



Mga Giya alang sa Proteksyon sa Langob ug Karst

Ikaduha nga Edisyon



Xe Bang Fai cave, Laos

Litrato ni Steven Bourne

Mga Giya alang sa Proteksyon sa Langob ug Karst

Ikaduha nga Edisyon

2022

Gi-edit ni David Gillieson, John Gunn, Augusto Auler ug Terry Bolger

Nag-ambag: Augusto Auler, Terry Bolger, Ferdinando Didonna, Rolan Eberhard, Stefan Eberhard, Hein Gerstner, David Gillieson, John Gunn, Ana Komericki, Denise Matias, Jasmine Moreira, Ana Sofia Reboleira, Geary Schindel, Maria-Laura Tirlă, Bärbel Vogel ug Brad Wuest

Gipatik sa International Union of Speleology (UIS)
ug sa International Union for Conservation of Nature (IUCN)



Giya alang sa Proteksyon sa Langob ug Karst

Ang unang edisyon niini nga mga Giya gimantala sa IUCN niadtong 1997. Kining ikaduhang edisyon gimantala sa International Union of Speleology – UIS niadtong 2022, uban sa suporta gikan sa International Union for Conservation of Nature – IUCN. Sila gi-synthesize ug gi-edit sa mga Miyembro sa Caves and Karst Working Group sa IUCN World Commission on Protected Areas Geoheritage Specialist Group.

Ang mga panan-aw nga gipahayag niini nga publikasyon dili kinahanglan nga nagpakita sa iya sa UIS, IUCN o bisan unsang uban pang mga partisipanteng organisasyon.

Copyright:

© 2022 UIS, International Union of Speleology ug IUCN, International Union for Conservation of Nature Ang pagkopya niini nga publikasyon alang sa pang-edukasyon o uban pang dili pangkomersyal nga katuyoan gitugutan nga wala’y una nga sinulat nga pagtugot gikan sa naghupot sa copyright, basta ang gigikanan hingpit nga giila. Ang pagkopya sa kini nga publikasyon alang sa pagbaligya pag-usab o uban pang komersyal nga katuyoan gidili nga wala’y nakasulat nga pagtugot sa tag-iya sa copyright.

Girekomendar nga citation:

Gillieson, David S., Gunn, J., Auler, A. ug Bolger, T. (mga editor), 2022. Mga Giya alang sa Cave ug Karst Protection, 2nd Edition, Postojna, Slovenia: International Union of Speleology and Gland, Switzerland, IUCN. 112pp.

National Library of Australia Cataloging - sa - Publikasyon entry:

Gillieson, D., Gunn, J., Auler, A. ug Bolger, T. (mga editor)

ISBN: 978-0-646-84911-9 (pdf)

Naglakip sa bibliographic nga impormasyon

Mga Langob – konserbasyon ug pagdumala

Karst – konserbasyon ug pagdumala

Litrato sa hapin: Steven Bourne, gigamit nga may pagtugot

Layout ug Production ni: David Gillieson ug Jeremy Garnett

Mahitungod sa UIS

Ang Union Internationale de Spéléologie (International Union of Speleology o UIS) mao ang internasyonal nga lawas alang sa caving ug speleology. Ang UIS usa ka non-profit, non-governmental nga organisasyon nga nagpasiugda sa interaksyon tali sa akademiko ug teknikal nga speleologist sa usa ka halapad nga nasyonalidad aron sa pagpalambo ug pag-coordinate sa internasyonal nga speleology sa tanan niini nga siyentipiko, teknikal, kultural ug ekonomikanhong aspeto. Ang UIS nagpabilin nga nag-unang pangkalibutan nga siyentipiko ug sporting nga lawas nga nagpasiugda sa pagkonserba sa mga langob sa internasyonal nga lebel. Nakiglambigit kini sa internasyonal nga Union for Conservation of Nature (IUCN). Kung gihangyo, ang UIS nagsuporta sa mga internasyonal nga speleological nga mga panghitabo, mga paningkamot sa mga miyembro sa nasud sa pagpanalipod sa ilang mga kweba ug mga bahin sa karst, mga aplikasyon sa UNESCO alang sa paglista sa World Heritage, mga aplikasyon sa mga gobyerno alang sa pagtukod sa mga institusyon sa karst ug mga eksplorador sa langob ug mga siyentista sa ilang mga paningkamot nga makatigom og pundo. alang sa ilang mga proyekto. Ang UIS, sa pakigtambayayong sa 57 ka mga nasud nga miyembro ug kapin sa 250 ka mga institusyon ug organisasyon sa tibuok kalibutan, nagproklamar nga usa ka Internasyonal nga Tuig sa mga Langob ug Karst sa 2021–22.

secretary@uis-speleo.org

<http://uis-speleo.org/>

Mahitungod sa IUCN

Ang International Union for Conservation of Nature - Ang IUCN usa ka membership Union nga talagsaon nga gilangkoban sa mga organisasyon sa gobyerno ug civil society. Naghatag kini sa publiko, pribado ug non-government nga mga organisasyon sa kahibalo ug mga himan nga makahimo sa pag-uswag sa tawo, pag-uswag sa ekonomiya ug pag-amping sa kinaiyahan nga mahitabo nga magkauban.

Gibuhat niadtong 1948, ang IUCN mao na karon ang kinadak-an ug pinakalainlain nga network sa kalikupan, nga naggamit sa kahibalo, kahinguhaan ug pagkab-ot sa labaw sa 1,400 ka mga organisasyon sa Miyembro ug mga 18,000 ka eksperto. Usa kini ka nanguna nga tighatag sa datos sa konserbasyon, mga pagtasa ug pagtuki. Ang halapad nga pagkamiyembro niini nakapahimo sa IUCN nga pun-on ang papel sa incubator ug kasaligan nga tipiganan sa labing maayo nga mga gawi, mga himan ug internasyonal nga mga sumbanan.

Ang IUCN naghatag ug neyutral nga luna diin ang nagkalain-laing stakeholders lakip na ang mga gobyerno, NGOs, scientist, negosyo, lokal nga komunidad, organisasyon sa lumad nga katawhan ug uban pa mahimong magtinabangay sa paghimo ug pagpatuman sa mga solusyon sa mga hagit sa kinaiyahan ug pagkab-ot sa malungtarong kalamboan.

Sa pagtrabaho kauban ang daghang mga kauban ug mga tigsuporta, ang IUCN nagpatuman sa usa ka dako ug lainlain nga portfolio sa mga proyekto sa konserbasyon sa tibuok kalibutan. Ang paghiusa sa pinakabag-o nga siyensya sa tradisyonal nga kahibalo sa lokal nga mga komunidad, kini nga mga proyekto nagtrabaho aron mabalik ang pagkawala sa puy-anan, ibalik ang mga ekosistema ug mapaayo ang kaayohan sa mga tawo.

www.iucn.org

<https://twitter.com/IUCN/>

Talaan sa mga Sulod

Sakop sa dokumento	i
Mga kontribyutor.....	i
Mga pagpasalamat	ii
Ang Kinaiya sa Karst Systems.....	1
Pasiuna: Karst, mga langob ug ang ilang proteksyon	1
Karst ug pagkatunaw sa bato	4
Pipila ka mga bili sa karst ug mga langob.....	6
Ang espesyal nga kinaiya sa mga karst nga palibot ug mga sistema sa langob	12
Mga timbangan sa pagdumala sa mga lugar nga karst.....	15
Mga Kalihokan sa Tawo sa Karst: Mga Epekto ug Pagminus.....	19
Paglingaw-lingaw ug adventure caving	20
Ipakita ang mga langob.....	34
Mga kalihokan sa adventure ug turismo sa surface karst.....	51
Siyentipikanhong panukiduki	53
Agrikultura ug kalasangan	58
Extractive nga mga industriya.....	67
Pag-uswag ug imprastraktura.....	75
Suplay sa tubig.....	86
Pagdumala sa karst sa mga protektadong lugar	90
Pagpalambo og epektibo nga pagmonitor ug pagpaminus.....	90
Pagplano sa pagdumala alang sa mga lugar nga giprotektahan sa karst	95
Pag-apil sa mga Lumad sa pagdumala sa karst.....	103
Mga konklusyon.....	114
Further Reading.....	116
Internet Resources	117
Scientific References	118
Apendise 1: Karst ug mga Langob sa Non-carbonate Rocks	121
Apendise 2: Kompleto nga mga Giya	130

Sakop sa dokumento

Kini nga mga giya naghatag ug update ug pagpalapad sa orihinal nga 'Guidelines for Cave and Karst Protection', nga gipatik sa International Union for Conservation of Nature – IUCN niadtong 1997 (tan-awa ang [Dugang nga Pagbasa](#)). Sa 2021, ang International Union of Speleology (UIS) miuyon sa pagmantala sa ikaduhang edisyon sa mga giya, uban sa IUCN miuyon sa pag-sponsor sa publikasyon. Ang orihinal nga mga giya nag-una nga nabalaka sa geoheritage, ug samtang kini nagpabilin nga usa ka importante nga konsiderasyon sa ikaduhang edisyon, gitabonan usab namo ang biolohikal nga mga isyu nga nalangkit sa konserbasyon sa langob ug karst.

Ang pagpanalipod sa surface ug underground karst ecosystem ilabinang may kalabutan sa Goal 15 sa *UN 2030 Agenda for Sustainable Development* (Protektahan, ibalik ug ipasiugda ang malungtarong paggamit sa terrestrial ecosystem, malungtarong pagdumala sa kalasangan, pakigbatok sa desertipikasyon, ug pagpahunong ug balihon ang pagkadaot sa yuta ug pagpahunong sa biodiversity. pagkawala). Kini nga mga giya adunay kalabutan usab alang sa Sustainable Development Goal 6 (Seguro nga anaa ug malungtarong pagdumala sa tubig ug sanitasyon para sa tanan), tungod kay ~10% sa populasyon sa kalibutan ang nakakuha sa ilang mga suplay sa tubig gikan sa karst, gikan sa discrete spring o gikan sa karst nga tubig sa yuta. Ang bag-ong mga giya nagtukod ug nagpalapad sa *Guidelines for Geoconservation in Protected and Conserved Areas*, nga gipatik sa IUCN sa 2020, pinaagi sa espesipikong pagkonsiderar sa pagpanalipod ug pagkonserba sa geodiversity, geoheritage ug ekolohiya sa mga lugar nga karst ug langob, bisan asa kini mahitabo.

