauer nötig ist.

Mit zunehmendem  $\text{CO}_2$ -Gehalt nimmt auch die Löslichkeit der Kalksteine zu; der  $\text{CO}_2$ -Gehalt im Wasser steigt mit dem zunehmenden Druck in der Atmosphäre oberhalb des Wassers und sinkt mit zunehmender Wassertemperatur. Der Humusgehalt und die Humusqualität im Boden, sowie die mikrobielle Tätigkeit beeinflussen den  $\text{CO}_2$ -Gehalt im Boden und im atmosphärischen Sickerwasser. Die Auflösung der Kalksteine und Freisetzung der karbonatlosen Beimischung verläuft deshalb desto schneller, je höher im bestimmten Gebiet die Menge atmosphärischer Nieder-

schläge und je niedriger die Bodentemperatur ist und je höher die  $\text{CO}_2$ -Produktion während der Periode der Hauptniederschläge ist; die Silikatverwitterung verläuft dagegen mit abnehmender Temperatur langsamer, da sich die Dissoziation des Wassers und seine hydrolytische Wirkung mit abnehmender Temperatur vermindert. Die Dolomite und dolomitische Kalksteine sind schwerer löslich als die Kalksteine;  $\text{MgCO}_3$  löst sich vom Gestein langsamer als  $\text{CaCO}_3$  auf und es verläuft deshalb auf diesen Kalksteinen der Verlust an Karbonat langsamer als auf den Kalksteinen.

Die Geschwindigkeit der  $\text{CaCO}_3$  - Auflösung und der Verlust an Karbonaten ist auch vom dispersen Zustand der Verwitterungen abhängig. In den feinsten Fraktionen ist der Karbonatgehalt am niedrigsten, die Feinerde kann bis in grössere Tiefe entkalkt werden und in den oberen Horizonten auch mässig sauer sein, und zwar auch beim beträchtlichen Gehalt an grobem Kalksteinsplitt im Profil. Da das versickernde Wasser die Karbonate gleich in den oberen Horizonten auflöst (und somit wird  $\text{CO}_2$  gebunden), sind diese Horizonte am ehesten entkalkt. Das Kalziumkarbonat, das im Wasser gelöst ist, kann sich wieder ausscheiden in Form des Kalkschluffes, der sog. Pseudomyzelien u.ä., und zwar entweder mehr oder weniger gleichmässig im ganzen Profil oder konzentriert in Form eines angereicherten Karbonathorizonts (vergl. Gračanin 1942, Monterlot 1947 et al.).

Sehr homogene und chemisch reine Kalksteine verwittern fasst nur durch Auflösung der Karbonate. Ist der Kalkstein unhomogen, zerfällt er unter dem Einfluss der physikalischen sowie chemischen Verwitterung, da zuerst die weniger widerstandsfähigen Partien aufgelöst werden, die die widerstandsfähigeren Teilchen verkitten.

Einen sehr wirkungsvollen Faktor bei der Verwitterung von Kalksteinen stellen die Pflanzenwurzeln dar. Bei weichen Karbonatgesteinen, z.B. Mergelkalken, Mergeln u.ä. können den Gesteinzerfall auch die Bodentiere verursachen; ihre Tätigkeit kann wieder die Entkalkung der oberen Schichten wirken, da sie vom Unterboden das  $\text{CaCO}_3$  reiche Material hinauftragen.

Die Änderung der karbonatlosen Beimischungen in den Kalksteinen bei der Verwitterung und nach der Verwitterung hängt von deren Art, Aufbau, Grösse und exogenen Bedingungen ab. Sind diese Minerale unter gegebenen Bedingungen (namentlich atmosphärischen Verhältnissen und alkalischer Reaktion des Bodens) beständig, häufen sie sich in der Verwitterung ohne grössere Änderungen an (z.B. Quarzsand, Ton u.ä.). Sind jedoch aus den oberen Horizonten das Gesamt- $\text{CaCO}_3$  sowie andere



Basen ausgewaschen und tritt die Versäuerung dieser Profile nicht ein, kommt es zur Zersetzung dieser Minerale. Die Minerale, die unter gegebenen Bedingungen nicht beständig sind, beginnen gleich mit der Zersetzung, sobald sie freigesetzt sind; das betrifft namentlich primäre Silikate. Die Tonteilchen, die durch die Verwitterung gebildet oder freigesetzt werden, werden durch die Basen koaguliert und sind damit gegen Verlagerung geschützt. Die Kieselsäure ist dagegen im basischen Milieu hoch dispers und kann ausgewaschen werden; sie kann ebenfalls als Schutzkolloid für die Sesquiosyde wirken, so dass es auch zu deren Verlagerung kommen kann.

Wie bei allen Gesteinen ist selbstverständlich auch bei den Kalksteinen die Verwitterung sowie Bodenbildung durch Terrainrelief beeinflusst. Im hügelligen Gelände ist sie einerseits durch Abtragung, andererseits durch delluviale sowie kolluviale Ablagerungen gestört, so dass manchmal sehr komplizierte Profile entstehen. Auch die Lössdecken, die namentlich im Hügellandgebiet häufig sind oder die Lössbeimischungen im Profil komplizieren die Genese sowie Stratigraphie der Ablagerungen auf den Kalksteinen.

Mit Genese der Rendzinen und Verwitterung der Kalksteine im Gebiet der mitteldeutschen Berg- und Hügellandschaften beschäftigten sich in der letzten Zeit F. Scheffer, E. Welte und B. Meyer (1962); in deren Arbeit ist die Bodenentwicklung auf den Kalksteinen von Niedersachsen in folgende Entwicklungsreihe eingereiht:

0. Kalksteinrohboden, Stadien, die Ende Pleistozän bzw. Anfang Holozän verlaufen sind:
1. Protorendzina
2. mullartige Rendzina
3. Mullrendzina
4. Lehmrendzina (Ton- Mullrendzina)
5. braunerdeartige Rendzina
6. rendzinaartige Braunerde
7. wenig mächtige Kalkstein-Braunerde
8. mächtige Kalkstein-Braunerde
9. Pseudogley-Braunerde

Nach diesen Verfassern liegt die Entwicklung der Verwitterungen und Böden in einer kontinuierlichen Auflösung des Kalksteins und in der damit verbundenem oberflächlichen Akkumulation des Bodens, der hauptsächlich von tonhaltigen karbonatlosen Rückständen nach der Kalksteinauflösung gebildet wird. Diese Bodendecke ist anfangs geringmächtig reich an Kalksteinskelett sowie Humus und weist ein typisches



Aggregatgefüge auf. Mit zunehmender Mächtigkeit der Decke tritt dann die Entkalkung, Verminderung des Humusgehaltes und Zerstörung des Gefüges ein. Die Entwicklung des Bodens verzögert sich, sobald die Tonschicht, die zu dicht und undurchlässig wird, das Sickerwasser nicht durchlässt, das den Kalkstein auflösen würde. Eine Voraussetzung dafür ist, dass sich der Auflösungsprozess in einer mehr oder weniger sinkenden und zur Oberfläche parallelen Entkalkungsfläche verwirklicht, wobei sich auf der Oberfläche annähernd der ganze Auflösungsrückstand anhäuft, der während dieser Auflösung freigesetzt wird. Die Karstgebiete ermöglichen im Gegenteil die Entstehung der differenzierten zylindrischen Auflösungen und wesentliche Anteile des freigesetzten Rückstandes nach der Auflösung können sich in tiefer gelegene Hohlräume verlagern, so dass hier irgendwelche präzisere Bewertung der Verwitterung ausgeschlossen ist. Abschliessend ziehen die angeführten Verfasser Schlüsse, dass auf den meisten studierten Kalksteinen Niedersachsens die Bodenbildung in der heutigen Zeit das "Rendzina" - Stadium überschritten hat und dass sich die meisten Böden dem Braunerde-Stadium nähern. Nur auf einigen hochprozentigen Kalksteinen (mit karbonatloser Beimischung weniger als 6 %) befindet sich (als Folge einer geringen Verwitterungsintensität) auch in der heutigen Zeit Rendzina als eine beständige und langdauernde Entwicklungsphase.

Die Geschwindigkeit der Akkumulation von karbonatlosen Rückständen wird durch den periglazialen Zerfall, Gehalt an karbonatlosen Rückständen im Kalkgestein und durch die spezifische Auflösungsfähigkeit bestimmt. Jede von diesen Grössen kann unterschiedlich und unabhängig von beiden anderen einwirken und somit die Geschwindigkeit der Verwitterung sowie der Bodenentwicklung bestimmen.

Zwischen dem Chemismus des Muttergesteins und dem Chemismus der Verwitterungsdecke besteht immer ein grosser Unterschied. Durch die Verwitterungsprozesse kommt es zu einer grossen Anhäufung der tonbildenden Komponenten Si, Al und Fe, die im Muttergestein nur wenig vertreten sind und zum raschen Verlust der Hauptkomponente von Kalksteinen, d.i. von  $\text{CaCO}_3$ . Zur Anhäufung kommt es auch bei allen übrigen Komponenten, wenn auch nicht in solchen grossen Masse.

Trotz den grossen Unterschiedlichkeit der Kalksteine von den Silikatgesteinen, die auch in einer grossen Unterschiedlichkeit der Molekularverhältnisse in den Kalksteinen von den Molekularverhältnissen in einem theoretischen Clarkgestein zum Ausdruck kommt, unterscheiden sich die Molekularverhältnisse der Verwitterungen auf den Kalksteinen von den Molekularverhältnissen der Verwitterung eines theoretischen

Clarkgesteins ziemlich wenig. Da sich die ursprüngliche Verwitterungsdecke des Bodens hauptsächlich durch Verwitterung der Silikatbeimischungen bildet, kommt es hinsichtlich des Chemismus zur Entstehung ähnlicher Verwitterungen wie auf den Silikatgesteinen. Das Kalksteingestein wird derart in der Geochemie der Verwitterungsprozesse zu einer Seltenheit, seine Verwitterungen unterscheiden sich durch eine Mehrheit ihrer Eigenschaften von den Eigenschaften des Muttergesteins. Es wird somit der Grundsatz bestätigt, dass der Einfluss des Klimas auf die Verwitterung stärker als der Einfluss des Muttergesteins ist, den  $\text{CaCO}_3$ -Verlust soll man auf rezente klimatische Verhältnisse zurückführen; die auf den Kalksteinen z.B. im tropischen Klima entstehenden Verwitterungen unterscheiden sich durch ihren Chemismus sowie ihre Molekularverhältnisse ausgeprägt von den Verwitterungen eines theoretischen Clarkgesteins.

Nach dem Verlauf der Verwitterung und dem Chemismus der Verwitterungen gehören die studierten Verwitterungen auf den Kalksteinen zu einem residualen Verwitterungsmantel und die Bildung der Verwitterungen verlief bisher in zwei Hauptetappen, in einer Etappe der klastischen Verwitterung und in einer Etappe der sialitischen Verwitterung. In dem geologisch bunten Landgebiet der ČSSR wird die Bildung der Verwitterungen und Böden auf den Kalksteinen auch durch Terrainrelief (Abtragung delluvialer Anschwemmungen u.ä.), Lössdecken oder Lössbeimischung im Profil beeinflusst, so dass manchmal genetisch sowie stratigraphisch sehr komplizierte Profile entstehen.

## LITERATUR

- ANTIPOV KARATAJEV, I.N. - CJURUPA, I.G.: Issledovanija v oblasti genezisa počv. AN SSSR, Moskva, 1963.
- BACH ROMAN: Die Standorte jurassischer Buchenwaldgesellschaften mit besonderer Berücksichtigung der Böden (Humuskarbonatböden und Rendzinen). Ber. d. Schweiz. Bot. Gesellschaft, Zürich, 1950.
- BLANCK, R.: Die Verwitterungslehre. Handbuch der Bodenlehre, II., Berlin, 1929.
- BÜDEL, J.: Eiszeitliche und rezente Verwitterung und Abtragung im ehemals nicht vereisten Teil Europas. Pet. Mitt., Erg. H. 229, 1937.



- CORRENS, D.W.: Experiments on the decomposition of silicates and discussion of chemical weathering. Clay and Clay minerals, Oxford-London-New York-Paris, Pergamon Press, 1963.
- HARPER, W.G.: Morphology and genesis of calcisols. Pros. Soil Sci. Soc. America, 21, 1957.
- HARRASOWITZ, H.: Studien über mittel- und südeuropäische Verwitterung. Geologische Rundschau, 17a, 1926.
- HOPPE, W.: Untersuchung über Verwitterung und Bodenbildung des Muschelkalkes der Umgebung von Jena. Chemie der Erde, 5, 1960.
- HOUŠA, V.: Výplně rozsedlin ve štramberském vápenci. Čas. pro min. a geol., Praha, 10/1965, č. 4.
- KELLER, W.D.: The Principles of Chemical Weathering. Lucal Brothers Publishers, Columbia, Missouri, 1957.
- McKENZIE, R.M.: Trace elements in some South Australian terra rossa and rendzina soils. Aust. J. agric. Res., 10 (C.S.I.R.C., Adelaide), 1959.
- KHAN, D.H.: Clay Mineral Distribution in Some Rendzinas, Red-Brown Soils, and Terra Rossas on Limestones of Different Geological Ages. Soil Science, vol. 90, 1960, Number 5.
- KLINGE, H., PUFFE, D., SCHEFFER, F., WELTE, E.: Die Rendzinen der mitteldeutschen Berg- und Hügellandschaften. Zeitschrift f. Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde, 1962, 96 Band.
- KUBIENA, W.: Entwicklungslehre des Bodens, Wien, 1948.
- KUŽVART, M.: Problémy zvětrávání hornin. Věstník ÚÚG, roč. XV, 1965, č. 1.
- LEE, K.: Beobachtungen an Verwitterungsböden auf Kalksteinen, ein Beitrag zur Frage der Rendzinaböden. Int. Mitt. f. Bodenkunde, 1921, 14.
- MAŘAN, B.: Vliv porostů a reliéfu terénu na rendziny Karlštejnska, Sb. VÚL, Praha, 1947.
- MEYER, B.: Der Kalkstein in seiner Bedeutung als bodenbildender Faktor. Diplomarbeit, Landw. Fakultät, Göttingen, 1954.
- PERELMAN, A.I.: Geochimija kory vyvetrivanija. Priroda, 1957, No 6.
- RAZUMOV, V.N. - CHERASKOV, N.P.: Geologičeski tipy kor vyvetrivanija. Dokl. AN SSSR, tom. 148, Moskva, 1963, č. 6.
- SCHAFFER, F. - WELTE, E. und Meyer, B.: Die Rendzinen der mitteldeutschen Berg- und Hügellandschaften (Leine-Weser-Bergland). 2. Mitt. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, 98 (143), Band 1962, Verlag Chemie, GmbH., Weinheim/Bergstr., 1962.
- THORP, J.: Experiments in soil genesis - the role of leaching. Soil Sci. Soc. Am. Pros., roč. 21, 1957, č. 1.
- ZVORYKIN, J.: A contribution to the degradation of rendzina in the Moravian Karst. Proc. Int. Soc. Soil Sc., 1930, 5.



**Ab 015**

## **CAVE SEDIMENTS IN A BUNGONIA CAVE B24**

**J. J. M. James**

Department of Inorganic Chemistry, Sydney University,  
Australia

In 1972, it was realised that important mineralisation processes were taking place in the newly discovered Odyssey Cave (B24), in Bungonia Caves Reserve, N.S.W. Sulphides and oxides of heavy metals were being produced and accumulated. The minerals had formed in a definite sequence and were exposed as sediment bands in the final chamber of the cave. A study of these sediments was commenced which was compatible with work in progress on the cave waters and atmospheres of Bungonia Caves. The caves are unusual in that their lower reaches contain 3-6 % atmospheric carbon dioxide. The aims of this study were to examine:

- a) the paths by which the elements are introduced into the cave,
- b) the overall pattern of sedimentation in the cave,
- c) the relative proportions of the minerals and elements constituting the sediments,
- d) the age of the sediments.

The catchment area for Odyssey Cave and for the other "foul air" caves in the region is small. The runoff comes from limestone, shale (sandstone, siltstone and mudstone) and ferruginous sandstone (iron stone). The vegetation is dry sclerophyll forest which can have fairly heavy undergrowth. Bungonia has an average annual rainfall of 740 mm which is usually distributed fairly evenly throughout the year. However in some years there is a deluge which floods the caves. These floods carry underground much organic material and silt.

Odyssey Cave (B24) (fig. 1) does not have any appreciable horizontal development. After initial passage through collapse material, it consists of a series of blind shafts with short interconnecting passages. The shale band pitch is developed against calcareous shale. The final pitch leads to a large chamber, Knockers Cavern, in which the sediments are found. After the top of the shale band there is frequently 4 % CO<sub>2</sub> in the cave atmosphere. A small but permanent stream enters the final chamber from a side passage - this stream

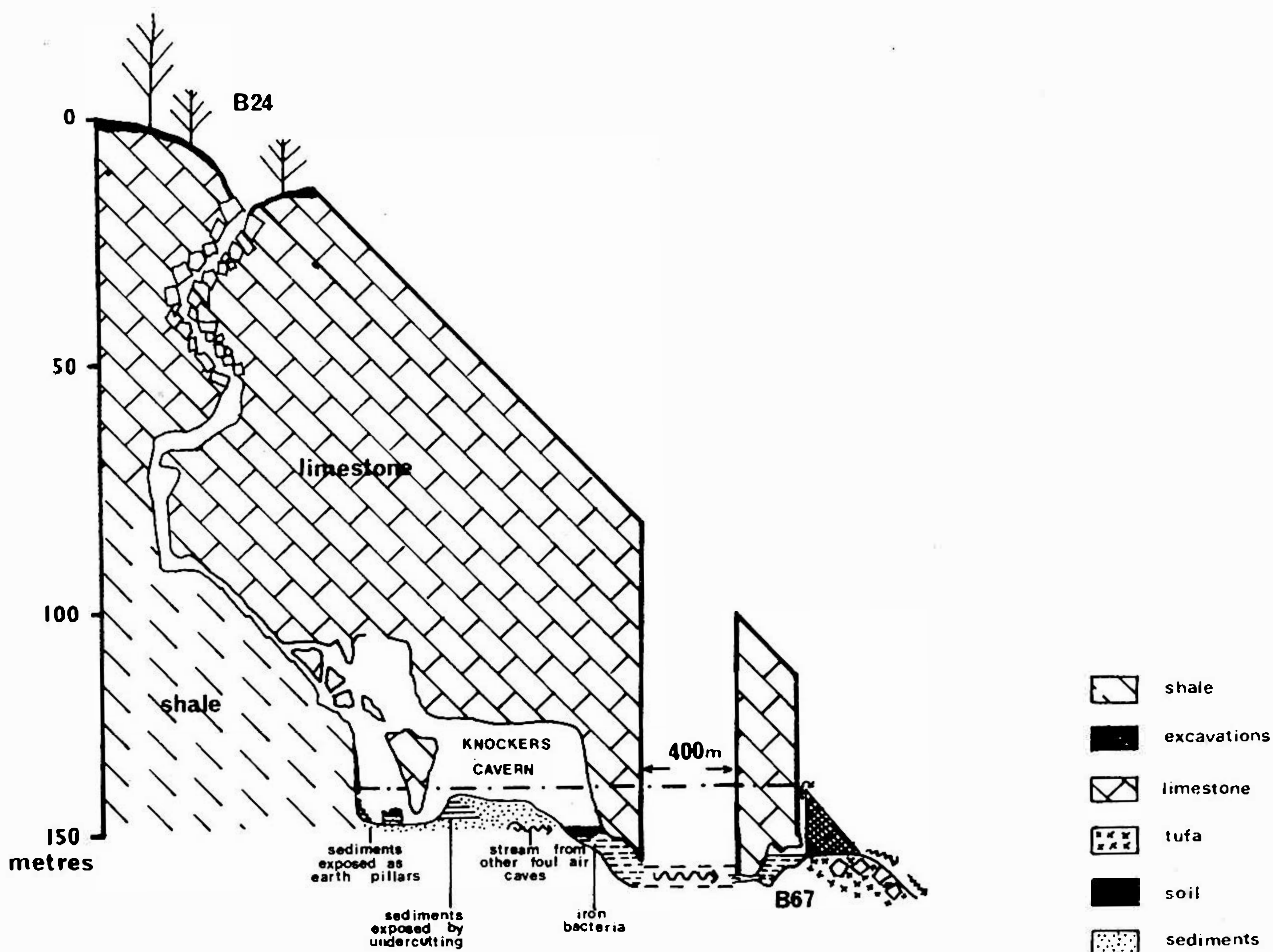


Fig. 1. Odyssey Cave (B24 and the Efflux (B67). After Montgomery, 1972.

has been proved to drain other foul air caves in the region. Weathering products enter the cave by two routes, directly during flood and normally by percolation. The particulate phases and organic matter pass through, arriving at the terminal sump in large quantities. Water brings all soluble ions, for example  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  and  $\text{SO}_4^{2-}$ .

The bands in the sediments appear to arise from several major processes:

1. The periodic influx of clastic material (sands and clays) represents intervals of erosion during which physical disintegration of the land surface is a more effective agent than chemical weathering. For example floods bring into the cave both particulate phases and organic matter. The particulate phases sink to the bottom of the cave pool, forming clays and sands, and some of the organic matter rises to the top.



2. Immediately after the flood waters subside, bacteria begin the decomposition of organic material, using up oxygen and producing carbon dioxide. The cave waters become acidic and dissolved oxygen concentrations are lowered producing ideal conditions for the growth of iron bacteria (Wolfe 1964, p. 86). The rate at which these microorganisms produce hydrated iron(III) oxide from the meagre amounts of iron(II) in the cave waters is markedly greater than for equivalent colonies of the same bacteria on the surface. This could be due to:

a) The reduced concentration of dissolved oxygen in the cave waters. The bacteria have to compete for  $\text{Fe}^{2+}$  ions with any  $\text{O}_2$  present (Wolfe 1964, p. 86).

b) The greater availability in iron(II). The increase in the partial pressure of  $\text{CO}_2$  from the normal 0,03 % to the 4 % of the cave atmosphere vastly increases the efficiency of iron extraction as the bicarbonate, and its transport from other regions of the cave.

3. As conditions tend towards anoxia and the partial pressure of  $\text{CO}_2$  rises, siderite is observed floating on top of the cave pool. The siderite was found to be 90 %  $\text{FeCO}_3$  and 8 %  $\text{CaCO}_3$ . This is consistent with the observation that siderite is a common mineral in blackbanded or claybanded iron deposits derived from primary sediments deposited in marine swamps or brackish waters in the presence of abundant vegetable matter (James 1966, p. 27).

4. After a period of drought, the dissolved  $\text{O}_2$  of the water falls below 1 ppm;  $\text{H}_2\text{S}$  may be detected in the cave atmosphere and sulphide in the cave waters. If the supply of organic matter is sufficient the cave waters will become totally anoxic. This requires poor air and water circulation, conditions which do exist in the caves. The bacteria that are now functioning are anaerobic, that is, are able to utilise their organic and inorganic fuel materials in the absence of oxygen. Under these conditions, carbon compounds are only partially decomposed, and accumulate as a black mud. Some anaerobes produce hydrogen sulphide from organic sources and others will produce it by reduction of sulphate. If there is no oxygen present the sulphide ion combines with heavy metal ions to form insoluble sulphides. Totally anoxic conditions may never develop within the cave waters but certainly do exist in the muds when they are covered by clastic materials (Oppenheimer 1960, p. 249).

5. When the concentration of  $\text{CO}_2$  in the atmosphere drops, through a variety of chemical and physical mechanisms, the supersaturated so-



lutions of  $\text{CaCO}_3$  normally present precipitate floe calcite on the surface of the cave pool.

The formation of the sediments may be related to the blockage of the Efflux Cave (B67) (see fig. 1) by a cliff collapse which was later consolidated by massive amounts of tufa (at present flow rates and high calcium concentrations the Efflux delivers approximately  $8 \times 10^4$  kg of  $\text{CaCO}_3$  per year). As the tufa pile at the spring grew higher, the depth of water in Knockers Cavern increased and the sediment layers began to form and slowly built up. It is clear from the sharply defined bands in the sediments that they were deposited in a permanent pool of water rather than during transient floods.

The exposure of the sediments and hence their ease of study can be directly attributed to the desire of a number of speleologists to drain the caves of "foul air" (Bonwick 1972, p. 55). The excavation of the Efflux has lowered the water level in Knockers Cavern by 7 m, exposing the sediment banks (fig. 1). At the base of the 20 m pitch in the cavern, drips of water have exposed the sediment banks as earth pillars, but in the main cavern, the sediments have dried out and undercutting of the walls has led to a clean vertical section.

A photograph of the exposed section is shown in fig. 2. The diagram is actual size and the bands have been placed in a set of broad categories. Carbon-14 dating has confirmed early predictions that the deposition of the sediments is very rapid. Sixteen centimetres of sediment contains more than 40 bands and was deposited in less than 100 years (within the accuracy of the carbon dating). These bands may not be a complete record of the changes in the cave environment as there may have been re-resolution of some sediment layers and others may have changed their chemical composition, for example, FeS will spontaneously oxidise to  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  in the presence of  $\text{O}_2$ . The sediments are 3 m in depth and the oldest we have dated, 1 m from the bottom, is 600 years old. Within the sediments there is great variation in the chemical composition of the bands and the section shown is representative. During the last two years we have observed processes 1-4 in B24. Process 5 has not been observed: no  $\text{CO}_2$  concentration below 2 % has been recorded. However, this process has occurred in other foul air caves at Bungonia in the same period.

The chemical analysis of the sediments has been carried out using conventional methods. Samples were taken from the exposed face, discarding the outer layer and taking the inside portion. This has proved to be unsatisfactory as contamination occurs both in the

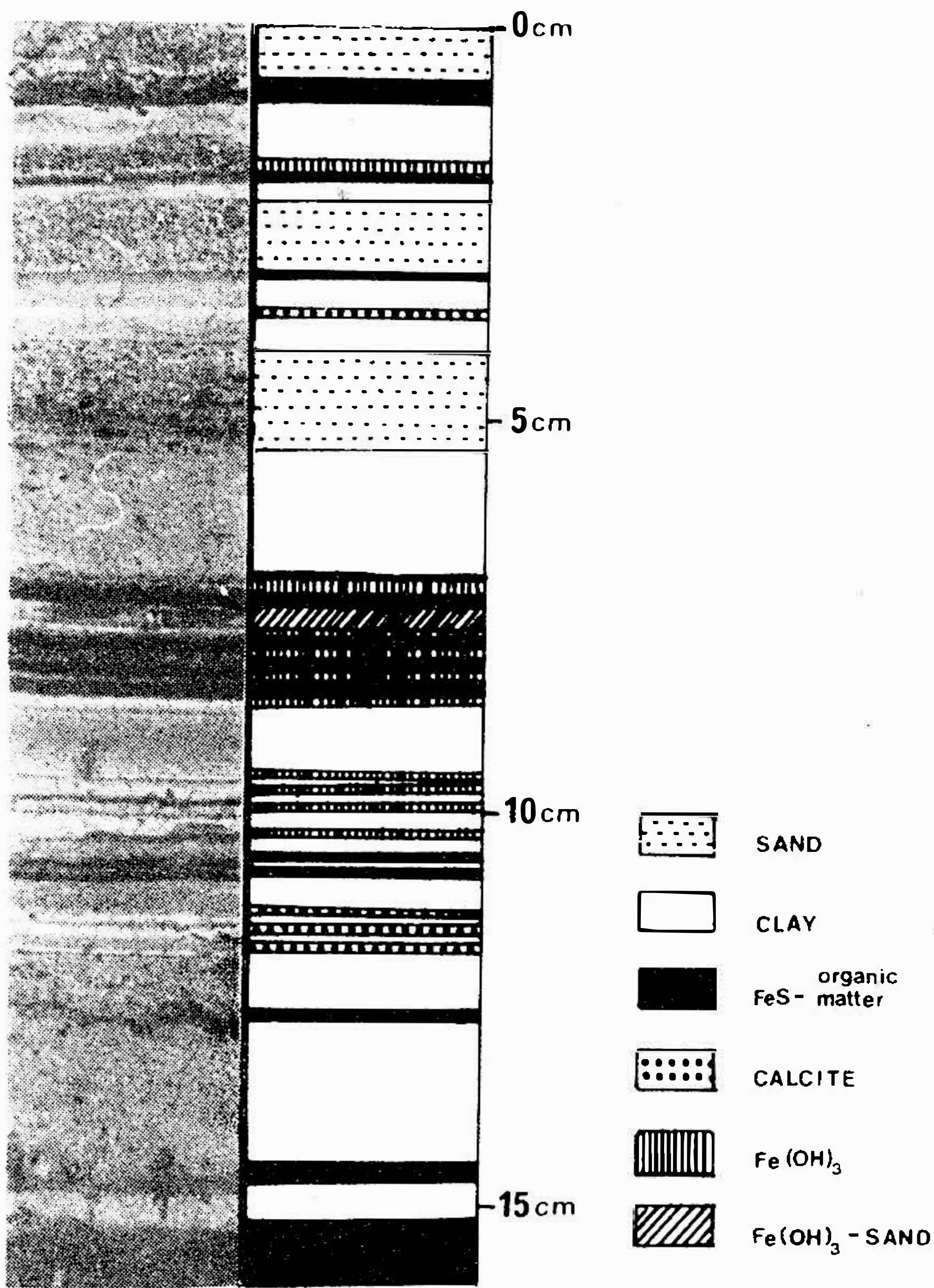


Fig. 2. Sediment bands.

digging process and in the removal of the sample from the cave. It is therefore intended to core through the sediments.

The sediments illustrated in fig. 2 show the following chemical trends:

1. The grey clay sediments appear to contain more organic material than the sands. Kuenen (1950, p. 400) attributes this to the protective action of the calys and the porosity of the sands.

2. The white bands are almost pure calcite (about 90 %  $\text{CaCO}_3$ ). These are always bounded by clays, never by sands.

3. One of the black bands contained no sulphide and on ignition after drying lost 55 % weight. It is possible that this band is the



remains of a bush fire. This and similar bands were used for carbon dating.

4. The black bands that have been analysed so far do not have large quantities of sulphide. The maximum has been 3 % - this low figure may be due to the sampling technique. The situation is ideal for high sulphide sediments, as the cave waters contain 2-5 % of their total dissolved solids as sulphate, a similar figure to the 7 % obtained for marine bays, which produced far higher sulphide concentration in the black bands (Oppenheimer 1960, p. 257). The organic matter is similar to that found in black shales (Krauskopf 1967, p. 308) and is present as approximately 40 % of this layer.

5. The oxide bands contain approximately 60 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  and less than 1 %  $\text{MnO}_2$ .

6. The other elements show the following trends: in both the oxide and sulphide layers the precipitation of Ca, Mg, K and Na is inhibited, manganese appears to be distributed between the oxide and sulphide layers, in the same way as iron, indicating their similar chemistry. The oxide layers are lower in Cu and Ni than the sulphide layers, confirming the scavenger nature of the sulphide ion for heavy metals (Oppenheimer 1960, p. 256). This also indicates that the oxide layers were formed as such and are not sulphide layers oxidised.

The iron sediments appear to fall into natural groups based on the dominance of oxide, sulphide and carbonate, reflecting the environment in which the sediment was formed. The physical chemical data that have been obtained for the system are consistent with the Eh-pH diagram for the stability of common iron minerals (Garrels and Christ 1965, p. 224) and the Eh-pH limits for the survival of iron bacteria (Baas Becking and Wood 1955).

James (1966, p. 48-49) proposed three mechanisms for the derivation of the iron in "ironstone" and "iron-formation", two of which could be observed in or inferred from natural systems existing at present. The third required an atmospheric modification. He suggested that the earth's atmosphere was once higher in  $\text{CO}_2$  - this is the present situation in B24. The high  $\text{CO}_2$  mobilises the iron as bicarbonate, and should mobilise silica, however, all silica analyses for the cave waters have been low. As the sediments have only been examined by chemical methods, and few minerals other than siderite and calcite have been identified, there is a possibility that an iron-silicate phase exists within the cave: this would complete the array of all major sedimentary iron facies (James 1966, p. 15).



The cave appears to be a model system for the study of the origin of "ironstone" and "iron-formation", without many of the perturbing factors present in peat bogs and marine basins. The sediments are being deposited in a restricted temperature range ( $18^{\circ} \pm 0.5$ ), the atmosphere is saturated and even the flood has lost its violence by the time it reaches the final chamber. The layers of oxides, sulphides and carbonates depend purely on the availability of organic matter, soluble ions, lithogenous material and water. It is proposed to monitor continuously several chemical parameters in the final chamber of B24 where the sediments are forming. It is hoped that this will define the optimum conditions for deposition of specific minerals and the conditions under which maximum mineral production occurs in the cave. The particular conditions that produce maximal concentration of metal ions via biological and other means could have application in the extraction of low grade metal ores.

## SUMMARY

Unusual cave conditions - high  $\text{CO}_2$  in the cave atmosphere and low  $\text{O}_2$  in the cave waters - have led to a number of chemical and biological processes which form sediments in the cave. The origin and age of the sediments and their later exposure are discussed. Chemical analysis of the sediments is reported and chemical trends are indicated. The significance of the system in relation to current theories of the origin of "ironstone" and "iron-formation" is discussed.

## REFERENCES

- BAAS BECKING, L.G.M. and WOOD, E.J.F. (1955): Biological Processes in the Estuarine Environment. I and II. Ecology of the Sulphur Cycle. Koninkl. Nederl. Akad. van Wetenschappen - Amsterdam, Proc. 58, 168-181.
- BONWICK, J.H. (1972): The Efflux B.67, in Bungonia Caves. Sydney Spel. Soc. Occ. Pap. 4, 55-60.

- GARRELS, R.M. and CHRIST, C.L. (1965): Solutions, Minerals and Equilibria. Harper and Row Publishers Inc., New York, 224.
- JAMES, H.L. (1966): Chemistry of the Iron-Rich Sedimentary Rocks, in Data of Geochemistry, 6th ed. U.S. Geol. Survey Prof. Paper 440-W., 1-60.
- KRAUSKOPF, K.B. (1967): Introduction to Geochemistry. McGraw Hill, New York, 308.
- KUENEN, H. (1950): Marine Geology. John Wiley, New York, 400.
- MONTGOMERY, N.R., DOWLING, A.J., JAMES, J.M., JONES, H. and PAVEY, A.J. (1972): Bungonia Cave Maps, in Bungonia Caves. Sydney Spel. Soc. Occ. Pap. 4., 63-112.
- OPPENHEIMER, C.H. (1960): Bacterial Activity in Sediments of Shallow Marine Bays. Geochimica et Cosmochimica Acta, 19, 244-260.
- WOLFE, R.S. (1964): Iron and Manganese Bacteria. Principles and Applications of Aquatic Microbiology. John Wiley and Sons, New York, 82-97.