Angayan nga kini nga publikasyon makita sa panahon sa International Year of Caves and Karst (IYCK) 2021–22, nga giorganisar sa International Union of Speleology, ang tibuok kalibutan nga organisasyon sa mga eksplorador sa langob ug karst, mga siyentipiko, mga manedyer ug mga magtutudlo. Ang tulo ka sentro nga tema sa IYCK mao ang Pag-usisa, Pagsabot ug Panalipdi, ug samtang kini nga publikasyon nagpunting sa ikatulo niini nga mga tema, ang among tumong mao ang pagdugang sa pagsabot sa pagkasensitibo sa mga langob ug karst. Samtang adunay usa ka maayong pag-uswag sa mga langob ug karst nga kahibalo sukad sa unang edisyon nga gipatik, sila nagpadayon nga gihulga sa mga kalihokan sa tawo sa tibuok kalibutan. Sa pagkatinuod, adunay talagsaon, dili mapulihan ug hydrologically, ecologically, ug kultural nga importante nga langob ug karst landscapes nga gidaot o gihulga sa padayon nga basehan.

Ang mga editor ug daghan sa mga nag-ambag sa mga panudlo nga miyembro sa IUCN-WCPA Caves and Karst Working Group (CKWG), nga kabahin sa Geoheritage Specialist Group. Ang ubang mga miyembro sa CKWG, mga miyembro sa IUCN SSC Cave Invertebrate Specialist Group ug mga miyembro sa global nga komunidad sa mga espesyalista sa karst ang nagsusi niini nga publikasyon. Naghatag kami og mga lista sa [Dugang nga Pagbasa](#), mapuslanon nga mga [Kapanguhaan sa Internet](#) ug ang [Mga Reperensya sa Siyentipiko](#) nga gigamit sa paghimo niini nga dokumento. Kami naghinaut nga kini nga mga giya makahatag ug dakong kontribusyon sa kahibalo sa mga espesyal nga konsiderasyon sa pagdumala nga gikinahanglan alang sa epektibong pagpanalipod sa mga langob ug karst. Ang 1997 nga mga giya usa ka 'unang lakang' sa dalan ug kining ikaduhang edisyon nagpakita sa among dugang nga kahibalo sa kinatibuk-ang lebel. Ang hagit karon alang sa dugang nasyonal ug espesipikong mga estratehiya sa site nga maugmad sa mga karst nga lugar sa tibuok kalibutan.

Mga kontribyutor

David Gillieson, School of Geography, Earth and Atmospheric Sciences, University of Melbourne, Clayton, Victoria, Australia
John Gunn, School of Geography, Earth & Environmental Sciences University of Birmingham, England, UK
Augusto Auler, Research Director, Carste Ciência Ambiental / Instituto do Carste, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil
Terry Bolger, Cave & Karst Specialist, Vientiane, Laos
Ferdinando Didonna, Member European Cave Protection Commission ECPC/FSE; Member IUCN/WCPA Geoheritage Specialist Group GSG, Italy
Rolan Eberhard, Natural and Cultural Heritage Division, Department of Primary Industries, Parks, Water and Environment, Hobart, Tasmania, Australia
Stefan Eberhard, Director, Subterranean Ecology Pty Ltd, Coningham, Tasmania, Australia; Adjunct Affiliate, University of New South Wales; Honorary Associate, Western Australian Museum
Hein Gerstner, Park Manager, Mulu World Heritage, Borsamulu Park Management Sdn Bhd, Mulu, Sarawak, Malaysia
Ana Komerički, Croatian Biospeleological Society, Zagreb, Croatia
Denise Margaret S. Matias, Biodiversity and People, Institute for Social-Ecological Research (ISOE), Frankfurt am Main, Germany
Jasmine Cardozo Moreira, Tourism Department, Land Management Grad Program, Ponta Grossa State University, Brazil
Ana Sofia Reboleira, Departamento de Biologia Animal, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisbon, Portugal
Geary Schindel, Chief Technical Officer, Edwards Aquifer Authority, San Antonio, Texas, USA and President, National Speleological Society, USA
Maria-Laura Tirlă, Department of Regional Geography and Environment, University of Bucharest, Bucharest, Romania

Bärbel Vogel, President, German Speleological Federation; Adjunct Secretary, International Union of Speleology-UIS; Secretary IUCN/WCPA GSG Cave and Karst Working Group
Brad Wuest, President, International Show Caves Association, Natural Bridge Caverns, San Antonio, Texas, USA

Mga pagpasalamat

Kami mapasalamaton sa mosunod nga mga tawo nga mirepaso sa ikaduhang edisyon niini nga mga giya ug/o mihimo ug mapuslanong mga komento:

Gordana Beltram, Slovenia	Kyung Sik Woo, South Korea
Rosana Cerkvenik, Slovenia	Don McFarlane, USA
Phil Chapman, UK	Jasmine Moreira, Brazil
Mick Day, USA	John Parr, Laos
Martin Ellis, UK	Andy Spate, Australia
Hans Friederich, Malta	Tim Stokes, Canada
Jeremy Garnett, Top End Editing, Australia	George Veni, USA
Paul Griffiths, Canada	John Watson, Australia
Nadja Zupan Hajna, Slovenia	Nick White, Australia
Eko Haryono, Indonesia	Paul Williams, New Zealand

Mapasalamaton kami sa mosunod nga mga tawo nga naghatag og mga litrato alang niini nga mga giya:

Luciana Alt	Peter Hofmann
Steven Bourne	Tony Marsden
Philippe Crochet	Vitor Moura
Rob Eavis	John Spies
Csaba Egri	Rainer Straub
Paul Griffiths	
Vittorio Grobu	

Mapasalamaton kaayo kami kang Maria-Laura Tirlă sa iyang block diagram sa karst hydrological system, spatial nga organisasyon sa mga karst catchment ug mga epekto gikan sa mga kalihokan sa tawo sa karst.

Ang Kinaiya sa Karst Systems

Pasiuna: Karst, mga langob ug ang ilang proteksyon

Ang mga karst ug mga langob nahimong hilom nga mga saksi sa ebolusyon sa Yuta ug sa pag-uswag sa mga sibilisasyon sa tawo. Ang mga langob ug karst nagpabilin ug nanalipod sa importanteng mga piraso sa dugay ug gubot nga geological nga nangagi sa Yuta. Kini gikan sa karaan nga mga deposito sa mineral, dugay nang nawala nga mga kadagatan ug sayo nga mga porma sa kinabuhi, hangtod sa talagsaon nga mga organismo nga gipahiangay sa langob, mga patay nga megafauna nga nahabilin ug ang sayo nga pagpakita sa arte sa tawo. Kon wala ang mga langob ug karst, ang maong impormasyon dili unta mabatonan kanato. Ang mga karst ug mga langob maoy usa sa labing nindot ug bililhong mga talan-awon sa atong planeta, nga adunay intrinsic nga touristic ug ekonomikanhong bili. Ang pagpanalipod sa mga langob ug karst hinungdanon sa pagpreserbar sa atong kasaysayan ug sa planeta. Ang kahibalo sa karst ug kweba importante sa pagpanalipod sa usa ka himsog nga pag-uban sa kinabuhi tali sa karst ug sa atong sibilisasyon, pagpamenos ug paglikay sa mga epekto sa kinaiyahan nga, sa katapusan, makita kanato. Ang luwas ug malungtaron nga paggamit sa karst ug mga langob, ug kung unsaon pagpanalipod ug pagdumala sa husto, mao ang hilisgutan niini nga libro. Gitinguha namon nga ipahayag ang usa ka update sa labing kaayo nga praktis sa kalibutan nga ma-access sa mga kinatibuk-ang magbabasa, samtang naghatag mga detalye sa teknikal nga interes sa espesyalista.

Unsa ang karst?



Ang Cares Gorge sa Picos de Europa National Park ug UNESCO Biosphere Reserve, Spain maoy usa ka maayong pananglitan sa hubo nga karst sa ibabaw sa usa ka alpine setting. Litrato ni David Gillieson.

Ang termino nga 'karst' naggikan sa usa ka karaan nga pulong, *karra/gara*, nga nagkahulogang bato, ug unang gigamit sa siyentipikanhong paagi sa kasamtangang utlanan nga rehiyon sa Slovenia ug Italy, nga karon kasagarang nailhan nga 'classical karst'. Kini nga rehiyon adunay lahi nga mga porma sa yuta ug adunay daghang mga lugar nga wala'y anapog nga - bisan sa bahin - nahayag tungod sa pagbanlas sa yuta pagkahuman sa sobra nga pagpasibsib. Pagkahuman, ang karst kay gigamit sa

tibuok kalibutan sa lain-laing mga setting, ang uban niini gamay ra ang pagkaparehas sa klasikal nga karst, ug sa kadaghanan niini adunay gamay o wala'y haw-ang nga bato. Adunay daghan, ug usahay nagkasumpaki, mga depinisyon sa karst, apan ang usa ka maayo nga punto sa pagsugod mao ang pag-ingon nga ang mga lugar sa karst gihulagway sa lahi nga mga porma sa yuta ug hydrology nga resulta sa kombinasyon sa taas nga pagkatunaw sa bato ug paglihok sa ilawom sa yuta subay sa mga gipili nga agianan (mga channel). Ang agos sa tubig sa yuta agi sa gagmay nga mga agianan kay laminar ug dili makadala sa linugdang. Sa paglabay sa panahon, ang mga kanal gipadako pinaagi sa pagkabungkag; sa diha nga dako nga igo alang sa gubot nga agos (kasagaran sa usa ka walay gilapdon nga gilapdon sa ~10 mm), sila nailhan nga conduits. Ang lahi nga mga porma sa yuta sa karst nga mga lugar naglakip sa mga gilakip nga mga depresyon sama sa mga dolines (kasagaran nailhan nga sinkhole) ug ang mas dako nga flat-floored *polje*. Ang pagkalunod nga mga sapa, uga nga mga walog ug mga tubod komon usab. Ang United States Environmental Protection Agency naghimo ug mapuslanong Lexicon of Cave and Karst Terminology (tan-awa ang [Internet Resources](#)).



Sukwahi sa Cares Gorge, kadaghanan sa mga karst sa humid-temperate nga New Zealand King Country nahimutang sa ilawom sa bago nga kupo sa abo sa bulkan. Kadaghanan sa lumad nga lasang gikuha ug gipulihan sa sibsibanan. Litrato ni John Gunn.

Unsa ang usa ka langob?

Ang langob usa ka natural nga naporma nga haw-ang sa usa ka materyal sa yuta (bato o linugdang) nga igo-igo alang sa pagsulod sa tawo. Kini nga depinisyon nagpalahi sa mga langob gikan sa artipisyal nga mga tunel ug uban pang gitukod nga mga lungag sa ilawom sa yuta - usahay sayop nga gitawag nga mga langob. Ang minimum nga void dimensyon kay arbitrario, depende sa gidak-on sa tawo nga eksplorador, apan ang usa ka diametro sa 0.3 m mao ang usa ka makatarunganon nga gibanabana. Ang usa ka arbitraryong minimum nga bakante nga gitawag nga 5 m sagad usab nga gigamit, bisan kung ang mga langob nga mas mubu sa 5 m mahimo nga mga salin sa mas taas nga mga agianan, kadaghanan niini gipamubu tungod sa pagbanlas. Sama sa gihisgutan sa miaging seksyon, ang mga karst nga langob naporma pinaagi sa pagkatunaw ug kabahin sa usa ka spectrum sa void nga gidak-on nga gikan sa mga 1 mm ngadto sa napulo ka metros. Ang usa ka halapad nga kalainan sagad gihimo tali sa epigenic ug hypogenic nga mga langob. Ang epigenic nga mga langob naporma diin ang tubig mokanaog gikan sa ibabaw ubos sa grabidad ug motunaw sa matunaw nga mga bato. Sa kaso sa carbonate nga mga bato, ang pagkatunaw

pinaagi sa carbonic acid nga naporma sa dihang ang carbon dioxide matunaw sa tubig. Sa kasukwahi, ang hypogenic nga mga langob naporma pinaagi sa pataas nga nagaagay nga mga pluwido nga nag-recharge sa cavernous zone gikan sa ubos nga mga yunit sa bato ug wala nagsalig sa lokal nga gigikanan sa mga tinubdan sa acidic nga tubig. Kini nga mga pluwido naggikan sa lagyo nga mga tinubdan (nalimin sa ubos nga permeability strata) o gikan sa lawom nga mga tinubdan (kasagarang geothermal) ug walay kalabotan sa recharge gikan sa ibabaw o diha-diha nga kasikbit nga nawong sa yuta. Ingon nga resulta, kadaghanan sa hypogenic nga mga langob adunay gamay o walay nawong nga ekspresyon. Ang ikatulo nga matang sa karst cave naporma diin ang carbonate nga mga bato mitubo sa baybayon ug ang pagkatunaw mahitabo sa interface sa presko ug parat nga tubig. Gitawag kini nga flank margin caves.

Dugang pa sa mga karst caves (naporma pinaagi sa dissolution), adunay lain-laing mga langob nga naporma sa ubang dili kemikal nga mga ahente uban sa mga constructional nga langob (tan-awa ang [Apendise 1](#)). Sa marine realm, halos tanang hard rock nga baybayon adunay mga littoral caves (sea caves) nga kadaghanan naporma pinaagi sa mekanikal nga mga proseso. Sa yuta, ang hangin mahimong makatampo sa pag-uswag sa langob ug sa ilawom sa yuta nga mekanikal nga pagbanlas sa linugdang kasagarang maporma nga mga tubo, nga ang uban niini mahimong makab-ot ang mga sukat sa langob. Sa tibuok kalibotan, adunay daghang libo nga mga langob sa bulkan (lava caves) nga naporma panahon sa mga yugto sa pagbuto sa lava, ug kay daghan niini ang naporma duol sa ibabaw, ang mga dolines nahugno kasagaran. Ang mga langob naporma usab sa yelo ilalom sa mga glacier ug mahimong masulod, sama sa Vatnajökull National Park sa Iceland. Ang konstruksyon nga mga langob nga maporma sa panahon sa pagdeposito makita usab sa tufa ug travertine, ingon sa nakita sa Huangguoshu sa Guizhou, China.



Usa ka pananglitan sa usa ka aktibo nga epigenic nga langob nga adunay speleothems ug clastic sediments. Ang Baradla Cave anaa sa mga Langob sa Aggtelek ug Slovak Karst UNESCO World Heritage Property, Hungary. Ang langob usa usab ka UNESCO Biosphere Reserve ug usa ka Ramsar Site. Litrato ni Csaba Egri.

Proteksyon sa mga langob ug karst

Gihubit sa IUCN ang usa ka Protektado nga Lugar isip "usa ka tin-aw nga gihubit nga heyograpikal nga wanang, giila, gipahinungod ug gidumala, pinaagi sa ligal o uban pang epektibo nga paagi, aron makab-ot ang dugay nga konserbasyon sa kinaiyahan nga adunay kauban nga mga serbisyo sa ekosistema ug mga kantidad sa kultura". Gipalapdan nila kini pinaagi sa pagbutang og unom ka mga kategorya sa pagdumala ug upat ka mga tipo sa pagdumala (tan-awa ang [Internet Resources](#)). Ang mga porma sa yuta ug mga langob espesipikong gihisgutan ubos sa Category III, Natural nga monumento o feature, isip "mga lugar nga gigahin aron sa pagpanalipod sa usa ka piho nga natural nga monumento, nga mahimong usa ka landform, dagat nga bukid, marine cavern, geological feature sama sa usa ka langob, o usa ka buhi nga bahin. sama sa karaang kakahoyan". Gilauman nga ang mga surface karst landform ug mga langob sa niini nga matang sa protected area maayo nga dokumentado ug klarong maprotektahan. Bisan pa, kadtong mga langob ug karst nga mga lugar nga naa sa matag usa sa uban nga mga kategorya mahimong dili makadawat sa parehas nga lebel sa atensyon labi na kung kini usa lamang ka gamay nga bahin sa kinatibuk-ang Protektado nga Lugar o ang katuyoan mao ang pagpanalipod sa ubang mga bahin sa interes. Kini nga problema mahitabo sa tibuok lain-laing mga gidak-on ug mga matang sa Protected Area. Pananglitan, ang usa ka organisasyon sa wildlife mahimong mopalit sa usa ka luna sa yuta nga ang panguna nga katuyoan sa pagdumala sa flora ug fauna. Kung ang carbonate nga mga bato motubo sa bahin sa lugar, nan lagmit adunay mga karst nga landform ug mga langob nga dili direkta nga interes sa mga tag-iya. Makita kini sa internasyonal nga sukod, diin ang proteksyon gitanyag pinaagi sa upat ka giprotektahan nga lugar nga mga ngalan sa United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), nga adunay mga lugar nga carbonate o evaporite karst: Biosphere Reserves (23%), Ramsar Sites (5%), World Heritage Properties (7%) ug UNESCO Global Geoparks (38%). Bisan pa, kini nga mga numero nagtago sa usa ka dako nga internal nga pagkalainlain, tungod kay ang pipila nga mga site halos hingpit nga karst (pananglitan, ang Škocjan Caves WHP sa Slovenia, nga usa usab ka Ramsar Site ug usa ka Biosphere Reserve), samtang sa uban ang kadaghanan sa site mahimo mahimong non-karstic, nga adunay gagmay nga mga lugar nga anapog (pananglitan, ang Tassili n'Ajjer WHP sa Algeria). Ang usa ka dugang nga isyu mitungha diin ang usa ka dapit nga adunay mga langob o karst gipanalipdan ilabina alang sa ubang mga bahin; pananglitan, daghang WHP nga adunay sulod nga mga langob o karst ang gitudlo nga ingon niana alang sa ilang kultural nga interes. Importante nga ang tanan nga mga protektadong lugar nga adunay karst, bisan kung gitudlo sa IUCN o uban pang mga organisasyon, gidumala sa paagi nga nagtahod sa espesyal nga kinaiyahan sa mga karst nga palibot, ingon nga gihulagway sa kini nga mga panudlo.

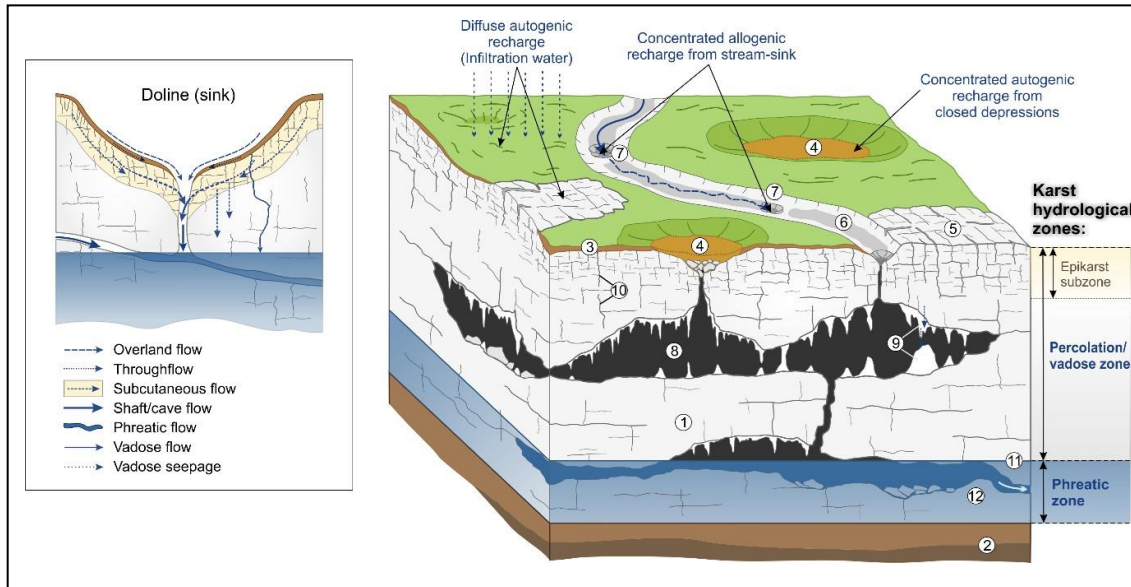
Karst ug pagkatunaw sa bato

Ang nag-unang grupo sa mga bato nga adunay taas nga natural nga solubility mao ang carbonates (apog, dolomite ug marmol) ug evaporites (asin, gypsum ug anhydrite). Ubos sa pipila ka mga kondisyon, ang silicate nga mga bato igo nga matunaw nga mahimong maporma ang mga porma sa yuta sa karst ug mga langob. Ang mga langob mas komon sa carbonate ug evaporite nga mga bato, bisan pa adunay pipila ka halapad nga karst nga mga dapit nga walay mga langob. Sa England, UK, adunay mga surface karst landforms sama sa uga nga mga walog ug dolines, ug bisan ang pipila ka mga salog nga nalunod, sa mga lugar nga gisakup sa Cretaceous ug Jurassic limestones. Ang pagsubay sa tubig sa yuta nagpakita sa kusog nga pag-agos sa ilang mga tubod, bisan pa, adunay usa lamang ka hydrologically active nga sistema sa langob nga sobra sa 50 m ang gitas-on.

Diin ang mga carbonate ug evaporite mounlod sa ilawom sa dili-karstic nga mga bato magpadayon ang sirkulasyon sa tubig, ug mahimong maporma ang mga langob. Sa Kentucky, USA, ang anapog gisapawan ug mga sandstone. Sa kadaghanan sa gitas-on niini, ang Mammoth Cave, Kentucky, ang pinakataas nga langob sa kalibotan ug usa ka World Heritage Property, naglugway sa ilalom niining dili-apog nga mga bato nga tabon. Sa mga kaso sa interstratal karst, ang mga closed depression sa non-karstic rock (caprock dolines) sa ibabaw tungod sa pagkahugno sa mga karstified nga bato sa giladmon. Sa ubang dapit, mahimong walay ebidensiya sa ibabaw sa halapad nga agianan sa langob nga anaa sa ubos, nga ang usa sa labing maayong mga pananglitan mao ang Ogof Draenen, Wales, UK. Ubos sa 15% sa 70 km nga nahibal-an nga mga agianan ang naa sa

ilawom sa mga lugar kung diin ang mga carbonate nga mga bato mituhop sa ibabaw ug ang nahabilin nga langob moagi sa ilawom sa mga lugar nga dili maisip nga karst base sa mga porma sa yuta.