Ab 016

## NEW ZEALAND KARST MANTLES

L. O. K e r m o d e  
NZ Geological Survey,  
Otago, New Zealand

**A b s t r a c t.** Most New Zealand caves are found in Oligocene limestone. The overlying topography has developed on various younger mantles such as residual clay, volcanic ash, ignimbrite, alluvium, swamp deposits, loess, and melange each with distinctive characteristics and subterranean effects. The surface developed above the deep shafts in Ordovician marble is usually barren alpine karst of subaerial origin.

La plupart des grottes de la Nouvelle Zélande se rencontrent en calcaires Oligocène. La topographie superposée s'est développée sur plusieurs des couvertures plus jeunes comme la terra rossa, les cendres volcaniques, l'ignimbrite, l'alluvion, les gisements de marais, le loess, et le mélange, chacun avec ses caractères distinctifs, et les effets souterrains. La surface qui a été développée au dessus des gouffres profonds en marbre Ordovician est d'ordinaire le karst exposé alpin d'origine sous-atmosphère.

In New Zealand there is less than 100 000 km<sup>2</sup> of limestone and marble exposed, therefore karst does not form a significant proportion of the total landscape. There is, however, a variety of younger materials, mainly allogenic, that mantle the karst. Eleven mantles are discussed.

### LITHOLOGY AND STRUCTURE OF THE KARST

Limestones of Oligocene age underlie most of the karst landscapes. They are widespread but discontinuous from Waiomio in the north to Otautau in the south, a distance of more than 1200 km. Thicknesses range from 25 to 120 m. The best karst is mainly in western regions, and below an altitude of 300 m a.s.l. on limestones that are bioclastic and crystalline. Outcrops are flaggy with vertical joints and mainly gentle dips. Some minor Miocene limestone forms karst in King



Country. Because other Tertiary limestones are silty, sandy, or very porous, their karst is poorly developed or absent.

Marble of Ordovician age extends in a discontinuous zone from Cape Farewell 200 km south to Maruia. The zone is nowhere more than 18 km wide, and the marble forms mainly exposed karst from sea level to an altitude of 1900 m. It is about 1500 m thick, massive and re-crystallised. Faults and folds have produced a variety of dips and strikes.

### **PAST AND PRESENT CLIMATES AND NATURAL VEGETATION**

During the Pleistocene most of South Island and some of North Island were affected by glacial or periglacial conditions, and during interglacials Northland experienced subtropical climates.

New Zealand lies in mid ocean, within temperate latitudes, and across the zone of prevailing westerly winds. The high relief affects the distribution of temperature and moisture. Annual mean temperatures at sea level range from 10 to 15 °C. The annual average rainfalls are generally heavy (1500 to 2000 mm) with maximum daily falls ranging in general from 100 to 200 mm, the wettest months for most districts being in winter.

The natural vegetation for 60 per cent of New Zealand is forest or scrub. Half of this is now pasture. Tussock grasslands cover 25 per cent. The remainder is alpine barrens (10 per cent), swamp, and dunes.

### **PLEISTOCENE GEOLOGICAL EVENTS**

Most karstification in New Zealand is thought to have occurred from the mid-Pleistocene to the present. During that period there have been many vigorous geological changes including sea level fluctuations ranging hundreds of metres above and below present level, eruptions of basaltic lava and tephra fields, voluminous accumulations of many ignimbrite flows, widespread volcanic ash showers, several extensive glaciations, rapid tectonic subsidence, continued orogenic uplift, and vigorous active faulting.

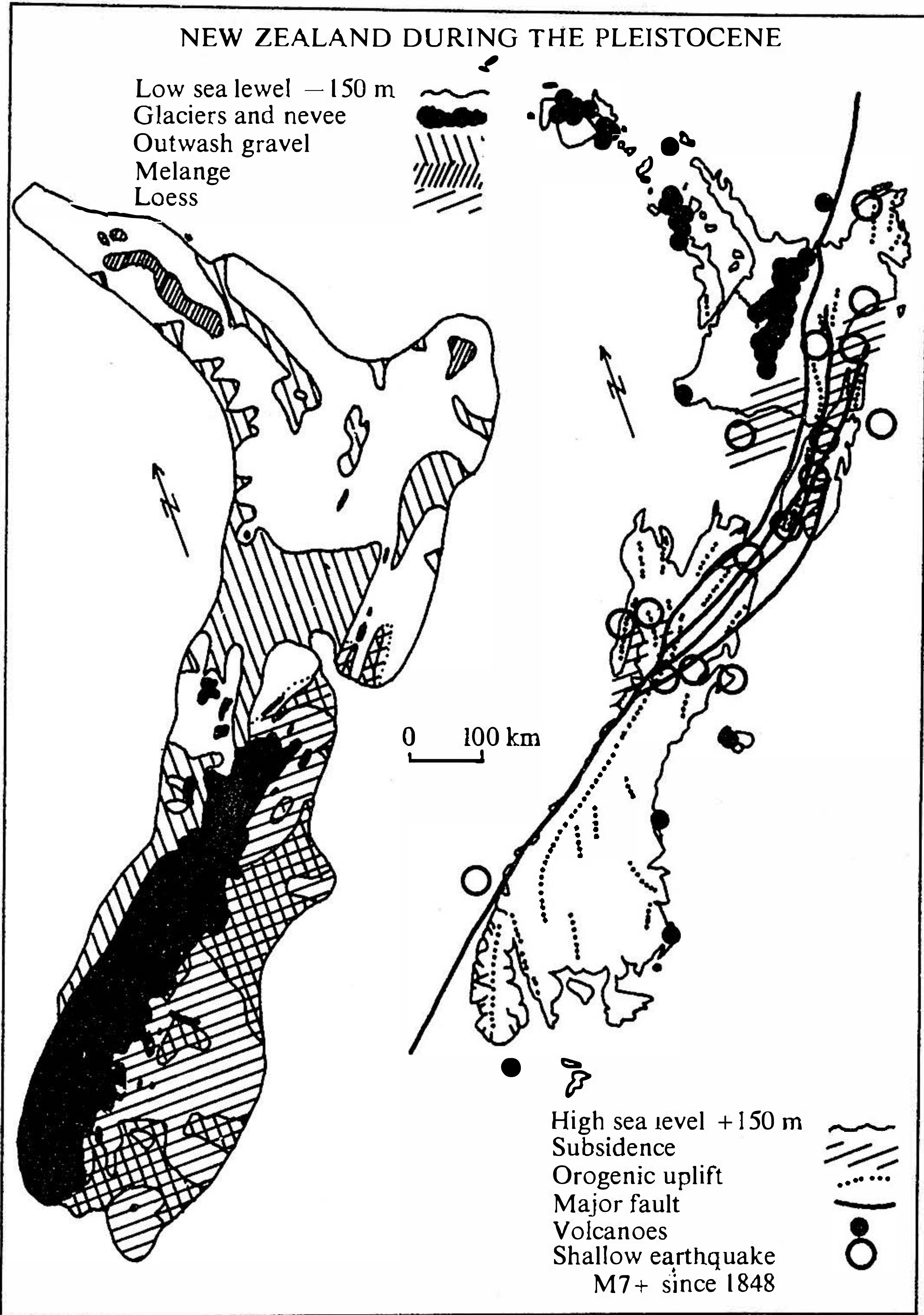


Fig. 1

The mantles described hereafter are the products of the most important of these.



## **MANTLES AND THEIR EFFECT ON THE KARST**

### **A. RESIDUAL MANTLES**

Rain and soil acids slowly dissolve the limestone and the insoluble residue accumulates to form a bright red subsoil (terra rossa) containing iron oxides.

#### **A1. Terra rossa**

In King Country the extensive and typical Otorohanga Limestone has well developed karst landforms, and is dissected by many major faults. There are some large collapse dolines, and speleogenesis has been both vadose and phreatic. The climate and forest cover are typical. In situ weathering of the limestone produced a mantle of terra rossa that forms rolling hills with outcrops on steep slopes. Because the terra rossa accumulated slowly much was removed by subsequent erosion, and now only ridges and depressions retain any great thickness (3 m). At Hangatiki (40 m a.s.l.) the mantled tors and karren show typical subcutaneous rounding. Allogenic surface streams quickly erode down into the jointed limestone, in which water table corrosion is often lateral because of the masking by deposited clay. Much of the terra rossa has been buried by Late Quaternary volcanic ash showers.

### **B. AIRBORNE MANTLES**

Comminuted materials are easily transported by winds and convection currents. The violence of volcanic eruption instantaneously pulverises large volumes of rock, the slow movement of glaciers grinds rock to flour, that is deposited in till and outwash gravel; and later lifted by the wind as loess, and the quiet solidification of water vapour as snow or ice are diverse origins of some of the airborne mantles that cover much of New Zealand.



## B2. Volcanic ash

During the late Quaternary several ash showers were erupted from Taupo Volcanic Zone and mantled the King Country karst (see A1). About 20 000 years ago rhyolitic ash covered the hills of Wiatomo district (160 m a.s.l.) but left exposed karst outcrops on the steep slopes. The numerous accumulated ash mantles (now reduced to 2 m) modified the karst by blocking caves and shafts with slopewash and landslides from the devastated hills. Later seepage through the ash introduced oxides of iron and manganese into the porous residual beds between the limestone flags. Titanomagnetite is found in cave sediments. Surface seepage rapidly descends through the slightly acid ash, and the deposition of calcite speleothems is profuse.

## B3. Loess

During Otira (Würm) Glaciation silt from the alpine glaciers of Southern Alps was deposited in the basins behind the older terminal moraines. This was blown as far as 100 km to the south-east and formed poorly sorted, massive and jointed loess deposits near the coast. The Pleistocene climates of South Canterbury varied from cold tundra to steppe with natural tussock grassland. Today there are warm summers with occasional, hot, föhn, north-west winds, and cold winters. The annual average rainfall is only 700 mm.

A small area of Craigmere Limestone is massive, sandy, bioclastic and partly crystalline and forms the crest of an asymmetric anticline near Craigmere (300 m a.s.l.). Gorges and steepheads bound a small karst plateau containing closely spaced dolines (250 per km<sup>2</sup>) along conspicuous alignments. The main rivers were earlier superposed along the strike of the anticline. Caves and shafts are mainly vadose in origin. The slightly acid loess mantle (20 m) has modified the karst by slowly blocking shafts. The numerous limestone dolines have either been exhumed or were never blocked, but the surface hollows are presumed to indicate complete blockages. There are no surface streams on the loess.

#### **B 4. Snow and ice cap**

Since earliest Pleistocene times the mountains of South Island have experienced alpine or polar climates with heavy, persistent, winter snow and ice. A local two century long glacial readvance was at its maximum about 180 years ago when permanent snowfields capped Mt Owen (1900 m a.s.l.). The present annual average rainfall is 2500 mm and the annual mean temperature at that altitude is 1 °C. There is only sparse alpine vegetation. In the mountains of Nelson district, Arthur Marble is finely textured and interbedded with argillite. Features typical of alpine karst have formed during the Holocene. On Mt Owen the glacial cover has modified the now naked karst by filling the deep shafts and dolines with moraine and extensive, frost shattered talus. Some outcrops planed by ice have small areas of clints and grikes. Very corrosive meltwater produces extremely sharp karren and pitted undersurfaces. Surface streams are absent.

#### **C. WATERBORNE MANTLES**

The power of flooded rivers fed by heavy rainfalls in the steep mountains is apparent from the many thousands of cubic kilometres of gravel and boulders spread out on both sides of Southern Alps. The ceaseless pounding of the stormy Tasman Sea agitated by the prevailing westerly winds has also left its mantle of finer sediments. Even the calmness of sheltered swamps affects the underlying karst.

#### **C5. Swamp**

In north-west Nelson district outwash gravel terraces formed during Waimaunga (Mindel) Glaciation were later weathered, and hard iron pans developed until the percolation of surface water ceased and extensive shallow peat swamps formed. Takaka Limestone flanks the main valleys and coast. Caves are of both vadose and phreatic origin, and in the main valleys there are some grid pattern caves. The annual average rainfall is 2500 mm with occasional falls of 250 mm per day. The natural vegetation is forest, scrub or swamp. Near Rockville (70 m a.s.l.) the swampy mantle over hardpans modifies the karst by preventing the moderately acid water from entering rock joints and caves,



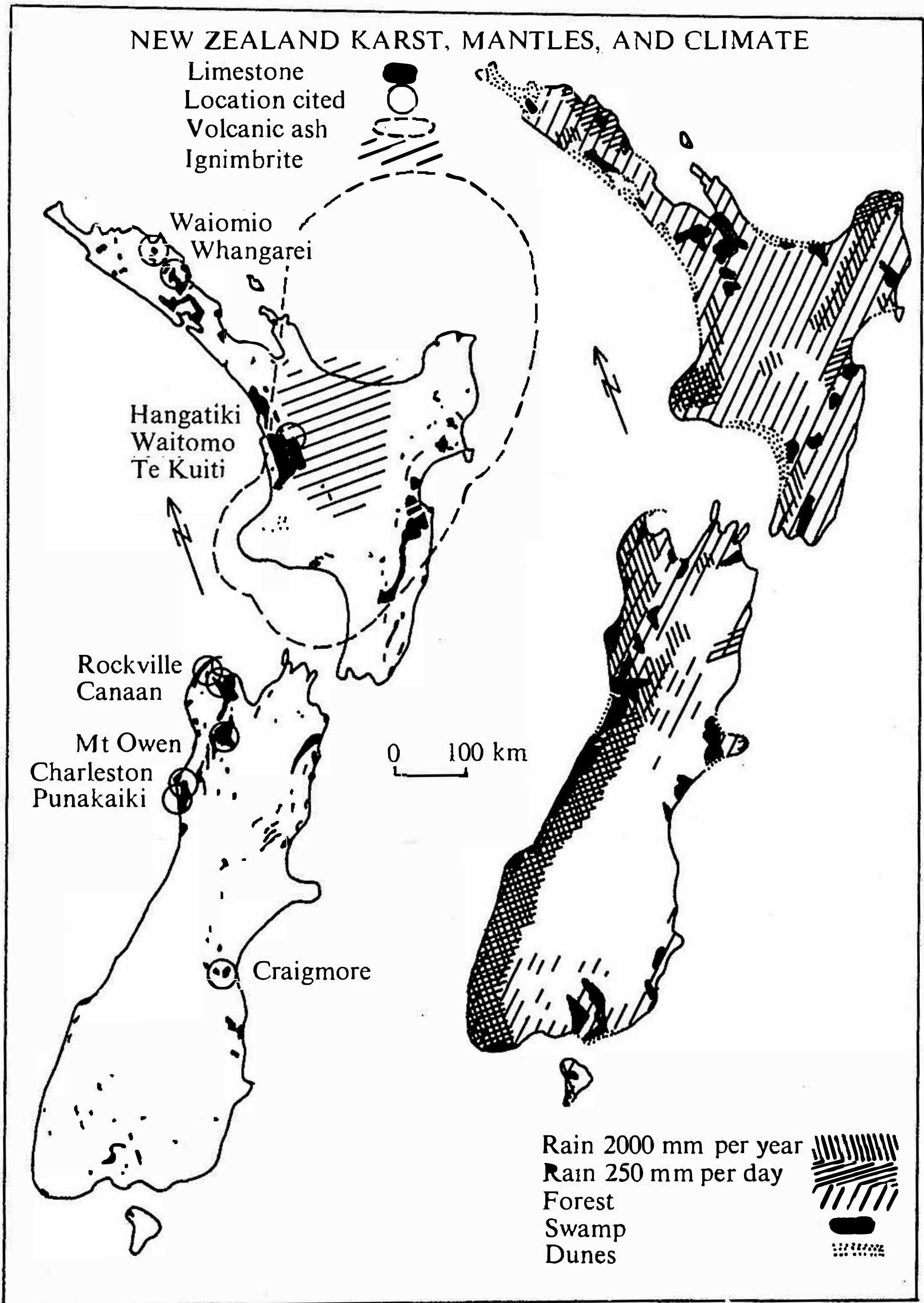


Fig. 2

thus inhibiting the dissolution of limestone and the deposition of calcite. The Hardpans also confine deep groundwater circulation within joints and produce phreatic grid pattern caves.



## **C6. Outwash gravel**

Sea level was low during Porika (Gunz) Glaciation and extensive fans of glacial outwash gravel spread out from the tectonically rising Southern Alps. On the western side at the time of the Waiwhero (Cromer Interglacial these fans were cliffed by high sea levels (60 m, now uplifted to 120 m). During succeeding glacials and interglacials, hardpans, gorges and younger fans developed within the gravels. Pleistocene climates varied from cool temperate to tundra but at present there are warm summers and mild winters with frosts. The natural vegetation is forest, coastal scrub, and swamp. The annual average rainfall is 2500 mm with the maximum in spring and summer. Falls of 250 mm per day are known.

On the mid northern west coast of South Island there are large areas of Cobden Limestone. It has visible mica and glauconite in hand specimens. There are faults and folds and inland the jointed strata now dip moderately to form prominent scarps. Gorges have been superposed from the overlying gravel. Speleogenesis is mainly phreatic with some vadose development, and violent earthquakes might also have caused cave modification by cavern collapse. Near Charleston (150 m a.s.l.) the fluvial mantle modified the karst by blocking caves and shafts and gorges. River corrasion was increased and reversals of drainage are suspected. Hardpans at the base of the gravel confine the deep groundwater and cause phreatic network caves to develop. Hardpans also prevent seepage into caves and therefore calcite speleothems are uncommon.

## **C7. Alluvium**

In Canaan Valley (300 m a.s.l.) unweathered, rounded gravel and sand have been washed from the granite headwaters into the karst. The natural vegetation is beech forest and tussock parkland. The climate is typical. At the contact with the plutonic batholith Arthur Marble is coarsely textured and metamorphosed. The landforms of well developed karst, including tectonic poljes, are present. The development of the very deep shafts has been mainly vadose. The alluvium has modified the karst by blocking caves and shafts. Boulders are washed deep underground by large streams that are thus more corrasive. Some large streams sink into gravel, or at flood time into ponors.

## **C8. Marine gravel**

Throughout the Oturi (Eem) Interglacial the extensive terraces of glacial outwash gravel were being cliffed by the prevailing high sea level (18 m). The deposits consist of well rounded, fluvial gravel, dark silt with black ilmenite sand, and well bedded beach gravel. In the sea cliffs near Punakaiki (35 m a.s.l.) the eroded Cobden Limestone is very flaggy and although it is faulted and uplifted the large jointed blocks have remained subhorizontal (see C6). The marine gravels modify the karst by blocking caves, shafts and gorges with sand and gravel. Hardpans are not well developed. The streams are very corrosive and capture has occurred. The stormy sea has exhumed prominent tors of flaggy limestone at Pancake Rocks.

## **D. FLOW MANTLES**

Volcanic rocks in fluid state and dense viscous suspensions of sediments spread across the landscape or the sea floor with the potential to obliterate karst features. However, lava and ignimbrite flows when solidified are pseudokarstic, and true karst drainage can re-establish itself.

## **D9. Melange**

In Northland, the high sea level (60 m) of Waiwhero (Cromer) Interglacial is presumed to have induced further instability in the already disturbed melange which is a sheared chaotic breccia in a matrix of mudstone that has slumped at low angles. Earlier several periods of submarine slumping, from Oligocene to Miocene, had brought this melange from many kilometres away. The karst remnants of massive, bedded Whangarei Limestone dip gently away from the Mesozoic basement and contain features of both phreatic and vadose origin. The present day surface on the 10 m thick melange deposit is hummocky and there has been some movement since the removal of the indigenous forest during the last 150 years. At Waionio (60 m a.s.l.) the moderately acid melange mantle has blocked caves, shafts and fissures with slump debris, and diverted corrosive water. Late summer heavy rain storms of 300 mm per day can flush out blocked caves. There are some perched lakelets which are sealed by mud that prevents corrosion of the lime-

stone. The karst beneath hill slopes is readily exhumed by the heavy rain.

### **D10. Ignimbrite**

About 650 000 years ago a rhyolitic ignimbrite erupted from Taupo Volcanic Zone and spread over King Country (see A1) as a plateau-like sheet. West of Te Kuiti (180 m a.s.l.) a 60 m thick remnant forms high, steep, columnar jointed cliffs with talus slopes of rounded boulders. The ignimbrite mantle modified the karst by instantly filling all open shafts and caves. Entrapped water caused steam explosions. Later cave fill came from the light weight pumiceous boulders and slope wash. Karst drainage was re-established beneath the pseudokarst.

### **D11. Lava**

Near Whangarei, Northland, Ngararatunui volcano erupted olivine basalt lava and minor tephra about 20 000 years ago. The pseudokarstic mantle blocked all the open shafts and caves in a small remnant karst field (120 m a.s.l.). Drainage in the underlying true karst was later restored below the very permeable lava.

## **CONCLUSION**

Karst is only a small but widespread part of the New Zealand landscape. The vigorous geological changes during the Pleistocene have produced various extensive mantles that have been modified by the wet climate. Karstification has varied beneath the different mantles, and other karst areas might be completely obscured, for example, beneath the coastal dune sand of Raglan County.



**Ab 017**

## **EXZESSIVES WACHSTUM VON SINTERRÖHRCHEN UNTER BESONDEREN BEDINGUNGEN**

**W. Krieg**

Vorarlberger Naturschau,  
Dornbirn, Österreich

Im Winter 1971 wurde zur Materialgewinnung eine Schutthalde am Rande des Rheintales entfernt. Dabei öffnete sich ein Höhlenraum von 15 x 20 m und durchschnittlich 4 m Höhe, dessen etwa 14 m breiter und 4 m hoher Eingang vorher durch die einheitlich gebaute und aus durchschnittlich 20 cm grossen Stücken bestehende Schutthalde am Fuss einer Felswand verschlossen gewesen war.

Die Felswand ist nordwestexponiert, ca. 100 m hoch und heute von Nadelwand bestanden. Sie besteht aus dem Hangendschenkel einer nordwärts liegenden Falte aus kretazischem Schrattekalk der helvetischen Zone. Besonders im Faltenkern gibt es Mergellagen, da der Kalk in Wechsellagerung aus den mergeligen Drusbergschichten hervorgeht.

Die "Kalkofenhöhle" etwa 20 km südlich des Bodensees hat einen grossteils aus autochthonem Versturz bestehenden Höhlenboden 2 m tiefer als die aus klastischen Sedimenten bestehende benachbarte Ebene des Rheintals, von der aus anderen morphologischen Beweisführungen bekannt ist, dass sie erst postglazial in grosser Mächtigkeit in einen "Rheintalsee" eingefüllt wurde. Weil auch der Verlandungsgang zeitlich abgeschätzt werden kann, kann gesagt werden, dass die Genese des Höhlenraumes und seines Inhaltes wie folgt ablief:

1. Zwischen 17000 und ca. 8000 Jahren vor heute: Rheintalsee nach Abschmelzen der Würmvergletscherung und Bildung des Höhlenraumes in seinem Spiegelniveau. Dabei waren zwei Mergelbänder, die in der Höhle anstehen, Angriffspunkte der Vorgänge. Die Bildung erfolgte vielleicht als Folge von Frostverwitterung, wahrscheinlich als Brandungshöhle am Seeufer. Spuren von karsthydrographischen Vorgängen und überhaupt hydrische Spuren fehlen im heutigen Erscheinungsbild der Höhle.

2. Aufbau der Schutthalde durch Steinschlagverwitterung der Felswand. Die Halde baut sich vorerst unter dem Wasser des Sees auf, wächst dann höher und verschliesst schliesslich den Felsüberhang (die Uferhöhle).

3. Zeitlich übergreifend verlandet der See und bildet sich die Talebene, die in historischer Zeit durch Schadenshochwässer des Rheins und seiner Zubringer noch mehrfach um einige Dezimeter erhöht wurde.

Die bei der Raumöffnung angetroffenen Sinterformen gehören zwei Generationen an und lassen eine weitere Datierung von 2. und 3. zu:

4. Die ältere Tropfsteingeneration ist sehr bunt mit rosa, orangebraun und zitronengelben Tönen. Sie ist durch Wandversinterungen, Glockenformen und 60 bis 80 cm hohen schlanken Bodenzapfen vertreten. Ihre Entwicklung wird dem postglazialen Klimaoptimum, dem Atlantikum zugeschrieben. Bei der Aufschliessung der Höhle waren diese Sinter inaktiv. Aus dieser älteren Sintergeneration mit auffallend dunklen Wachstumsringen ergibt sich, dass nicht nur die Phase des Versturzes an der Höhlensohle (= Bildungsphase, 1.), sondern auch die Absperungsphase (Schutthaldenwachstum, 2.) vor 5000 bis 6000 Jahren bereits abgeschlossen war.

5. Die jüngere Sinterphase ist durch das Wachstum von bis zur Öffnung der Höhle aktiven, rein weissen, teilweise in Abschnitten aber gelben Sinterröhrchen gekennzeichnet. Neben Sinterröhrchen im gesamten Höhlenraum, von denen manche rote Verdickungen zeigen, sind vorwiegend in der Nähe der Raumwandungen auch zahlreiche Excentriques gefunden worden. Die Bildungsdauer dieser jüngeren Sintergeneration kann deshalb mit maximal etwa 4000 Jahren gut umgrenzt werden.

Leider wurden bereits unmittelbar nach der Öffnung des Raumes sämtliche Sinterformen fast restlos zerstört. Dabei waren gerade die Röhrchen aussergewöhnlich reich entwickelt: Die mehreren hundert über nahezu den gesamten Raum verteilten Röhrchen hatten eine Durchschnittslänge über 1 m, zumindest 15 waren mehr als 2 m lang, die längsten wurden mit 301, 262, 240, 238, 237, 231, 226 und 216 cm gemessen. Diese Verhältnisse beweisen nicht nur, dass das Rheintal erdbebensicher ist, sondern dass in diesem Höhlenraum exzessive Wachstumsbedingungen für Sinterröhrchen herrschen. Werden nämlich die belgischen Messungen des Sinterröhrchenwachstums von maximal 2 mm pro Jahr auf die gesamte hier maximal zur Verfügung stehende Zeit von 4000 Jahren in Anwendung gebracht, so ergeben sich vergleichbare theoretische Sinterröhrchenlängen von 8 m. Da aber anzunehmen ist, dass die Wachstumsdauer kleiner ist als der gesamte theoretisch für sie verbleibende Zeitraum und dass die Wachstumsgeschwindigkeit nicht ständig optimal war, muss hier nach den Ursachen dieses exzessiven Wachstums gesucht werden. Der Kristallstruktur entsprechend sind die Röhrchen einphasig gebildet und können nur am Ring selbst wachsen.



Eine gleichbleibend intensive Zufuhr von Lösung wird als Voraussetzung für das rasche Wachstum angenommen.

Mit grosser Einheitlichkeit beträgt der äussere Durchmesser der Sinterröhrchen 4 mm, was auf die primäre Anlage der Röhrchen als an der Decke austretenden Sickerwassertropfen zurückzuführen ist. Sein Umfang setzt jenen Kalzitring an der Decke ab, der die weitere Formung des wachsenden Röhrchens bestimmt. Die Röhrchenwandung ist unter dem Mikroskop dünn-schichtig gebaut und weist besonders auf der Innenseite häufig hervorstehende Einzelkristalle auf. Bei einer durchschnittlichen Wandstärke von 0,3 mm ergibt sich ein Querschnitt von 3,5 mm<sup>2</sup> Kalzit, an dem das Gesamtgewicht des Röhrchens hängt. Die Röhrchengewichte scheinen um ca. 20 % je nach Detailbau zu schwanken und liegen durchschnittlich bei 13,3 g/m. Für das 3 m lange Röhrchen ergibt sich rechnerisch ein Gesamtgewicht von 114 g (40 g Kalzit + 74 g Wasser im Zentralkanal).

Die Sinterröhrchenbildung folgt grundsätzlich der Lösungsgleichung:



Zu ihrem Ablauf müssen mehrere Faktoren zusammenwirken, von denen der Sättigungsgrad des Sickerwassers mit Kalk und Kohlensäure, die Lufttemperatur und die Luftfeuchtigkeit die wichtigsten sind. Dabei ist geklärt, dass durch eine eventuelle Erwärmung des in den Raum austretenden Sickerwassers aus physikalisch-chemischen Gründen nur sehr wenig Kalk auskristallisieren kann. Weiters ist sicher, dass ohne die Beteiligung von Kohlensäure das Wasser bei normalem Luftdruck und 10 °C bereits bei 0,013 g/l gesättigt ist. Auch dieser geringe Wert kann vernachlässigt werden. Denn der Kalkgehalt im Sickerwasser steigt rasch umso höher an, bei je höherer Temperatur der Prozess abläuft und aus je vegetationsreicherem Boden das Sickerwasser kommt: Das biogene CO<sub>2</sub> wirkt bei der Kalklösung wesentlich mit. Dabei entspricht ein Kalkgehalt von ca. 80 mg/l dem CO<sub>2</sub>-Gleichgewicht mit der freien Atmosphäre (Bögli 1964, S. 84). Wenn in nennenswertem Ausmass Kalk ausgeschieden werden soll, muss sich somit im Wasser mehr CO<sub>2</sub> als in der Atmosphäre befinden. Dieses wird durch Diffusion an die umgebenden Luftpartien bis zum Ausgleich abgegeben, wobei auch die äquivalente Kalkmenge auskristallisiert.

Da verständlicherweise im klimatisch intakten Höhlenraum vor seiner künstlichen Öffnung keine Messungen durchgeführt werden konnten und da sich nach seiner Öffnung die Werte der Lufttemperatur und der



Luftfeuchtigkeit gänzlich änderten, war es nur möglich, die Härte des Sickerwassers zu messen. Dies ergab an einem der Höhlenrückwand entlanglaufenden Wasserfaden bei Regenwetter und nach der Schneeschmelze (also bei einer Situation mit sicherlich niedrigen Werten) eine Gesamthärte von  $15,4 \text{ dH}^\circ$  und eine Karbonathärte von  $7,3 \text{ dH}^\circ$ , also von  $130 \text{ mg CaCO}_3/\text{l}$ . Dieser Wert ergibt  $3,7 \text{ CO}_2\text{eq}$ . Für die freie Atmosphäre mit einem  $\text{CO}_2\text{eq}$  von  $1,2$  läge der Sättigungspunkt bei  $80 \text{ mg CaCO}_3/\text{l}$ , sodass bis zum Ausgleich eine Differenz von  $50 \text{ mg CaCO}_3/\text{l}$  auskristallisiert. Unter der Annahme, dass im abgeschlossenen Raum bei erhöhtem  $\text{CO}_2$ -Gehalt der Luft der Ausgleich erst später eintritt, wird mit einem Gleichgewicht bei  $85 \text{ mg CaCO}_3/\text{l}$  und damit mit einer Differenz von nur  $45 \text{ mg CaCO}_3$  gerechnet. Bei einem vollständigen Ausgleich benötigt die Bildung des  $3 \text{ m}$  langen und aus  $40 \text{ g}$  Kalzit bestehenden Sinterröhrchens demnach insgesamt einen Wasserdurchsatz von  $850 \text{ l}$ . Dieses gesamte Wasser müsste in diesem theoretischen Fall an der Röhrenspitze verdunsten, bzw. wäre ein Abtropfen erst nach vollständigem  $\text{CO}_2$ -Ausgleich, somit in einem Tropfintervall von Stunden, gestattet.

Dieser  $\text{CO}_2$ -Ausgleich hängt von der Diffusionsgeschwindigkeit Wasser / Luft ab, die am hängenden Wassertropfen mehrere Stunden benötigt, wobei der Grossteil des Ausgleichs sich allerdings am Anfang dieses Zeitraumes ereignet. Die Sinterröhrchenbildung geht deshalb umso rascher vor sich, als das gesättigte Wasser durchläuft. Dadurch vervielfacht sich der zur Bildung errechnete Wasserdurchsatz von  $850 \text{ l}$ . Wenn damit gerechnet wird, dass sich das Sinterröhrchen bei einem Wasserdurchsatz von  $1 \text{ Tropfen} / \text{min}$ , also bei einem in der Natur häufigen Wert, bildet, und dass in dieser Minute jeweils  $10 \%$  der insgesamt möglichen Diffusion stattfindet, dann bildet sich ein solches Sinterröhrchen in etwas mehr als  $1000$  Jahren. Dieser theoretische Minimalwert stimmt mit den tatsächlichen Verhältnissen in der Kalkofenhöhle (Bildung in maximal  $4000$  Jahren möglich) grössenordnungsmässig gut überein.

Im speziellen Fall der Kalkofenhöhle, die nur durch eine gut luftdurchlässige Schutthalde gegenüber der freien Atmosphäre abgeschlossen war, scheint aber auch untersuchenswert, ob Verdunstungsvorgänge an der Sinterröhrchenbildung wesentlich mitgewirkt haben. Dagegen spricht unmittelbar die Erfahrung, dass bei hohen Verdunstungswerten meist nur sehr poröse Sinter oder Bergmilch entstehen, während die Sinter dieser Höhle gut auskristallisiert und dicht sind. Im Regenfall ist wegen der mit Wasserdampf fast oder ganz gesättigten

Höhlenluft ein Verdunstungsanteil an der Sinterbildung zu vernachlässigen. Hier aber kann davon ausgegangen werden, dass sich die im Winter von aussen eindringende Luft erwärmt und dadurch relativ trockener wird. Unter Verwendung dieser Temperaturdifferenzen als Motor der Zirkulation konnte hier auch ein gewisser Luftaustausch und Abtransport von Feuchtigkeit erwartet werden. Immer dann, wenn der Dampfdruck des Wassers niedriger als der Gasdruck seiner Umgebung ist, findet Verdunstung statt, wobei Luft mit 85 % relativer Feuchtigkeit noch 120 g Wasser/m<sup>3</sup> aufzunehmen vermag, bis sie mit einem Wassergehalt von 800 g/m<sup>3</sup> gesättigt ist. Es dürfte realistisch sein, unter den speziellen Verhältnissen der Kalkofenhöhle einen täglichen Luftaustausch von 2 m<sup>3</sup> über jeweils 100 Tage im Jahr mit der freien Atmosphäre zu erwarten. Somit kann dieser Luftaustausch jährlich maximal 24 l Wasser von allen Sinterröhrchen zusammen verdunsten, was in 1000 Jahren nur 24000 l Wasser sind. Für die Bildung der 300 Sinterröhrchen in den Kalkofenhöhle allein durch Verdunstung sind aber ohne jedes Abtropfen minimal bereits 255 000 l Wasser errechnet worden. Daraus ergibt sich, dass die Sinterröhrchen sogar dieser für Verdunstungsvorgänge so besonders geeigneten Höhle praktisch allein den Wirkungen des CO<sub>2</sub>-Austausches zwischen Sickerwasser und Höhlenluft zuzuschreiben sind und dass alle anderen möglichen Faktoren wie Verdunstung, Temperaturunterschied usw. keine nennenswerte Rolle spielen. Die Wirkung dieses einzig beachtlichen Faktors lässt sich grössenordnungsmässig sehr gut mit den nach morphologischen Methoden erklärten Verhältnissen vereinbaren.

## LITERATUR

BÖGLI A.: Mischungskorrosion - ein Beitrag zum Verkarstungsproblem. Erdkunde XVIII/2, 1964, Bonn.





Ab 018

# LITHOLOGIE UND CHRONOLOGIE DER FOSSILEN TERRAE CALCIS-BÖDEN DER KARSTGEBIETE DES MITTELPOLNISCHEN HOCHLANDES

J. Liszkowski

Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej, Uniwersytet Warszawski,  
Warschau, Polen

**A b s t r a c t.** The paper deals with lithology, chemistry, chronology and origin of fossil Terrae calcis-soils from karst areas of the Middle-Polish Highland. Four types of the weathering covers are distinguished: 1. silicium-rich and/other silicified weathering covers, 2. terrae rossae, 3. terrae fuscae, and 4. brown rendninas. These types were subsequently divided into a number of subtypes and varieties on the basis of clay mineralogy, and geochemical and paleopedological properties. Particular types and subtypes of terrae calcis originated under different climatic conditions prevailing during the Palaeogene (1), Miocene (2), Pliocene (2, 3), Eopleistocene (2, 3) and interglacial periods of the Pleistocene s. stricto (3, 4). The standard lithostratigraphical profile of fossil terræ calcis of the karst areas of the Middle-Polish Highland is given. Possible causes of deviations from that profile are discussed.

## 1. EINFÜHRUNG

Karstgebiete eignen sich allgemein vorzüglich für das Studium fossiler Verwitterungsdecken, denn die vielen unterirdischen und oberflächigen Karsthohlformen, die als "geologische Fäallen" arbeiten, bilden gute Vorraussetzungen für ihre Erhaltung. Diese Feststellung gilt auch für die Karstgebiete des mittelpolnischen Hochlandes.

Es sollen hier die in den Karstgebieten Mittelpolens auftretende autochthone (in Bezug auf die Karstgebiete), in Bezug aber auf die Lagerungs-verhältnisse mehr oder weniger umgelagerte fossile, postmesozoische, Bodensedimente bzw. Verwitterungsdecken kurz behandelt werden. Es handelt sich um verschiedene Glieder der Kalksteinverwitterungsböden (Terrae Calcis) - Reihe, die sich - was den fossilen Bodensedimenten betrifft - meistens durch einen beträchtlichen (bis über 80 %) Gehalt an Ton und Kolloiden ( $\varnothing$  0,002 mm) auszeichnen.

Die fossilen Verwitterungsdecken und Bodensedimente treten

meistens als Ausfüllung der verschiedenen, mehr oder weniger zahlreichen, Hohlformen des Karstes auf. Auf Grund umfangreicher Geländeuntersuchungen wurde ein Standardprofil der vertikalen Abfolge der verschiedenen Typen und Subtypen der Terrae Calcis-Böden der Karstgebiete Mittelpolens aufgestellt um einerseits Rückschlüsse über den allgemeinen Klimaablauf zu erhalten und andererseits lokal bzw. regional bedingte (z.B. durch das Relief, unterschiedliche Drainageverhältnisse, tektonische Aktivität u.s.w.) Unterschiede der verschiedenen synchronen Bildungen erkennen zu können.

Für die mannigfaltigen Typen und Varietäten der Terrae Calcis-Böden wurden umfangreiche lithogenetische, sedimentpetrographische, granulometrische, chemische-; paläopedologische und mikromorphologische (im Sinne W.L. Kubiena's) Untersuchungen durchgeführt. Besondere Aufmerksamkeit wurde der Analyse des Tonmineralbestandes und der Mineralogie und Morphologie der Eisen-, Mangan-, Aluminium-, und Silizium-Ausfällungen (Pedolithen) gewidmet. Als eine wertvolle Hilfe haben sich auch bodenphysikalische Untersuchungen erwiesen.

Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte auf Grund der umfangreichen bodenkundlichen und geologischen Fachliteratur, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann.

## **2. LITHOLOGISCHE UND GEOCHEMISCHE CHARAKTERISTIK DER KALKSTEINVERWITTERUNGS-BÖDEN (TERRAE CALCIS)**

Die fossilen und/oder relikten Kalksteinverwitterungsböden und Bodensedimente der Karstgebiete Mittelpolens können in 4 Gruppen eingeteilt werden: 1. Kieselsäurereiche und dekalzifizierte bzw. silizifizierte Verwitterungsdecken (Symbol KVB-I), 2. Terrae rossae (KVB-II), 3. Terrae fuscae (KVB-III) und 4. Braunrendzinen (KVB-IV).

Als bis jetzt älteste, postmesozoische Kalksteinverwitterungsböden treten in den Karstgebieten Mittelpolens vollkommen dekalzifizierte, oft stark silizifizierte Verwitterungsdecken auf. Sie besitzen ein, z.T. nachgewiesenes, z.T. auch angenommenes, paläogenes (alttertiäres) Alter. Unter diesen Bildungen können folgende Untergruppen unterschieden werden: a) Graue - bis Weisslehme mit Feuersteinen, Novakulithen und Porzellaniten (KVB-IA), b) Gelblehme mit Feuersteinen, Novakulithen und Porzellaniten (KVB-IB), c) Dekalzifizierte Opokas (KVB-IC). Obwohl die lithologische Ausbildung der 3 ge-



nannten Varietäten sehr verschieden ist, besitzen sie einige einheitliche Merkmale: sie sind vollkommen dekalzifiziert, z.T. stark silifiziert und zeigen eine starke bis mässige Auswaschung von Eisen. Zusätzlich charakterisieren sie sich durch ihre grosse Mächtigkeit aus, die 50 bis 100 Meter erreichen kann. Es handelt sich um Verwitterungsdecken eines sehr humiden, warmen Klimas. Die typischen strukturellen und texturellen Eigenschaften dieser Decken sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Ihren Tonmineralbestand und Chemismus zeigt Tabelle 2.

Als etwas jüngere Gruppe der Terrae Calcis-Böden treten die Kalksteinrotlehme (terrae rossae) auf. Diese, als KVB-II ausgeschiedene Gruppe, kann in verschiedene Untergruppen bzw. Subtypen und Varietäten aufgeteilt werden. Es kann eine schwach ferrallitische terra rossa (KVB-IIA) und eine ferrsialitische terra rossa (KVB-IIB) ausgeschieden werden; die letzte kann auf Grund des Tonmineralbestandes in eine Kandiditmineralreiche (KVB-IIB1) und in eine illitische (KVB-IIB2) aufgeteilt werden. Die Textur und Struktur der terrae rossae ist einheitlich.

In der Ferrallitischen terra rossa wurde in der Tonfraktion etwas Gibbsit angetroffen. In den ferrsiallitischen Varietäten kommt nur Goethit vor. In den älteren terrae rossae wurden in einigen Profilen Anzeichen einer Tirsifizierung angetroffen; die jüngsten terra rossa - Böden zeigen oft Anzeichen eines Steppen-Klimas (Karbonat-Pedolithen). Dem Alter nach gehören die terrae rossae in das Jungtertiär und umfassen das Miozän, Pliozän und z.T. auch Eopleistozän (in Gebieten mit guten Drainage-Verhältnissen). Die terrae rossae bildeten sich in einem subtropischen bis mässig-warmen (mediterranen), sommertrockenem Klima, wahrscheinlich unter verschiedenen Vegetationsvergesellschaften. Die Eigenschaften der drei genannten terra rossa-Bödenarten sind aus Tabelle 1 und 2 zu entnehmen.

Als jüngere Bodensedimente treten die Kalksteinbraunlehme, dh. die terrae fuscae (KVB-III) auf. Es handelt sich meistens um texturell und chemisch verhältnissmässig einheitliche fossile bis relikte Böden (siehe Tabelle 1 und 2). Gewisse Unterschiede treten in dem Humus-Gehalt, dem Grad der Entkalkung und dem Schluff: Ton-Verhältniss auf. Die etwas ältere terrae fuscae - Untergruppe (KVB-IIIA) ist vollkommen entkalkt, abgesehen davon, dass in einigen Profilen eine sekundäre Anreicherung von Karbonat-Konkretionen (Pedolithen) beobachtet wurde. Die jüngere Varietät der terrae fuscae (KVB-IIIB) ist z.T. noch reich an Kalkskelett, meistens auch an Humus und weist auch meistens einen erhöhten Schluff. Ton-Verhältnisswert auf, was eventuell auf eine Bei-



T a b. 1

Alter, Kornzusammensetzung, Schluff-Ton-Verhältniss und Farbe der wichtigsten Terrae Calcis-Bodenarten der Karstgebiete des mittel-polnischen Hochlandes

Terrae Calcis-Bodenart		Kornzusammensetzung [%]				
Gruppe	Untergr. *)	> 25 mm	25-2 mm	2-0,06 mm	0,06-0,002 mm	0,002 mm
Braunrendsinen (KVB-IV)	KVB-IVB	0-10	0-10	10-15	30-60	10-30
	KVB-IVA	0- 5	0- 5	5-40	35-50	20-50
Terrae fuscae (KVB-III)	KVB-IIIB	-	0- 5	0-20	20-40	20-70
	KVB-IIIA	-	-	5-15	15-40	20-80
Terrae rossae (KVB-II)	KVB-IIB2	-	-	5-10	10-30	20-80
	KVB-IIB1	-	-	0-10	10-20	30-80
	KVB-IIA	0-10	0-10	0-10	5-20	40-80
Kieselsäure- reiche bzw. silifizierete Verwitterungs- decken (KVB-I)	KVB-IC					
	KVB-IB	0-25	0-10	5-15	15-30	25-50
	KVB-IA	10-25	15-40	20-40	5-35	

\*) Erläuterungen der Abkürzungen - siehe Text.

Schluff-Ton verhältniss	Farbe	Alter
2+3	graubraun, dunkelgraubraun	Jungpleistozän-Altholozän
0,75+1,0	braun, dunkelbraun, gelbbraun, graubraun	Jungpleistozän
0,5 +1,0	dunkelbraun, rötlichbraun, gelb, gelbbraun	Pleistozän s. stricto (bis Saale/Weichsel Intergl.)
0,5 +0,75	dunkelbraun, rötlichbraun, rot-braun, gelbbraun	Eopleistozän bis Pleistozän s. stricto
0,35+0,5	braun-rot, rot, dunkelrot	Miozän, z.T. Pliozän bis Eopleistozän
0,25+0,35	braun-rot, ziegel-rot, rot, dunkelrot	Miozän
0,1 +0,5	braun-rot, ziegel-rot, rot, dunkel-rot	tieferes Miozän
	gelblich-weiss, grauweiss, hellgrau, weiss, gelb	Alttertiär
0,3 +0,8	gelb, hellgrau-gelb, gelb-rot (gefleckt)	
0,6 +1,0	grau, hellgrau, grauweiss, weiss	

T a b. 2

Chemische und mineralogische Zusammensetzung der Tonfraktion  
der wichtigsten Terrae Calcis-Bödenarten der Karstgebiete  
des mittelpolnischen Hochlandes

Terrae Calcis-Bodenart		Tonmineralzusammensetzung	Chemische Zusammensetzung der Tonfraktion			SiO <sub>2</sub> : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Verhältniss
Gruppe	Untergr. *)		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
Braunrendzinen (KVB-IV)	KVB-IVB	Illite, Smectite, Chlorite, Quarz, Goethit, Kalzit	45+60	10+25	2+ 5	3.5+6.0
	KVB-IVB					
Terrae Fuscae (KVB-III)	KVB-IIIB	Illite, Smectite, Chlorite, Quarz, Goethit, Kalzit, Dolomit	35+50	10+30	3+ 8	2.5+8.0
	KVB-IIIA					
Terrae Rossae (KVB-II)	KVB-IIB2	Illite, Smectite, Kandite, Quarz, Goethit, Hämatit	35+45	20+35	5+12	2.5+4.0
	KVB-IIB1	Kandite, Illite, Goethit, Hämatit, Quarz	35+45	25+35	8+15	2.5+3.0
	KVB-IIA	wie KVB-IIB1 - wenig Gibbsit	35+45	25+35	8-12	2.0+3.0
Kieselsäure- reiche bzw. silifizierete Verwitterungs- decken (KVB-I)	KVB-IC	Kieselsäure	92+98	0,5+2,0	1+ 8	100
	KVB-IB	Kandite, Smectite, Illite, Goethit, Kieselsäure	35+45	25+35	2- 5	2.5+3.5
	KVB-IA	Smectite, Kandite, Kieselsäure	50+65	15+20	1+ 2	3.5+8.0

\*) Erläuterungen der Abkürzen - siehe Text.

mischung eolischen Lössmaterials hinweisen dürfte (siehe auch J. Pelíšek, 1965, S. 68 u.a.). Altersmässig gehören die meisten terra fusca-Böden in das Jungtertiär, speziell in das Pliozän, und in das Eo- bis Mittelpleistozän. So weit bekannt, treten die jüngsten terra



fusca-Böden in Mittel-Polen im Saale / Weichsel - Interglazial auf.

Als jüngste Kalksteinverwitterungsböden treten die Braunrendzinen (KVB-IV) auf. Es handelt sich entweder um Braunlehm-Rendzinen (KVB-IVB) oder um Rendzina-Braunlehme (KVB-IVA) im Sinne von F. Scheffer, E. Welte und B. Meyer (1960). Sie sind noch reich an Kalkskelett und Humus und das charakteristische Braunlehmgefüge ist noch sehr schwach bis schwach ausgebildet. Sie besitzen ein Jungpleistozänes bis Altholozänes Alter und stellen somit meistens relikte bzw. subrezente Bildungen dar. Ihre Eigenschaften wurden in Tabelle 1 und 2 zusammengestellt.

Das hier genannte und erörterte Standardprofil der kenozoischen Terra Calcis-Bödenabfolge tritt selbstverständlich in vollkommener Ausbildung nur selten auf. In den einzelnen Karstgebieten des Hochlandes Mittel-Polens treten bestimmte Abweichungen von diesem Standardprofil bzw. Lücken auf. Eine qualitative Faktorenanalyse zeigt, dass diese Abweichungen bzw. Lücken sowohl regional wie auch lokal bedingt sind. Als Hauptursachen dieser Abweichungen können genannt werden: 1. Unterschiede in der lithologischen, makrofaziellen und mikrofaziellen, Ausbildung der karbonatischen Muttergesteine (Petrovarianz). Besonders starken Einfluss auf die Bodengenese haben: die Härte, Textur und Struktur und der Anteil, und dessen mineralogische Zusammensetzung, der nichtkarbonatischen Lösungsrückstände (siehe dazu z.B. F. Scheffer, E. Welte und B. Meyer, 1962, D.H. Yaalon, 1955 u.a.). 2. Unterschiede in der Reliefenergie und die damit zusammenhängende unterschiedliche Intensität der Abspülung und Bodenerosion. 3. Intensität der epeirogenen Bewegungen; Hebungsgebiete zeichnen sich durch eine starke Abspülung, und also lückenhafte Erhaltung der fossilen Verwitterungsdecken, aus. 4. Die paläohydrogeologischen und hydrographischen, speziell die Drainage-Verhältnisse und nicht zu letzt 5. Der Zeitfaktor, der - unter konstanten lithofaziellen, tektonischen u.s.w. Bedingungen - die Entwicklungsintensität, also die Reife der Kalksteinverwitterungsböden, deren Mächtigkeit, Entkalkungsintensität u.s.w. bestimmt (siehe z.B. E. Leszczyńska, 1966).

Es soll noch hervorgehoben werden, dass das aufgestellte Standardprofil der Terrae Calcis-Böden des Mittelpolnischen Hochlandes, grosse Ähnlichkeit mit der aus anderen Karstgebieten Mitteleuropas angegebenen tertiären und pleistozänen Abfolge der Kalksteinverwitterungsböden aufzeigt (siehe z.B. I.M.M. van den Brock, L. van der Waals, 1967, W.M. Levelt, 1965, E. Mückenhausen, 1953, J. Pelíšek, 1965, L. Smolíková, 1959, 1963, L. Smolíková, V. Ložek, 1962). Gewisse Abweichungen bestehen in sofern, dass in Mittelpolen die terrae rossae - Böden nur selten

bis in das Eopleistozän reichen und meistens schon im Oberpliozän durch die Kalksteinbraunlehme (Terrae fuscae) ersetzt werden. Diese Feststellung darf wohl als zonale klimabedingte Erscheinung betrachtet werden.

## ZUSAMMENFASSUNG

Es werden die in den Karstgebieten des Mittelpolnischen Hochlandes auftretende fossilen Terrae Calcis-Böden beschrieben. Es wurden folgende Gruppen der Kalksteinverwitterungsböden bzw. Bodensedimente unterschieden: 1. Kieselsäurereiche Verwitterungsdecken, 2. Terrae rossae, 3. Terrae fuscae und 4. Braunrendsinen, die auf Grund ihres Tonmineralbestandes und ihrer geochemischen Eigenschaften in verschiedene Untergruppen und Abarten unterteilt wurden. Es werden kurz die Entstehungsbedingungen und die lithostratigraphische Abfolge der Terrae calcis-Böden erläutert und ein Standardprofil dieser Verwitterungsdecken für das Mittelpolnische Hochland angegeben. Die beschriebenen Böden bzw. Bodensedimente umfassen das ganze Tertiär, vom Palaeogen bis zum Pliozen, das Eopleistozän und die Interglazialperioden des Pleistozäns im e.S. In den einzelnen Karstgebieten des Mittelpolnischen Hochlandes treten Abweichungen von diesem Standardprofil der Terrae calcis-Böden auf, deren Ursachen kurz zusammengestellt werden.

## LITERATUR

- BROEK, I.M.M. van den, WAALS, L. van der: The Late Tertiary Peneplain of South Limburg (The Netherlands). Silicifications and fossil soils, a geological and pedological investigation. Geol. Mijnbouw, 46: 318-332, 1967.
- GANNSEN, R., HÄDRICH, F.: Atlas zur Bodenkunde. Mainz, Hochschulatlanten Bibliogr. Inst., 85 S., 1965.
- KUBIENA, W.L.: Prinzipien und Methodik paläopedologischer Forschung im Dienste der Stratigraphie. Z. dt. geol. Ges., Bd. 111: 643-652, 1952.

- LESZCZYŃSKA, E.: Reliktowe gleby typu czerwonoziemnego oraz redziny brunatne i właściwe wytworzone z jurajskich wapieni i margli Jury Krakowsko-Wieluńskiej i zachodniej części osłony mezozicznej Gór Świętokrzyskich. Rocznik Nauk Rolniczych, T. 120, Ser. O-Monografie, 128 S. Warszawa 1966. (In polnisch, eng., rus. Zusammenfassung.)
- LEVELT, W.M.: Die Plateaulehme Süd-Luxemburgs und ihre Bedeutung für die morphogenetische Interpretation der Landschaft. Publ. Physisch Geogr. Labor. Univ. Amsterdam, No 6, 205 S., 1965.
- MÜCKENHAUSEN, E.: Fossile Böden in der nördlichen Eifel. Geol. RDsch., 41: 253-268, Sonderband 1953.
- PAN(Š, V.: Fossil Tropical Weatherings on Carbonates in the Bohemian Massif. Abstracts of Papers, 20th Int. Geogr. Congr., London, 98 S., 1964.
- PAQUET, H.: Principaux types d'alteration chimique à la surface du globe. Présentation d'une esquisse géographique. Rev. Géogr. Phys. et Géol. Dynam., X. No 5: 457-470, 1969.
- SCHEFFER, F., WELTE, E. und MEYER, B.: Die Rendsinen der mitteldeutschen Berg- und Hügellandschaften (Leine-Weser-Bergland). 1. Mitteilung - Zeitschr. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkunde, Bd. 90, H. 1; 18-36, 1960. 2. Mitteilung - l.c., Bd. 98, H. 1; 1-17, 1962.
- SMOLÍKOVÁ, L.: Pudni pomery Jihoslovenského krasu. Acta Univ. Carolinae, Geologica 3, 1959.
- : Stratigraphische Bedeutung der Terrae calcis-Böden. Sborník geol. věd, řada A: Anthropozoikum 1; 101-126, 1963.
- SMOLÍKOVÁ, L., LOŽEK, V.: Zur Altersfrage der mitteleuropäischen Terrae calcis. Eiszeitalter u. Gegenwart, 13; 157-177, 1962.





**Ab 019**

## **SEDIMENTS OF THE RAJ CAVE (CENTRAL POLAND)**

**T. Madeyska**

Institute of Geological Sciences, Polish Academy of Sciences,  
Warsaw, Poland

The Raj Cave is situated inside the northern slope of a small hill connected with the range of Middle Devonian limestone heights (about 320 m a.s.l.). This organogenic rocky limestone beds dipping to the SSW belong to the syncline of Czerwona Góra in the Świętokrzyskie Mountains (Holy Cross Mts.). A system of transversal and longitudinal faults and joints cutting this range initiated the relief of landscape as well as the passages and chambers of the cave.

From the north side the limestone range is cut by a valley of Bobrzychka stream flowing nearby the cave entrance. A detailed study of the quaternary history of this valley against a background of the surrounding area was done by L. Lindner and J. Braun (1973 - in press). Four river terraces are distinguished in this valley. The highest, IV terrace is dated back to the time of the Middle Polish (Riss) glaciation. The sedimentation inside the cave took place in the close connection with the origin of the III terrace and will be discussed later. The surface of both - the cave sediments and the terrace - lies 5-6 m above the stream. The sediments of the III terrace are dated back to the time between the last interglacial and the end of the Baltic (Würm) glaciation. Two low terraces originated in the Late Glacial (probably Younger Dryas) and the holocene.

The main entrance to the cave remained covered by a fan of stony debris probably since the climatic optimum of the holocene till now. The cave was incidentally discovered by a group of school-boys in 1963. They came into the cave by a small opening in the ceiling. Thanks to the above mentioned fan the rich dripstone formations remained unspoiled. The decision to place this site under the protection of law as a nature reserve and to throw it open to the public came quickly.

The main part of the cave (fig. 1) consists of a 60 m long system of chambers (High Hall, Stalactite Hall, Columned Hall) which are differentiated in shape. They are connected with two smaller side



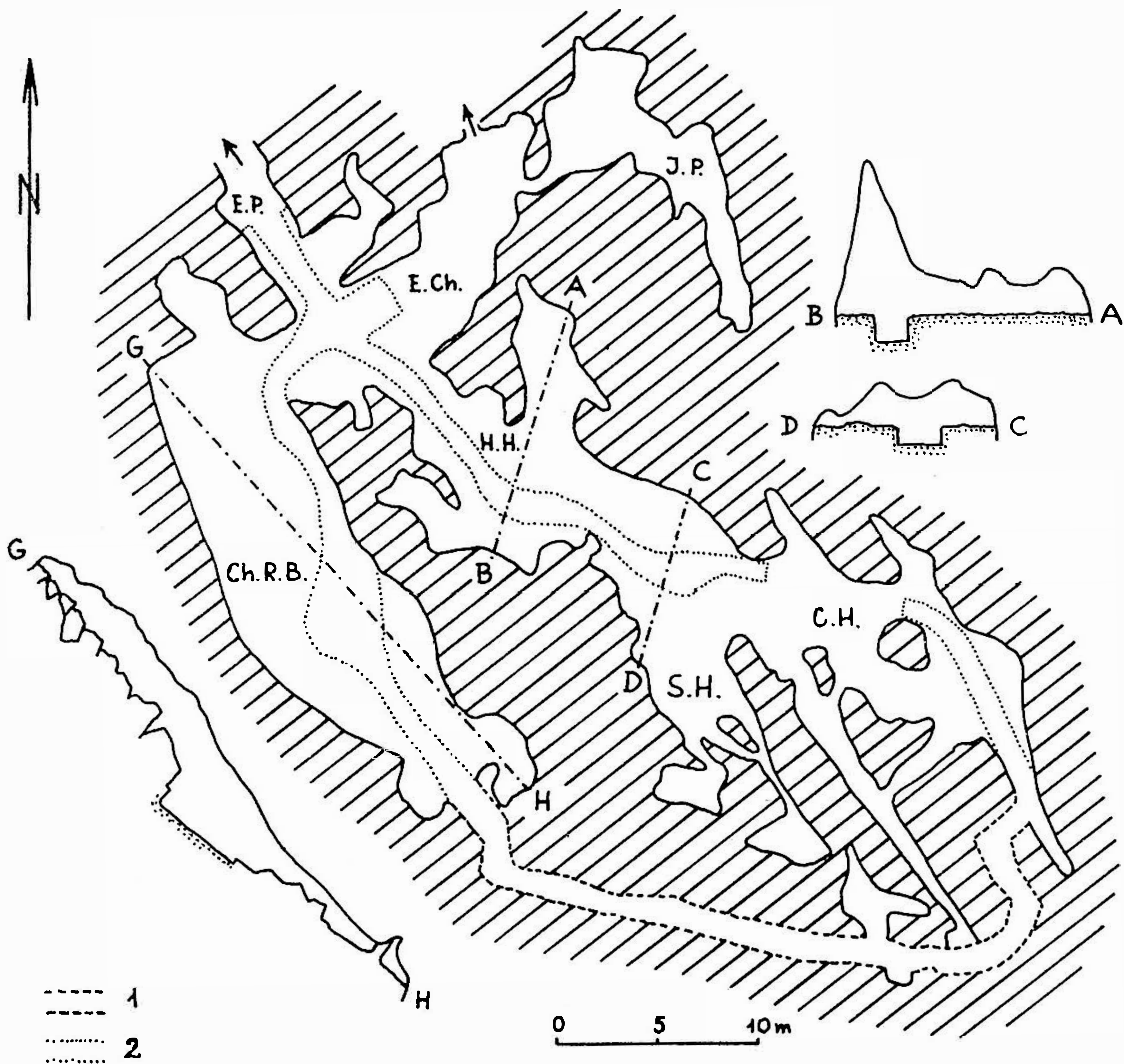


Fig. 1. Sketch map of Raj cave.

1 - tunnel pierced through the rock, 2 - trench dug up in the sediments, E.P. - Entrance Passage, E.Ch. - Entrance Chamber, I.P. - Inaccessible Passage, H.H. - High Hall, C.H. - Columned Hall, S.H. - Stalactite Hall, Ch.R.B. - Chamber of Rock Blocks.

systems (Inaccessible Passage and Chamber of Rock Blocks) by a transept Entrance Chamber. The total length of the known galleries is about 240 m. The maximum height of the cave is 8 m but the average is about 1,5 - 3 m. The height for passing through is practically much smaller because of a very rich dripstone formation.

The scientific exploration of the cave was started soon after its discovery, among others a detailed study of the speleothems was done by R. Gradziński and T. Wróblewski (1968). The Raj cave has a very



rich representation of all the dripstone forms known. The most frequent forms are stalactites - iciclelike as well as tubular, single or grown together into groups, 20 - 50 cm in length sporadically reaching 80 cm. Small columns originated by meeting of stalagmites with stalactites often occur in the cave. Rich varieties of flowing dripstone formations such as curtains, ribs, plaits are fairly common there. The most interesting rare forms are fields of pisolites lying straight on the cave floor or in the hollows of the basins. The size of the basins ranges from 1,5 m in diameter to very small ones which are called "rice fields".

The observations concerning the sediments of the Raj cave were limited to a narrow long trench dug up for the touristic purposes. The path was cut in the dripstone and sediments for the visitors to pass under the stalactites. The trench was 24 m long widened in two places only; one in the front part of the Entrance Passage and it is the only cross-section reaching both sides of the walls, and the second in the Entrans Chamber. Explorations were Headed by archaeologists: J.K. Kozłowski and M. Kaczanowska.

The differentiation of the sediments is rather remarkable depending on the situation inside the cave. Most interesting profile with readable stratigraphy was uncovered in the part near the main entrance (Entrance Passage and Entrance Chamber). In the deeper part (High Hall and Stalactite Hall) one could observe great lithological variations of particular layers as well as the changes of their thickness and dipping or even interruptions of their continuity.

The archaeological and palaeontological findings were numerous in the entrance part but very scarce in the inner part of the cave.

The results of the studies on the Raj cave filling were published in 1972. This monography contains the description of the cave and history of its discovery by Z. Rubinowski and T. Wróblewski, a stratigraphical and sedimentological study of the deposits by T. Madeyska, a study of fossil fauna by K. Kowalski and his staff. The archaeological material was elaborated by J.K. Kozłowski and M. Kaczanowska.

The present paper is concerned with the main results of the above mentioned publication.

Generally speaking in the profile of deposits one can distinguish a differentiated series of loam with rubble (layers 1-9) lying directly on the rocky floor and covered by another series which is considerably poor in limestone rubble and consists of silt and sand layers (10-11).

The lower series consists of more or less regular layers and lenses of loam varying in their mechanical and chemical composition and various amount of limestone rubble.

L a y e r 1 - dark brown clayey loam containing large amount of organic matter with smoothed limestone rubble and partly covered by corrosive pit-like hollows. This layer fills up the gaps between the blocks of the rocky bottom.

L a y e r 2 - grey-brown clayey loam poorer in humus than layer 1, rich in phosphates, containing rather smoothed rubble. It forms a thick and distinct continuous horizon with even top surface.

L a y e r 3 - irregular lenses of sand and loam containing a large amount of humus and iron compounds.

L a y e r 4 - brown and grey-brown sandy loam (with sand lenses) rich in phosphate, with small amount of limestone rubble characterized by great porosity of surfaces. Most particles have pit-like hollows.

L a y e r 5 - grey-buff sandy silt forming lenses which are thick near the entrances and disappear in a distance of a few meters from them.

L a y e r 6 - dark-brown sandy loam rich in phosphates with limestone rubble differentiated in shape and the degree of weathering.

L a y e r 7 - irregular lenses of dark-brown and red sand.

L a y e r 8 - irregular thin layer thickens towards the direction of the Chamber of Rock Blocks composed of reddish-brown loam with coarse sand.

L a y e r 9 - greenish-brown loessic silt with sharp-edged limestone rubble and blocks slightly chemically weathered.

L a y e r 10 - stratified grey-brown and grey-greenish loessic silt with irregular thin sand lenses.

L a y e r 11 - stratified fine and medium-grained sand, light brown in colour with intercalations of silt lenses. In the top part of it patches of humus as well as concentrations of charcoals were observed.

L a y e r 12 - dripstone crust which covers the deposits all over the floor of the cave. In a few places it cements the upper portion of the underlying sand layer. In the neighbourhood of the main entrance to the cave the dripstone formations are displaced by a rubble heap consisting of large limestone blocks which burried the entrance.

The sedimentation of the loam-with-rubble series took place in the time when the cave was comparatively dry. Sporadically inflowing water left small sand lenses behind. On the contrary - the upper set



of layers was deposited as a whole by the water running through the main entrance and carrying sandy and silty material.

All the layers except the 7-th contained more or less abundant bone remains of big mammals and quite a rich collection of rodents, birds, amphibians and fishes. This fauna (on the understanding that it is partly on the secondary bed) gave us some informations concerning ecological conditions and their changes around the cave during the time of sedimentation.

In the lowest part of sediments (layer 1-3) the Microtus agrestis dominates in the rodent fauna indicating a meadow environment. The presence of the Castor fiber and Clethrionomys glareolus suggests that at least a small wooded area existed in the vicinity. Numerous Sorex araneus and Sorex minutes, fishes and frogs indicate climate relatively moist and mild.

The fauna of layers 4-9 shows the gradually drying and cooling conditions. In layer 4 the presence of Microtus agrestis, Citellus citelloides, Lemmus lemmus, Alopex lagopus and others indicates wet tundra with fairly rich but woodless vegetation. Next lemmings, horse, rhinoceros and reindeer increase in number indicating further cooling and drying of the climate. The species associated with dry tundra or polar desert (Dicrostonyx torquatus, Microtus gregalis) prevail decidedly in the fauna of layer 10. The sandy layer 11 has undoubtedly a mixed fauna which includes pleistocene and holocene elements. The holocene one is marked by the prevalence of silvan elements.

Archaeological materials were present in two cultural horizons - the first associated with layer 4 and the second with layer 6. The observations of the artifact distributions show that the material was not grouped in any noticeable aggregations either in section or in plane.

On the basis of the typological-statistical characteristics J.K. Kozłowski found that the inventory of the layer 4 (345 artifacts 65 tools including) refers clearly to the assemblages of the Charentian group of Mousterian without levalloisian technique. This inventory shows the character of a residential site as it contains a relatively high proportion of tools (about 16 %). Remains of game - i.e., bones of horse, reindeer, Bos or Bison rhinoceros are relatively scanty. Charcoals present in this layer were identified by V. Pawlikowa as a pine wood.

The material from layer 6 (288 artifacts 62 tools including) also belongs to the East Charentian assemblages close in typological-



-descriptive respects to the Tata inventory and is characterized by strong Upper Palaeolithic component. A huge number of reindeer antlers was gathered in the Entrance Passage by man as a rampart preventing access to the cave. Among the bones of game left by the inhabitants horse, reindeer, Bos or Bison, musk-ox, rhinoceros, mammoth, arctic fox, white grouse were found, Charcoals of pine wood were discovered in this layer as well as bone coal.

In conclusion it ought to be said that the whole series of deposits in Raj cave was formed in a relatively short period under the conditions of continuous cooling and drying of the climate. The grassland landscape with relatively near wood areas changed into wet tundra of the grassland type and finally turned to the typical dry tundra or polar semi-desert.

During the first period the cave was comparatively dry thanks to which people could live in it comfortably. The human occupation was interrupted by the inflow of water carrying silty material. After the cave dried up people came back and built a rampart of reindeer antlers. In this time the polar conditions came and the second inflow of water left there a thick silty and sandy layer. Those inflows were connected with the rising of the water table in the Bobrzyczka stream during the sedimentation of the terrace 5-6 m high. There is no exact chronological point but the most probable time of the sedimentation was a short time before and after the origin of the Younger Loess in the Świętokrzyskie Mountains - i.e., between the end of the Last Interglacial and the glacial part of the so called Baltic Glaciation. The last stage of the sedimentation took place in the Holocene.