Ang epigenic nga mga langob naporma diin ang tubig mikunsad gikan sa ibabaw ug sa kaso sa carbonate rocks ang pagkatunaw pinaagi sa carbonic acid nga maporma sa dihang ang carbon dioxide matunaw sa tubig; evaporite nga mga bato wala magkinahanglan og acid ug dissolve sa lunsay nga tubig. Sa kasukwahi, ang hypogenic nga mga langob naporma sa acidic nga kainit nga tubig nga misaka gikan sa giladmon. Ang hypogenic nga mga langob kasagaran adunay gamay o walay nawong nga ekspresyon. Nahimutang sa ilawom sa usa ka talan-awon nga adunay pipila nga mga bahin sa karst sa nawong, ug ma-access lamang pinaagi sa usa ka shaft nga naporma sa pagkahugno, ang Lechuguilla Cave sa Carlsbad Caverns National Park, usa ka World Heritage Property sa New Mexico USA, nga adunay kapin sa 242 km nga agianan sa langub, nga adunay 480 m. bertikal nga range. Sa pipila ka mga kaso, ang mga proseso sa hypogenic nagporma og dagkong mga lawak nga pagkahuman nahugno aron maporma ang mga depresyon nga mahimong pila ka gatos ka metros ang gilapdon ug giladmon, ingon sa naobserbahan sa mga obruks sa Turkey, nga nagbutang sa usa ka patag ug wala'y bahin nga limestone plateau.



Schematic sa usa ka karst hydrological system. Diagram ni Maria-Laura Tîrlă ug John Gunn; inset nga sulod nga giusab gikan sa Gunn (1985). Yawe: 1 – Carbonate bedrock (e.g. limestone); 2 – Dili matupngan nga bato nga bato; 3 – Takpan sa yuta; 4 – Doline; 5 – Karren; 6 – Mamala nga walog; 7 – Ponor (lubog); 8 – Langob; 9 – Mga Speleothems; 10 – Mga lutahan o bali; 11 – Ang lebel sa tubig sa yuta; 12 – Sump (puno sa tubig nga agianan).

Sa katingbanan, ang mga porma sa yuta nga kasagaran gihunahuna nga karst adunay lahi nga mga porma sa yuta sa ibabaw (mga doline, uga nga mga walog, karren) nga adunay mga langob sa ilawom. Bisan pa, adunay mga lugar nga adunay mga karst landform sa ibabaw apan kulang sa mga langob, ug uban pang mga lugar nga adunay mga langob sa giladmon apan kulang sa mga surface karst landform, o adunay mga interstratal nga karst landform lamang.

Ang labing klaro nga mga karst setting mahitabo kung diin ang carbonate ug evaporite nga mga bato mogawas sa ibabaw sa usa ka halapad nga lugar (open karst), apan sa daghang mga lugar natabonan kini sa dili managsama nga mga sediment nga natipon sa panahon sa ebolusyon sa talan-awon. Gitawag kini nga mantled o covered karst; gipalahi gikan sa gilubong nga mga karst diin ang talan-awon milambo apan unya napuno ug gilubong

pinaagi sa sedimentation o mas bata nga mga bato. Sa kadaghanan nga mga kaso, kini nga paglubong nagpamenos sa pagpasa sa mga likido ug linugdang ug kini nga mga setting mahimong gihulagway nga fossil karst o palaeokarst. Ang mga agianan

nga adunay dili aktibo nga mga sapa usahay gitawag nga 'fossil' bisan kung kini nga kasagarang paggamit dili hingpit nga husto. Kini nga mga tudling kay 'relict' lang, kay sa kadaghanang kaso nag-uswag pa kini isip resulta sa percolation water inputs nga nagpakaon sa speleothems (usa ka kinatibuk-ang termino para sa tanang deposito sa mineral nga naporma sa mga langob) o sa mekanikal nga pagkaguba sa agianan sa atop o mga bungbong.



Talagsaon nga gypsum speleothems sa Chandelier Ballroom, Lechuguilla Cave (Carlsbad Caverns World Heritage Property), New Mexico, USA. Ang Lechuguilla usa ka hypogenic nga langob diin kapin sa 200km nga agianan ang ma-access pinaagi sa usa ka shaft. Litrato ni Rainer Straub

Pipila ka mga bili sa karst ug mga langob

Dugang pa sa kamahinungdanon sa pagpabilin sa mga ehemplo sa mga karst landform ug mga talan-awon isip kabahin sa usa ka estratehiya sa pagpanalipod sa global biodiversity ug geodiversity, ang mga lugar sa karst kasagaran adunay ekonomikanhon, siyentipiko ug kultural nga mga bili. Mahimong adunay nagkadaiya nga mga gipangayo nga adunay potensyal nga magkasumpaki sa usag usa.

Ang mga terrain sa karst adunay daghang natural nga kahinguhaan ug naghatag ug bililhon nga serbisyo sa ekosistema, sama sa presko nga tubig alang sa konsumo sa tawo; aquatic ecosystem ug irigasyon sa agrikultura; dako nga biodiversity sa ibabaw ug sa ilawom sa yuta nga palibot; talan-awon ug mga langob nga adunay taas nga kalingawan ug kultural nga bili; ug mga yuta nga naghatag ug basehan sa produksiyon sa agrikultura. Ang mga terrain sa karst naglihok isip natural nga lababo alang sa carbon dioxide (CO₂), busa makatabang sa pagpamenos sa kausaban sa klima. Kining tanan nga mga kahinguhaan ug mga serbisyo sa ekosistema dili makonsiderar nga nahimulag tungod kay sila hilabihan nga nagkadugtong. Tungod niining komplikado nga mga mekanismo sa feedback, ang mga epekto sa nahilit nga mga elemento sa karst ecosystem mahimong adunay wala damha nga mga epekto sa ubang mga elemento o bisan sa tibuok ekosistema.

Ang mga kahinguhaan sa tubig sa karst importante sa katawhan sulod sa liboan ka tuig, apil na ang pagkonsumo sa tawo, sa agrikultura (irigasyon ug aquaculture) ug, sa milabay nga gatusan ka tuig, sa henerasyon sa hydroelectric power. Ingon nga ang mga tuburan sa karst mas dako ug mas kasaligan kaysa sa mga gikan sa ubang mga bato, busa ang mga pattern sa pamuy-anan naimpluwensyahan kaayo sa kini nga mga tinubdan sa tubig. Sang 450 BCE, ang mga tuburan sang karst gingamit para

sa irigasyon sa China, samtang ang mga Mayan nga mga tawo sa Sentral Amerika naggamit sing tuman nga mga kweba kag mga cenote (mga doline nga puno sang tubig). Kaniadtong 2019, gibanabana nga dul-an sa 10% sa populasyon sa kalibutan, mga 700 milyon nga mga tawo, nakakuha sa ilang mainom nga suplay sa tubig gikan sa karst, gikan sa mga discrete spring o pinaagi sa mga borehole. Ang pinakadako nga konsumidor sa karst nga tubig mao ang China, nga adunay mga 150 ka milyon nga mga tawo nga nag-agad sa panguna sa karst nga tubig sa yuta. Ang Estados Unidos mao ang ikaduha nga kinadak-an, nga adunay dul-an sa 50 ka milyon nga mga tawo, nag-una sa mga rural nga lugar. Ang Edwards Aquifer, Texas, USA, nagsuplay og pipila ka milyon nga mga tawo, lakip ang dagkong mga siyudad sama sa San Antonio.

Gikinahanglan ang igo nga imprastruktura aron madala ang karst nga tubig sa yuta gikan sa mga tubod ngadto sa mga tiggamit. Kapin sa 2,000 ka tuig kanhi onse ka taas nga aqueduct ang naghatod sa tubod sa tubig sa karaang siyudad sa Roma sa mga distansiya gikan sa 16 ngadto sa 91 km. Ang kinadak-ang sistema sa suplay sa tubig sa karst sa Europe mao ang nagsuplay sa 1.7 ka milyon nga mga lungsoranon sa Vienna, Austria, diin ang una sa duha ka nag-unang mga aqueduct giinagurahan niadtong 1873. Sa ika-20 ug ika-21 nga siglo CE, susamang dagkong mga trabaho sa inhenyero ang gihimo sa daghang karst nga mga dapit ilabina sa Dinaric nga mga karst sa Croatia ug Bosnia-Herzegovina, ug sa China. Sa ibabaw nga bahin sa mga tubod, ang mga karst nga lugar gihulagway sa pagkawala sa tubig sa ibabaw nga nagpugong sa pag-uswag. Sa mga lugar diin ang mga anapog adunay medyo taas nga porosity ug pagkamatuhup, ang mga borehole mahimong maghatag usa ka maayong suplay (pananglitan sa Cretaceous limestones sa England), apan sa daghang mga anapog gibanabana nga adunay 1% - 2% nga higayon. sa usa ka borehole nga produktibo. Ang mga hugaw sa industriya ug agrikultura mahimong paspas nga madala pinaagi sa mga network sa ilawom sa yuta sa karst, nga naghimo sa epektibo nga pagdumala sa paggamit sa yuta nga hinungdanon kaayo.

Ang mga lugar sa karst padayon nga gigamit ingon usa ka gigikanan sa anapog alang sa paghimo sa semento, nga adunay pagtaas sa dagan sa pag-uswag sa kasyudaran nga nagmugna og daghang panginahanglan alang sa taas nga kaputli nga anapog, ug ingon usa ka aggregate. Ang anapog gigamit usab alang sa apog sa agrikultura, ingon usa ka flux alang sa paghimo sa puthaw ug asero ug ingon usa ka filler sa pintura, plastik ug industriya sa parmasyutiko. Ang pag-quarry adunay potensyal sa pagguba sa mga langob ug sa mga sulod niini, sa pagwagtang sa mga organismo sa langob ug sa pagpaubos sa kalidad sa tubig, bisan pa niana, uban sa mabinantayon nga mga epekto sa pagdumala mahimong mamenosan. Ang pagmina sa saltpetre (potassium nitrate) sa mga langob sa Amerika (labi na sa USA ug Brazil) gikinahanglan alang sa produksyon sa pulbura sa panahon sa ika-18 ug ika-19 nga siglo CE. Liboan ka mga langob ang gikuha sa ilang nitrate rich soil content ug ang Portuges nga korona nagpatik pa gani ug mga instruksiyon kon unsaon pag-regenerate ang leached nga yuta pinaagi sa pagbutang niini og balik sa mga langob.

Ang pagmina sa mga deposito sa kweba nga guano para sa abono maoy usa ka tibuok kalibotan nga panghitabo. Sa wala pa ang pagpaila sa artipisyal o kemikal nga mga abono, ang natural o organikong mga abono kaylap nga gigamit gikan sa mga tinubdan sama sa langgam ug kabog guano. Ang guano sa langgam gimina sa mga isla sa Pasipiko, sama sa Nauru ug Christmas Island sa Indian Ocean, ug ang bat guano gimina gihapon sa pipila ka langob sa Texas, ingong tinubdan sa organikong abono. Sa Niah Cave, Borneo, ang langob nga swiftlet guano gimina pa alang sa abono, ingon man ang mas dakog kita nga mga salag sa swiftlet sa mga bungbong. Adunay kaylap nga pagkuha sa mga mineral nga gidumala sa karst terrains, sama sa bauxite, lead-zinc, ug coal sa China, samtang sa Chapada Diamantina area, Brazil, adunay daghang pagmina sa diamante sulod sa mga langob sa ika-19 ug sayo sa ika-20 nga siglo CE. Ang mga speleothems, ilabina ang mga stalagmite ug stalactites, iligal usab nga gikuha aron ibaligya isip mga souvenir.

Ang mga karst nga talan-awon kasagaran adunay taas nga geodiversity, nga adunay dako nga internal nga kalainan sa topograpiya. Busa naghatag sila og mas daghang lainlain nga potensyal nga puy-anan kaysa kadaghanan sa mga dili-karst nga talan-awon ug kasagaran medyo nahimulag sa ilang palibot, sama sa tower karst landscapes. Tungod kay gipanalipdan sa kadaghanan gikan sa mga elemento, ang mga langob makahatag ug talagsaon nga 3D nga pagtan-aw sa mga relasyon sa geolohiya nga dili makita tungod sa kakulang sa angay nga mga outcrop o nga nawagtang sa panahon sa ibabaw o natabunan sa yuta ug mga tanum. Sukad sa ulahing bahin sa ika-20 nga siglo CE, kini gigamit nga sayon nga makuha nga mga analogue sa ibabaw sa carbonate petroleum reservoir. Sa tropikal nga mga palibot, kasagaran sila adunay daghang biodiversity sa mga mananap ug tanom nga mga espisye, lakip na ang talagsaon ug endemic nga mga espisye sa ibabaw ug ubos sa yuta. Ang ubang mga karst nagsilbi nga dangpanan sa mga espisye nga nagpadayon sa ilawom sa yuta pinaagi sa mga pagbag-o sa

kalikopan nga nagwagtang sa ilang mga paryente nga nagpuyo sa ibabaw o sa ibabaw sa bugnaw nga damp microclimate nga naporma sa mga doline ug mga agianan sa langob.

Ang mga kabog mao tingali ang mga linalang nga kasagarang nakig-uban sa mga langob, apan daghan pang uban, sagad nga endemic vertebrate ug invertebrate nga mga mananap nagpuyo sa karst, nga ang uban niini mahimo nga gamay ra ang gidaghanon sa populasyon o gipahaum kaayo sa pagpadayon sa ilawom sa yuta. Sa kadaghanan, apan dili tanan nga mga karst, ang mga kahintang sa kalikopan sa ilawom sa yuta mahimong hapit kanunay ug ang mga species sa langob adunay gamay nga pagtugot sa pagbag-o sa kalikopan sa ilawom sa yuta. Sa Vietnam, ang Delacour's langur (*Trachypithecus delacouri*), usa ka endangered primate species, kay endemic sa pipila ka mga karst nga lugar. Sa halapad nga karst sa utlanan tali sa Vietnam ug Laos, ang dagkong mga bloke sa limestone nga yuta gibulag sa mga suba, nga naghatag epektibo nga mga babag sa pagkatag sa mga espisye. Adunay labing menos unom ka espisye sa Leaf-eating langurs (*Trachypithecus* spp.), ang matag usa ka endemic sa usa ka piho nga bloke sa anapog. Sa susama, sa Lalawigan sa Guangxi, China, ang pagkabahinbahin sa puy-anan nagbulag sa populasyon sa White-headed langur (*Trachypithecus leucocephalus*). Ang talagsaon nga mga palibot sa ilawom sa yuta mahimong maporma sa mga hypogene nga langob nga naugmad sa sulfuric acid speleogenesis, nga nag-host sa parehas nga talagsaon nga mga komunidad o ekosistema, kanunay nga hingpit nga nahimulag ug nag-uswag nga hingpit nga independente gikan sa kalikopan. Ang H₂S-rich Movile Cave sa Romania, maoy pinuy-anan sa labing menos 51 ka espisye, diin 34 niini maoy endemic. Ang Edwards Aquifer maoy host sa kapin sa 60 ka espisye, lakip na ang mga isda ug mga salamander nga gipahaom kaayo, nga adunay pipila ka espisye nga nailhan lamang gikan sa mga atabay sa tubig nga kapin sa 250 m ang giladmon.

Ang gitago nga depositional nga palibot sa mga langob nagpadali sa pagpreserbar sa fossil bone material ug kaubang DNA. Ang mga mananap mahimong mahulog, mosulod sa pagpangita og tubig, o mahugasan sa mga langob diin ang ilang natipon nga mga patayng lawas naghatag og rekord sa pagbag-o sa mga mananap sa paglabay sa panahon. Ang mga kolonya sa kabog ug mga ngiwngiw sa mga langob nakatampo sa pagtipon sa bukog ug naghatag ug maayong sample sa mas gagmay nga vertebrate fauna. Ang paggamit sa mga langob sa mga mammal isip mga puy-anan, hibernation nga mga dapit o mga lungib sa mga batan-on, nga adunay dili kalikayan nga kamatayon sa dapit sa pipila ka mga indibidwal, nagtugot sa mga serye sa pagtubo ug mga relasyon sa manunukob-tukbon nga matun-an. Ang mga timailhan gikan sa depositional nga palibot sa tanan niini nga mga nagpabilin nagtukod og usa ka hulagway sa dugay nga pagbag-o sa faunal batok sa klima, nga makatabang sa pagpalambo sa mga himan alang sa pagtagna kung asa ang mga espisye mahimong maglungtad tungod sa paspas nga pagbag-o sa klima karon, pagpalapad sa tawo ug pagkabahinbahin sa puy-anan. Ang rekord sa fossil naghatag sa bugtong paagi sa pag-assess sa dugay nga mga sumbanan sa pagbag-o sa mananap batok sa klima ug paghatag og makahuluganon nga datos alang sa maong mga predictive nga modelo.

Ang mga pagbana-bana sa nangaging mga kondisyon sa klima dugay nang nagpainteres sa mga natural nga siyensiya, tungod kay kini naghatag ug pipila ka katin-awan alang sa nag-usab-usab nga mga sumbanan sa pag-apod-apod sa mga tanom ug mananap nga mga espisye sa planeta, lakip ang atong kaugalingong mga espisye. Sukad sa 1960s, adunay nabag-o nga interes sa nangagi nga pagtukod pag-usab sa klima isip usa ka paagi sa paghatag og mga analogue alang sa atmospera nga lagmit resulta sa global warming. Ang disiplina sa speleothem science milambo aron makahatag ug taas nga archive sa palaeoclimate. Sulod sa mga langob ang mga stalagmite gitukod nga patong-patong, kasagaran kada tuig, ug busa ang usa ka longitudinal nga seksyon agi sa maong stalagmite naghatag ug micro-stratigraphy nga moabot ug liboan ngadto sa napulo ka libo ka tuig. Ang uranium-series dating naghatag ug hingpit nga kronolohiya nga moabot hangtod sa ~650,000 ka tuig (U-Th) ug pipila ka milyon ka tuig (U-Pb) ang milabay. Ang stable nga isotope nga pag-analisa makahatag og mga surrogates alang sa kausaban sa klima niining mga timescale. Ang mga rekord sa oxygen isotope gikan sa mga langob sa China nakahatag ug dugay nga datos sa mga pagbag-o sa pareho nga kusog sa habagat sa Sidlakang Asya ug klima sa kalibutan sa kinatibuk-an. Ang gipalawig nga rekord sa China naglangkob sa miaging 640,000 ka tuig gikan sa daghang mga site ug usa sa labing taas nga padayon nga mga rekord sa klima sa planeta. Ang speleothem nag-overgrowth sa mga langob sa baybayon sa Mediteranyo maoy talagsaon nga detalyadong mga archive sa nangaging mga kausaban sa lebel sa dagat, balik sa panahon sa Pliocene epoch. Sa rainforest sa Amazon, ang carbon isotopes gikan sa stalagmites naghatag ug importanteng impormasyon bahin sa kalig-on sa lasang. Kini nga mga deposito sa langob makahatag ug mga timailhan sa umaabot nga mga panagna sa klima, gipabilhan pag-ayo tungod sa dili kalikayan nga isyu bahin sa pagkahanaw sa daghang populasyon nga mga baybayon sa baybayon, tungod sa pagsaka sa lebel sa dagat sa kalibutan.



Ang deposition sa calcite sa speleothems gikan sa dripwater naghatag ug usa ka bililhon nga long-term archive sa mga kausaban sa oxygen isotope chemistry ug sa ingon usa ka proxy record sa nangaging mga klima. Litrato ni Csaba Egri.

Ang karst ug mga langob adunay taas kaayo nga talan-awon ug kalingawan nga mga bili. Sa katapusan sa 2021, adunay 76 ka World Heritage Properties sa kap-atan ug upat ka mga nasud ug 68 UNESCO Global Geoparks sa kawhaan ug unom ka mga nasud nga adunay carbonate karst ug mga langob. Busa, ang turismo usa ka dakong kalihokan sa ekonomiya sa pipila ka mga karst, lakip ang paggamit sa naugmad ug wala pa maugmad nga mga langob, ug mga talan-awon sa ibabaw, sa ingon makamugna ug lokal nga trabaho. Ang pag-uswag sa turismo sa langob, gikan sa kasarangan nga pagsugod sa ulahing bahin sa ika-19 nga siglo CE nga adunay mga lampara sa kandila hangtod karon, kung gigamit ang mga suga sa LED ug mga dekorateng tren, labi nga nagpalapad sa paggamit ug sa sakup sa mga epekto sa mga langob. Adunay gibana-bana nga 1,600 ka show (turista) nga mga langob sa tibuok kalibutan nga adunay pipila nga nakadawat og gatusan ka libo nga mga bisita matag tuig, pananglitan Mammoth Cave World Heritage Property, USA nga nakadawat og 500,000 ka mga bisita, ug Postojna Cave, Slovenia nga nakadawat og kapin sa usa ka milyon. Kini nga mga estadistika lagmit nagpakaubos sa gidaghanon sa mga pasundayag nga langob sa China, diin mahimong adunay kapin sa 300 bukas sa publiko. Sa 2019, adunay 150 milyon nga mga bisita nga magpakita sa mga langob, ug kutob sa 70,000 ka mga tawo ang mahimong nagtrabaho sa tibuok kalibutan sa turismo sa langob. Ang layo nga apresasyon mahimo usab pinaagi sa online nga mga site nga adunay interpretasyon, mga video ug mga litrato, nga ang paghimo niini mahimo'g usa ka hinungdanon nga bahin sa pipila ka mga lokal nga ekonomiya. Ang ingon nga media nagpalig-on sa bili sa mga langob ug karst alang sa turismo ug ingon nga mga palibot nga nanginahanglan pag-atiman.