## RÉSUMÉ

La grotte "Raj", découverte 10 ans auparavant, est la plus belle en Pologne Centrale. Son entrée a été masquée par un cône d'éboulis, qui a permis la destruction du beau ensemble de stalactites et stalagmites par les visiteurs.

Sous la croûte concrétionnée du plancher on a distingué deux séries de dépôts, dont la sous-jacente contenait des cailloux et l'argile de grotte, accumulés sans l'action de l'eau courante. La série surmontante est représentée par du limon et du sable déposés par les cours d'eau.

Deux couches à l'industrie paléolithique (Charentian) ont été trouvées dans la série inférieure, tandis que les ossements de grands mammifères et rongeurs ont été trouvés dans toutes les deux séries. L'analyse sédimentologique et l'étude des faunes déterminent l'âge de l'industrie: entre l'interglaciaire Riss/Würm et le début de la sédimentation des loesses würmiens.

## REFERENCES

- GRADZIŃSKI, R., WRÓBLEWSKI, T. (1968): Szata naciekowa w jaskini Raj. *Ochrona Przyrody* 33, Kraków. 281-307.
- LINDNER, L., BRAUN, J. (1972): Studies on Raj Cave near Kielce (Poland) and its deposits. *Folia Quaternaria* 41, Kraków. 148 p.
- (1973) (in press): Stratygrafia czwartorzędu oraz rozwój geomorfologiczny doliny Bobrzyczki na wysokości jaskini Raj. *Rocznik Świętokrzyski*, Kielce.





Ab 020

## ГУРЫ И ГЕНЕЗИС КАЛЬЦИТОВЫХ ПЛОТИН В ПЕЩЕРАХ

А.Максимович

Институт карстоведения и спелеологии,  
Перм, СССР

Озера с кальцитовыми плотинами или гуры - это сравнительно редкие образования в известняковых, реже доломитовых, пещерах. Они описаны в единичных полостях в конгломератах (Гималаи), лавах (Н. Гебриды), подземных разработках известняков Англии, Франции и серном руднике. Гуры известны автору в 330 полостях, приуроченных к протерозойским, палеозойским, мезозойским, палеогеновым, неогеновым и даже четвертичным карбонатным отложениям. Они чаще встречаются в карстовых массивах горных стран, особенно на окраинах и в предгорьях, реже на платформенных равнинах Европы, Азии, Африки, Австралии, Америки, а также на островах Океаний (Максимович, 1971, 1973). Процент полостей с гурами или "гурность", подсчитанный автором, для некоторых районов ориентировочно следующий.

Страна, район	Всего карстовых полостей	Известно автору полостей с гурами	% полостей с гурами
Урал	около 450	16	3,6
Горный Крым	765	27	3,5
Грузия	474	30	6,3
Болгария	2000	45	2,3
Румыния	977	43	4,4
Чехословакия	2000	12	0,6
Польша	871	4	0,45
Ирландия	300	3	1,0

Распределение горизонтальных полостей с гурами, длина которых известна автору, следующее.

Длина, м	1-10	10-100	100-1000	1000-10000	10000-100000	100000	Всего
Кол. пещер	0	33	80	60	7	2	187
% пещер	0	20,3	42,7	32,1	3,8	1,1	100,0

Для некоторых территорий это распределение изменяется (в %)

Длина, м	1-10	10-100	100-1000	1000-10000	10000	Количество пещер
Урал	0	21	42	37	0	19
Крым (горный)	0	15	74	7	4	27
Болгария	0	5	55	40	0	20
Румыния	0	54	32,5	13,5	0	37

Эти различия в распределении обусловлены не только природными особенностями рассмотренных четырех регионов, но и характером использованных данных (рис. 1).

В зависимости от ширины наклонного, горизонтального коридора или грота пещеры, гурь можно разделить на площадные и линейные.

Площадные гурь развиты в сравнительно широких участках потока карстовых вод. В пещере Акиоси в Японии на площади 100 x 200 м расположены сотни гурь, имеющих 0,5-3 м в поперечнике. Подобные гурь развиты в пещерах Шкоцианска Яма в Югославии, Крезус на о. Тасмания, зале Гурь пещеры Ребеко Кандалу в Испании и многих других.

Линейные гурь развиты в речных пещерах и узких проходах с ручьями. Они наблюдаются в пещерах Красной в Крыму, Регай де Неуле в Провансе (Вар) и во многих других. В узких проходах линейные гурь имеются местами в галерее Больших Гурь пещеры Кутукской IV (Башкирия). Четыре плотники из кальцита без воды известны в Верхнегубахинской пещере в проходе ширинок 30-45 см.

В зависимости от наклона поверхности, на которой образуются гурь, автор делит их на: 1. крутосклонные - типа Шкоцианской пещеры (Тиха Яма), 2. наклонные - типа Крезус ("Золотая Лестница" этой пещеры в Тасмании), 3. пологие - типа Акиоси и Домицы, 4. плоские - типа Крижной Ямы.

Количество гурь в одной пещере изменяется от 1-2 до сотен. В пещере Шоверош (Франция) их насчитали 204, в Красной пещере в Крыму закартировано более 70, а в Кутукской IV в галерее Больших Гурь - 34 и в проходе Адамова Баня более ста гурь. В шкоцианской Яме их около полусотни. Во французской пещере Регай де Неуле, судя по плану, выделяется две группы по 10 гурь, образующих каскад. В грузинской Шакуранской пещере 18 гурь. Высота плотин гурь от 13 до менее 0,01 м. По наблюдениям в Кутукской IV пещере установлена зависимость высоты плотин от наклона пола.

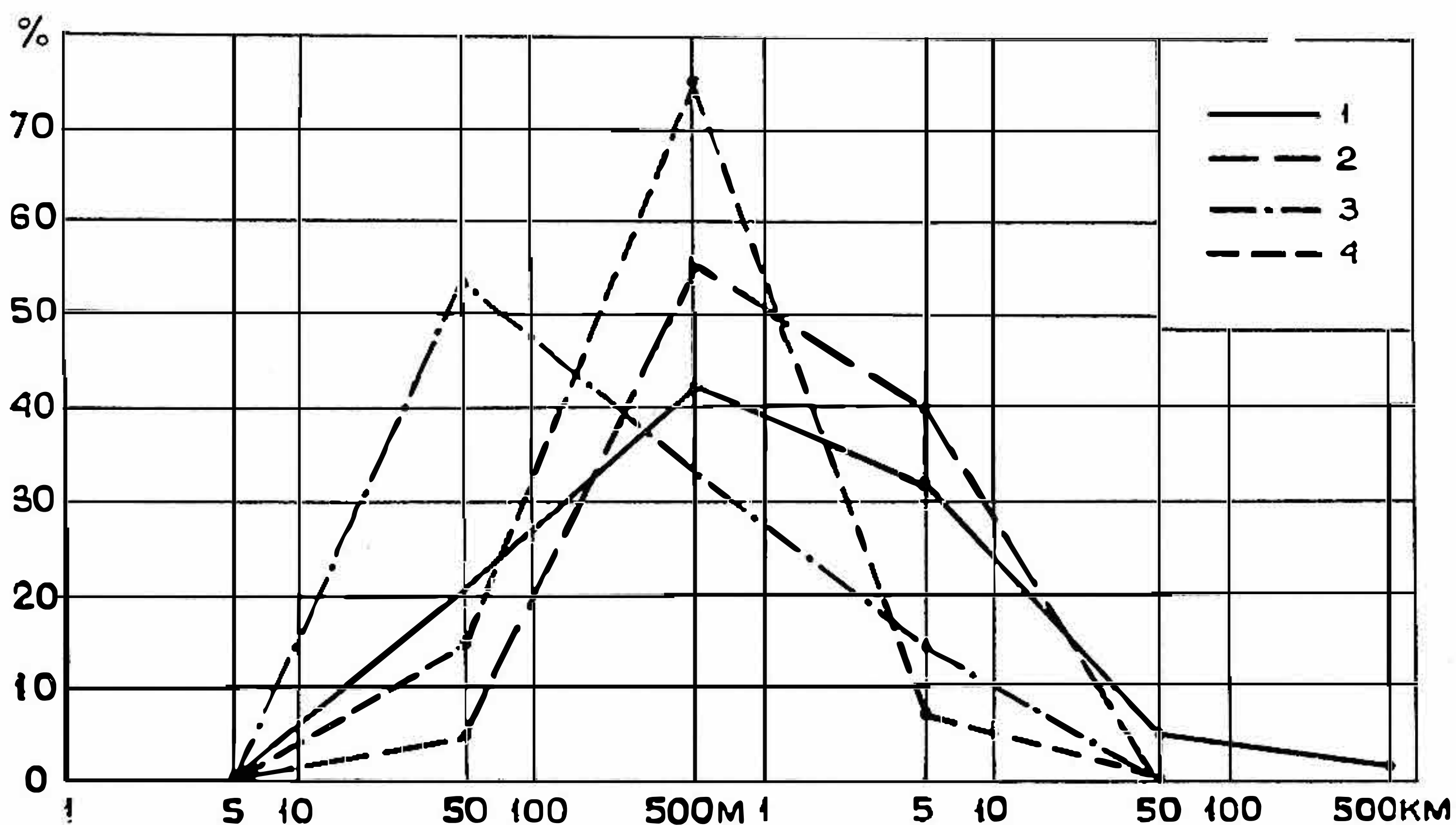


Рис. 1. Распределение по длине карстовых полостей с гурами в %. 1 - суммарные данные по 187 пещерам, 2 - Болгария, 3 - Румыния, 4 - Крым. - Distribution of the caves with gourls according to the length in per cent. 1 - 187 caves of varies countries, 2 - Bulgaria, 3 - Rumania, 4 - Krimea.

Наклон пола в градусах	< 3	3-10	10-30
Высота плотин, м	0,1-0,2	0,5-0,8	1,5-2

Длина плотин изменяется от 15 м и более для печных пещер до менее 1 см у микрогуров. Объем отдельных плотин речных гуров Красной пещеры в Крыму достигает  $15,8 \text{ м}^3$ .

Удельная плотность гуров для галереи Больших Гуров пещеры Кутукской IV составляет 3 на погонный метр, в шакуранской пещере 0,5-0,45, а в Красной 0,106.

Площадь акватории гуровых озер от 1 до  $200 \text{ м}^2$ . Температура воды в Хазинской пещере (Башкирия)  $6^\circ$ , в девятнадцати пещерах Крыма  $4,5^\circ$ - $11,6^\circ$ , в пропастях Гран Дарги (Эн) на глубине 30 м  $7^\circ$  и Пети Сен-Кассиен на глубине 162 м  $10,75^\circ$ , а в кубинских пещерах  $20^\circ$ - $23,9^\circ$ .

Возраст гуров пещеры Ляско (Франция) 9000 лет и Красной пещеры (Крым) 9-10 тыс. лет.

Автор различает три обстановки образования гуров.



## 1. Гуры речной и озерно-речной стадий развития горизонтальных и наклонных карстовых полостей

Появление кальцитовых плотин на пещерных реках знаменует начало перехода полостей из речной в озерно-речную стадию. Гуры в пещерах, находящихся в речной и переходной от речной к озерно-речной стадиях, известны в Горном Крыму, Венгрии, Румынии, Болгарии, Франции и многих других странах. В Крыму это пещеры с постоянными водотоками: Красная, Узунджа, Малой Академии, Желтая, в Венгрии – речная пещера Аггтелек, во Франции – Падирак, Куль де Во, Шоджер, Батайе и другие, в Гондурасе – Рио Фрио. Гуров, подпруживающих потоки пещер, находящихся в речной или озерно-речной стадиях, во много раз меньше, чем кальцитовых плотин в стадиях озерной, капеза и конденсации, которые преобладают.

Водопритоки речных пещер-источников формируются путем поглощения или транзита поверхностного потока. Возможны и пещеры-источники с гурами, где подземный водоток обусловлен рассредоточенной инфильтрацией на площади карстового массива.

## 2. Гуры озерной, капезной и конденсационной стадий развития горизонтальных и наклонных полостей

Эти гуры возникают: 1. под крупными фильтрующими трещинами; 2. на наклонных участках, где со сталактитов стекает вода; 3. на участках площадной инфильтрации или капеза конденсационных вод; 4. на участках, где инфильтрационная вода поступает из отверстий в стенах у пола гротов.

Обильное поступление карбонатного материала в паводок и последующее испарение, при слабом стоке или его отсутствии, иногда обуславливает наращивание плотин и стен гуров в горизонтальном направлении в виде заберегов и других форм кальцитового обрамления, кальцитовой пленки на поверхности озера. Реже происходит полное запечатывание гуров, как например в пещере Кутукской IV. Здесь проявляются следующие стадии горизонтального карбонатного литогенеза на водной поверхности озера: гур → гур с заберегами → гур с окном воды → запечатанный гур. Заключительные стадии возможны только для рассматриваемой второй группы гуров, причем последние две наблюдались только в одной пещере.

Колебания уровня воды гурских озер за счет испарения вызывает образование кальцитовых заберегов на разных уровнях. На возвышающихся

над дном озера сталагмитах и опущенных в воду сталактитах возникают кальцитовые оторочки, а на дне - растут грибообразные и другие формы. На стенках и верхней части плотин растут кристаллы кальцита. На дне гуровых озер иногда наблюдаются скопления костей летучих мышей и мелких животных, обломки натечных образований, пещерный жемчуг. Кальцитовые солины и пиволиты особенно обильны в мелких пещерных водоемчиках с кружевными плоскими заберегами.

### 3. Гуры потоков на выступах пропастей, карстовых шахт, вертикальных пещер

Такие гуры описаны в пропасти Пети Сен-Кассиен (Вар, Прованс) и в других вертикальных полостях Франции и Румынии.

Таким образом, гуры представляют своеобразное проявление карбонатного спелеолитегенеза. Они возникают в местах увеличения скорости подземного потока, где благодаря понижению внутреннего давления и некоторому повышению температуры происходит выделение из пересыщенного раствора  $\text{CO}_2$  в воздух пещеры и рост кальцитовой плотины. Следовательно, гуруобразование обусловлено комплексным гидромеханотермодинамическим (эвапорационным) геохимическим барьером.

Плотина (в плане) образуется перпендикулярно направлению потока и фиксирует его в виде фестонов барража. Вертикальный профиль плотины отражает скорость и насыщенность карбонатом кальция вод пещерного потока, образуя наклоны по потоку и вверх по течению.

Гуры возникают на поверхностях, обладающих разным наклоном - от почти вертикального до почти горизонтального ( $1^\circ 50'$ ). На разных стадиях этого спектра углов образуются каскады групповых или одиночных гуров. Играет роль и степень пересыщенности раствора карбонатом кальция, ширина потока.

Поднятие района с пещерами сопровождается углублением подземных потоков. Вода покидает гуры. Плотины в сухом коридоре - это реликты бывшего потока. Водный поток не только создает плотины, но и разрушает их. Разрушенные барражи с окнами и проломами, а также гуровые мосты, описаны пока в немногих пещерах. В одних пещерах встречены только прорванные плотины, в других, наряду с сохранившимися барражами, можно наблюдать разные стадии разрушения вплоть до почти полного их уничтожения.

В области изучения гуров необходимо международное сотрудничество.

VI Международному спелеологическому конгрессу следует подумать о создании комиссии по карбонатному спелеолитогенезу с гуровой секцией.

## THE LIMESTONE POOLS (GOURS) AND GENESIS OF CALCITE DAMS IN CAVES

G.A. Maximovich

### SUMMARY

The subterranean lakes with calcite dams or gours are comparatively rare in the caves in limestones (and dolomites). The work is based on descriptions of gours with water and dry in 330 caves and 4 mines of Europe, Asia, Australia, Tasmania, Madagascar, North and Central America.

The gours are mainly formed on inclined and gently sloping floor of caves and potholes (avens, gouffres); not often on the scarps in the potholes. Mainly there are the caves of limestone massifs in the mountains and seldom of the platform plains.

The gours are formed in two main hydrogeological stages of development of caves: 1. river and lake-river, 2. gour-lakes, dripping and condensation. The high calcite dams on cave rivers are rare. They are the gours of caves Krasnaya (Red) in Krimea, Cul-de-Vaux, Chaudiere a Cademane, Padirac (France), Aggtelek, Beke (Hungary), Rio Frio (British Honduras) and others. Mostly the gours are formed in those parts of caves where the water permanently or periodically comes as streams, dripping or condensation. The number of gours in the caves varies from hundreds (Akiyoshi, Japan) to single. According to degree of inclination of the floor autor proposes four types of gours: Škocjan, Croesus, Akiyoshi, Krišna.

The river gours in the caves Krasnaya, Cul-de-Vaux, Chaudiere, Rio Frio are destructed with formation of rectangle or circular openings in middle or lower parts of dams, or breaks, or finally destructed. If the accumulation is reappeared, the calcite weirs are formed in lower parts of openings or breaks. Sometimes accumulative gour bridges are formed.

Evaporation in limestone pools leads to formation on water surface of calcite rafts (films, kalkhäutchen) and finally gours with closed water. The last stages is known only in Kutuk IV cave in Bashkiriya. The gour lakes give also various forms of carbonate speleolithogenesis (speleothems): cave perles, calcite crystals, fungites and other knots and incrustations on the floor, dams, walls and collars on the stalactites, stalagmites and so on.



The calcite dams are a result of hydromechanical-thermodynamical-(evaporational) complex geochemical barriers.

## ЛИТЕРАТУРА

МАКСИМОВИЧ Г.А.: Гуры. Пещеры, вып. 10-11, Пермь 1971.

- : Новые данные о распространении гуров. Пещеры, вып. 14, Пермь 1973.



АБ 021

# ДИСЛОКАЦИОННЫЙ МЕХАНИЗМ РОСТА НИТЕВИДНЫХ КРИСТАЛЛОВ КАЛЬЦИТА СЛАГАЮЩЕГО "ГОРНОЕ МОЛОКО" ИЗ ПЕЩЕРЫ "ВОДОПАДА", БОЛГАРИЯ

М.Н. Малеев и А.Ф. Филипов

Кафедра минералогии и кристаллографии Софийского Университета,  
София, Болгария

## ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на многочисленную спелеологическую литературу и хорошую минералогическую изученность современными методами, вопрос о причинах кристаллизации кальцита, слагающего "горное молоко", в форме тончайших нитей до настоящего времени не разрешен. Существующие генетические рассуждения касаются геологической обстановки, возрастных соотношений, источника вещества и только в редких случаях делается попытка выяснения причин необыкновенного габитуса кальцита. Выдвинуты три возможные причины нитевидной формы кальцита: а) Волокнистый кальцит — новая триклинная или моноклинная модификация  $\text{CaCO}_3$ , обнаруживающая при микроскопическом изучении косое погасание (Двойченко, 1914, 140). Это предположение дорентгеновского периода в настоящее время оставлено. б) Волокнистая форма унаследована. Она результат замещения изначально существующего минерала или микроорганизма кальцитом (Warwick, 1962, 101; Schroll а.о., 1965, 575). в) Волокнистая форма — следствие особых физико-химических условий кристаллизации, которые не конкретизируются (Bernasconi, 1961, 23). Цель настоящей работы в самом нитевидном кальците найти такие признаки, в которых был бы "записан" механизм его роста.

"Горное молоко" состоящее из тонких волокон кальцита обнаружено в пещере "Водопада", заложенной в органогенных известняках Ловешской ургонской группы. Пещера относится к горизонтальным водным; на расстоянии 120 метров от входа расположен сифон, обуславливающий постоянный микроклимат во внутренних частях пещеры. Нитевидные кристаллы кальцита приурочены к отдельным тектоническим участкам по всей протяженности пещеры после сифона. Волокнистый кальцит — самое позднее по времени кристаллизации образование. Он слагает обособленные войлоковидные скопления или крустификационные корки нарастающие на коренную карбонатную породу, сталактиты, глину.



## ФОРМА, РАЗМЕРЫ И КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКАЯ ОРИЕНТИРОВКА НИТЕВИДНЫХ КРИСТАЛЛОВ КАЛЬЦИТА

Морфологические особенности нитевидных кристаллов кальцита, нарастающих на различном субстрате одинаковы. Нитевидные кристаллы достигают максимальную длину 7-8 мм при ширине колеблющейся в сравнительно узких пределах - около 1 микрона. Электронномикроскопическое изучение (прибор "Hitachi", ускоряющее напряжение 50 кв.) показало, что кристаллы с идеально гладкой боковой поверхностью встречаются сравнительно редко. Более часты кристаллы с зарубренными боковыми гранями, которые являются следствием проявленной в различной степени регенерации - односторонней или двусторонней, частичной или полной, причем возможны переходы между различными степенями. Регенерированные и идеально гладкие кристаллы встречаются в одних и тех же образцах и могут наблюдаться совместно. Редко наблюдаемые терминальные грани в одних случаях идеально гладки и фиксируют поверхность совершенной спайности под почти прямым углом к удлинению ( $88^\circ$ ), хотя более часто они неровны (рис. 1). На достаточно тонких и прозрачных для электронного пучка кристаллах видно, что их осевая часть более прозрачна по сравнению с периферической. Подобные эффекты наблюдались на примере хризотил-асбеста и объясняются трубчатым строением кристаллических волокон (Bates a.o., 1950, 512).

Для определения кристаллографического направления роста были получены микродифракционные картины от 8 различающихся по морфологии кристаллов - от трубчатого кристалла, от кристалла с наблюдаемой поперек удлинения спайной поверхностью, от регенерированных кристаллов. Типичная электронограмма показана на рис. 1а. Во всех случаях период повторяемости вдоль удлинения равен  $3,0 \pm 0,1 \text{ \AA}$  и соответствует направлению  $1014$ .

Наряду с прямолинейными нитевидными кристаллами в оптическом микроскопе часто наблюдаются изломы, однократные или многократные, также как и разветвления (рис. 2). Иногда в местах перемены направления роста волокна утолщаются. Нитевидные кристаллы с изломами ведут себя как монокристаллы и при скрещенных николях погасают одновременно. Наблюдаемый набор углов изломов и разветвлений дискретен и наблюдается часто, причем отвечает с большой точностью углам между главными кристаллографическими направлениями в кальците (таблица 1).

При скрещенных николях часто наблюдается другая особенность нитевидных кристаллов кальцита - чередование изотропных и двупреломля-



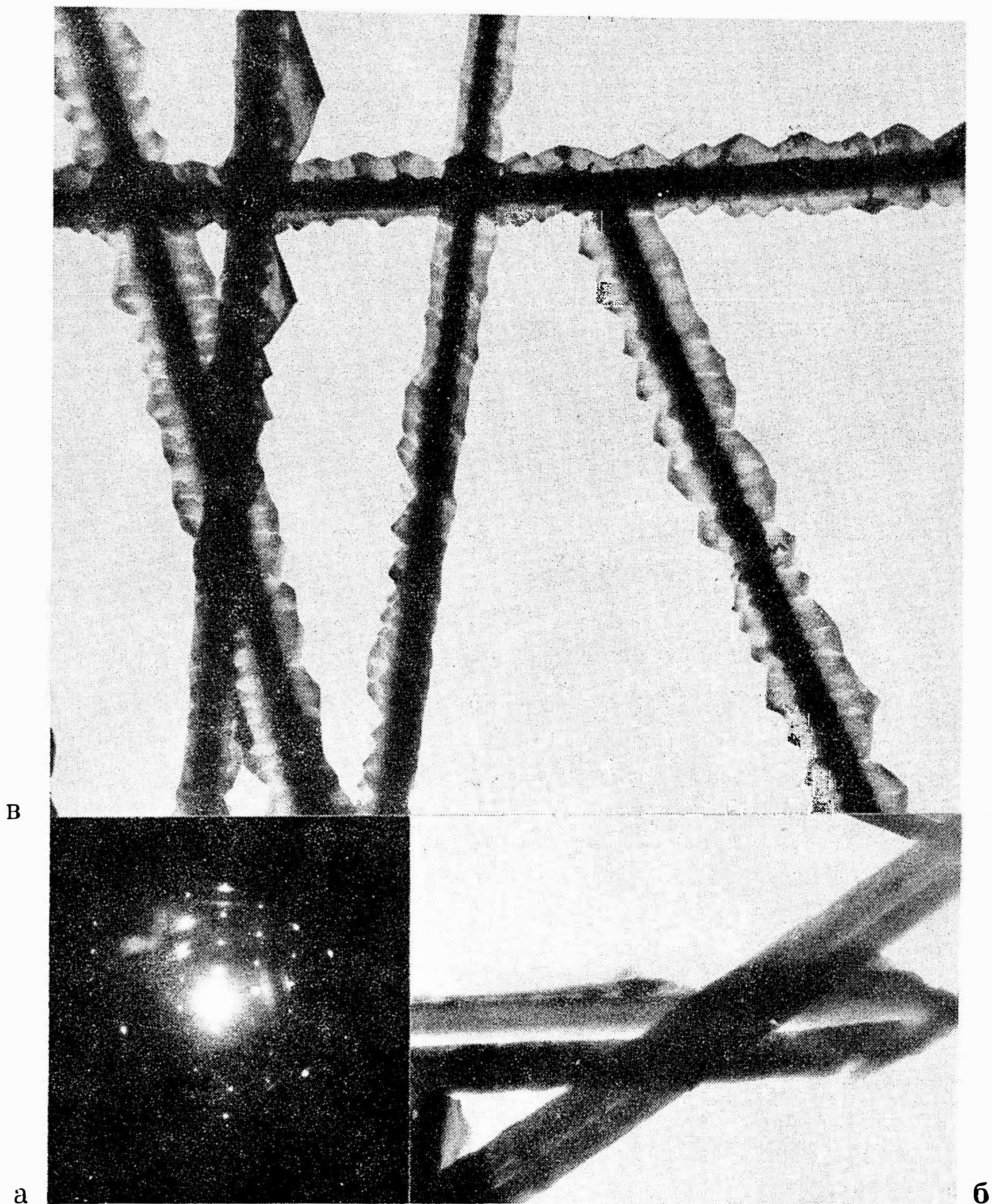


Рис. 1. а - электронограмма от нитевидного кристалла кальцита; б - осевая дислокация в нитевидном кристалле (увел. 20 000 раз); в - регенерированные кристаллы с многочисленными оперяющими дислокациями (увел. 15 000 раз).



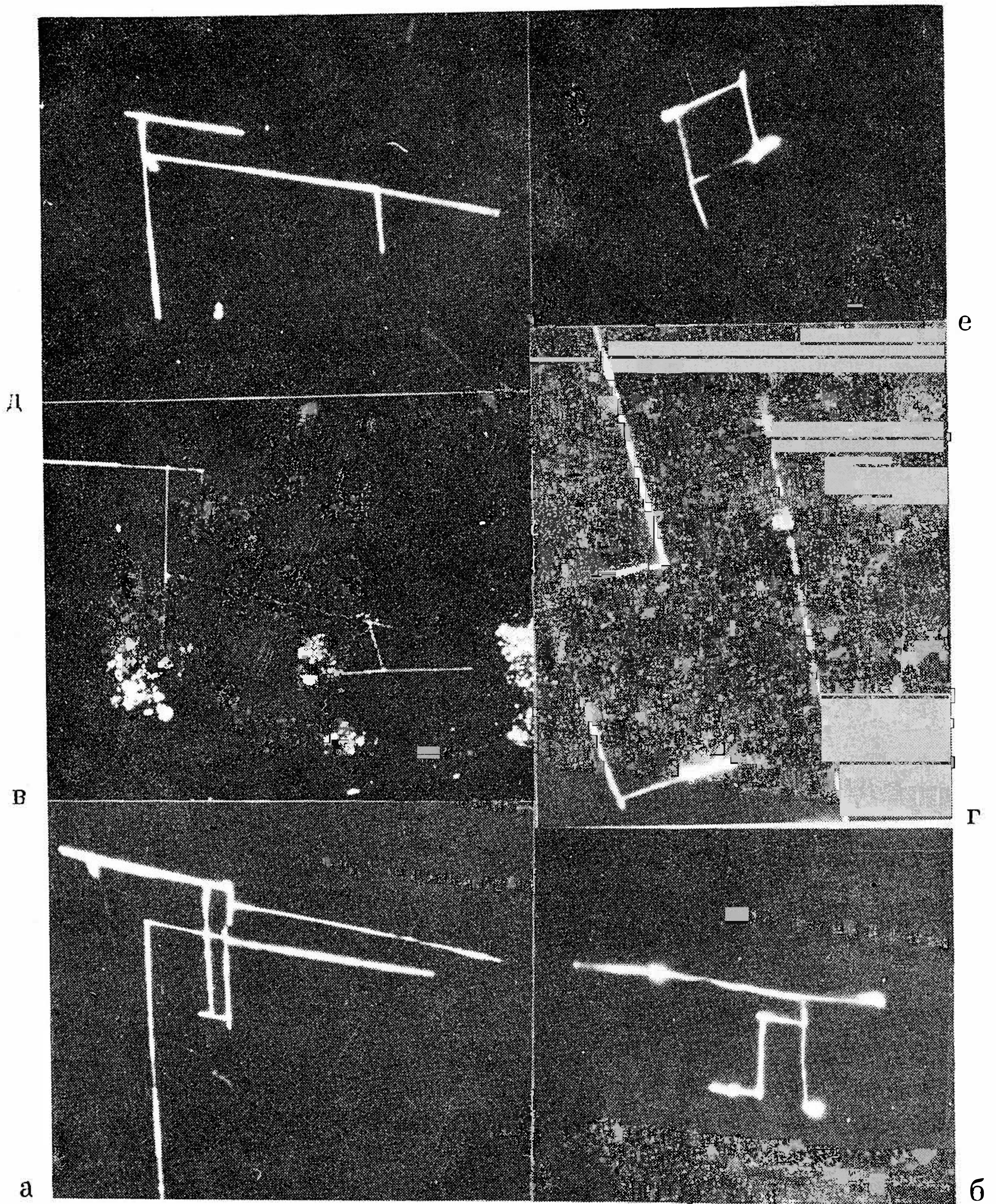


Рис. 2. Изломы, разветвления и геликоидальная закрученность нитевидных кристаллов кальцита. Поляризационный микроскоп, николи +, увел. 15 000 раз.



Т а б. 1

Связь углов изломов, дислокационной структуры  
и главных кристаллографических направлений в кальците

Измеренный угол между ветвями изломов и разветвлений		Измеренный угол между осью кристалла и оперяющими дислокациями	Вычисленный угол между главнейшими кристаллограф. направлениями кальцита (в структурной установке)
число замеров	величина угла		
32	94-96°	95° (очень частый)	96° - $(01\bar{1}\bar{1})\wedge(10\bar{1}4)$
26	91,5-93	92-90 (очень частый)	92 - $(10\bar{1}4)\wedge(10\bar{1}4)$ , для двойника по (0001)
21	81-83	79-80 (частый)	82 - $(\bar{2}3\bar{1}4)\wedge(10\bar{1}4)$
19	100-102	100-101 (частый)	100 - $(\bar{1}101)\wedge(10\bar{1}4)$
11	90	90 (очень частый)	90 - $(\bar{1}2\bar{1}0)\wedge(10\bar{1}4)$
10	74-76	73-75 (самый частый)	75 - $(\bar{1}104)\wedge(10\bar{1}4)$
10	103	103 (редкий)	103 - $(\bar{3}214)\wedge(10\bar{1}4)$
6	49-50	50 (очень частый)	50 - $(01\bar{1}2)\wedge(10\bar{1}4)$
6	52-55	53-56 (частый)	53 - $(11\bar{2}0)\wedge(10\bar{1}4)$
5	62-65	66 (редкий)	64 - $(01\bar{1}2)\wedge(10\bar{1}0)$ $(01\bar{1}3)\wedge(01\bar{1}0)$

ющих участков вдоль удлинения (рис. 2г). В этих "пунктирно" двупреломляющих кристаллах изотропные участки бывают двух типов - одни из них при вращении столика микроскопа не изменяются, другие просветляют и погасают. Очевидно, первые отвечают выходам оптической оси, а вторые моментам погасания. Отмеченная особенность вызвана геликоидальной осевой закрученностью кристалла и может наблюдаться только в том случае, когда оптическая ось расположена под углом к удлинению кристалла. Закрученность волокон кальцита характерна только для слабо и нерегенерированных кристаллов, как прямолинейных, так и изломанных, причем степень закрученности (расстояние между изотропными участками в одном кристалле) может меняться вдоль его удлинения.

## ДИСЛОКАЦИОННАЯ СТРУКТУРА НИТЕВИДНЫХ КРИСТАЛЛОВ КАЛЬЦИТА

Изученные методами просвечивающей электронной микроскопии нитевидные кристаллы кальцита обнаруживают разнообразную дислокационную структуру. Нерегенерированные кристаллы в отдельных случаях показывают бездислокационное строение, о чем говорят прямолинейные изгибные контуры экстинкции и отсутствие дислокаций, разрешающихся по собственному контрасту. Более часто наблюдаются единичные осевые дислокации, расположенные в центральной части кристалла (рис. 1б). При регенерации образуются сложные скелетные кристаллы, составленные из тонких пластинок-выростов. Эти пластинки прозрачны для электронов и содержат многочисленные параллельные дислокации, расположенные косо к оси нитевидного кристалла (рис. 1в). Измеренные на многочисленных фотографиях углы наклона оперяющих дислокаций по отношению к удлинению нитевидного кристалла помещены в табл. 1. Как видно из сравнения, существует ясный параллелизм между углами изломов и разветвлений, углами наклона оперяющих дислокаций и углами между важнейшими кристаллографическими направлениями в кальците.

В отношении размеров, особенностей морфологии (изломы, осевой капилляр, геликоидальная закрученность) и дислокационной структуры рассматриваемые нитевидные кристаллы кальцита слагающего "горное молоко" не отличаются от искусственных нитевидных кристаллов, "усов", вискеров, особые свойства, синтез и выяснение механизма роста которых являются предметом усиленного изучения за последние 20 лет (Nabarro, Jackson, 1958, 16; Бережкова, 1969).

## МЕХАНИЗМ РОСТА НИТЕВИДНЫХ КРИСТАЛЛОВ КАЛЬЦИТА

Из существующих представлений о генезисе волокнистой формы кальцита слагающего "горное молоко" единственно строгим и заслуживающим рассмотрения является представление об унаследованности формы, когда волокнистый габитус - следствие замещения кальцитом ранее существовавшего волокнистого минерала или микроорганизма. Кристаллографический характер углов изломов, соответствующих с большой точностью углам между главными направлениями в кристалле кальцита говорит о том, что рас-

смаатриваемые нитевидные кристаллы росли изначально как кальцит и не являются псевдоморфозами по какому нибудь другому образованию.

Различные возможные и реализующиеся в природе причины роста нитевидных кристаллов минералов сводятся к следующим: структурная обусловленность, действие селективно адсорбированных примесей, одностороннее питание растущего кристалла, винтово-дислокационный механизм роста (Малеев, 1971).