Ang mga langob kanunayng gigamit ingong mga puy-anan, ingong mga puy-anan, ug ingong mga dangpanan sa panahon sa panagbangi. Gigamit kini isip mga shrine o templo— isip sagradong mga luna nga nagpatunhag mga pagbati sa kahingangha ug pagtahud, ug nagpadali sa mga relihiyoso nga pagsaulog pinaagi sa pagkahimong mga dapit nga gilain gikan sa adlaw-adlaw nga pagkinabuhi. Ang mga langob kanunay nga giisip nga dili klaro nga mga luna, nga nagtanyag sa proteksyon ug kapasilongan, apan mahimo usab nga lit-ag ug mabilanggo ang mga tawo. Sa daghang kultura, ang usa ka lokasyon sulod sa yuta giila nga babaye, ug ang mga langob giila nga nagrepresentar sa sabakan sa Inahan nga Yuta ug nalangkit sa pagkatawo ug pagbag-o. Adunay mga tumotumo bahin sa mga tawo nga mosulod sa mga langob ug ma-trap, nga buhian lamang human sa pipila ka kalisdanan. Bisan pa nga ang pagkasagrado mahimong ibutang sa daghang uban pang natural nga mga porma ug mga butang, sama sa mga kahoy, mga tubod ug mga bukid, ang labing karaan nga nahibal-an nga sagrado nga mga lugar sa

prehistory anaa sa natural nga pagkaporma nga mga langob, sama sa naa sa walog sa Dordogne sa France. Ang mga monghe sa Thai nga Budhista nangitag mga langob ingong hilom nga mga dangpanan diin magpraktis ug pagpamalandong. Kung ang monghe mahimong usa ka sikat nga meditation master, nan ang iyang mga sumusunod mahimong mohimo sa langob nga usa ka labi ka matahum nga shrine sa iyang panumduman.

Ang mga natural nga langob dugay na nga nahimong sentro sa pagsimba ug kanunay nga makita sa mga mitolohiya ug relihiyoso nga mga istorya. Ang pilosopo nga si Porphyry (234–305 CE) nagtuo nga sa wala pa ang mga templo, ang tanang relihiyosong mga seremonyas gihimo diha sa mga langob. Siya nangatarungan nga ang arkitektura sa mga templo nagsunod sa kangitngit ug usa ka pagsulod sa kadaghanan nga mga langob, ug nga ang pagsulod sa kahayag ngadto sa usa ka langob sa piho nga mga panahon sa tuig adunay ritwal nga kahulogan. Ang usa ka sagrado nga langob mahimo usab nga adunay usa ka sagrado nga tubod nga gihunahuna nga adunay espesyal nga pag-ayo o pagpanag-an nga mga kabtangan.

Sa Katoliko nga mga nasud sama sa Brazil, ang mga shrine ug bisan ang tibuok nga mga simbahan sulod sa mga langob nagrepresentar sa popular nga mga dapit sa pilgrimage, uban sa dako nga langub sa Bom Jesus da Lapa adunay duha ka mga simbahan nga nahimong mga dapit sa pagsimba sukad sa ulahing bahin sa 1600s ug gibisita matag tuig sa kapin sa usa ka milyon mga tawo. Ang Lourdes Cave, France, giila sa simbhang Romano Katoliko ingong dapit sa pagpakita ni Birhen Maria niadtong 1858, nga nakadawat ug milyonmilyong turista kada tuig, daghan sa pagpangitag kaayohan o espirituwal nga pagtubo.



Ang mga langob ug karst adunay taas kaayo nga talan-awon ug kalingawan nga mga bili. Duha ka speleologist ang nagsuhid sa usa ka limpyo nga lanaw sa ilawom sa yuta sa Krizna Jama, Slovenia. Litrato ni Csaba Egri.

Adunay daghang mga langob nga templo sa habagatan-sidlakang Asia, tungod kay kini sayon nga mga lungag duol sa mga lungsod ug tungod kay sila adunay misteryo nga hangin nga adunay mga natago nga mga lawak. Daghang mga langob sa Thailand, Laos ug pipila sa China adunay mga Buddhist shrine, nga adunay daghang mga Taoist ug Buddhist nga mga templo sa mga kweba duol sa Ipoh sa amihanang Malaysia, samtang sa India ug Malaysia daghang mga langob ang gigamit ingon mga templo sa Hindu. Ang labing inila nga templo sa langob anaa sa Batu Caves complex sa gawas sa Kuala Lumpur (Malaysia), nga nagsilbing sentro sa tinuig nga Thaipusam festival sa Hindu nga komunidad. Nahimo kining usa ka pilgrimage site dili lang para sa mga Malaysian nga Hindu, kondili alang usab sa mga Hindu gikan sa ubang mga nasud lakip ang India, Australia ug Singapore. Sa isla sa Okinawa sa Hapon, daghang mga shrine sa Shinto ang nahimutang sa mga entrada sa langob.



Budhistang langub shrine, Nam Ou River, Laos. Litrato ni David Gillieson

Ang mga criteria nga gigamit sa pagtimbang-timbang sa kamahinungdanon sa usa ka indibidwal nga langob mahimong maglakip sa:

- *geological nga mga konsiderasyon* – sama sa mga espisipikong bahin nga may kalabotan sa istruktura, stratigraphy, paleontology o mineralogy.
- *geomorphological nga mga konsiderasyon* – sama sa passage morphology, clastic sediment sequence ug speleothems, ilabi na kung diin kini naghatag og ebidensya sa nangaging mga surface environment.
- *hydrological nga mga konsiderasyon* – sama sa presensya sa dagkong mga sapa sa ilalom sa yuta o mga lanaw, mga pagkaguba sa ilalom sa yuta sa mga pagbahin sa kanal sa ibabaw, o mga importanteng elemento sa pagsabot sa conduit network.
- *biolohikal nga mga konsiderasyon* – nga may kalabotan sa kadagaya sa mga espisye, ang presensya sa talagsaon ug nameligrong mga espisye, talagsaon nga trophic nga mga estruktura o yawe nga bat maternity sites.
- *arkeolohiko ug kultural nga mga konsiderasyon* - sama sa presensya sa lawom, maayo nga stratified nga mga deposito, ang papel sa langob sa rehiyonal nga prehistory nga ebolusyon, mga pananglitan sa makasaysayanong paggamit sa langob, sama sa pagmina o pagdumala sa tubig, o ang espirituhanon ug relihiyoso nga kahulogan niini.
- *geograpikal nga mga konsiderasyon* – pagkalayo ug mga mithi sa kamingawan, duol sa imprastruktura sa parke, sama sa mga dalan ug camping grounds, mga kahigayonan sa paglingawlingaw ug accessibility gikan sa dagkong mga sentro sa populasyon.

Auler ug uban pa. (2018) naghatag ug usa ka pamaagi sa pag-prioritize sa mga langob alang sa pagpanalipod sa kinaiyahan pinaagi sa hugot nga pagtimbang-timbang sa lebel sa kamahinungdanon. Gigamit nila ang 70 ka mga parameter nga naglangkob sa mga konsiderasyon sa ibabaw sa usa ka sample sa 401 nga mga langob, nga ilang gi-analisar sa istatistika. Gipakita sa ilang mga resulta nga ang biotic nga mga parameter, uban ang lapad nga sukod sa gitas-on ug lugar, mao ang labing mapuslanon. Kini nga pamaagi mahimong ipahiangay ug dalisay alang sa ubang mga lugar sa karst kung adunay magamit nga mga may kalabutan nga datos.

Mga giya

(1) Ang epektibong pagplano alang sa mga rehiyon sa karst nanginahanglan ug bug-os nga pagdayeg sa tanan nilang ekonomikanhon, siyentipiko ug tawhanong mga mithi, sulod sa lokal nga kultural ug politikanhong konteksto.

(2) Kinahanglang ilhon sa mga manedyer nga sa mga karst catchment, ang mga aksyon sa ibabaw moresulta sa direkta o dili direkta nga mga epekto sa ilawom sa yuta o sa unahan sa suba.

(3) Ang maayong pagsabot sa mga kinaiya sa langob ug sa ilang talagsaon nga mga bili gikinahanglan sa pagpauswag sa pagdumala sa bisan unsang karst nga lugar.

Ang espesyal nga kinaiya sa mga karst nga palibot ug mga sistema sa langob

Ang matunaw nga bato ug ang pag-uswag sa kanal sa ilawom sa yuta pinaagi sa mga agianan, nga naghiusa sa mga proseso sa ibabaw ug ilawom sa yuta, nagpatungha sa pagkakomplikado ug daghang mga espesyal nga bahin sa mga karst nga talan-awon. Kining taas nga lebel sa koneksyon nagpasabot nga ang bisan unsang kausaban o epekto sa ibabaw paspas nga mabalhin sa ilawom sa yuta aron maapektuhan ang palibot sa langob ug ang nagsalig niini nga terrestrial ug aquatic nga kinabuhi.

Ang mga palibot sa ibabaw sa karst mahimong mapintas. Ang mga palibot sa karst kanunay nga uga sa ibabaw, bisan sa umog nga mga klima, tungod kay ang tubig sa ulan dali nga nag-agay sa ilawom sa yuta. Gawas kon ang kabatoan natabonan sa taphaw nga mga deposito, ang mga ibabaw sa karst lagmit nga batoon, nga adunay mabaw ug taptap nga yuta. Ang gidaghanon sa matunaw nga mga mineral, sama sa calcite ug dolomite, sa carbonate bedrock sagad ingon ka taas sa 90% - 99%. Busa, ang kinatibuk-ang sulod sa dili matunaw nga mga mineral, nga mosangpot sa pagporma sa yuta, mao lamang ang 1% - 10%. Busa, ang mga tanom nga makita sa carbonate karst lagmit nga mohaum sa batoon nga yuta, taas nga calcium (alkalinity) ug uga nga mga kondisyon. Ang eksepsiyon niini mao ang dapit diin ang mga matunaw nga mga bato gisapawan sa externally derived (allogenic) superficial deposits sama sa glacial till (sa amihanang Estados Unidos), loess (sa English Peak District) o volcanic ash (sa New Zealand King Country). karst). Sa tropikal nga mga dapit, ang yuta nga natabunan sa karst mas komon ubos sa rainforest o savannah vegetation ug mahimong adunay mahinungdanong mga mantle sa yuta nga nakuha gikan sa volcanic ash.