Для нахождения возможных различий между нитевидными и зернистыми разновидностями кальцита были изучены традиционными минералогическими методами исследования следующие пространственно-генетически связанные кальцитовые образования: нитевидные кристаллы, представляющие сильно обводненный агрегат, покрывающий потолок галлерей; нитевидные кристаллы нарастающие на сталактите; зернистый кальцит слагающий конический сталактит и кальцитовые волокна нарастающие на нем; крупнокристаллический кальцит трубчатого сталактита; войлоковидный агрегат нитевидных кристаллов нарастающих на глине. Результаты полученные различными методами - полуколичественный спектральный анализ, дифференциально-термический анализ, инфра-красная спектроскопия, рентгенометрическое определение параметров решетки и межплоскостных расстояний, показали идентичность исследуемых образцов отвечающих чистому кальциту.

Отмечение особенности морфологии и дислокационной структуры нитевидных кристаллов кальцита, наряду с отсутствием заметных различий между генетически связанными нитевидными и зернистыми образованиями кальцита, позволяют отбросить первые три из возможных причин одномерного роста кристаллов минералов, как несовместимые с наблюдаемыми фактами.

Винтово-дислокационный механизм, предложенный для объяснения роста искусственных "усов" базируется на следующих допущениях: зародыш нитевидного кристалла содержит винтовую дислокацию, ось которой параллельна определенному кристаллографическому направлению; существующее пересыщение меньше пересыщения необходимого для образования двумерных зародышей на боковых гранях кристалла (Sears, Brenner, 1956, 268). Согласно дислокационной модели, рост кристалла осуществляется путем отложения вещества у выхода винтовой дислокации, обеспечивающей постоянно незарастающие ступени на вершине кристалла. Поскольку кристалл растет при пересыщениях недостаточных для образования двумерных зародышей, боковые поверхности кристалла являются идеально гладкими. Реальность дислокационного механизма роста доказана как наблюдениями за особенностями кинетики кристаллизации искусственных нитевидных кристаллов, так и изучением их дислокационной структуры. Отмеченные нами



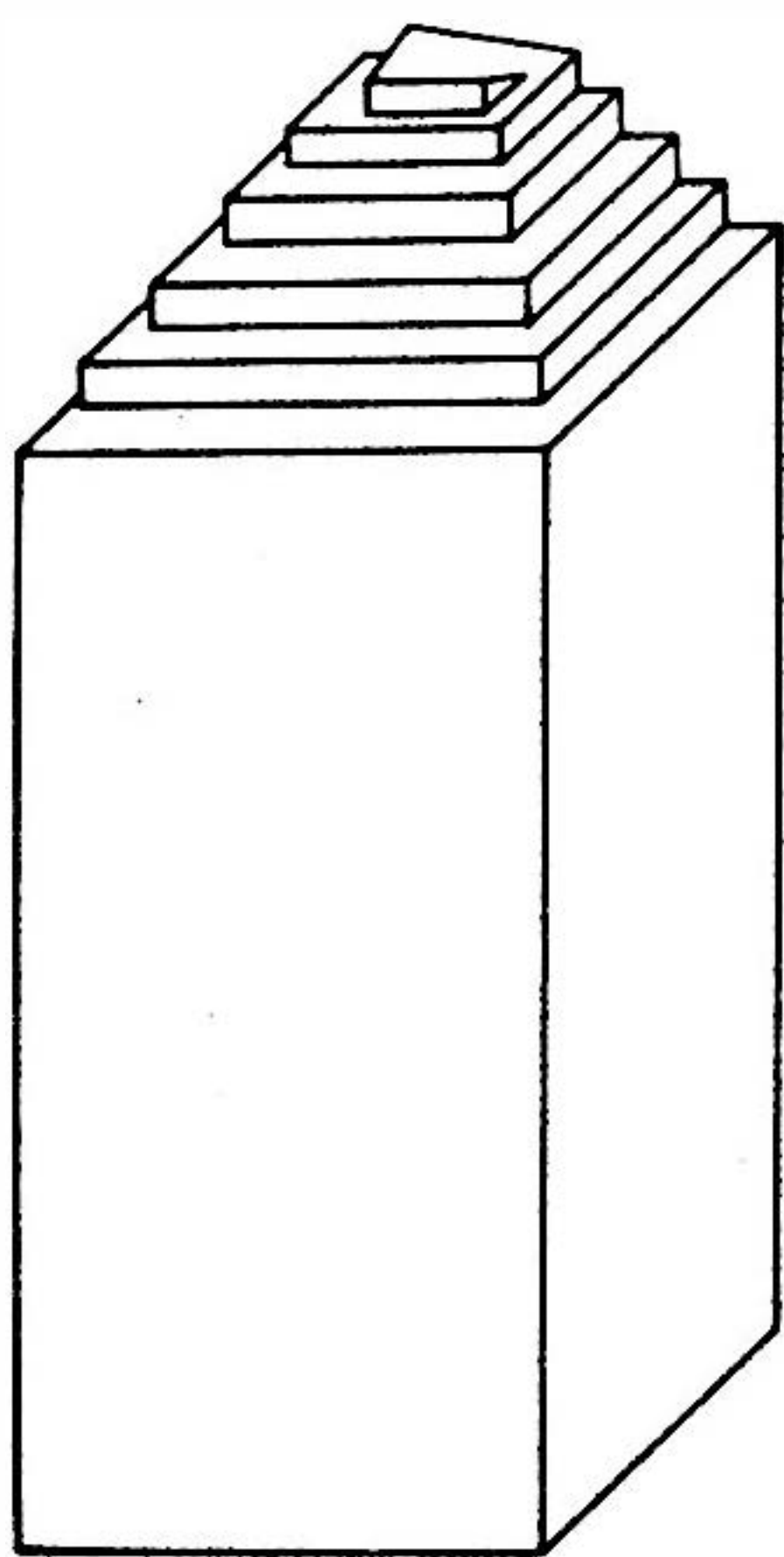


Рис. 3. Дислокационная модель роста нитевидного кристалла.

морфологические особенности нитевидных кристаллов кальцита - осевая закрученность, трубчатое строение, изломы и разветвления могут быть объяснены только на основе дислокационного механизма роста.

О с е в а я    з а к р у ч е н н о с т ь  
к р и с т а л л а. В 1953 г. Эшелби теоретически предсказал, что нитевидный кристалл с осевой дислокацией должен испытывать упругое осевое закручивание. Угол закручивания пропорционален вектору Бюргера винтовой дислокации и обратно пропорционален площади поперечного сечения кристалла (Eshelby, 1953, 176). Впоследствии предсказанное закручивание было обнаружено разнообразными методами на нитевидных кристаллах искусственных и природных веществ (Бережкова, 1969, 57; Малеев, 1971, 79).

О с е в о й    к а п и л л я р. Вэбб и Форгенг отмечают, что в нитевидных кристаллах корунда показывающих осевое закручивание всегда наблюдаются цилиндрические капиллярные каналы протягивающиеся вдоль всего кристалла. Наиболее очевидное объяснение капилляров - энергетическая невыгодность отложения вещества в ядре винтовой дислокации с большим вектором Бюргера (Webb, Forging 1957, 1449). Образование изломов и вазветвлений также связано с изменением их дислокационной структуры - с движением ростовой дислокации внутри кристалла путем переползания (Amelinckx, 1958, 425) или возникновением новых ростовых дислокаций за счет больших внутренних напряжений обусловленных захватом примесей (Рожанский, Бережкова, 1964, 200).

Возможность вывести логическим путем из винтово-дислокационного механизма роста все наблюдаемые особенности морфологии нитевидных кристаллов кальцита, также как и прямое наблюдение в них осевых дислокаций позволяет считать винтово-дислокационный механизм причиной одномерной кристаллизации кальцита, слагающего "горное молоко" в пещере "Водопада". Нитевидные кристаллы кальцита являются неустойчивыми образованиями. При увеличении пересыщения растворов, когда возможен рост кальцита двумерными зародышами волокна разрастаются швирины, регенерируют и в конечном итоге переходят в криптокристаллический агрегат. Подобные две морфологические формы кальцитового "горного молока"

- тонкие нити, т.н. "люблинит" и микрозернистые агрегаты отмечаются многими исследователями пещер.

Рассматриваемые морфологические особенности кальцита из пещеры "Водопада" можно считать диагностическими для дислокационного механизма роста. Эти особенности, поотдельностью или совместно отмечались неоднократно при описании "горного молока" из пещер различных стран. Очевидно, во всех этих случаях дислокационный механизм роста - причина кристаллизации кальцита в форме тонких нитей.

## **DISLOCATION GROWTH MECHANISM OF CALCITE FILAMENTARY CRYSTALS FORMING "MOON MILK" FROM THE VODOPADA CAVE, BULGARIA**

M.N. Maleev and A. Ph. Phillpov

### **SUMMARY**

There are many papers dealing with the mineral composition and properties of calcite filamentary crystals. However the exact mechanism that causes the calcite to take the form of thin needles has not been determined yet.

The calcite filaments are found as felt-like aggregates on clay substrate as well as fluffy incrustations on the secondary cave formations. Single crystals have a length up to 8 mm and an average thickness of about 1 micron. They can be regarded as typical whiskers. Different forms had been established - tubular crystals with perfect or regenerated faces, kinked, branched and helicoidally twisted whiskers, the angles of kinking corresponding to those between  $(10\bar{1}4)$  and  $(1\bar{1}04)$ ,  $(10\bar{1}4)$  and  $(11\bar{2}0)$ ,  $(10\bar{1}4)$  and  $(2\bar{3}14)$ . Growth direction determined for 8 crystals by electron diffraction is  $[10\bar{1}4]$ . Transmission electron microscopy study had revealed axial dislocations and a great number of dislocations transverse to the elongation, the last being observed on the regenerated parts of crystals only.

There are no differences between whiskers and massive varieties of calcite when examined by X-ray diffraction, UR spectroscopy, DTA and spectrographic analysis.

The formation of the filamentary form of calcite is considered in terms of screw dislocation growth mechanism proposed by Sears for the whisker crystals. It is based on the following assumptions: the crystal nucleus contains a screw dislocation parallel to a definite crystallographic direction; the supersaturation is such that two-dimensional nucleation is negligible; the material incorporates around the emerging screw dis-

location. Axial dislocations have been directly identified by electron microscope. A number of features (such as axial capillary canal, kinked and helicoidally twisted crystals, the same crystallographic growth direction, surface and dislocation perfection) are shown to be compatible with the discussed model.

## ЛИТЕРАТУРА

1. БЕРЕЖКОВА Г.В. (1969): Нитевидные кристаллы. Изд. "Наука", Москва.
2. ДВОЙЧЕНКО П. (1914): Минералы Крыма. Записки Крымск. Общ. естествоисп. и любителей природы, том 4.
3. МАЛЕЕВ М.Н. (1971): Свойства и генезис природных нитевидных кристаллов и их агрегатов. Изд. "Наука", Москва.
4. РОЖАНСКИЙ В.Н., БЕРЕЖКОВА Г.В. (1964): Электронномикроскопическое исследование реальной структуры нитевидных кристаллов корунда. *Phys. Status Solidi*, т. 6, № 1, 185.
5. AMELINCKX S. (1958): On Whisker Growth Shapes. *Philos. mag.*, v. 3, 425.
6. BARON, G. a.c. (1959): Etude du Mondmilch de la grotte de l'Herault (la Clamouse) et de quelques carbonates et hydrocarbonates alcalino-terreux. *Bull. Soc. fr. Miner. Crist.*, v. 82, 150.
7. BATES T.F., L.B. SAND, J.F. MINK (1950): Tubular Crystals of Chrizotile Asbestos. *Science*, v. 111, 512.
8. BERNASCONI R. (1961): L'evolution physico-chimique du mondmilch. *Rass. spel. It., Mem. V.*, 8.
9. ESHELBY G.D. (1953): Screw Dislocations in Thin Rods. *J. Appl. Phys.*, v. 24, 176.
10. FEDIUK F., BOROVEC Z. (1966): Příspěvek k morfologii kalcitu. *Časop. miner. geol.*, v. 11, 4, 385.
11. MELON J., BOURGUIGNON P. (1962): Etude du mondmilch de quelques grottes de Belgique. *Bull. Soc. fr. Miner. Crist.*, v. 85, 234.
12. NABARRO F.R.N., JACKSON P.J. (1958): Growth of Crystal Whiskers. *Growth and Perfection of Crystals.*, N.Y., 12.
13. SCHROLL E. a.o. (1965): Der "Protocalcit" von Gumpoldskirchen (Niederösterreich). *Tscher. miner. petrogr., Mitt.*, v. 10 (1-4), 573.
14. SEARS G.W., BRENNER S. (1956): Mechanism of Whisker Growth. *Nature of Growth Sites. Acta metallurg.*, v. 4, 268.
15. WARWICK G.T. (1962): Cave Formations and Deposits. *British Caving*, London, 83.
16. WEBB W., FORGENG W. (1957): Growth and Defect Structure of Sapphire Microcrystals. *J. Appl. Phys.*, v. 28, N 12, 1449.



Ab 022

## A POSSIBLE ORIGIN OF CLAY FILLS IN CAVES

W. H. Monroe  
U.S. Geological Survey,  
San Juan, Puerto Rico, USA

### A POSSIBLE ORIGIN OF CLAY FILLS IN CAVES

In 1942 Bretz called attention to the "clay fills" in caves, which he stated "have so commonly filled the caverns to the ceiling and are so universally of unctuous clay, without sand, gravel, or flowstone, that they ..... clearly record an epoch between Davis' first and second," that is, between the epoch of solution and the epoch of dripstone and flowstone deposition. Bretz observed that streams can not have brought the clay into the caves, for in Meramec Cave, Missouri, a stream has cut terraces in the clay, and downstream "the terraces are so wide and so close under the ceiling that a narrow trench in the clay is the only open space. By good inference Meramec is still completely clay-filled beyond the place of escape of the stream." He also pointed out that "most of Cathedral Cave retains its clay fill, headroom in much of the main chamber being largely due to compaction (Bretz, 1942, p. 773-777)."

Bretz was puzzled by the origin of the clay. He described its occurrence (1942, p. 775):

"The point has already been stressed that capacious caverns antedated the clay fills and that partial or complete removal has been the task of vadose streams. What conditions determined the intermediate clay-fill epoch?

"The clays commonly are red, like the residual soils above. They lack all evidence of current, they show little evidence of any kind of fluctuations during deposition. Even good lamination is not common. Complete lack of flowstone, dripstone, and rimstone indicates the absence of air while the deposit accumulated. The fills appear to be subterranean lake clays, made beneath the water table.

"Yet many chambers now or formerly containing them obviously were trunk routes for ground-water discharge. The marked stagnancy required for deposition of the clay in such chambers succeeded a fairly definite flow, though both epochs were phreatic."

He pointed out that "it is impossible to derive complete clay

fills from the insoluble material of the limestone which has disappeared, and it is impossible to explain the older cavern forms as gradually being filled at the bottom while being dissolved from the top." He postulated that the clay has been carried down joints and swallow holes from a mantle of residual clay on the surface, but he also pointed out that most streams entering caves have deposited silt, sand, and gravel as well as clay.

Most extraneous material in caves has been brought in by running water, but such deposits contain grains of quartz and other minerals, fragments of carbonized wood, and other material definitely originating outside the caves. The "clay fills" of Bretz consist entirely of unctuous clay, and in places they fill the caves to the ceiling, thus they can not be considered ordinary alluvium. It is possible that they have been brought into the caves during the period of solution by water that came down through minute fractures and carried the clay as cutans that migrated downward along root pipes in soil at the surface. But it is also reasonable, perhaps more reasonable, to ascribe the clay filling to a replacement process in which the limestone has been molecularly replaced by clay as has been observed in northeastern Mississippi in the southern part of the United States.

Ross and Stephenson (1939, p. 393-397) described an occurrence of fossil shells that had been replaced by clay, as follows:

"The fossil shells are in a good state of preservation, but are very soft and easily damaged. The clay contains a large proportion of excess water, which quickly evaporates on exposure to the air, and the shells shrink and shrivel into thin flaky fragments. Even when packed in damp sand, and allowed to dry slowly for nearly a year, the final state of preservation is very poor. The shells have been reworked and redeposited from an underlying bed, which is not exposed in the immediate vicinity, but which must have been nearby, for the shells show little evidence of wear by transportation. Therefore this transportation must have occurred before their replacement by fragile clay material .....

"The shells are dull olive-gray when moist, and gray to brownish-gray when dry. The material is unusually translucent and resembles horn when dry. The original structure of the shells is very perfectly preserved in the clay material. In one specimen the minute lamellae of the clay material average about 0.015 millimeter in width, but are sharply distinguishable by the different crystallographic orientation in adjoining areas."



On the basis of the petrographic studies and of the chemical analysis, Ross concluded that the clay is composed of the following molecules recalculated to 100 percent:

$\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	Montmorillonite	30
$\text{Al}_2\text{AlSi}_3\text{O}_9(\text{OH})_3$	Beidellite	53
$\text{Fe}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	Nontronite	7
$\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	Hector clay	6
$\text{KAl}_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	Muscovite	4

The chemistry of the change from limestone to clay is not known, but apparently it takes place by reaction of groundwater with limestone. Certainly the clay replacing the calcareous fossil shells at the Mississippi locality is not residual nor is it material that fills cavities that have been dissolved in the limestone. Rather the action of replacement of the limestone by clay seems to take place molecule by molecule, as Ross and Stephenson show that all the structure of the shells is preserved in the clay replacements (1939, fig. 1, p. 394). Ross believes that the clay is precipitated directly from solution.

"The replacement of calcareous shells by clay material raises a question as to the chemistry of the process. It is evident that clay-forming material must have been introduced into the shells from the outside and solutions of some kind are the only means for such replacement. Clay is a material that, no doubt, is commonly transported in colloidal solutions, which have small power of penetration, and are ineffective for the removal of replaced material. It, therefore, seems probable that the calcareous shells from Mississippi were replaced by solutions carrying the necessary elements for the formation of clay in true chemical solution. These solutions dissolved and removed the  $\text{CaCO}_3$  of the shells and at the same time were introducing  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ , a little  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ , and unimportant amounts of other elements. In these sands there is no evidence of thermal solutions, and the transfer seems to have been due solely to those acting at normal earth temperatures. The clay mineral contains no  $\text{CaO}$ , although a small percentage is normally present in minerals of this group. This is surprising, as it shows the complete removal of  $\text{CaO}$  from the calcium carbonate of the shells (Ross and Stephenson, 1939, p. 396)."



It seems possible, therefore, that the clay fills of caves may have formed in the same manner as the shells in Mississippi have been replaced. Replacement explains why some cave chambers are completely filled to the ceiling by clay, why the clay contains little evidence of current or fluctuations during deposition, and why the clay contains no silt, sand, or gravel, whereas at almost every place Bretz observed deposits brought into the cave from outside, he found material coarser than clay.

## RÉSUMÉ

Les masses d'argile onctueuse qui remplissent quelques cavernes, considérées d'ordinaire comme matériau résiduel laissé par la solution de carbonate de calcium, peuvent également être le résultat d'une substitution produite par l'action de l'eau acidulée qui contient des quantités de silice, d'alumine et d'oxide de fer.

## REFERENCES

- BRETZ, J.H. (1942): Vadose and phreatic features of limestone caverns: Jour. Geology, v. 50, p. 675-811.
- ROSS, C.S., and STEPHENSON, L.W. (1939): Calcareous shells replaced by beidellite: Am. Mineralogist, v. 24, p. 393-397.

Ab 023

## РЫХЛЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПЕЩЕР ЗАПАДНОГО КАВКАЗА КАК ОБЪЕКТ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В.М. Муратов, Э.О. Фриденберг  
Институт географии АН СССР,  
Москва, СССР

На Западном Кавказе в условиях активной денудации рельефа именно в пещерах чаще всего сохраняются наиболее полные разрезы позднеплейстоценовых отложений. Значение подобных разрезов для целей палеогеографического анализа становится особенно существенным в тех случаях, когда пещеры были обитаемы в палеолитическое время, т.к. при этом появляются возможности для археологических датировок отдельных горизонтов.

Наиболее полные разрезы позднеплейстоценовых отложений исследовались нами в Ахштырской, Навагиюинской, Малой Воронцовской, Калиномостской, Малой и Большой Хостинской пещерах.

В результате проведенных исследований было установлено, что наиболее пригодны для палеогеографических исследований привходные зоны. Толщи пещерных отложений разделяются здесь на ряд естественных комплексов, отражающих климатическую обстановку времени их образования. Пещерные отложения единого ландшафтного региона в привходной зоне обладают рядом общих черт в тех случаях, когда они формировались в единую климатическую эпоху. Это позволяет проводить литологическую (ритно-стратиграфическую) корреляцию отдельных разрезов (рис. 1).

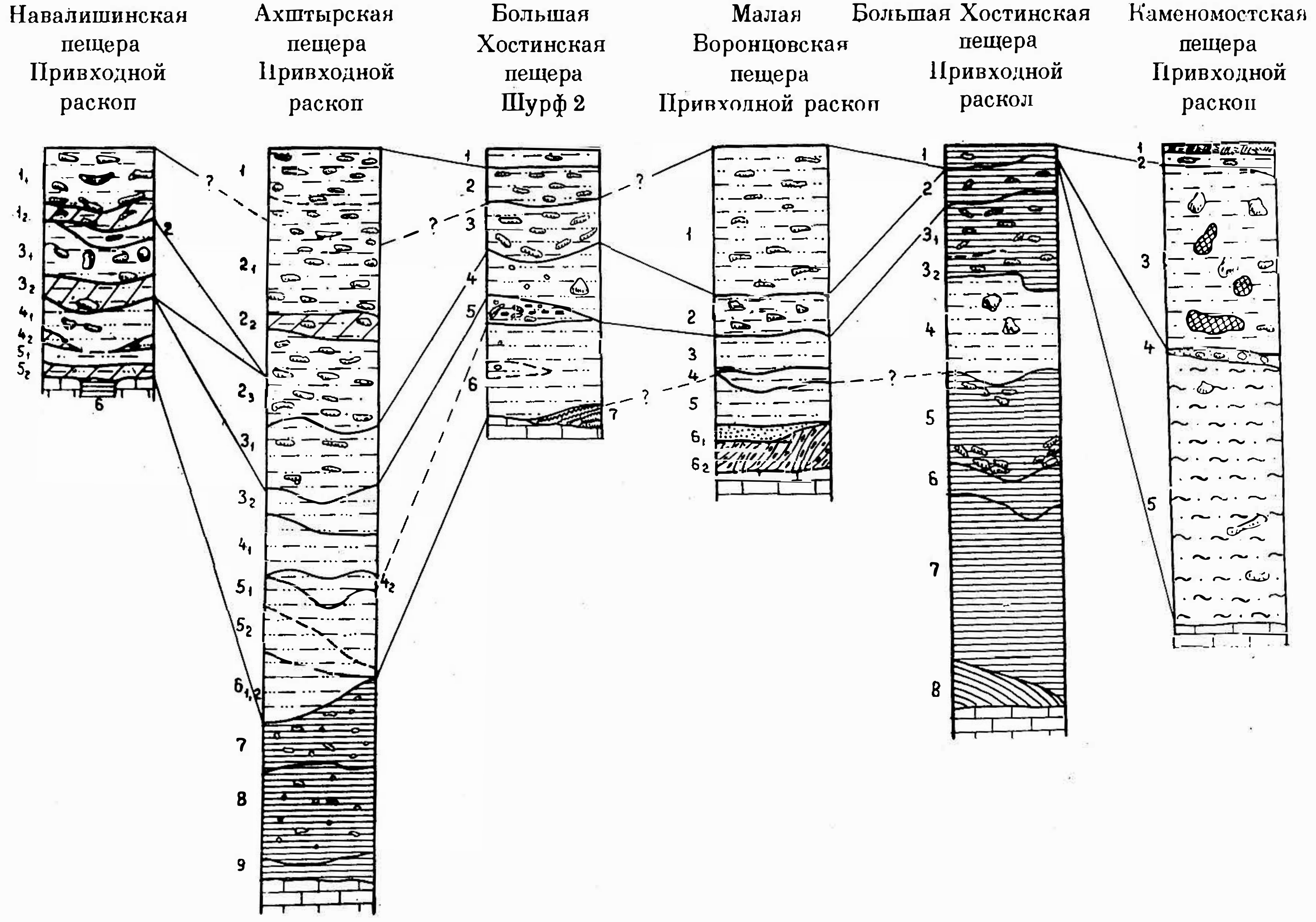
В пещерах Западного Кавказа отчетливо выделяются голоценовые и верхнеплейстоценовые отложения.

Голоценовые отложения представлены маломощными слоями, содержащими остатки неолитической, энсолитической, бронзовой и более поздних культур. Малая мощность и тонкий механический состав этих отложений в привходных частях пещер свидетельствуют о замедленных процессах десквамации в этот период. Наиболее древние голоценовые отложения сохранились в привходных частях Ахштырской и Калиномостской пещер, где они содержат неолитические изделия.




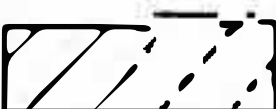
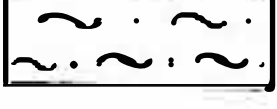





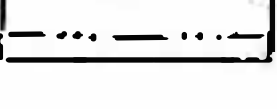

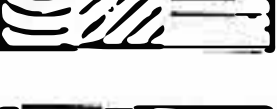







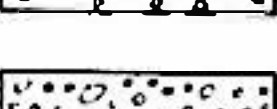
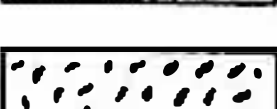

Верхнеплейстоценовые отложения могут быть подразделены на несколько горизонтов:

Верхневюрмские (верхневалдайские) отложения встречены во всех обследованных пещерах. В основном границы горизонта совпадают с граница-

Рис. 1. Схема корреляции отложений пещер Западного Кавказа. Обозначения к шурфам и раскопам.





1		Выбросы предыдущих раскопок	14		Органогенные отложения
2		Песок	15		Гумусированные прослой
3		Супесь	16		Зольные линзы
4		Легкий суглинок	17		Натечные карбонатно-железистые корочки
5		Средний суглинок	18		Натеки кальцита
6		Тяжелый суглинок	19		Травертин
7		Глина	20		Четкая граница геологических слоев
8		Коренной известняк	21		Нечеткая граница геологических слоев
9		Известняковый обломочник	22		Отдельные угольки или скопления углей
10		Отдельные глыбы известняка	23		Кости
11		Щебень и дресва известняка	24	x	Места отдельных археологических находок
12		Галька	25	1, 2, 2, 3	Номера геологических слоев
13		Гравий			

ми распространения находок верхнего палеолита. Правда в низах верхневюрмских отложений некоторых пещер (Ахштырской, Навалишинской, Малой Воронцовской) наряду с позднепалеолитическими встречаются и мустьерские изделия, но предполагается, что последние здесь переотложены. Верхневюрмские отложения повсеместно представлены десквамационным щебнем. Для них типична слабая цементированность, остроугольность обломков. Щебень залегает в гумусированных суглинках характерного темно-бурого цвета.

Вслед за А.А. Величко (1968) образование этих отложений можно связывать с временем максимального похолодания последней ледниковой эпохи. Подобные же представления широко распространены за рубежом (1965), Бутнер (1966). Данные палинологического анализа и определения абсолютного возраста отложений Ахштырской и Навалишинской пещер хорошо согласуются с такой датировкой. Благодаря однородному щебенчатому составу в толщах верхневюрмских отложений остаются скрытыми несогласия и перерывы в осадконакоплении. О том, что таковые существуют свидетельствуют в частности данные палинологических анализов. Возможно, что по этой причине в верхневюрмских пещерных отложениях пока не удастся выделить следов теплых климатических интервалов: в привходных зонах пещер осадконакопление в основном происходило в холодные климатические периоды, а теплым периодам соответствуют обычно фазы размыва, неразличимые в данных условиях.

Нижневюрмские (нижневалдайские) отложения распространены в привходных частях пещер так же широко, как и верхневюрмские. Они представлены пестроокрашенными глинами и суглинками, сформировавшимися в основном в периоды усиленного обводнения пещер. Контакты между слоями обычно несут следы внутрифациальных размывов. Часто те или иные слои сохраняются лишь в виде остаточных линз, уцелевших от размыва в глубоких эрозионных карманах подстилающего горизонта. Указанные признаки свидетельствуют о том, что в первой половине вюрма климат был существенно влажнее и мягче, чем во второй.

Нижневюрмские отложения хорошо сохранились и во внутренних зонах некоторых пещер, отличаясь здесь лишь несколько более легким механическим составом. В нижневюрмских отложениях повсеместно встречается индустрия мустьерских культур.

Рисс-вюрмские (микулинские) отложения представлены частью до-мустьерских слоев в пещерах Западного Кавказа. Они обладают глинистым составом и отличаются глубоким выветриванием, в результате которого полностью разложена большая часть обломков. Этим отложениям свойственна красноватая окраска, созданная в результате обогащения их полуторными окислами в процессе интенсивного выветривания.

Н и ж н е - с р е д н е ч е т в е р т и ч н ы е      о т л о ж е -  
н и я.      Предположительно ранне-среднечетвертичным временем датируются нижние слои привходного раскопа Ахштырской пещеры. Они представлены глубоко выветрелыми опесчаненными красноохристыми глинами, содержащими хорошо окатанную гальку (аллювий р. Мзымты). Основанием для датировки этих отложений служит их гипсометрическое положение над современным днищем р. Мзымты (120 м). Отсутствие отложений более древних, чем валдайские, в большинстве пещер Западного Кавказа, по-видимому, говорит о том, что во время рисс-вюрмского (микулинского) межледниковья эти пещеры испытывали денудационную фазу развития, во время которой были размывы рыхлые отложения.

Районы последних лет (Вепилова и др. 1969) показывают, что и в отложениях крымских пещер прослеживаются закономерности, выявленные в пещерах Западного Кавказа. (Их аналоги известны в некоторых пещерах Западной Европы и Передней Азии.)



## SUMMARY

The best preserved in the caves of Western Caucasus are sections of Late Pleistocene deposits. Their significance for paleogeographic analysis largely increases when these caves prove to have been habituated in Paleolith. Under study were Late Pleistocene deposits in the Akhstyrskaya, Navalishinskaya, Kamenomostskaya, Malaya Vorontsovskaya, Malaya and Bolshaya Khostinskaya caves. Riss-Würmian, lower-Würmian and upper-Würmian complexes of these deposits were distinguished out and correlated.

## ЛИТЕРАТУРА

- БУТЦЕР КАРЛ В.: Палеоклиматическое значение стратиграфии плейстоцена в районе Средиземного моря. В сб.: Солнечная активность и изменения климата. Л. 1966.
- ВЕШИЛОВА Е.А., МУРАТОВ В.М. и ФРИДЕНБЕРГ Э.О.: Новые исследования палеолита Крыма. Археологические открытия 1968 г., М. Наука, 1969.
- ВЕЛИЧКО А.А.: Главный климатический рубеж и этапы плейстоцена. Изд. АН СССР сер. географ. 1968, № 3.
- LUMLEY Н. de: Evolution des climats quaternaires d'après le remplissage des grottes de Provence et du Languedoc méditerrané. "Bull. Assoc. franc. étude quatern.", 2, n, 1965.





Ab 024

## LAS FORMACIONES FUNGIFORMES Y SU IMPORTANCIA PARA CONOCER LAS FLUCTUACIONES DEL MAR

A. Núñez Jiménez

Departamento de Espeleología. Instituto de Geografía. Ac. Ci.,  
Habana, Cuba

### GEOGRAFIA

Cayo Caguanes es una pequeña isleta perteneciente al Archipiélago de Sabana-Camagüey (Cuba), más bien un penicayo (sensu Núñez Jiménez, 1970)\*), porque en las mareas bajas queda con cierta comunicación terrestre a través de pantanos y marismas.

El cayo tiene dos kilómetros cuadrados de extensión y aproximadamente 1.5 kilómetros de largo (de Este a Oeste) y 1.1 kilómetros de ancho (de Norte a Sur). La altitud máxima del cayo es de 27 m sobre el nivel del mar.

La especial situación geográfica del penicayo determina que el nivel superior del manto freático sea coincidente con el nivel del mar, que lo controla como nivel de base, hecho determinante para sustentat aquí la tesis de que si una formación secundaria de las cuevas de ese lugar fue formada en el espejo del manto freático, esa formación marca hoy, al mismo tiempo, el nivel oceánico alcanzado en la época en que se originó tal formación, en este caso la fungiforme, que describiremos más adelante.

### LAS FORMACIONES FUNGIFORMES

Durante nuestras exploraciones en la cueva de Caguanes, descubrimos una curiosas formaciones secundarias, originadas alrededor de estalactitas, estalagmitas y columnas y que por su curiosa morfología fueron llamadas por nosotros fungiformes, nombre con

\*) "Dicha isleta está bañada al Norte por el mar interior que está en comunicación con el Canal Viejo de Bahamas y por el Sur está limitado por la ciénaga y las marismas de Guayabera. Durante la marea alta, el mar penetra tierra adentro, aislando aún más dicho cayo, que por razón de su situación especial entre el mar, la marisma y el pantano, pudiera ser clasificado como penicayo" (Núñez Jiménez, op. cit.).

el que fueron dadas a conocer por el autor en el II Congreso Internacional de Espeleología celebrado en Bari en 1958, en comunicación escrita que dirigimos a dicho Congreso (Núñez Jiménez, 1958).

Las fungiformes son más o menos redondeadas, generalmente en forma de *g e o i d e s*, es decir abultadas por el ecuador y achatadas por los polos, constituidas por roca carbonatada, microgranulada de tipo *s i n t e r*.

Estas formaciones se encuentran como hemos dicho, en las numerosas cuevas existentes en el pequeño Cayo Caguanes.

Cuando el espeleólogo recorre las húmedas galerías de las cuevas de Caguanes, una de sus mayores sorpresas es contemplar cómo muchas de las estalagmitas presentan, generalmente en su punta, el abultamiento redondeado de las fungiformes. En ocasiones observa también que alguna de estas fungiformes, partidas por cualquier accidente, o redisueltas por la acción de las aguas aciduladas, muestra en su masa interior semidestruida, el cuerpo de una estalactita normal, o a veces, cuando se forma en una columna, la superficie de ésta, dentro de la citada masa. De manera que es fácil deducir que la fungiforme se formó con posterioridad a la existencia de las estalactitas.

Otra observación que el explorador hace enseguida al recorrer aquellas galerías adornadas por las fungiformes, es que evidentemente se encuentran a un mismo nivel, es decir, a una misma altitud, como sugiriendo que fueron originadas en la superficie uniforme de un lago que debió existir a lo largo de las numerosas grutas, cuevas y cavernas de Cayo Caguanes.