Ang mga surface ecosystem sa karst kasagaran lahi sa kasikbit nga mga talan-awon sa termino sa topograpiya, geomorphology, hydrology, yuta ug mga tanom. Ang mga karst nga talan-awon, uban sa ilang mabangis nga topograpiya ug mapintas nga kahimtang sa kalikopan, nagtanyag og mas daghang lainlain nga lain-laing puy-anan kaysa mga non-karst nga talan-awon. Busa, sila nagpasiugda sa usa ka mas dako nga biodiversity sa mga tanom ug mga mananap, lakip na ang talagsaon ug endemic species. Sa Laos, adunay 21 ka nailhang espisye sa caperbush (*Capparis* spp. L.), nga ang kadaghanan kay endemic sa usa ka karst site. Sa susama, mga 90 ka espisye sa bent-toed gecko (*Cyrtodactylus* spp.) kay endemic sa mga karst site sa ilang range, gikan sa India, sa tibuok habagatan-sidlakang Asia, hangtod sa Melanesia.

Ang mga palibot sa ilalom sa yuta sa karst lahi ug mas hingpit nga naugmad kaysa sa dili karst nga mga bato. Ang tanan nga mga klase sa bato nagtugot sa pipila ka lebel sa paglihok sa tubig sa yuta ingon nga pag-agos sa bali, apan sa mga karst nga bato lamang nga ang pagkatunaw sa tubig nagpalapad sa mga bali aron maporma ang mga agianan, o mga langob, nga ruta sa kadaghanan o tanan nga kanal sa ilawom sa ilawom sa yuta. Ang mga langob sa carbonate nga mga bato kasagaran mas dako, mas taas ug mas lawom kay sa mga langob sa ubang mga matang sa bato, sama sa sandstone (quartzite), conglomerate, lava o evaporite. Ang Deer Cave, Sarawak, ug Hang Son Doong Cave, Vietnam, maoy usa sa kinadak-ang langob sa kalibotan sumala sa gidugayon sa gidak-on sa agianan, samtang ang Mammoth Cave, USA, mao ang pinakataas nga langob, ug ang Vryovkina Cave, Georgia, mao ang pinakalawom (tanang sa Enero 2022).

Dugang pa sa mga langob nga matukib nga mga dimensyon, adunay gamay nga gisurbi, apan lagmit lapad, sa ilalom sa yuta nga pinuy-anan sulod sa karst sa mga agianan nga adunay diyametro nga ubos sa 0.3 m, busa dili maabot sa mga tawo. Kini ang puy-anan sa mesocavern. Bisan tuod kini nakadawat og gamay nga pagtuon sa pagkakaran, kini gituohan nga dakog kahulogan sa subterranean biota, ug sa pipila ka karst terrains mahimong dunggoanan sa kadaghanan sa populasyon sa daghang mga espisye nga gihulagway nga 'cave fauna'. Ibabaw sa talad sa tubig, ang mga puy-anan sa mesocavern nga puno sa hangin lagmit makasinati ug mas lig-on nga microclimate kay sa mas dako nga diyametro nga mga langob ug busa makahatag ug mas maayo nga mga kondisyon sa langub nga mananap. Kadaghanan sa kinatibuk-ang paghisgot sa anthropogenic nga mga epekto o ang pagpagaan sa mga epekto sa 'kweba' nga mga puy-anan o stygofauna mahimong gituohan nga makaapekto sa mga gagmay nga diametro nga mga agianan ug sa ilang mga mananap.

Ang ubang mga kweba kasagarang relict, nagdawat lamang ug percolation nga tubig gikan sa ibabaw, samtang ang uban aktibo, nga adunay tubig ug sediment inputs gikan sa ibabaw nga mga sapa, lakip na ang pipila ka periodic nga pagbaha. Ang pagkawala sa kahayag sa adlaw alang sa panguna nga produksiyon nagpasabut nga kadaghanan sa mga organikong materyal alang sa web sa pagkaon sa langob kinahanglan gikan sa kalikopan. Ang ubang mga ekosistema sa langob nagsalig sa geochemical nga mga tinubdan sa enerhiya, bisan pa, sama sa sulphide oxidation. Ang labing klaro nga mga bahin sa palibot sa langob mao ang pagkunhod sa kinatibuk-ang lebel sa kahayag ug usa ka hapit kanunay nga rehimen sa temperatura nga layo sa mga entrada. Ang kinabuhi sa bug-os nga kangitngit nanginahanglan sa ubang mga igbalati - labi na sa paghikap ug pagpanimaho- mahimong dominante. Busa, ang bug-os nga cave-adapted nga fauna nagpadako pag-ayo sa antennae o elongated appendages, ingon man sa mga espesyal nga organo aron makamatikod sa vibration. Ang mga mata mahimong mokunhod pag-ayo sa gidak-on o bisan wala. Kini nga mga bahin gitawag nga troglomorphy, ug ang terrestrial nga mga mananap sa niini nga matang gitawag nga troglobionts, samtang ang ilang mga katugbang sa tubig gitawag nga stygobionts.

Ang mga mananap sa ilalom sa yuta giklasipikar sumala sa posisyon ug gidugayon sa ilang pagpuyo sa mga langob ingong troglo- o stygobites (obligado nga mga nagpuyo sa langob), -philes (facultative cave dwellers), ug -xenes (mga bisita sa langob). Ang buta nga isda sa langob naghatag ug maayong ehemplo sa usa ka stygobiont nga gipahiangay sa langob. Bisan pa, adunay mga eksepsiyon niini ug adunay mga obligado nga mga mananap nga nagpuyo sa langob nga nagpakita og gamay o walay pagpahiangay sa kangitngit.

Ang fauna sa ilawom sa yuta, ug labi na ang stygofauna, makit-an sa mga dili karst nga palibot, apan ang mga langob ug mga sistema sa tubig sa yuta sa karst nagtanyag usa ka labi nga pagkalainlain sa mga puy-anan ug labi ka daghang mga haw-ang. Busa, ang fauna sa ilawom sa yuta sa karst sa kasagaran adunay mas taas nga biodiversity kaysa sa dili karst sa ilawom sa yuta. Ang mga komunidad sa ilawom sa yuta kanunay nga gihulagway sa usa ka taas nga gidaghanon sa talagsaon ug endemic nga mga espisye, tungod sa ilang taas nga lebel sa pagkahimulag. Dili makabiya sa ilang mga puy-anan sa ilawom sa yuta, ang mga troglobite kanunay nga gilimitahan sa usa ka karst nga lugar o sistema sa langob.

Ang mga dapit sa karst drainage dili daling ma-delimite. Ang mga drainage basin ug mga rota nga gisundan sa karst nga tubig dili klaro, tungod kay ang mga agianan sa drainage kasagaran ubos sa yuta ug ang groundwater basin kasagaran dili mosunod sa surface divides. Dugang pa, ang pagbahin sa tubig sa yuta sa karst labing maayo nga giisip nga mga sona, tungod kay ang ilang posisyon sa plano mahimong mabalhin tali sa taas ug ubos nga kahimtang sa tubig. Kadaghanan sa tubig nga moagi sa karst gipasulod sa pagkalunod sa mga sapa. Kung kini nga mga sapa naggikan sa dili matupngan nga mga bato nga nahimutang sa unahan sa utlanan sa karst area, kini gitawag nga allogenic nga mga sapa, sukwahi sa mga autogenic nga sapa (o tubig) nga hingpit nga nakuha gikan sa karst nga mga bato.

Ang mga ekosistema sa karst mahuyang tungod kay ang mga kahimtang sa kalikopan mahimong grabe, ug tungod kay ang taas nga lebel sa pagkadugtong sa mga ekosistema sa karst nagpasabut nga ang direkta nga mga epekto sa usa ka elemento sa ekosistema sa karst mahimo'g adunay grabe nga dili direkta nga sangputanan alang sa ubang mga elemento o sa tibuuk nga ekosistema sa karst. Kini nga mga kondisyon nagresulta sa daghang karst ecosystem nga adunay ubos nga kalig-on, nagpasabut nga sila adunay gamay nga kapasidad sa pagtubag sa mga kasamok pinaagi sa pagbatok sa kadaot o pag-ayo pagkahuman. Ang mga tubig sa yuta sa karst labi nga huyang sa kontaminasyon tungod sa ilang hydrogeological nga istruktura, nga ang mga kontaminante dali nga makasulod pinaagi sa nipis nga mga yuta ug sa epikarst, pinaagi sa mga doline o pagkalunod sa mga sapa. Ang termino nga 'epikarst' nagtumong sa ibabaw nga pipila ka metros sa bato nga bato diin ang kadaghanan sa

pagkatunaw mahitabo ug nga, busa, adunay mas daghang haw-ang kay sa mas lawom nga bato. Kung naa na sa ilawom sa yuta, mas paspas ang paglihok sa tubig sa mga agianan (kilometro kada adlaw) kaysa sa kadaghanan nga dili karst nga tubig sa yuta (metro matag tuig), aron ang mga kontaminante mahimong mokaylap sa daghang mga distansya ug makaapekto sa mga espisye ug ekosistema sa ilawom sa yuta. Ang mga pollutant mahimong ma-trap sa mga karst aquifers ug dayon ipagawas sa paglabay sa panahon sa mga tubod.

Ang mga yuta sa karst sagad mahuyang ug daling maapektuhan sa dili na mabalik nga pagbanlas, labing menos sa sukod sa panahon sa tawo. Ang pagtangtang o pagkadaot sa mga tanom (pananglitan, pinaagi sa pagpamutol sa kahoy, pagpasibsib sa kahayupan o pag-uma sa pananom) mahimong hinungdan sa grabeng pagbanlas sa yuta ug mosangpot sa 'bato nga desyerto', usa ka dakong problema sa kinaiyahan sa Dinaric Karst sa Europe ug sa South China Karst. Ang pagkadaot sa natural nga mga tanum ug ang pagbanlas sa yuta managsama, (ie, ang pagkadaot sa tanum mahimong hinungdan sa pagbanlas ug vice versa). Ang pagbanlas sa yuta ug pagkadaot sa mga tanom mahimong moresulta sa pagkawala sa puy-anan ug sa ingon usa ka pagkunhod sa karst ecosystem biodiversity. Ang pagbanlas sa yuta ug ang kalambigit nga pagkunhod sa mga tanum ug biolohikal nga kalihokan nagpamenos sa kaepektibo sa mga karst landscapes o naglihok ingon usa ka natural nga lababo alang sa atmospera nga CO₂. Ang pagkatunaw sa karst naglangkob sa 29.4% sa terrestrial CO₂ sink o 10.4% sa kinatibuk-ang anthropogenic CO₂ emissions.