Desde la primera observación que hicimos de esas formaciones no dudamos que estábamos en presencia de un accidente espeleológico no solamente único, curioso, sino también de importancia científica.

## **PETROGRAFIA DE LAS FUNGIFORMES**

Un estudio petrográfico de la roca que forma las fungiformes, realizado en 1957 por el autor en colaboración con la doctora Zoila Avalos, en el antiguo Laboratorio de Investigación de Minerales "José Isaac del Corral", nos mostró que se trata de una roca algo friable, con alguna estratificación, de grano muy fino en algunas zonas y compacto o denso en otras. El examen microscópico mostró una roca holocristalina de textura granular muy fina, constituida por calcita con aparien-





Fig. 1. Fungiforme semidestruida con su estalactita central. Cueva de los Almécigos de Caguanes. Foto Urbanc Bagarotti.



cia de coágulo. La mayoría de los granos son de aspecto aglutinado, muy pequeño, no pasando nunca su tamaño de 4 micrones. El índice de refracción es de 1.48 y 1.65. En las áreas donde los cristales son de mayor tamaño, alcanzan entre 8 y 20 micrones. Las muestras analizadas presentan escasos parches de limonita de color amarillo, opaco, índices de refracción mayor de 2 y de unos 8 micrones de tamaño, que se ven diseminados por la roca.

La composición mineralógica en volumen mostró un 99.5 % de calcita y 0.5 % de limonita. La primera conclusión fue que se trataba de una roca sedimentaria, calcárea, constituida por calcita masiva. Por su textura granular muy fina, con apariencia de coágulo, supusimos que se trataba de una antigua deposición lacustre subterránea.

Catorce años después, el autor envió una muestra de roca de las fungiformes al Profesor V.N. Grogoriev, del Laboratorio de Edad Absoluta del Instituto de Geología de la Academia de Ciencias de la Unión Soviética.

La descripción petrográfica realizada en la URSS comprobó que se trata de una roca carbonatada de procedencia homogénea, sin residuos organogénicos, clasificada como sinter calcáreo. La estructura de la masa es calcítica, microgranulada con una característica fisuración capiliforme, a lo largo de la cual se observa una granulación de calcita hasta el estado criptogranuloso.

## **EDAD DE LAS FUNGIFORMES**

En el mismo Instituto soviético señalado, se realizó el estudio de la edad de una de las fungiformes existente en la Cueva Grande de Caguanes.

El método empleado para la determinación de la edad de la citada muestra fue el del uranio en desequilibrio, resultando una antigüedad media de  $15 \pm 4000$  años, resultado que debemos al profesor Cherdintsev.

Dicha época de formación de las fungiformes correspondería al último período glacial, el Würmiense o Devensiense bajo, acaecido entre los 8 mil a 26 mil últimos años.

Un hecho extraordinariamente curioso fue el hallazgo hecho por nosotros sobre la superficie de una formación fungiforme adosada a la pared del salón de la Cueva Grande de Caguana -



n e s: un caracol marino del género *Melongen*a, incrustado en el material calcítico de la citada fungiforme, y que probablemente debió haber llegado allí precisamente en el período en que las aguas del mar habían sustituido a las freáticas.

## ALTITUD DE LAS FUNGIFORMES

Tanto durante nuestras primeras expediciones a las Cuevas de Caguanes como en las más recientes, se hicieron precisos levantamientos topográficos en las áreas exteriores e interiores de Cayo Caguanes, para dejar bien fijada la altitud de las fungiformes. Agradecemos aquí la cooperación que en este sentido recibimos de los compañeros Otto Hernández y Armando Venereo, del Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias.

Las mediciones de la altitud de la superficie de las fungiformes en varias de las cuevas de Caguanes, como las conocidas con los nombres de Cueva Grande y Cueva del Pirata, dieron como resultado que están entre 4.46 m y 4.59 m sobre el nivel del mar, debiendo destacarse que en la Cueva Grande de Caguanes se hicieron mediciones en más de siete de estas formaciones, todas las cuales coincidían con las medidas de 4.46 con una diferencia de  $\pm 1$  centímetro.

En la Cueva del Pirata la altura de las fungiformes resultó de 4.51 m.

Las anteriores medidas nos arrojan un promedio para todas estas formaciones de 4.52 m sobre el nivel del mar, lo que determina una precisión, como hemos dicho, de  $\pm 1$  centímetro. Considerando los errores personales e instrumentales de la medición, de hecho determina que todas están situadas a un mismo nivel.

## ORIGEN DE LAS FUNGIFORMES

El que las fungiformes presenten en su centro, el cuerpo de una estalactita normal, o de una estalagmita o de una columna, evidencia, como hemos dicho, que tales curiosas formaciones se originaron sólo después que estaba formado su núcleo central estalactítico; al mismo tiempo,





Fig. 2. Formación fungiforme colgada de una estalactita. Cueva del Pirata, de Caguanes. Foto A.N.J.



la composición petrográfica de las fungiformes indica que fueron originadas en un medio lacustre, subterráneo.

Es posible que las fungiformes se originaron alrededor de las estalactitas, columnas, etcétera y hasta en las paredes en forma de banquetas, debido a la concentración de sales de carbonato de cal y otras partículas en suspensión en el lago que hubo de formarse al ocurrir la reinundación freática de la cueva, ya que, como otras espe- lunas cubanas, después de la primera inundación freática, sobrevino una etapa seca donde se formaron, en ambiente aéreo subterráneo, las estalactitas; por las fungiformes se ve que la cueva volvió a pasar por una nueva etapa de inundación freática, en que se originaron las curiosas formaciones que ahora estudiamos.

El nivel uniforme de las fungiformes (4.52 m) en todas las cuevas de Caguanes, nos lleva a la conclusión, ya expresada, de que su origen está relacionado con el nivel de las aguas subterráneas, controlado a su vez, en la isleta de Caguanes, por el del mar, es decir que las fungiformes se formaron en un medio líquido, como en una colosal geoda.

Expongamos también que algunas cuevas de Caguanes, las más cerca- nas a la costa, están inundadas parcialmente por el agua freática, y que en ese medio líquido se puede observar, con ayuda de las escafan- dras autónomas, estalactitas y otras formaciones secundarias.

Fudiera pensarse que las fungiformes se originaron en el piso terroso o en el guano de las cuevas, pero esta hipótesis tendría como obstáculo la existencia del nivel absolutamente uniforme de todas las fungiformes en cualesquiera de las cuevas de Caguanes, ya que el nivel de los pisos de las cuevas, rellenos por capas terrosas o de guano, no llega a ser tan perfectamente uniforme como el de un lago freático.

## **SIGNIFICADO DE LAS FUNGIFORMES PARA EL CONOCIMIENTO DE LAS FLUCTUACIONES DEL NIVEL DEL MAR**

De lo anterior se deduce, repetimos, que el nivel uniforme de 4.52 m de altitud de las fungiformes, se debe a la existencia de un desapa- recido nivel lacustre en el seno del cual se originaron tales forma- ciones.

Como quiera que el nivel freático de las cuevas de Caguanes es casi coincidente con el nivel del mar y que hace unos 15 mil años

(edad de las fungiformes) se encontraba a 4.52 m de altitud sobre dicho nivel oceánico, indica que el nivel freático actual y por ende el marino se ha hundido en esa amplitud.

Dado el hecho que el nivel del mar en cada época es uniforme para todo el planeta, y teniendo en cuenta que lo más probable es que la corteza terrestre donde se asienta Cayo Caguanes no haya sufrido variaciones tectónicas en los últimos 15 mil años y sí fluctuaciones eustáticas u oceánicas por efecto de las glaciaciones y desglaciaciones, el dato de la altitud de 4.5 m de las fungiformes marcaría el nivel marino universal hace unos 15 mil años, lo que debió tener lugar en la última glaciación llamada Wurm en la secuencia alpina o Wichsel en la secuencia Noreuropea o Devensiense baja de acuerdo a la nomenclatura propuesta por la Geological Society de Londres (Warwick, 1971).

## **SUMMARY**

A speleo-chronological study of the fungiform formations occurring at the caves in Cayo Caguanes, Northern Las Villas, Cuba (made known by the author at the IInd International Speleological Congress, Bari, 1958).

Caguanes cay or islet is made up of Middle Miocene calcarenite.

Fungiform formations are rounded secondary formations made up of carbonated, microgranulated, sinter type rock formed thousands of years ago in phreatic water lakes, whose level was accordingly determined by the level of the sea surrounding the islet where this caves are found. The upper plane of the fungiform formations, at present located at about 4.52 metres above sea level, marks the state of the ocean level at the time of the genesis of these secondary formations.

At present, these fungiform formations are drained by the subsidence of the water table level due to the lowering of the sea level.

A chronological study of the fungiform formations carried out by the Absolute Age Laboratory of the Geology Institute of the Academy of Sciences of the USSR, by means of the unstable uranium method permits to date their origin at about 15 thousand years ago whence it is plausible to assume that at that time the sea level was 4.52 metres higher than at present, which applies elsewhere in the World Ocean.



## BIBLIOGRAFIA

- NUÑEZ JIMENEZ, ANTONIO (1958): Una nueva formación secundaria en la Espeleología, Deuxieme Congrès International de Speleologie, Bari, 5-12 Octobre 1958. Extrait des Actés du Congrès, Tomo I, Section 1.
- NUÑEZ JIMENEZ, ANTONIO (1970): Caguanes Pictográfico, Serie Espeleológica y Carsológica No. 16, La Habana, Academia de Ciencias de Cuba. Junio.
- WARWICK, GORDON T. (1971): Caves and the Ice age. Cave research Group of Great Britain, Vol. 13, No. 2, p. 123-130.





Ab 025

## PEDOSSEDIMENTE IN DEN KARSTGEBIETEN DER TSCHECHOSLOWAKEI

J. Peříšek

Pedologisches u. Geologisches Institut,  
Hochschule für Agrar- u. Forstwissenschaften,  
Brno, ČSSR

Die Karstgebiete in der Tschechoslowakei sind wichtige Gebiete für das Studium fossiler und rezenter Böden. Die Bildung der Böden und Bodensedimente steht in engen Beziehungen zu bestimmten Phasen der Karstentwicklung, so dass rezente und fossile Böden gleichzeitig wichtige Indikatoren der Entwicklungsphasen der Karstgebiete darstellen.

Die fossilen Böden kann man nach der Genese in autochtonne Böden, d.h. die an Ort und Stelle (in situ) entstanden sind und Pedosedimente, die die an der Oberfläche entstandenen und sekundär in die unterirdischen Karsträume überschwemmten Böden darstellen, einteilen. Die fossilen Böden sind hauptsächlich unterhalb jüngerer Quartärsedimente erhalten und die rezenten Böden bedecken die heutigen Karstobeflächen.

In den Karstgebieten der Tschechoslowakei wurden bisher diese fossilen und rezenten Böden ode Pedosedimente ermittelt: Bauxite, kaolinische Pedosedimente, lateritische Pedosedimente, allitische Gelberden, Roterden oder terra rossa, terra fusca, Rendzinen, Braunerden und Schwarzerden. Das Vorkommen und Vertreten dieser Böden und Pedosedimente ist vom Alter der Verkarstung einzelner Karstgebiete abhängig.

In den Karstgebieten kommen hauptsächlich die aus den Kalksteinen entstandenen Böden und Pedosedimente vor. Stellenweise treten jedoch auch fossile Sedimente von den nicht karstartigen Silikatgesteinen auf. Diese fremden fossilen Pedosedimente sind von Bedeutung zur Erkenntnis der geomorphologischen Entwicklung der Karstgebiete.

Die genetisch ältesten Pedosedimente sind Bauxite, die die überschwämten lateritischen Böden darstellen und die Karsthohlräume und Karsttrichter in den Triaskalksteinen und Dolomiten im Gebiet der Slowakei ausfüllen. Sie haben sich hauptsächlich während der Unterkreide gebildet und sind mit paleogenen Sedimenten gedeckt. Diese bauxitartigen Ausfüllungen wurden von einigen Forschern (Orlov A., J. Konta, M. Kužvart, D. Andrusov, K. Borza et al.) studiert. Die Untersuchungen der obenangeführten Verfasser zeigen, dass an der Bildung dieser bauxitartigen Ablagerungen die nicht karstartigen Gesteine teilgenom-

men hatten. Das  $\text{SiO}_2$  - beträgt von 8 - 20 % und  $\text{R}_2\text{O}_3$  von 60 - 74 % mit hoher Vorherrschaft von  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Die kaolinischen Pedosedimente füllen einige Karsttrichter im Mährischen Karst aus. Es sind verlagerte Produkte der Kaolinisierung von Silikatgesteinen, die früher die Oberfläche dieses Karstgebietes gedeckt hatten. Sie sind durch einen hohen  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - Gehalt (32 - 38 %) charakteristisch.

Im Gebiet von Česká vysočina (das Böhmisches Hochland) (namentlich im Mährischen Karst) befinden sich auf der Basis tiefer Karsttrichter und Hohlräume Ablagerungen der Eisenerze, die hauptsächlich durch Limonit mit unterschiedlicher Beimischung von Hämatit und Goethit gebildet werden. Es sind Produkte der vorquartären Laterisierung und stellen genetisch Rückstände alter Pedosedimente dar.

Die basalen Teile der tiefen Karsthohlräume im Gebiet von Česká vysočina werden stellenweise durch ockerfarbige bis rostfarbige tonhaltige Pedosedimente mit Gehalt an Gesamtton von 70 - 85 % ausgefüllt. Die chemische Zusammensetzung weist  $\text{SiO}_2$  von 40 - 45 % auf und  $\text{R}_2\text{O}_3$  im durchschnittlichen Bereich von 40 - 45 %, mit ausgeprägter Vorherrschaft von  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Genetisch sind es verlangerte allitische Gelberden, die im feuchteren subtropischen Klima entstanden sind. Ihre Bildung ist auf eine starke Tiefenerosion und Ausweitung der Karsthohlräume gebunden. Mit dem geologischen Alter gehören sie wahrscheinlich zum Tertiär (Neogen).

Jüngere Böden und Pedosedimente stellen in den Karstgebieten der ČSSR die Roterden oder terra rossa dar, die bei uns schon zum Teil studiert wurden (J. Pelíšek, L. Smolíková, V. Ložek et al.). Diese Roterden kann man nach der Genese und nach dem Chemismus in zwei Typen einteilen, und zwar an allitische Roterden und sialitische Roterden.

Allitische Roterden sind genetisch älter und werden durch Pedosedimente mit dem Gehalt an Gesamtton von etwa 68 - 76 % gebildet. Ihr Chemismus weist durchschnittlich von 40 - 50 %  $\text{SiO}_2$  auf und  $\text{R}_2\text{O}_3$  beträgt von 35 - 45 %. Sie sind vorwiegend satt violettrot bis dunkelrot gefärbt, stellenweise enthalten sie kleine Eisenmangankonkretionen und kleine blauschwarze Flecke oder Mn-Hydratüberzüge.

Sialitische Roterden oder terra rossa enthalten im Durchschnitt von 52 - 60 % des  $\text{SiO}_2$  und etwa 27 - 34 % von  $\text{R}_2\text{O}_3$ . Diese Roterden kann man noch nach dem beigemischten Lössmaterial an ältere und jüngere einteilen. Einen guten granulometrischen Indikator des beigemischten äolischen Materials stellt der erhöhte Gehalt an Teilchen



des sog. Schluffes von 0,01 - 0,05 mm Durchmesser dar. Die älteren sialitischen terra rossa weisen von 55 - 65 % Gesamtton auf und nur einen kleineren Gehalt an Schluffteilchen. Jüngere sialitische terra rossa enthalten von 30 - 35 % der Schluffteilchen. Sialitische Roterden enthalten in der Regel hell - bis sattrot gefärbte  $\text{CaCO}_3$ -Konkretionen. Ältere terra rossa entstanden im Tertiär, jüngere terra rossa Ende Tertiär und Anfang Pleistozän. Die Ausfüllungen von terra rossa in tieferen Karsträumen indizieren eine Periode der ziemlich starken Verkarstung. Stellenweise sind terra rossa durch Mittel- bis Jungpleistozäne Sedimente, namentlich durch Löss oder Kalksteinschutt gedeckt.

Die Böden von terra fusca sind genetisch jünger als die Roterden und weisen eine ausgeprägt satte Ocker- bis Rostockerfarbe auf. Der Gehalt an Gesamtton beträgt von 55 - 65 %, der Gehalt an Schluffteilchen (20 - 35 %), was auf die Teilnahme des Lössmaterials an ihrer Bildung im Pleistozän hinweist. Der Chemismus weist von 50 - 65 %  $\text{SiO}_2$  auf und  $\text{R}_2\text{O}_3$  macht etwa 25 - 32 %. Diese Pedosedimente sind oberhalb der Roterden abgelagert und füllen in der Regel nur seichtere meistens flache Karstvertiefungen aus, was an eine Phase schwächerer Tiefenverkarstung hinweist. Es ist eine Interglazial- und Interstadialperiode des Mittel- und Jungpleistozäns.

Ausgeprägte Pedosedimente bilden die Braunerden, die stratigraphisch oberhalb der terra fusca abgelagert sind. Es sind überschwemmte Braunerden, die auf dem auf der Karstoberfläche abgelagerten Material entstanden sind. Sie weisen einen charakteristisch hohen Gehalt an Schluffteilchen von 32 - 40 % auf.

Die schwarzerdeartigen Pedosedimente kommen oberhalb der Braunerden vor und weisen eine typische granulometrische Zusammensetzung mit einem hohen Schluffgehalt (35 - 42 %) auf.

Terra rossa als Pedosedimente sind stellenweise dünn schichtenartig und aus rötlichen und gräulichen kleinen Schichten zusammengesetzt. Sie weisen derart einen Charakter der Bändersedimente - Warwe auf. Einen ähnlichen warwenartigen Charakter zeigen ebenfalls einige terra fusca, Braunerden und namentlich dann Schwarzerden (Mladeč-Höhlen).

Die jüngsten Böden und Pedosedimente der Karstgebiete in der ČSSR stellen die Rendzinen dar, die stellenweise von den unterliegenden Pedosedimenten eines terra fusca - Typs durch hell ockerfarbige und fein schotterige Löss oder Schichten des Kalksteinschuttes getrennt sind. Diese jungpleistozänen Pedosedimente weisen auf die Pe-

riode eines sehr schwachen Tiefenverkarstung mit vorwiegender Bildung der schotterigen oder äolischen Sedimente auf der Oberfläche der Karstgebiete.

Nach der Genese kann man die Rendzinen auf braune, graue bis schwarzgraue Rendzinen einteilen. Die ältesten sind die braunen Rendzinen mit einem Gehalt an 54 - 66 % Tonteilchen und stellenweise weisen sie die Beimischung eines äolischen Lössmaterials auf. Chemisch enthalten sie von 56 - 65 %  $\text{SiO}_2$  und etwa von 20 - 24 %  $\text{R}_2\text{O}_3$ . Sie bildeten sich namentlich Ende Pleistozäns, bzw. während des Postglazials und im Zeitabschnitt des älteren bis mittleren Holozäns. Graue bis schwarzgraue Rendzinen weisen einen Gehalt an 48 - 54 % Gesamtton auf und stellenweise zeigen sie wieder Beimischung eines Lössmaterials in Form eines erhöhten Gehalts an Schluffteilchen. Chemisch enthalten sie von 58 - 66 %  $\text{SiO}_2$  und etwa von 15 - 22 %  $\text{R}_2\text{O}_3$ . Genetisch sind es Böden meistens des mittleren Holozäns bis rezente Böden.

Die Pedosedimente enthalten die  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -Konkretionen (Limonit, Goethit, Hämatit), Mn-Konkretionen (Pyrolusit, Manganit, Waā),  $\text{CaCO}_3$ -Konkretionen (Kalzit, Aragonit), Phosphat-Konkretionen (Apatit - Phosphorit),  $\text{SiO}_2$ -Geoden (Quarz, Chalzedon), einige Silikate (Saponit) u.a.

Von den Tonmineralen herrscht im Bauxit und in den kaolinischen Pedosedimenten Kaolinit vor, in terra rossa kommt ein Gemisch von Kaolinit und Montmorillonit vor, in terra fusca und in den Rendzinen kommt hauptsächlich Montmorillonit mit geringerer Illit-Beimischung vor, in den Braunerden und Roterden ist es ein Gemisch von Illit und Montmorillonit.

In den vorderen Teilen der Höhlenräume sind die Pedosedimente stellenweise durch kryogene Prozesse beeinflusst, es befinden sich hier hauptsächlich Frostkeile, verwirbelte Böden u.a.

## ZUSAMMENFASSUNG

Auf der Oberfläche der Karstgebiete in der Tschechoslowakei kommen Oberflächen-Deckgebilde (relikte und rezente Böden) vor. In den unterirdischen Höhlenräumen sind Schichtenfolgen der Höhlensedimente abgelagert, die durch Sedimente der Oberflächenverwitterungen und Horizonte von Pedosedimenten gebildet sind. Die Pedosedimente stellen die Böden dar, die auf der Oberfläche der Karstgebiete gebildet und



in die unterirdischen Höhlenräume überschwemmt wurden. Die Pedosedimente der Tschechoslowakei kann man pedogenetisch und geochemisch in diese Gruppen einteilen:

1. Lateritische (ferralitische) Pedosedimente. Überschwemmte Laterite als Bauxite mit hohem  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Gehalt und mit einer  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  sowie  $\text{SiO}_2$ -Beimischung (Bildung während des Mesozoikums).
2. Kaolinische (sialitische) Pedosedimente mit einem hohen  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Gehalt, mit  $\text{SiO}_2$ -Beimischung und einem sehr geringen  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -Anteil (Bildung im Mesozoikum unterhalb der Kreideformation).
3. Ferrisialitische Pedosedimente. Allitische Gelberde (Neogen, bzw. Paleogen), terra rossa (Neogen und Altpleistozän), terra fusca (Mittel- und Jungpleistozän), Rendzinen, Braunerden und Schwarzerden (Ende Pleistozän und Holozän).

Die genetische Reihe von Pedosedimenten in den Karstgebieten der Tschechoslowakei von den Bauxiten bis zu den Rendzinen steht in engen Verhältnissen zur Geochemie bodenbildender Prozesse, zum Klima, bzw. Paleoklima und zur gesamten geomorphologischen Entwicklung der Karstgebiete.

## LITERATUR

- BORZA K., MARTINY E.: Kôry vetrania, ložiská bauxitu a "terra rossa" v slovenských Karpatoch. Geolog. sborník, XV, 1, 1964, Bratislava.
- KONTA J.: Petrografické a chemické složení bauxitů od Markušovců (vých. Slovensko). Rozpravy ČSAV, 64, II. tř., seš. 4, 1954.
- MATĚJKA A.: Výskyt bauxitických hornin od Drienovce na jižním Slovensku. Věstník ÚUG, roč. 33, 1958.
- ORLOV A.: "Primární" a "sekundární" facie bauxitu na mojtínském ložisku. Věstník Stát. úst. geolog., 14, 1938.
- : První výskyt bauxitu v Československu. Rozpravy Čes. akad., II. tř., 47, č. 13, 1937.
- PELÍŠEK J.: Červenozemě (terra rossy) v krasových dutinách vápenců od Vitošova u Zábřehu. Zprávy Vlastivěd. ústavu v Olomouci, č. 157, 1972.
- : The Fossil and the Recent Development of Soil in the Karst Regions of Czechoslovakia. Problems of the Speleological, Praha, Academia 1965.

SMOLÍKOVÁ L.: Ráz výskytu terrae calcis v krasových oblastech Slovenska. Československý kras, roč. 14, 1962.

SMOLÍKOVÁ L., LOŽEK V.: Zur Altersfrage der mitteleuropäischen Terra calcis. Eiszeitalter und Gegenwart, Öhringen 1962, roč. 36.

ZORKOVSKÝ B.: Slovenské boksity a ich genéza. Geolog. sbor. Slov. akad., N. 1-2, 1952.



Ab 026

## GIACIMENTI MINERARI CARSICI \*)

G. Perna

Istituto di Giacimenti Minerari, Università di Bologna,  
Bologna, Italia

### GIACIMENTI DI BAUXITE

Il fenomeno carsico è essenzialmente un processo di dissoluzione soprattutto delle rocce carbonatiche, dovendosi considerare la componente erosiva delle acque scorrenti ponderalmente trascurabile. I minerali e le sostanze costituenti le impurezze ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , ossidi ed idrossidi di Fe, ecc.) sono praticamente insolubili, così che si ha un accumulo di materiali residuali, che vanno a costituire la "terra rossa", caratteristica dell'ambiente carsico.

E' ben noto che i giacimenti di bauxite derivano da queste impurità per evoluzione lateritica in situ delle terre rosse, ed allontanamento del Fe e della silice (giacimenti carsici autoctoni).

Il residuo insolubile dei carbonati può essere molto basso, anche inferiore allo 0,1 % per cui si richiederebbe in tal caso la demolizione di una serie potente per condurre alla formazione dei giacimenti. Vi sono tuttavia fenomeni di accumulo dei prodotti di difacimento, dovuti al trasporto da parte delle acque dilavanti e deposizione nelle zone depresse, come è possibile vedere anche oggi nelle aree carsiche poco accidentate. L'evoluzione lateritica avviene nelle doline o polje, trasformate in laghi temporanei per l'impermeabilizzazione operata dalle terre rosse stesse o per innalzamento del livello di base per la subsidenza della zona e parziale ingressione marina. I giacimenti che si formano in questo modo sono definiti giacimenti carsici parautoctoni per significare che all'accumulo del minerale contribuisce una vasta area.

Giacimenti di bauxite si formano anche su rocce cristalline povere di  $\text{SiO}_2$  (andesiti, sieniti, gabbri, gneiss, ecc.) per lateritizzazione in ambiente caldo umido. Quando queste lateriti vengono fluite in aree carsiche si hanno i giacimenti carsici alloctoni.

\*) Lavoro finanziato dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (Comitato per le Scienze Geologiche e Minerarie) contratto n. 71.00333.05.

Adunamenti carsici di minerali utili diversi dalle bauxiti erano noti da tempo, ma spesso erano considerati episodi sporadici nella evoluzione carsica di una regione.

Una accurata ricerca bibliografica ha permesso di accertare che depositi carsici sono piuttosto frequenti e comprendono minerali di Fe (limonite, ematite, terre coloranti), Mn e soprattutto fosforiti (collofane): in particolare in questi ultimi l'alterazione carsica può giocare un ruolo determinante, analogamente a quanto avviene per le bauxiti.

### **GIACIMENTI CARSICI ALPINI**

Molto recentemente si è avanzata da più parti l'ipotesi di un legame tra alcuni giacimenti di Pb, Zn, barite e fluorite nei calcari e dolomie (giacimenti "alpini" o, più estensivamente, giacimenti tipo B.M.S. Bleiberg - Mississippi - Slesia) e fenomeni carsici.

Si tratta di qualcosa di più che una occasionale localizzazione di mineralizzazione nei karst, in quanto, ad un esame più attento, risulta l'intima connessione genetica tra questi giacimenti ed il fenomeno carsico, come avviene per le bauxiti.

Infatti mentre sono frequenti i giacimenti carsici di bauxite, fosforiti, minerali di Mn, Fe, Pb, fluorite e barite, i giacimenti di altri minerali sono eccezionalmente rari: uranio (Tyuya - Muyun in U.R.S.S.), cobalto (Voel Hiraddog, Inghilterra), vanadio (Abenab, Africa SE), ligniti (piccoli giacimenti sporadici). Questi giacimenti di U, Co, Va, ecc. sono evidentemente degli accidenti geologici, mentre per i primi vi è uno strettissimo legame genetico tra fenomeno carsico e mineralizzazione.

Nella figura è schematizzato un ciclo sedimentario e la formazione dei relativi giacimenti, partendo da mineralizzazioni primarie, sia filoniane che disperse come fondo geochimico, oppure come elementi costituenti le rocce stesse.

L'iniziale sovrabbondanza di un elemento in una certa porzione della litosfera (anomalia geochimica), è legata ai grandi processi geologici, quali differenziazione primaria durante il raffreddamento, celle di convezione del mantello, ecc. e tende a mantenersi a lungo, per uno o più periodi geologici. I processi geologici locali, quali magmatismo di anatessi, erosione e sedimentazione, possono produrre



una ulteriore concentrazione di determinati elementi chimici (ma anche evidentemente una dispersione) sino a giungere alla formazione di giacimenti.

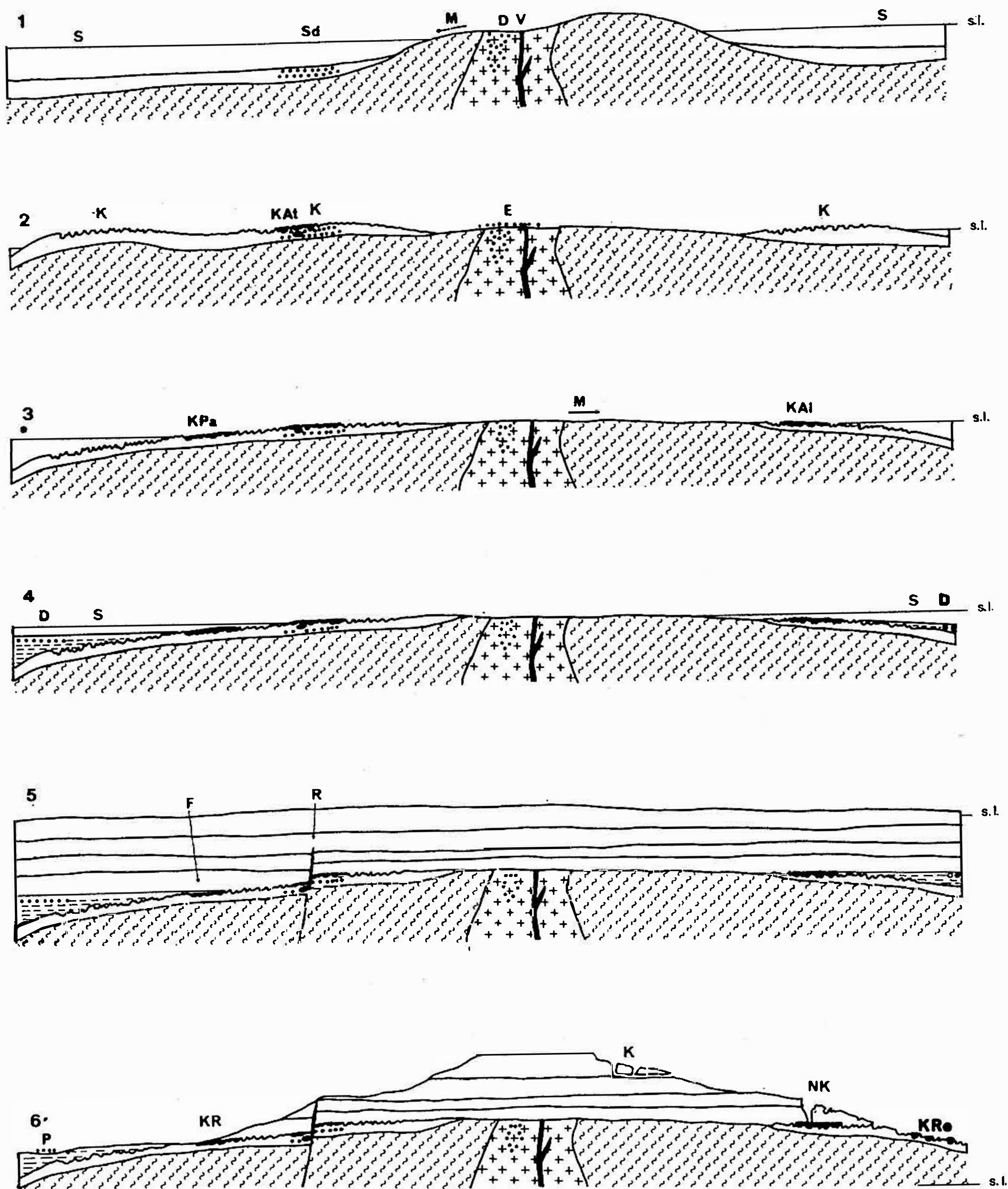
Lo schema mostra come, partendo da questo stock primario, si forma per erosione e sedimentazione un giacimento sedimentario (n. 1), generalmente a debole tenore.

In relazione ad una fase di emersione della zona si ha l'incarsimento delle formazioni sedimentarie carbonatiche e conseguente concentrazione delle mineralizzazioni in giacimenti carsici autoctoni. Sulle rocce cristalline la alterazione lateritica produce la concentrazione dei minerali meno solubili (giacimenti lateritici), che vengono asportati in una fase di riattivazione del processo erosivo per cambiamenti climatici od ulteriori sollevamenti. Il materiale, se deposto in zona carsica, va a costituire giacimenti carsici alloctoni (3).

La rielaborazione delle mineralizzazioni in rocce carbonatiche, trasporto, concentrazione e rideposizione a distanza in aree carsiche, dà luogo a giacimenti carsici paraautoctoni.

I minerali deposti assieme a materiali marnosi di apporto continentale danno luogo a mineralizzazioni diffuse nella copertura.

Con la ripresa della sedimentazione e corrispondente abbassamento dell'area in geosinclinale, si ha la deposizione di una serie sedimentaria. I giacimenti sono oggetto di azioni diagenetiche a temperatura e pressione anche elevate, con possibile formazione di giacimenti di ricircolazione (idatogeni). L'emersione e la circolazione di acque freatiche in pressione porta alla formazione di carsismi profondi, con concentrazione dei minerali (giacimenti freatici) (5). Col proseguire della emersione si ha l'erosione della pila di sedimenti, con carsismi che possono interessare anche mineralizzazioni precedenti e formazione di giacimenti residuali e giacimenti di alterazione.



G. PERNA 1972

Fig. 1. Schema della formazione dei giacimenti minerali carsici.

1. Erosione e sedimentazione. L'erosione asporta i minerali ed i prodotti di alterazione delle rocce del basamento, depositandoli nei bacini di sedimentazione. S - bacini di sedimentazione, Sd - giacimento sedimentario, M - trasporto di minerali e metalli, D - mineralizzazione primaria dispersa, V - mineralizzazione filoniana primaria, s.l. - livello del mare.



2. Emersione. Movimenti epirogenetici fanno affiorare i sedimenti: le rocce carbonatiche subiscono la dissoluzione carsica, le rocce cristalline l'alterazione lateritica. Si formano giacimenti lateritici e carsici autoctoni. K - fenomeni carsici, KAt - giacimenti carsici autoctoni, E - giacimenti lateritici.
3. Erosione. Ulteriori movimenti orogenetici più intensi riattivano l'erosione. I minerali lateritici vengono erosi e danno giacimenti carsici alloctoni; per rimaneggiamento ed ulteriore erosione dei giacimenti sedimentari autoctoni e delle mineralizzazioni disperse, si formano giacimenti minerari parautoctoni. KPa - giacimenti minerari parautoctoni, M - trasporto dei minerali e dei metalli; KA1 - giacimenti carsici alloctoni.
4. Trasgressione. Inizia la trasgressione mentre prosegue l'erosione con sedimentazione di argille e marne, talora mineralizzate, ed ulteriore concentrazione dei minerali nei giacimenti carsici. D - mineralizzazioni diffuse nella copertura.
5. Sedimentazione. Si deposita tutta la serie sedimentaria, i minerali mobilizzati in fase diagenetica formano giacimenti "idrotermali" di ricircolazione. In fase tardiva, durante l'emersione, la circolazione delle acque carsiche profonde porta alla formazione di giacimenti carsici freatici. F - giacimenti carsici freatici, R - giacimenti idrotermali (= idatogeni) di ricircolazione.
6. Erosione. La serie sedimentaria emerge ed è preda della degradazione meteorica. Si formano carsismi superficiali e sotterranei, i giacimenti minerari carsici vengono erosi e si formano i giacimenti carsici residuali e di alterazione. P - giacimenti minerari residuali (Placers); KR - karst ringiovanito, K - karst, NK - neokarst che interessa un karst olofossile completo (giacimento), KRe - giacimenti carsici residuali e di alterazione.

## **CARSISMO E METALLOGENESI**

Secondo questo schema il fenomeno carsico si inserisce tra i processi metallogenici con un ruolo determinante.

Il fenomeno carsico va qui inteso nel suo senso più ampio del termine come dissoluzione chimica ed asportazione dei carbonati e concentrazione dei minerali meno solubili. Ciò però non sarebbe sufficiente in quanto i minerali potrebbero poi disperdersi nei bacini di sedimentazione: interviene a questo punto il secondo fattore, quello dell'effetto di trappola dei fenomeni carsici sia superficiali che sotterranei sui minerali concentrati.

Il meccanismo dei fenomeni di mobilizzazione e riconcentrazione delle bauxiti, fosforiti e minerali ossidati (di Fe, Mn, Pb, Zn) sono sufficientemente noti; non altrettanto può dirsi per i solfuri (galena, blenda, pirite) per la precipitazione dei quali si richiede la presenza di H<sub>2</sub>S, la cui produzione sarebbe dovuta a riduzione ad opera delle sostanze organiche e di batteri.

La barite può essere, in particolari condizioni, mobilizzata come sale clorurato e riprecipitata in presenza di ioni SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, la fluorite passerebbe in soluzione come composto SiF<sub>n</sub> e riprecipitata in presenza di ioni Ca<sup>++</sup>.

Le strutture e tessiture sono molto particolari. Innanzitutto

le paragenesi sono estremamente povere (fatta esclusione della coorte di minerali di alterazione). Ciò è dovuto al fatto che il processo sedimentario e l'alterazione carsica sono processi altamente selettivi da un punto di vista geochimico.

Si hanno tessiture a brecce, coccarde, noduli, crostoni, strutture gradate e ritmiche e, solo molto raramente, stalattiti. Talvolta si riscontrano vere e proprie grotte (la più bella e famosa è la Grotta di S. Barbara nella miniera di S. Giovanni in Sardegna) sia come testimonianza del carsismo nel quale si è deposto il minerale, sia di un secondo ciclo carsico che ricalca il precedente o che è del tutto indipendente.

Esiste pertanto una connessione metallogenetica molto stretta tra fenomeno carsico e mineralizzazioni. I giacimenti tipo B.M.S., sui quali si sono fatte in passato molteplici ipotesi genetiche (sedimentari puri, ricircolati, idrotermali, ecc.) sarebbero pertanto in tutto od in parte un particolare aspetto del fenomeno carsico: è questa una ipotesi che apre nuovi orizzonti alla ricerca e pone in una nuova luce il processo speleogenetico.

Queste nuove idee, che sono emerse molto recentemente nei lavori di alcuni Autori, richiedono tuttavia ancora verifiche e profondi studi: sin d'ora risulta comunque evidente l'importanza della relazione tra carsismo e giacimenti minerari.

## KARSTIC MINERAL DEPOSITS

G. Perna

### SUMMARY

First of all the A. examines the bauxite deposits in the carbonatic rocks, which turn out to be closely connected with the karstic cycle. Bauxite is the residuum of the dissolution of the limestones and dolomites (a u t o c h t h o n o u s a n d p a r a u t o c h t h o n o u s m i n e r a l d e p o s i t s) deposited in correspondence to karstic depressions.

On the contrary in the other mineral deposits, bauxite derives from the laterization of the cristalline rocks and the karst makes up only a zone favourable to the



storage (allochthonous mineral deposits). Some mineral deposits of iron, manganese ore and of phosphorite have the same genesis.

A lot of ore deposits of lead, zinc (fluorite and barite) in carbonatic rocks too are, according to the most recent studies, closely connected to the karstic cycle, while more rarely, or better still occasionally, are the ore deposits of the other minerals such as uranium, vanadium, lignite, etc.).

The mineral deposits may occur not only in dolina, polje, but also in real caves and it is not rare to find some hollows in the mines, whether they are an evidence of the karstic cycle connected with the mineralization, or on a successive one.

The following classification of the karstic mineral deposits is suggested:

- Mineral deposits of karstic cycle or autochthonous and parautochthonous mineral deposits when the mineral is the residuum of the dissolution of the carbonatic rocks and the place of the deposition a karst (dolina, cave, shaft, etc.).
- Mineral deposits in karsts or allochthonous mineral deposits, when the mineral coming from cristalline rocks or in any way not connected with the same carbonatic rocks, is localized in karst.
- Mineral deposits of karstic enrichment, when the carbonatic rock weakly mineralized, undergoes a karstic superficial dissolution of the carbonatic fraction with a consequent relative enrichment in useful minerals (residual mineral deposits). One can have a dissolution and re-precipitation of the useful minerals (supergenic mineral deposits) or an alteration and concentration of the useful elements (alteration mineral deposits). More rarely may take place a relative enrichment for a circulation of waters in pressure taking away the carbonatic fraction (freatic mineral deposits).

Finally a mention is made on the petrography of the deposits and on the means of transport of the materials.

## **GÎTES MINÉRAUX KARSTIQUES**

### **RÉSUMÉ**

L'auteur examine tout d'abord les gisements de bauxite dans les roches carbonatées, notoirement associées au cycle karstique. La bauxite est le résidu de la dissolution des calcaires et des dolomies (gisements autochtones et parautochtones) déposé en relation avec des dépressions karstiques.

Dans d'autres gisements par contre, la bauxite provient de la latéritisation de roches cristallines et le karst ne constitue qu'un lieu favorable à l'accumulation (gisements allochtones).

On retrouve le même processus de formation pour quelques gîtes minéraux de fer et de manganèse, et de phosphorites.

De nombreux gîtes minéraux de plomb, de zinc, (barytine et fluorine) dans les roches carbonatées sont également, d'après les études plus récentes, étroitement reliées au cycle karstique; ce qui est plus rare pour les gisements d'autres minéraux (uranium, vanadium, lignite, etc.).

Les minéraux peuvent se déposer non seulement dans les dolines, les poljes, mais encore dans de véritables grottes et il n'est pas rare de retrouver des cavités dans les mines soit comme témoins d'un cycle karstique lié à la minéralisation soit d'un cycle postérieur.

On propose la classification suivante des gisements karstiques:

- Gisements de cycle karstique, ou gisements karstiques autochtones et parautochtones, lorsque le minéral est le résidu de la dissolution des roches carbonatées, et le lieu du dépôt est un karst (doline, grotte, gouffre, etc.).
- Gisements dans le karst ou gisements karstiques allochtones, lorsque le minéral, dérivé de roches cristallines ou de toute façon non relié aux roches carbonatées elles-mêmes, est localisé dans un karst.
- Gisements d'enrichissement karstique, quand la roche carbonatée, faiblement minéralisée, subit une dissolution karstique superficielle de la partie carbonatée, avec comme conséquence, un enrichissement relatif en minéral (gisements résiduels). On a soit une dissolution et re-précipitation des minéraux utiles (gisements supergènes) soit une altération et une concentration des éléments utiles (gisements d'altération). Plus rarement il peut y avoir enrichissement relatif par circulation d'eaux sous pression qui entraînent la fraction carbonatée (gisements phréatiques).

On donne, enfin, un aperçu de la pétrographie des dépôts et des modalités de transport des métaux.



## **BIBLIOGRAFIA**

PERNA G (1972): Fenomeni carsici e giacimenti minerali. Seminario di Speleogenesi, Varenna, 4-8 ottobre 1972 (Preprint).





Ab 027

## VORKOMMEN VON APATIT IN DEN SINTERAUSFÜLLUNGEN DER JAVOŘÍČKO-HÖHLEN (MÄHREN, TSCHECHOSLOWAKEI)

**A. Pfeiferová**

Institut für Heimatkunde,  
Olomouc, ČSSR

**M. Kvaček**

Institut für Mineralrohstoffe,  
Kutná Hora, Sedlec, ČSSR

### EINFÜHRUNG

Im Verlauf der vom ersten Autor (A.P.) durchgeführten ausführlichen geochemischen Erforschung des Nordmährischen Karstes wurde grössere Aufmerksamkeit den Javoříčko-Höhlen gewidmet. Mit Hilfe der spektrochemischen Analyse wurden in ganzer Reihe der Sinterproben aus diesen Höhlen niedrige Gehalte von Phosphor bewiesen. In einigen Proben wurde dieses Element in bemerkenswert erhöhten Gehalten (X-XO %) festgestellt. Da von den Javoříčko-Höhlen bisher keine Phosphate bekannt waren, wurden diese Proben ausführlich studiert.

### ERGEBNISSE DES STUDIUMS

Für die Identifizierung des phosphorhaltenden Minerals in den studierten Proben wurde vor allem die röntgenographische Pulvermethode von Guinier-de Wolff benützt. Mit Hilfe dieser Methode wurde erwiesen, dass die Minerale der Apatit-Gruppe die überwiegende Komponente der fünf studierten Proben darstellen. In der Tabelle 1 sind die Pulverröntgenaufnahmen zwei verhältnismässig reinen Apatit-Proben angeführt. (Die Beschreibung und Lokalisation dieser Proben sind der Tabelle der spektrochemischen Analysen beigelegt - siehe unten!). Es ist sichtbar, dass in den Röntgenaufnahmen fast alle Diffraktionslinien des Apatits erschienen, die von Swanson et al. angeführt sind, ausgenommen einige schwachste Linien (Swanson et al., 1964, S. 22). Verhältnismässig kleine Unterschiede zwischen den d-Werten beider Proben kann man durch ihre teilweise abweichende chemische Zusammensetzung erklären. (Probe 5, die niedrigere d-Werte hat, unterscheidet

T a b. 1

Pulverröntgenaufnahmen von Apatit  
Methode Guinier - de Wolff, Cu-Strahlung

Apatit Javoříčko		Apatit Javoříčko		Fluorapatit	
Probe 3		Probe 5		Swanson et al. (1964)	
I	d	I	d	I	d
8	8.147	7	8.000	8	8.12
1	5.242	4	5.196	4	5.25
-	-	-	-	<1	4.684
4	4.073	5	4.055	8	4.055
2	3.872	6	3.855	8	3.872
-	-	-	-	<1	3.494
9	3.431	9	3.405	42	3.442
7	3.162	7	3.140	13	3.167
8	3.066	8	3.056	17	3.067
10	2.803	10	2.790	100	2.800
9	2.761	8	2.753	54	2.772
10	2.708	10	2.700	62	2.702
9	2.620	8	2.601	29	2.624
2	2.520	5	2.506	6	2.517
3	2.279	6	2.274	7	2.289
8	2.249	8	2.241	22	2.250
-	-	-	-	3	2.218
4	2.137	5	2.130	{6 3	2.140 2.128
5	2.052	6	2.041	5	2.061
-	-	-	-	1	2.028
3	1.990	3	1.982	4	1.997
9	1.932	9	1.924	26	1.937
7	1.879	8	1.874	14	1.884
0,5	1.857	4	1.857	4	1.862
9	1.829	9	1.821	32	1.837
7	1.792	8	1.789	15	1.797
7	1.770	8	1.762	13	1.771
7	1.743	8	1.735	13	1.748
8	1.707	9	1.701	15	1.722
-	-	0,5	1.668	<1	1.684



I	d°	I	d	I	d
5	1.633	6	1.629	6	1.637
3	1.600	5	1.596	3	1.607
-	-	2	1.573	1	1.580
-	-	-	-	<1	1.562
1	1.534	5	1.527	{ 5	1.534
				{ 4	1.524
6	1.494	6	1.488	{ 4	1.501
				{ 4	1.497
6	1.464	6	1.459	{ 8	1.468
				{ 4	1.457
				{ 7	1.452
7	1.442	7	1.436	6	1.446
4	1.423	7	1.419	{ 5	1.426
				{ 4	1.422

Analytiker Dr. J. Ševců, Institut für Mineralrohstoffe, Kutná Hora.

sich von der Probe 3 namentlich durch höhere Al- und Fe-Gehalte -  
siehe unten!)

Qualitative spektrochemische Analysen von fünf Proben sind in der Tabelle 2 angeführt. (Lokalisation, makroskopische Charakteristik und röntgenographisch festgestellte Komponenten der studierten Proben sind der Tabelle beigegefügt.) In den studierten Proben kommt Apatit in der Assoziation mit Quarz oder Kalzit vor und manchmal bildet er fast monominerale Aggregate.

Aus der Tabelle ist sichtbar, dass die F-Gehalte in den studierten Proben bedeutend schwanken. Die Proben mit erhöhten F-Gehalten enthalten wahrscheinlich Fluorapatit oder fluorhaltenden Karbonatapatit (Proben 1, 2, 5). Die Proben mit hohen P-Gehalten und sehr niedrigen R-Gehalten (0.0X %) oder in denen F nicht festgestellt wurde, enthalten offenbar Apatitvarietäten mit anderen Anionen (Cl, OH, O). Erhöhte Si-Gehalte sind wahrscheinlich an heterogene Minerale (Quarz, Silikate) gebunden, wengleich auch Apatitvarietäten mit Si (Silikatapatite) bekannt sind. Nicht ganz klar ist die Bindung von Al. In der Probe 2, die ausser Al auch erhöhten Si- und K-Gehalt enthält, ist Al wahrscheinlich zum Teil an Alumosilikate (Glimmer), die in dieser Probe mikroskopisch in geringer Menge festgestellt sind, gebunden. In den Proben 1 und namentlich 5 sind aber die Al-Gehalte im Vergleich mit den Si-Gehalten bedeutend erhöht. Man kann also voraussetzen, dass

## Qualitative spektrochemische Analysen

Probe	Ag	Al	B	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	F	Fe	Ga	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Si	Sr	Ti	V	Y	Yb	Zn	Zr
1	?	◐	?	○	●		●	●		●	○	◐	●	●		●	●		●	●	◐		●	○	○				●	●
2	●	◐	?	○	●		●	●	●	●	●	◐	●	●	●	●	●		○	●	●	●	◐	○	●	●	●	●	○	●
3	●	●	?	○	●	●	●	●	●	●	●	○	○			○	●	●	●	●	●	●	○	●				○		
4		●		●			●			●	●		○			●	●		●		◐		●	●				●		
5		◐	?	●			●	●		●	○	●	●			●	○		○	●	◐		○	○	●				●	

● X0,0%    ◐ X,0%    ● 0,X%    ○ 0,0X%    ● 0,0X%    □ problem.  
 Anwesenheit

## Erläuterungen zur Tabelle

Probe	Lokalisation	Makroskopische Charakteristik	Röntgenographische Identifizierung
1	Spojovací chodba	massiver gelblicher Sinter	Apatit mit Beimengung von Quarz
2	Sloupová chodba	nierenförmiges Aggregat, bräunliche Aussenzone	Apatit mit Beimengung von Quarz
3	Sloupová chodba	nierenförmiges Aggregat, weissliche Innenzone	Apatit mit sehr schwacher Beimengung von Quarz
4	U zahrádky	massiver gelblicher Sinter	Kälzit mit Beimengung von Apatit
5	Březinská chodba	weisser zerfallender Sinter	Apatit

Analytiker Dr. J. Litomiský und Kollektiv, Institut für Mineralrohstoffe, Kutná Hora. Spektrograph Q 24 (Zeiss), übliche Bedingungen.

Al in diesen Proben an das Gitter des Apatits gebunden ist. Fe ist grösstenteils an limonitisches Pigment gebunden. Übrige spektrochemisch erwiesene Elemente sind überwiegend in niedrigen Konzentrationen anwesend. Eine Reihe von ihnen (z.B. Mn, Na, Sr, Y, Yb) stellt Literaturangaben nach Baukomponenten verschiedener Apatitvarietäten dar (Strunz - Tennyson, 1970, S. 326-328).

Mit Rücksicht auf das sehr akzessorische Vorkommen von Apatit in



der Sinterausfüllung der Javoříčko-Höhlen stand nur der Apatit von Sloupová chodba (Säulengang) in genügender Menge für mikroskopische Studium zur Verfügung. Er bildet hier etwa 2 Zm grosse nierenförmige dunkelbraune fettglänzende Aggregate, welche durch Zonarbau charakteristisch sind. Ihre braune Aussenzone ist ziemlich dünn, etwa 1-2 mm mächtig (Probe 2), Innenzone ist weisslich, von erdigem Aussehen (Probe 3). Bei der mikroskopischen Beobachtung kann man sehen, dass der grösste Teil des Apatits in beiden oben erwähnten Zonen höchst feinkristallin ist, mit Andeutungen einer radialstrahligen Struktur, die von der eventuellen Rekristallisation des ursprünglichen Gels zeugen könnte. Nur vereinzelt kann man in der feinkörnigen Masse leistenförmige 0,4 - 2 Mm lange und 0,02 - 0,20 Mm breite schwach gelbliche Apatitkriställchen beobachten. Makroskopisch braune Partien erscheinen im Mikroskop schwach gelblich bis bräunlich. Zwischen den heterogenen Beimengungen überwiegt Quarz, wahrscheinlich klastischen Ursprungs, dessen isometrische scharfkantige überwiegend 0,X mm grosse Körnchen namentlich in der limonitisierten Aussenzone zerstreut sind. Vereinzelt wurden auch winzige Glimmerschüppchen beobachtet.

Die Anwesenheit von Apatit wurde in mehreren makroskopisch unterschiedlichen Sintertypen, welche wahrscheinlich verschiedene Generationen der Sinterausfüllung darstellen, erwiesen. Den Ursprung des Phosphors und Fluors kann man wie in den sedimentären Kalksteinen, aus denen die Sinterausfüllung entstanden ist, so in der Zufuhr aus den organischen Stoffen, die an der Erdoberfläche (Pflanzen- und Tierreste) oder in den Höhlenräumen (Guano) zerfallen sind, suchen.

## **THE OCCURENCE OF APATITE IN THE SINTER FILLINGS OF THE JAVOŘÍČKO CAVES (MORAVIA, CZECHOSLOVAKIA)**

A. Pfeiferová. M. Kvaček

### **RÉSUMÉ**

During a detailed geochemical investigation of the North Moravian karst, carried out by the first authors A.P., considerably increased contents of phosphorus in the order of X %, sometimes accompanied by congruently increased contents of fluorine, were spectrochemically de-

ected in some sinter samples from the Javoříčko caves. By the X-ray investigation apatite was identified as the main constituent of these sinter samples. This mineral has not yet been described from the given locality. In some samples the apatite is associated with quartz or with calcite, sometimes it forms nearly monomineral aggregates.

The samples which contain increased amounts of both phosphorus and fluorine probably contain fluorapatite or carbonateapatite with fluorine. The samples with high contents of phosphorus and very low contents of fluorine (0.0X %) or in which this element has not been detected, probably contain varieties of apatite with other anions (Cl, OH, O).

The presence of apatite was ascertained in several macroscopically distinguishable types of sinters, probably representing its different generations. The source of the phosphorus and of the fluorine can be expected both in the sedimentary limestones from which the sinters have originated and in the organic matter decomposed either on the earth-surface (plants' and animals' remnants) or directly in the caves (guano).

## LITERATUR

STRUNZ H. - TENNYSON CH. (1970): Mineralogische Tabellen. Leipzig.

SWANSON H.E. - MARRIS M.C. - EVANS E.H. - ULMER L. (1964): Standard X-ray Diffraction Powder Patterns. National Bureau of Standards Monograph 25 - Section 3, S. 22. Washington.



Ab 028

## PHÉNOMÈNES KARSTIQUES DE LA PARTIE OCCIDENTALE DE LA MONTAGNE VEĽKÁ FATRA

Š. Vincenc

Faculté pédagogique de Banská Bystrica, ČSSR

Du point de vue de style la structure de la montagne Veľká Fatra représente le méganticlinal post-paléogénique qui se manifeste remarquablement dans le relief de la montagne.

Il a une construction asymétrique. La chaîne principale est développée seulement dans la partie sud de la montagne et forme là une crête entre les monts Križná et Ploská.

Les unités mézozoïques ont la plus grande part dans la structure de la montagne Veľká Fatra. La plus grande étendue se manifeste dans les nappes de Križná et de Choč. La nappe supérieure de Strážov déterminée par Peržel en 1968 forme principalement la région dans les environs de la vallée Gaderská dolina.

Pour toutes ces raisons la Veľká Fatra est la montagne typique pour l'étude de la structure des nappes.

L'unité autochtone forme directement l'enveloppe du noyau cristallin sur sa marge nord. Plus loin émergent des néocomiens de la nappe de Križná dans plusieurs fenêtres tectoniques des vallées Belanská et Necpalská dolina.

Le cristalinicum apparaît au sud de Lubochňa. Il est désigné comme "Le massif de Lubochňa". Ailleurs il émerge encore dans un groupe montagneux de Smrekovica et à l'est de la maison de garde-chasse Maršalovo.

Les régions karstiques sont situées au bord du massif cristallin du côté sud et du côté ouest. Les phénomènes karstiques sont bien développés dans les longues vallées subséquentes. D'après cela on peut distinguer 3 régions karstiques partielles:

- I. Région karstique des vallées Blatnická, Gaderská, Deďošová et Harmaneská dolina
- II. Région karstique de la vallée Belanská dolina
- III. Région karstique de la vallée Kantorská dolina (Karst de Sklabiňa)

Dans le cadre de la zone climatique des Carpates occidentales A.

Droppa et E. Mazúr classent cette région karstique comme un karst de l'Europe centrale du milieu duquel émergent quelques îles du karst des Hautes Montagnes. Dans la montagne Veľká Fatra ils distinguent deux types principaux:

1. Le karst articulé dans la structure plissée et des nappes
2. Le karst des hautes montagnes

## CONDITIONS GÉOLOGIQUES DE L'ORIGINE DU KARST DANS LA MONTAGNE VEĽKÁ FATRA

L'évolution fructueuse des phénomènes karstiques prévoit une présence des roches carbonatiques chimiquement pures. Les principaux rochers aux phénomènes karstiques dans la partie occidentale de la Veľká Fatra sont:

1. Calcaires triassiques moyens (type de Guttenstein) de la nappe de Križná
2. Calcaires dolomitiques triassiques moyens de la nappe de Križná
3. Calcaires triassiques moyens de la nappe de Strážov.

Le dépendance de la karstification et l'origine des phénomènes karstiques sont conditionnés par les qualités des roches chimiques et mécaniques et aussi par sa structure.

Pour l'évolution des phénomènes karstiques dans la partie occidentale de la Veľká Fatra les calcaires de Guttenstein gris foncés-noir et les calcaires gris massifs ou stratifiés de la nappe de Strážov dans les monts Tlstá qui appartiennent stratigraphiquement à l'anise inférieure moyenne sont les plus importants.

Composition chimique des calcaires:

Nappe de Choč	CaO - 53,57
	MgO - 0,64
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 0,43
Nappe de Strážov	CaO - 53,56
	MgO - 1,06
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 0,30

Les valeurs moyennes ont été calculées de 6 localités (d'après Peržel M.).



## **SÉDIMENTS DES PHÉNOMÈNES KARSTIQUES DANS LA PARTIE OCCIDENTALE DE LA MONTAGNE VEĹKÁ FATRA**

Dans la partie occidentale de la VeĹká Fatra on a pu étudier des sédiments qui du point de vue génétique peuvent être divisés en trois groupes:

1. sédiments clastiques
2. sédiments chimiques
3. formes particulières de sédiments karstiques

### **1. SÉDIMENTS CLASTIQUES**

Ce sont des fragments de différentes qualités pétrographiques et granulaires. Jusqu'à présent on ne connaît ici que les sédiments meubles de la grotte dans la vallée Suchá dolina.

La composante principale des sédiments non-consolidés, clastiques et de grains fins est d'argile. C'est un résidu insoluble de désintégration chimique des roches carbonatiques.

Un autre groupe de sédiments clastiques est formé de fragments calcaires détachée par congélifraction des plafonds et des parois des cavités (les grottes Katová, Dolná Stĺpová, Źiarna et MaŹarna). Il s'agit de désintégration mécanique des calcaires le long des fissures.

### **2. SÉDIMENTS CHIMIQUES**

Aux sédiments chimiques appartiennent les couvertures, les incrustations et les touffes du calcaire sécrété qu'on nomme simplement en littérature sintres. Leurs formes sont cristallins, la plupart stratifiées et de structure filandreuse. En fait partie aussi le calcite cristallisé de deux générations. Dans les cavités des calcaires marneux qui émergent dans les creux du chemin forestier de la vallée de Źiarna dolina deux générations de calcite se sont cristallisées:

a) La première génération est formée de calcite ancien, gris, transparent et de cristaux jusqu'à 3 mm. Une seule forme de cristaux est le rhomboèdre aux angles droits, lisses et brillants.

b) La deuxième génération est formée de calcite jeune en forme de "fleurs" et de couvertures sur l'ancien calcite et sur les parois

des cavités. Il est blanc-crème. On a remarqué au microscope de petits cristaux de forme skalénoédriques.

### 3. FORMES PARTICULIÈRES DES SÉDIMENTS KARSTIQUES

Dans la partie occidentale de la Veľká Fatra on trouve dans pluendroits (vallée Gaderská dolina) des formes particulières de sédiments karstiques qui sont décrits comme:

- a) sintres friables
- b) sintres mous

#### a) Sintres friables

Ils sont gris et crème. Ils forment des couvertures sur de petits fragments de la roche-mère. En enveloppant progressivement les fragments les formes des couvertures se développent à la surface. Elles ont des textures stratifiées. Ces sintres enveloppent même des morceaux de bois et les pétrifient. Des plantes et des branches il ne reste que des cavités.

A p p r é c i a t i o n      d ' u n e      p i è c e      d e  
s i n t r e      f r i a b l e

La pièce écrasée et lavée a été observée au microscope binoculaire. On a remarqué de petits fragments d'une roche grise et des fragments blanchis de plantes.

La surface des fragments calcaires est rugueuse et ne fait pas l'effet de matière cristallin ou cryptocristallin.

Les fragments des roches observés au microscope polariseur se présentent amorphes. Même à ses bords le calcite cristallin ne luit pas à travers quoique - durant les observations macroscopiques - la roche (sintre tendre) mousse fort dans le délayage HCl. Les gradments entiers sont non-transparents et il est impossible d'en déterminer des constantes optiques.

D'après les résultats préliminaires il est possible de considérer ces sintres tendres holocènes comme matière non-cristallin sécrétée des solutions sursaturées d'eau dans les endroits humides.



## b) Sintres mous

Ils constituent dans les grottes des formes particulières: des pendants, des draperies et (dans la grotte Dolná Stířová) d'immenses stalactites asymétriques. Ils sont représentés par une matière meuble gris-blanc fortement imbibé d'eau qui à première vue paraît solide mais au simple toucher s'enfonce facilement. Ces formes tendres sont aussi caractéristiques pour la grotte qui n'a pas encore de nom jusqu'à présent et qui se trouve au commencement de la vallée Dedošová dolina. Le professeur Bernard Gèze de Paris s'est spécialement occupé du problème de la formation et du développement des sintres mous. J. Kukla les a étudiés dans les grottes de Harmanec et Izbica et ses observations ont les résultats suivants:

1. Les sintres mous sont les produits de la sédimentation et non de la croissance cristalline appositionnel. Ils se forment par l'évaporation de solutions pures.

2. Ils se forment dans des endroits où se développent des sintres normaux provenant d'autres sources d'eau.





Ab 029

## KARST SIEVE DEPOSITS

T. E. Wolfe

State University of New York and Buffalo,  
Buffalo, New York, USA

### A. INTRODUCTION

In areas where streams flow from higher elevations of noncarbonate rock onto a low-lying carbonate terrain, alluvial material is deposited often in a fan-shaped form. In West Virginia, U.S.A., such a situation exists where numerous streams flow down from the Appalachian Plateau and out onto the limestone terrain of the Greenbrier formation. This author proposes the term karst sieve deposits for such features.<sup>1</sup>

The surficial deposits of the Shenandoah Valley of Virginia were mapped and studied for the first time by King (1950, p. 58-62). Extensive gravel deposits were found and described as Pleistocene in age due to periglacial effects during the colder glacial periods, when the upper parts of the Blue Ridge Mountains were probably above the Timberline, and scree formation was active. Hack (1965, p. 53) disagrees that Pleistocene cold was the primary cause of gravel deposition. The deposition of gravel, he believes, is a continuous process and is related to contrasts in resistance of rocks within drainage basin. This is a significant element in his dynamic equilibrium theory. Wherever the outcrop of resistant rock is sufficiently large to be drained by large streams, fan-like aprons of alluvium are spread across the softer rocks that outcrop downstream. These deposits consist of typical river alluvium, such as cobble and boulder gravel, overlain by sandy loam and silty loam. The average size of the material decreases away from the mountain (Hack, 1957, p. 84).

Denny (1967) applies the principle of dynamic equilibrium to the formation of alluvial fans and pediments. Denny's research was mainly concerned with arid region fans and pediments in the Death Valley region of California, but he found that the processes acting on those

---

<sup>1</sup> The Yugoslavian term "reseta" is applied to surficial alluvium covering the floors of poljes. The word "reseto" means sieve. It appears, however, that these sieves of "reseta" function both as sinkpoints and risings dependig upon the height of the local water table. They are also apparently composed of fine-grained material derived from the insoluble residue within the limestone.

pedmonts were nearly the same as those in the Shenandoah Valley. He states that in the Appalachian Mountains floods of various intensities produced terraces and dissected alluvial fans analogous in many respects to features in desert mountains. He suggests that the pedmonts of the Shenandoah Valley are comparable in scale with those of the west side of Death Valley, California.

Fan-like features associated with karst drainage basins in West Virginia might be classed by Hack and Denny as "pedmont alluvial aprons" resulting from dynamic equilibrium association of hard and soft rock. This author considers them to be the product of surface drainage being diverted underground upon reaching a highly karsted surface. Stream competence and capacity drop rapidly when surface drainage becomes part of underground diversion. This usually occurs at several places along the channel. As the stream flows out onto the limestone, surface waters are diverted either directly into the limestone conduits of the karst or indirectly through the sieve-like action of coarse alluvium overlying the karsted surface. This loss of competence and capacity of the surface stream to underground flow causes the accumulation of deposits which fine upwards and in a downstream direction. Occasionally floods cause splaying, and new channels develop when sinks become blocked or are insufficiently large enough to divert all surface water underground. An example of this karst sieve-type deposition is illustrated by Roaring Creek Basin in West Virginia. This is outlined as "basin" in fig. 1.

## **B. THE KARST SIEVE DEPOSITS OF ROARING CREEK, LITTLE ROARING CREEK AND THE TROUT VALLEY SYSTEM**

The headwaters of the Roaring Creek Basin are characterised by steep gradients, rapid flow and massive bedload movements during times of high flood. Roaring Creek falls 450 m along the first 2 km of channel. The first 6 km of Roaring Creek are developed across clastic rock. This is mainly the sandstones and shales of the Mauch Chunk series of the Upper Carboniferous. At their headwaters, Roaring Creek and Little Roaring Creek flow on the Pottsville series conglomerate. Large boulders of conglomerate and sandstones are carried out onto the limestone surface and deposited in Trout Valley in a large alluvial-colluvial



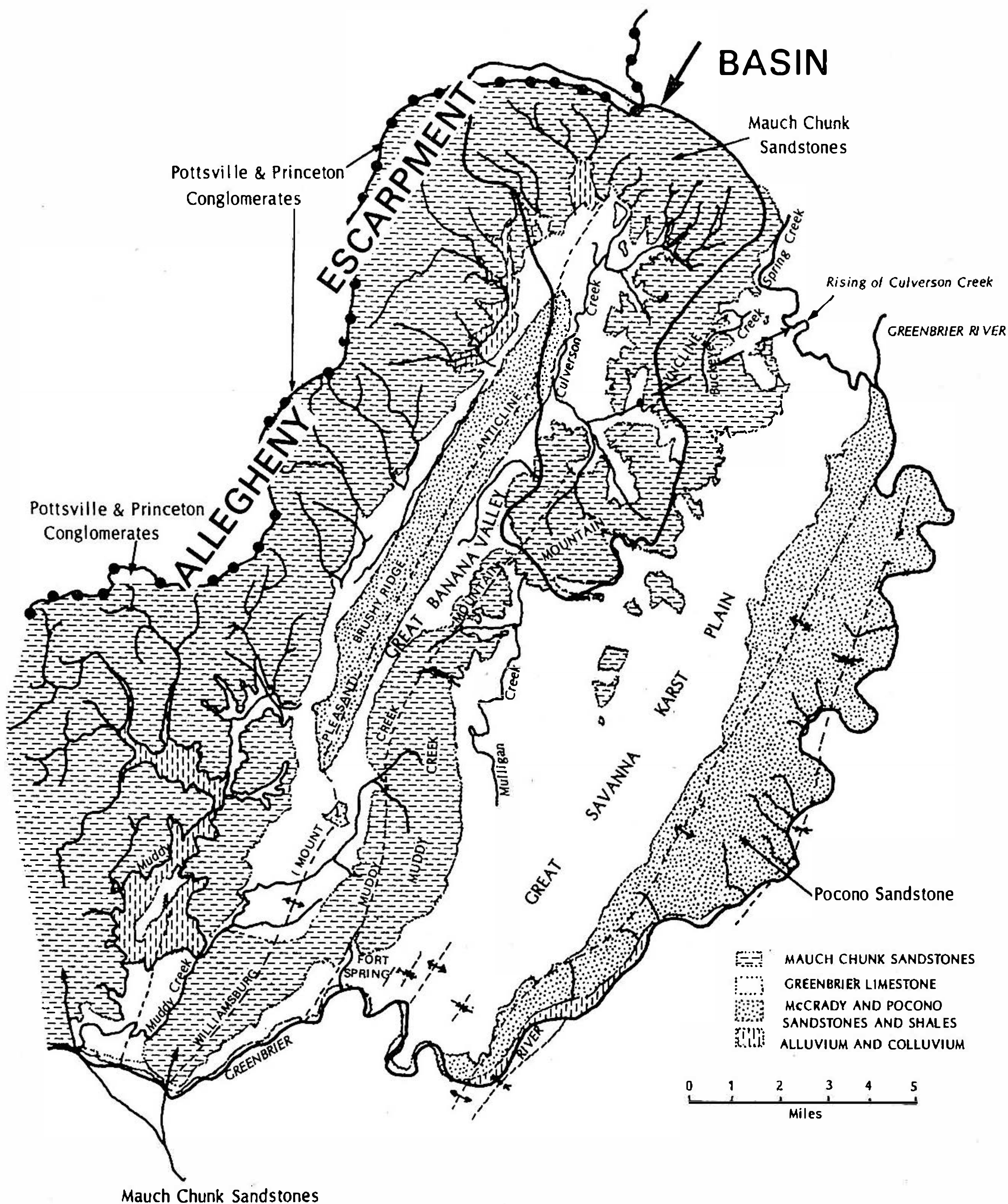


Fig. 1. Lithology and structures in the southern part of the Greenbrier River Basin.

deposit. This deposit extends over 4 square km of limestone terrain and reaches 65 m in depth<sup>2</sup> in the centre of the valley. Roaring Creek and

<sup>2</sup> Based upon well log data.



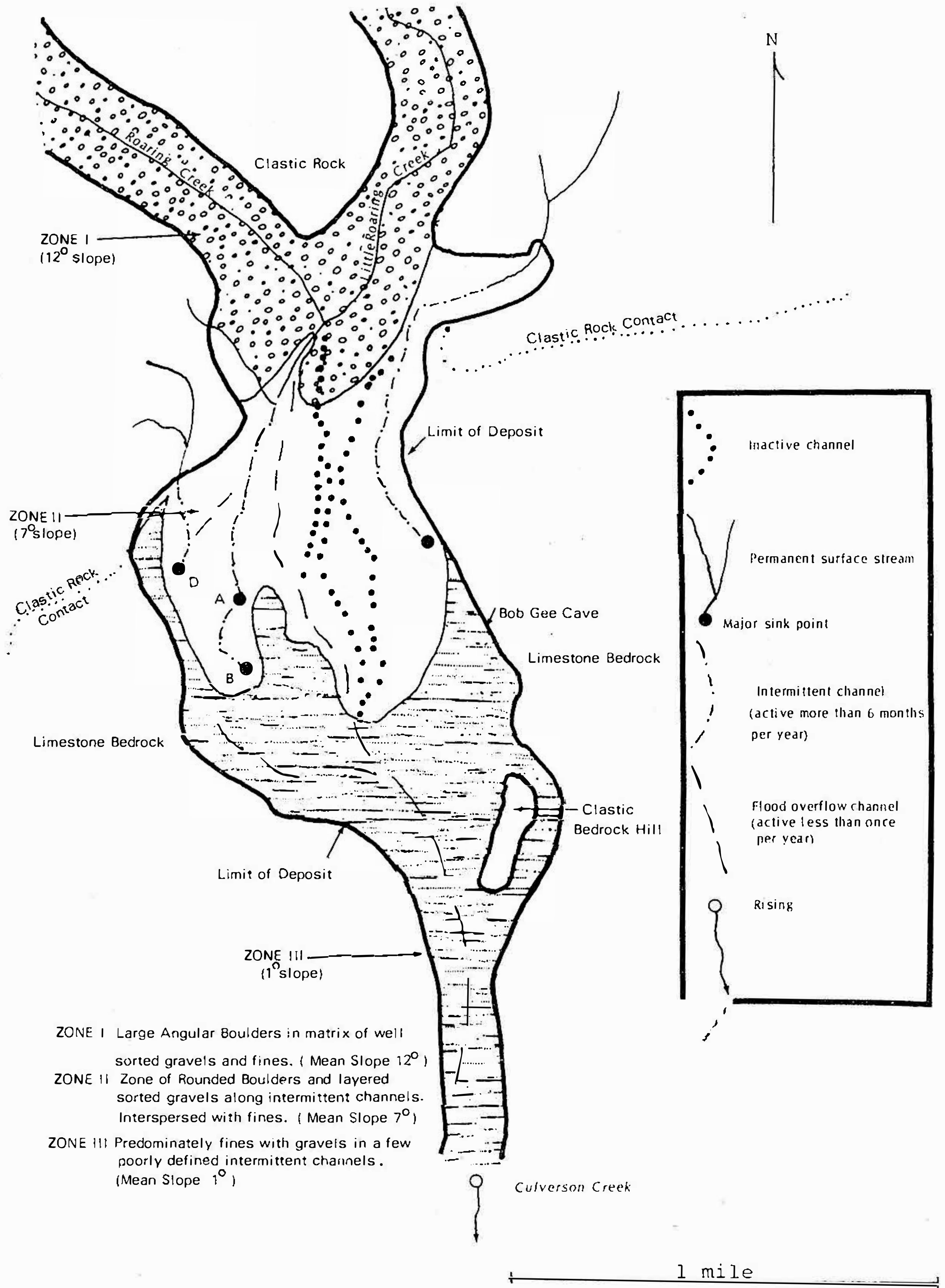


Fig. 2. Alluvial and colluvial distribution on the karst sieve.



Little Roaring Creek join near the head of the deposit and depending upon the volume of runoff, sink at various points downstream across the valley.

Fig. 2 shown three major zones of accumulation across the valley. In Zone I large angular boulders with a mean length of 2.5 m are found in a matrix of rounded smaller boulders and gravels. No limestone crops out in this zone and all material is sandstone, shale or conglomerate. During very low water, drainage sinks at the margin of this zone and Zone II. Water supply for the few hundred inhabitants of the valley is obtained from drainage entering the valley head in Zone I. Permanent drainage does not continue beyond this zone. The large angular boulders of Zone I show little evidence of stream transport. They are of a probable periglacial origin. The boulders are often surrounded by the roots of mature virgin forest trees which were cut down 75 to 100 years ago. Channels of the steeply descending streams from the non-carbonate rock are cut through this colluvial zone.

Throughout most of the year, however, water flows onto Zone II and sinks at major swallow holes where bedrock limestone is often exposed. Approximately .3 cu.m/sec. was observed entering each of these swallows on several occasions during normal runoff conditions. These are shown as points A and B on fig. 2. Two smaller streams sink at points C and D during higher than average runoff conditions. No bedrock is exposed at these latter sinks. Zone II is comprised mainly of well-sorted layers of gravels and silts. Fig. 3 is a profile dug in Zone II near Zone III. A soil profile is buried under coarser rounded boulders and gravels imbricated down the slope of the deposit. At several places across Zone II, however, channels have been cut and larger boulders are common. During the storms of 1969 water flowed in these channels completely across Zone II onto Zone III. After the storms these channels were filled with large rounded boulders over one meter in length.

Zone III is composed of fines. A few surface gravels exist in poorly defined channels along the north side of the deposit. During Hurricane Camille, drainage flowed across Zone III. Boulders were carried across the upper one-third of Zone III. This was a rare event. Much of Zone III is classed as "sandy loam" and "silt loam" by the United States Department of Agriculture. This is considered to be well drained and not subject to flooding. A paleochannel outlined in gravels is traceable all the way to the toe of the deposit at the rising of Culverson Creek. This stream then flows across the limestone sup-

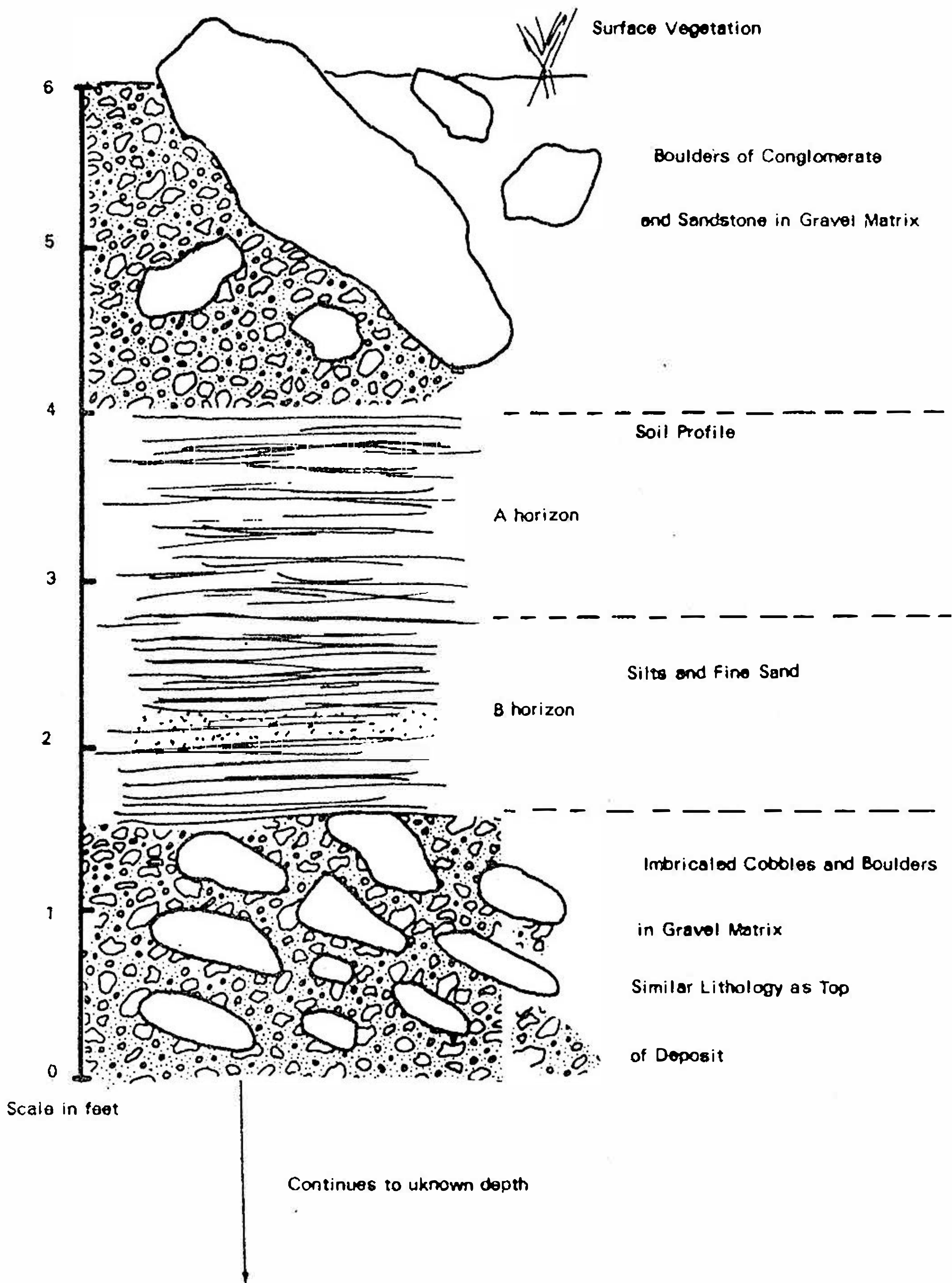


Fig. 3. Sediment profile in Zone II.

ported on fills which have passed completely through the sieve deposit. Fig. 4 is an oblique air photo of Zone III looking south; the arrows outline the limit of the coarse alluvium

Karst sieve deposits, such as described above, occur frequently along the clastic/carbonate bedrock contact. They result from the de-



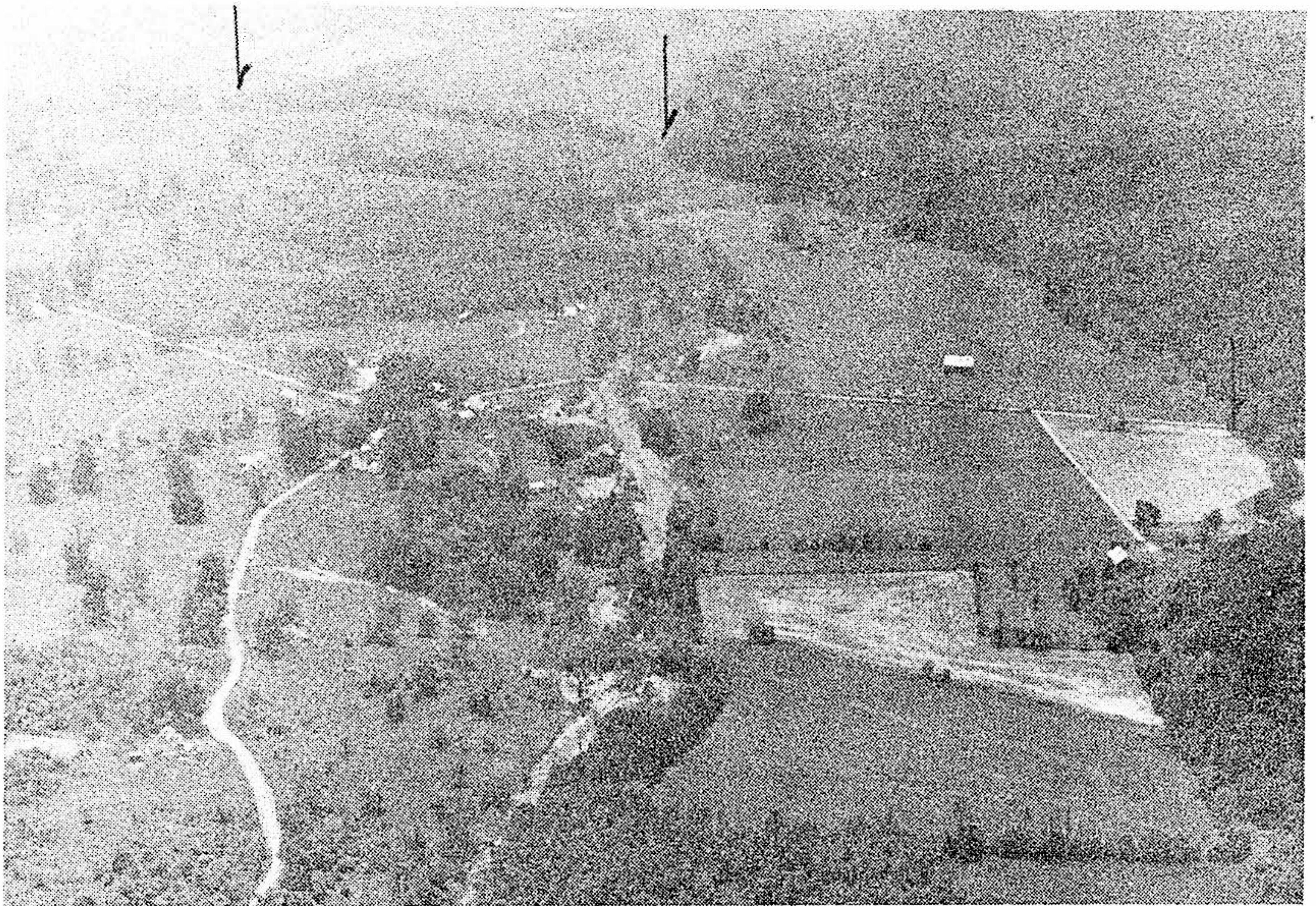


Fig. 4. The Trout Valley sieve type deposit.

position of surface stream bedload when surface drainage is filtered through the alluvial veneer of the surface stream to underground conduits developed in the underlying carbonate bedrock. Throughout the Greenbrier karst such sieve deposits are commonly developed along the western margins of the limestone contact. They are not found on the eastern margins of the limestone. There appear to be several reasons for the western clastic/carbonate occurrence. These are:

1. The abundance of well-consolidated, massive-bedded, clastic sedimentary rock in the headwaters of the western contact streams. These rocks include the Pottsville and Princeton conglomerates and the massive Hinton and Droop sandstones. The only such source of clastic material is the Droop sandstone to the east. The bulk of the clastic outcrops to the east are shales in the Vbluefield formation.

2. The length of tributaries and size of catchment is greater for the western margin streams.

3. The influence of frost action and possible intense periglacial activity in the past due to higher elevation along the western margins



provided greater source of material from the west along the Allegheny escarpment. Elevations here exceed 1500 m. Peaks along the eastern contact do not exceed 850 m.

In general the deposits on the limestone from eastern contact streams are composed of well-sorted sands and abundant silt and clay terraces. The term sieve deposits can therefore only be applied to the coarser deposits of the western margin streams.

It seems probable that the greatest source material for these deposits was derived from periglacial mass movement during colder periods recorded in this region 8,000 to 10,000 years B.P.<sup>3</sup> Zone I is comprised mainly of coarse material which does not show evidence of rounding and stream transport except along distinct active channels. The reworking and removal of material from Zone I results in the supply of progressively finer and better rounded material in Zones II and III. The loss of drainage into the karst beneath produces a net accumulation at the limestone contact. The analysis of the entrance facies caves which lie immediately along the sides of the Trout Valley sieve deposit, support the hypothesis of periglacial surface deposition. Further studies are needed to make more positive conclusions.<sup>4</sup>

## REFERENCES

- CLARK, G.M. (1968): Sorted Patterned Ground: New Appalachian Localities South of the Glacial Border. *Science*, Vol. 161, p. 355-356.
- CRAIG, A.J. (1969): Vegetational History of the Shenandoah Valley, Va. *Geol. Soc. A. Bull.*, Special Paper 123, p. 283-297.
- DARLINGTON, H.C. (1943): Vegetation and Substrate of Cranberry Glades, W. Va. *Bot. Gazette*, Vol. 104/3/.
- DENNY, C.S. (1967): Fans and Pediments. *Am. Jour. of Sci.*, Vol. 265, p. 81-105.
- GUILDAY, J.E. (1971): The Pleistocene History of the Appalachian Mammal Fauna. In P.C.

---

<sup>3</sup> Studies by Clark (1968), Craig (1969), Darlington (1943), and Guilday (1971) show evidence for a periglacial environment from patterned ground, pollen analysis and plant and animal distribution.

<sup>4</sup> See Wolfe (1973).



- Holt (Ed.), *The Distributional History of Biota of the Southern Appalachians*, p. 233-262.
- HACK, J.T. (1957): *Studies of Longitudinal Stream Profiles in Va. and Md. U.S.G.S., Prof. Pap. 294B*, p. 45-47.
- KING, P.B. (1950): *Geology of the Eikton Area, Va. U.S.G.S., Prof. Pap. 230*.
- WOLFE, T.E. (1973): *Sedimentation in Karst Drainage Basins. Unpublished Ph.D. Dissertation, Department of Geography, McMaster University, Hamilton, Canada, 455 p.*

## INDEX DES AUTEURS

Abaschidze, H.M.	Aa	001			
Abkhazava, I.S.	Ca	001			
Abonyi, A.	Fd	001			
Ashton, K.	Aa	002	Ba	001	
Atkinson T.C.	Ca	002			
Avdagić, I.	Ca	003			
Bachvarov, M.	Fc	001			
Bader, O.	Ea	001			
Balázs, D.	Ba	002	Ca	004	
Barbier, B.	Fc	002			
Bársonyos, J.	Ca	005	Ea	002	
Bárta, J.	Ea	002			
Bártha, Z.H.	Da	003			
Beck, B.F.	Ab	001			
Belyak, V.I.	Bb	001			
Bernasconi, R.	Db	001	Ff	004	
Benthien, B.	Fc	003			
Bertolani, M.	Ab	002			
Bögli, A.	Ba	003	Bb	002	Ab 003
Boros, A.	Da	003			
Botosaneanu, L.	Db	002			
Bouvet, Y.	Db	003			
Božičević, S.	Ca	006			
Braun, J.	Fc	004			
Brendel, K.	Fe	001			
Brook, G.A.	Ba	004	Ba	016	
Brown, M.C.	Ab	004	Ba	005	Cb 011
Brunzel, U.	Aa	003			
Bulla, J.	Fc	005			
Burkhardt, R.	Aa	004	Bb	003	



Burri, E.	Eb	001		
Burtshak-Abramovich, N.I.	Dc	001	Fc	006
Buttler, R.W.	Fc	007	Fc	008
Cachia, M.	Bb	025		
Cate, W.	Aa	005	Fe	004 Fe 005
Cappa, G.	Ab	005	Fd	002
Castellani, L.	Fe	002		
Castin, D.	Fe	003		
Castro-Ruiz, E.	Fb	001		
Cebecauer, I.	Fd	003		
Chikina, Z.L.	Bb	021		
Chikishev, A.G.	Ba	006	Ba	007
Chmielewski, W.	Ea	003		
Choppy, J.	Ab	006		
Cigna, A.A.	Bb	004	Fe	002
Cojocaru, M.	Fd	004		
Čolić, D.B.	Fa	001		
Cooke, J.W.	Db	023		
Coward, J.M.	Ca	016		
Craciun, V.	Ab	007		
Csekö, A.K.	Fb	002		
Čurčić, B.P.	Db	004		
De Block, G.	Ff	001		
Deeleman-Reinhold, Ch.	Db	005	Db	006
De Lavaur, G.	Fa	002		
Delay, B.	Db	007		
Deltshev, Ch.	Db	008		
Demangeon, P.	Ca	007		
De Torres Perez, H.T.	Ab	008	Bb	005
Diaconu, G.	Aa	006		
Dimitrova-Burin, E.	Da	001		
Dinić, J.	Ba	008		
Dorofeev, E.R.	Bb	020		
Draganov, S.J.	Da	001		
Drake, J.J.	Ca	008	Ca	016
Draxler, I.	Dc	002		

Drew, D.	Ca	009				
Droppa, A.	Bb	006	Cb	001		
Dublyanski, V.N.	Bb	007	Bb	008	Bb	020 Bb 021
Dubois, P.	Ca	007				
Dzhishkariani, V.M.	Ba	009				

Enrech, F.	Db	027				
Elliott, W.R.	Db	024				
Eraso Romero, A.	Ab	006	Ba	010	Fa	003
Erdös, L.	Da	002	Db	009		
Erikson, G.A.	Fc	009				
Escola, O.	Db	010				
Espanol, F.	Db	010				
Ewers, R.O.	Bb	009	Ca	016		
Exley Sheck, I.	Fe	006	Fe	007		

Fantasny, D.	Ba	011				
Felici, A.	Ca	010				
Fenelon, P.	Ba	012				
Fenton, M.B.	Db	026				
Fermor, J.H.	Ba	013				
Fink, M.H.	Ba	014				
Finocchiaro, C.	Ff	003				
Fish, J.	Ba	015	Ca	011	Ca	016
Fodor, I.	Cb	002				
Ford, D.C.	Ba	004	Ba	016	Ba	019 Bb 010
	Bb	018	Ca	008	Ca	011 Ca 016
Forney, G.G.	Bb	011				
Frank, H.	Fd	005				
Frank, R.M.	Ab	009	Fc	010		
Franke, H.W.	Bb	012				
Franke, A.	Fc	011				
Fridenberg, E.O.	Ab	010	Ab	021		

Gaisler, J.	Db	011				
Galewski, K.	Ab	012				
Gams, I.	Ba	017	Fa	004		



Geyh, M.A.	Bb	012				
Gèze, B.	Bb	013				
Gigineishvili, G.	Ca	012	Ca	030		
Ginet, R.	Db	012				
Gizejewski, J.	Fe	014	Ca	013		
Glazek, J.	Ab	011	Ab	012	Ab	013 Cb 003
Gorbunova, K.A.	Aa	007				
Gózdź, O.	Fc	012				
Gregor, V.	Ca	014				
Grodzicki, J.	Bb	014				
Gueorguiev, V.B.	Db	013				
Gurnee, R.H.	Fc	013				
Gvozdetski, N.A.	Aa	008	Ba	018	Cb	004
Habe, F.	Bb	015	Fc	014		
Hajdu, L.	Da	003				
Harasimiuk, M.	Ba	019	Bb	017	Bb	016
Harmon, R.S.	Bb	018	Ca	015	Ca	016
Hašek, V.	Bb	019				
Helldén, U.	Cb	005				
Henkiel, A.	Ba	019	Bb	017		
Henry, J.P.	Db	014				
Hess, J.W.	Ca	016	Ca	017		
Hlaváč, Z.	Fc	015				
Horváth, E.	Fb	004				
Hradecký, P.	Fe	008				
Hromas, J.	Fa	005				
Hruška, B.	Ab	014				
Hýsek, J.	Aa	011				
Ianko, M.	Fc	016				
Ilming, H.	Fc	017	Fe	009		
Ilyuhin, V.V.	Bb	008	Bb	020	Bb	021
Ivanov, B.N.	Ba	020				
Ivanova, V.	Aa	014				
Jackowski, A.	Fc	018				

Jakál, J.	Ba	027					
James, M.J.	Ab	015	Bb	022			
Jacobson, R.L.	Ca	016					
Janáčik, P.	Fa	006					
Jedlička, J.	Fd	006					
Jennings, J.N.	Ba	021	Bb	022			
Jones, W.J.	Ca	018					
Juberthie-Jupeau, L.	Db	015					
Juhász, A.	Ca	005					
Kautský, P.	Fe	010					
Kavrishvili, K.V.	Ba	022					
Kempe, S.	Ca	019					
Kermode, L.	Ab	016	Db	016	Fc	020	Fc 021
Kasumov, R.M.	Fc	019					
Kiknadze, T.Z.	Bb	023	Ca	012	Ca	020	
Kipiani, S.I.	Fd	007					
Klincko, K.	Fb	003					
Kopecký, J.	Fe	010					
Kopper, J.S.	Ea	004					
Korzhuev, S.S.	Ba	023	Ba	024			
Kosa, A.	Fd	008					
Kovanič, L.	Fd	009					
Král, M.	Fe	010					
Král, Z.	Aa	009	Aa	010			
Krčmář, B.	Aa	011					
Krieg, W.	Ab	017					
Krulc, Z.	Aa	012					
Kunaver, J.	Ba	025					
Kvaček, M.	Ab	027					
Lang, S.	Ca	021					
Lapajne, J.	Aa	013					
Lapteva, N.N.	Ba	041					
Leben, F.	Eb	002					
Lechnickij, J.G.	Bb	020					
Letrone, M.	Ff	002					
Liszkowski, J.	Ab	018	Bb	024			



Lobanov, J.E.	Bb	020			
Lovász, G.	Cb	006			
Lowman, J.	Fc	038			
Ložek, V.	Cb	007			
Lucrezi, A.	Fe	011			
Lysenko, V.	Ba	026			
Maccio, S.	Fe	002			
Madeyska, T.	Ab	019			
Magniez, G.	Db	017			
Maifredi, P.	Bb	025			
Mais, K.	Bb	026	Db	018	Dc 003
Maksimovich, G.A.	Ab	020			
Maleev, M.N.	Ab	021			
Malez, M.	Ea	005			
Manaković, D.	Ca	022			
Mangin, A.	Ca	023			
Marinin, A.M.	Ba	018			
Mariot, P.	Fc	022			
Markowicz-Lohinowicz, M.	Cb	003	Cb	008	
Marshall, P.	Ab	004			
Massoud, Z.	Db	019			
Mateo, K.	Aa	008			
Matjašić, J.	Db	035			
Mayer, S.	Bb	003	Bb	019	
Mazúr, E.	Ba	027			
Mechera, G.	Cc	002			
Medesan, A.	Aa	006			
Medville, D.	Ba	047			
Megušar, F.	Db	020			
Michalíková, F.	Fe	016			
Michalon, E.	Db	021			
Miège, J.	Fc	023			
Mihai, E.	Cc	002			
Miotke, F.D.	Ba	028			
Mitchell, R.	Ba	029	Ca	024	Ca 025
	Db	022	Db	023	Db 024
	Ab	022	Ba	030	Cc 001
Monroe, W.H.	Fe	013			
Mroczkowski, D.M.					

Mucke, D.	Fc 024	Fd 010			
Mückensturm, F.	Fc 002				
Muratov, V.M.	Ab 023				
Nagy, G.	Fd 011				
Neamu, G.	Cc 002				
Nicod, J.	Bb 027	Cb 009			
Nosengo, S.	Bb 025				
Nunez Jiménez, A.	Ab 024	Ba 032	Ba 031	Bb 028	
	Eb 003	Eb 004	Eb 005	Fd 012	
Oberc, J.	Ab 012				
Oedl, F.R.	Bb 030				
Oldham, T.	Fc 025	Fc 026			
Olivon, P.	Ba 033				
O'Reilly, P.M.	Bb 031				
Ovodov, N.D.	Dc 004	Ea 006			
Padalko, O.V.	Bb 021				
Palffy, B.	Fb 004				
Palffy, O.	Fb 004				
Panoš, V.	Fa 007				
Pasquini, G.	Cc 003				
Peck, S.B.	Db 025	Db 026			
Pelíšek, J.	Ab 025				
Pellenard, P.	Db 012				
Perera, M.A.	Eb 006				
Pérez, L.F.	Db 027				
Perna, G.	Ab 026				
Peruzzetto, A.	Fd 013				
Petrochilou, A.	Ca 026				
Petrović, B.	Ca 027				
Pfeiffer, S.	Ba 034	Ba 045			
Pfeiferová, A.	Ab 027				
Philipov, A.P.	Ab 019				
Piciocchi, A.	Ea 007				
Pikulkin, S.S.	Bb 021				



Pishtalov, S.	Aa	014			
Píše, J.	Bb	032			
Piškula, F.	Fe	014	Fe	015	
Přachciňski, A.	Ca	013	Fe	016	
Plana-Panyart, P.	Fd	014	Fd	015	
Pljakoć, M.A.	Db	028			
Popov, V.	Ba	035			
Preobrazhensky, V.S.	Fc	027			
Pretner, E.	Db	029			
Priesnitz, K.	Ba	036			
Přibyl, J.	Bb	032			
Puch-Ramirez, C.	Bb	005			
Quinlan, J.	Ca	016			
Quitt, E.	Cc	004			
Radzievski, V.A.	Bb	020			
Rajman, L.	Bb	034	Bb	033	
Racovita, G.	Db	030			
Rakviashvili, K.S.	Ba	037			
Řehák, J.	Aa	011			
Reuter, F.	Aa	015	Ba	038	
Roda, Š.	Bb	034	Bb	033	
Roques, H.	Cb	010			
Russell, W.H.	Ba	029	Ca	025	Ca 024
Ryšavý, P.	Bb	003	Fa	008	Fe 017
Ržehak, V.	Fc	028			
Salvayre, H.	Ba	033	Ca	007	
Sárváry, I.	Bb	035			
Sasvári, T.	Fe	016			
Saumande, P.	Fb	005			
Sauro, U.	Ba	039			
Savchin, M.	Bb	020	Bb	036	
Schaefer, H.	Db	031			
Scheller, R.	Fd	016			
Schnell, P.	Fc	029			

Sencu, V.	Ba	040	Fd	017
Shovkoplyaz, I.G.	Ea	008		
Shutov, J.I.	Ca	028		
Siebert, K.	Fc	030		
Šipka, E.	Fc	032		
Skalski, A.W.	Db	033		
Sket, B.	Db	020	Db	034 Db 035
Sklenář, K.	Ea	009		
Skutil, J.	Eb	007		
Slačík, J.	Bb	037		
Slagmolen A.	Fe	018	Fe	019 Fe 020
Smart, P.L.	Cb	011		
Smith, D.J.	Ca	002		
Sorli-Moreno, F.	Fe	012		
Spasov, N.K.	Aa	014		
Šprincová, S.	Fc	033		
Stajić, S.	Fc	031		
Sternisko, H.	Ba	034	Ba	044
Štelcl, O.	Ba	042	Bb	032
Štěrba, O.	Db	036		
Stupishin, A.B.	Ba	041		
Sulimski, A.	Ab	012	Ab	013
Sweeting, M.M.	Aa	016		
Tabidze, D.D.	Ca	012		
Takács-Kacsó, E.	Fb	004		
Tell, L.	Ba	043		
Teodoreanu, E.	Cc	002		
Thibaud, J.M.	Db	019		
Thompson, P.	Bb	018		
Tintilozov, Z.K.	Bb	038		
Timčák, G.	Fe	021		
Timová, S.	Fb	006		
Toepfer, V.	Ea	010		
Tratman, E.K.	Dc	005	Ca	029
Trudgill, S.T.	Ba	044		
Uéno, S.I.	Db	032		



Uríbarri, J.L.A.	Eb	003		
Uríbarri, D.P.	Eb	008		
Vávra, J.	Fc	034		
Venedin, J.A.	Fc	035		
Veres, A.	Fb	004		
Vetter, F.	Fc	036		
Viehmann, J.	Bb	039	Cc	005 Fe 022
Vincenc, Š.	Ab	028		
Vismara, P.	Fd	013		
Vladimirov, L.	Ca	030		
Vlček, V.	Bb	032		
Völker, R.	Bb	040		
Vytrás, K.	Aa	017	Fe	010
Vytrásová, J.	Aa	017		
Wadewitz, S.	Ba	034	Ba	045
Warszynska, J.	Fc	037		
Warwick, G.T.	Ba	046	Bb	041
Watson, P.J.	Eb	009		
Watson, R.A.	Ba	047		
Werner, E.	Ba	048	Bb	042
White, W.B.	Ca	016	Ca	017
Wigley, T.M.	Bb	043		
Winkelhöfer, R.	Bb	044		
Wójcik, Z.	Ba	049	Fa	009
Wolfe, R.L.	Fc	038		
Wolfe, T.E.	Ab	029		
Wysoczanski-Minkowicz, T.	Ab	013		
Začko, M.	Ca	031		
Zibret, Ž.	Ca	027		
Zengina, S.M.	Aa	018		
Zverev, U.P.	Ca	032	Cb	012
Zvereva, V.A.	Ca	027		

Jako účelový náklad pro

Organizační výbor 6. Mezinárodního speleologického kongresu

v Olomouci vydala

ACADEMIA, nakladatelství Československé akademie věd

Praha 1975

Obálku navrhl Josef Týfa

Redaktorka publikace Ludmila Kuchařová

Vytiskla Polygrafia n. p., závod 6 - Prometheus, Praha 8







**Proceedings  
of the 6th  
International  
Congress  
of Speleology**

**Actes  
du 6<sup>e</sup> Congrès  
international  
de spéléologie  
OLOMOUC  
ČSSR**