Ang pag-amping sa natural nga mga proseso, labi na ang hydrological system, hinungdanon sa pagpanalipod ug pagdumala sa mga karst landscapes. Kini nagpasabot sa panginahanglan alang sa usa ka holistic nga pamaagi, uban sa mabinantayon nga pagdumala sa mga tanom ug mga yuta sa tibuok nga mga dapit sa tubig catchment, alang sa groundwater proteksyon ug biodiversity pagpreserba. Ang panginahanglan alang sa kinatibuk-ang pagdumala sa catchment mas hinungdanon alang sa mga karst landscape kaysa sa daghang uban pang mga lithologies. Ang pagdumala sa kalidad sa tubig sa mga allogenic nga sapa nga nagdagayday paingon sa karst ug ang pagpanalipod sa mga dolines nga naghatag ug point-recharge mao ang mga dagkong isyu sa pagdumala sa tanang karst nga lugar.

Adunay karon medyo pipila ka mga dapit diin ang oportunidad anaa sa pagpanalipod sa tinuod nga pristine karst talan-awon. Dugang sa pagpreserbar ug pagmentinar sa maong mga dapit, ang focus kinahanglang ibutang sa pagtul-id sa mga negatibong epekto sa nangagi ug karon nga pagdumala, lakip na ang pagpasig-uli sa natural nga mga tanom ug faunal nga puy-anan sa degraded nga karst landscapes. Kini nga mga matang sa pagpaayo makatabang sa pagpahiuli sa natural nga mga proseso sa karst.

Mga giya

(4) Ang pag-amping sa natural nga mga proseso, labi na ang hydrological system, hinungdanon sa pagpanalipod ug pagdumala sa mga karst landscapes.

(5) Ang nag-una taliwala sa mga proseso sa karst mao ang kaskad sa carbon dioxide (CO₂) gikan sa ubos nga konsentrasyon sa gawas nga atmospera pinaagi sa hilabihan nga pagpauswag sa mga konsentrasyon sa atmospera sa yuta ngadto sa pagkunhod sa konsentrasyon sa mga agianan sa langob. Ang taas nga konsentrasyon sa carbon dioxide sa yuta resulta sa paginhawa sa gamot sa tanom, kalihokan sa mikrobyo ug himsog nga invertebrate nga mananap sa yuta. Kini nga kaskad kinahanglan nga mamentinar alang sa epektibo nga operasyon sa mga proseso sa solusyon sa karst.

(6) Ang panginahanglan alang sa kinatibuk-ang pagdumala sa catchment mas hinungdanon alang sa mga karst nga talan-awon kay sa daghang uban pang mga lithologies.

(7) Adunay karon medyo gamay nga limpyo nga mga karst nga talan-awon ug ang mga nahabilin kinahanglan nga mapreserbar ug mapadayon ingon usa ka taas nga prayoridad. Sa bisan diin, ang pagtutok kinahanglan sa pagtul-id sa bisan unsang negatibo nga epekto gikan sa nangagi ug karon nga mga gawi sa pagdumala.

Mga timbangan sa pagdumala sa mga lugar nga karst

Adunay nagkadako nga pagkaamgo nga ang mga reseta sa pagdumala kinahanglan nga tagdon ang natural ug gipahamtang nga mga kalainan sa istruktura ug gimbuhaton sa mga sistema sa karst. Ang usa ka reseta sa pagdumala nga gipadapat sa usa ka komplikadong karst hydrological system (o complex integrated cave system) lagmit dili igo nga makapanalipod sa nagpadayon nga geomorphological ug ecological nga mga proseso sa lain-laing mga bahin sa sistema, ug busa ang pagplano sa pagdumala kinahanglang mag-isip sa mga sukod nga hinungdan sa karst system. Bisan sa uga nga mga lugar sa karst, mahimo nga adunay kusog nga gradient sa microclimate ug mga gigikanan sa enerhiya nga moabut sa usa ka sistema sa langob gikan sa entrada. Busa, kinahanglan nga tagdon sa mga reseta sa pagdumala ang mga natural nga kalainan sa ekolohiya sa mga langob.

Alang sa usa ka non-karstic catchment, diin ang mga agos sa tubig kasagaran sa ibabaw, ang konsepto sa continuum sa suba nangatarungan nga ang mga proseso sa biolohikal ug kemikal sa suba adunay kalabutan sa pisikal nga mga kinaiya niini, labi na ang temperatura sa tubig, rehimen sa agos ug transportasyon sa linugdang. Sa ingon, ang biolohikal nga mga komunidad matagna nga magbag-o sa usa ka direksyon sa ubos, sama sa suba mismo. Kini nagpasabot nga ang biolohikal nga mga komunidad mopahiangay sa partikular nga mga kondisyon sa usa ka mubo nga seksyon sa sapa, o 'sapa abot', diin adunay susama nga geomorphological ug ekolohikal nga mga kahimtang.

Alang sa ingon nga catchment, mahimo naton maisip ang spatial scales sa pagdumala ingon:

Tibuok catchment > sub-catchment (gihubit pinaagi sa stream order, lithology) > stream reach (parehas nga gradient, substrate, flow regime) sumala sa river continuum concept.

Apan, alang sa usa ka karst catchment ang atong conceptualization mahimong:

Nag-amot nga dili-karst catchment > karst catchment > karst sub-catchment > cave passage (lain-laing matang sa connectivity ug energy level) > spring.

Ang pag-abut sa pagkaon ug enerhiya gikan sa gawas nga mga tinubdan nahimong kritikal sa pagkaluwas sa buhi nga populasyon sa mga organismo nga naglangkob sa ekolohiya sa langob. Ang nag-unang tinubdan sa gawas mao ang mga organikong basura nga nahugasan sa langob pinaagi sa pag-agas sa tubig, bisan ingon nga percolation o ingon nga discrete nga mga sapa sa langob. Kini nga materyal mahimo'g pinong humus, dali nga magamit sa biota sa langob, o labi ka labi nga labi nga labi (mga sanga, dahon, ug sanga), nga kinahanglan una nga bungkagon sa bakterya ug fungi aron magamit. Ang langob sa ingon katumbas sa ibabaw nga bahin sa usa ka sapa sa ibabaw. Ang mga dapit sulod sa usa ka talagsa rang mabahaan nga langob mahimong, busa, gilauman nga mawad-an sa kinabuhi sa fauna, samtang ang mga dapit ubay sa mga nag-unang sapa nga adunay direkta nga eksternal nga koneksyon mahimong dato kaayo sa mga espisye ug adunay taas nga kinatibuk-ang gidaghanon sa mga organismo. Bisan pa nga kini nga mga espisye ug mga organismo mahimong mabanlas sa dagkong mga baha, ang mga populasyon mahimo'g mag-recolonize gikan sa mga lungag sa bato o meso-cavity. Ang laing mahinungdanong tinubdan sa eksternal nga materyal kay gikan sa air-fall nga mga proseso ubos sa dolines, shafts o fracture system nga bukas sa ibabaw. Importante kini ilabina alang sa mas taas nga lebel nga uga nga mga agianan nga layo sa mga tinubdan sa tubig o alang sa mga langob sa uga nga klima. Ang pagsulod sa gamot sa kahoy ngadto sa mga agianan sa langob naghatag ug usa ka importante kaayong tinubdan sa enerhiya sa kadaghanang tropikal ug pipila ka temperate nga mga langob. Ang mga kabog ug mga langgam mahimong usa ka importante nga tinubdan sa enerhiya sa gawas, sa porma sa guano ug mga patay, ug sa pipila ka mga ekosistema mao ang mayor o bugtong tinubdan sa enerhiya.

Ang kasubsob ug kadako sa mga input sa enerhiya ngadto sa ekosistema sa langob nahimong importante kaayo alang sa pagmintinar sa mga populasyon sa mga organismo. Sa bugnaw nga klima nga mga lugar nga adunay mga paglihok sa tubig nga limitado sa pagtunaw sa tingpamulak, ang biolohikal nga kalihokan gihinayhinay aron masundan ang daghang pag-agos sa tubig ug organikong butang, samtang sa ubang mga panahon mahimo'g labi nga wala'y tulog. Sa mga lugar nga adunay kusog nga pag-ulan sa panahon, ang mga organismo kinahanglan nga mopahiangay aron mabuhi ang pagkalaya hangtod sa unom ka bulan; basin mas taas pa kung taas ang kausaban sa klima. Ang mga langub nga fauna sa tropikal nga mga lugar dili

kaayo limitado ug mahimong aktibo sa tibuok tuig, bisan pa nga ang pagsanay mahimong gihan-ay sama sa pagpakunhod sa kompetisyon sa kahinguhaan. Importante nga ilhon nga ang kadagaya sa mga espisye nga nalangkit sa organikong butang wala kanunay nagpakita sa usa ka bahandi sa troglobitic fauna diin ang organikong butang anaa. Ang mga troglobite kasagaran mahitabo sa mga lugar nga kabus sa pagkaon ug dili kaayo kanunay makita sa tropikal nga mga langob diin ang organikong materyal mas kaylap nga nagkatag. Ang dagkong mga pagbag-o sa gidak-on ug kasubsob sa mga pagsulod sa tubig mahimong adunay seryoso nga mga sangputanan alang sa biology sa langob, ug kasagaran sa mga lugar sa kabanikanhan diin ang tubig sa karst gipasimang o sobra nga gigamit, o kung ang mga pagbag-o sa nawong sama sa clearance sa mga tanum makausab sa gidaghanon ug kalidad sa tubig sa percolation.

Ang agianan sa langob o agianan mahimong katumbas sa pag-abot sa sapa, ingon man ang sukaranan nga yunit sa pagdumala. Ang usa ka agianan nga adunay nag-agos nga sapa kinahanglan nga madumala nga lahi sa usa ka mas taas nga lebel nga agianan nga panagsa ra, kung adunay, adunay nag-agos nga tubig niini. Ang pagkadugtong niining lain-laing mga matang sa agianan nahimong importante kaayo alang sa pagsabot sa mga dagan sa masa ug kusog sa bisan unsang sistema sa langob. Ang mga agianan sa langob nga relict, gikan sa hypogene nga gigikanan o sa palaeokarst adunay ubos o zero nga koneksyon ug adunay gamay o walay kapasidad sa pagbawi human sa kasamok. Ang mga agianan nga nagbaha matag karon ug unya adunay pipila ka kapasidad sa pagbawi, depende sa kasubsob sa kasamok. Ang aktibo nga mga agianan sa sapa nga adunay usa ka mahinungdanon nga pag-agos sa mga linugdang, organikong carbon ug pipila ka mga partikulo mahimong makasagubang sa kasamok ug makasuporta sa mabag-o nga ekosistema.

Mahimong adunay mga lungag nga puno sa tubig sa giladmon sa karst nga adunay gigikanan nga hypogene (naporma pinaagi sa pagtaas sa tubig sa yuta). Sa Edwards Aquifer, Texas, adunay daghang mga lokasyon sa aquifer nga mahimong sobra sa 1,000 m sa ilawom sa lamesa sa tubig ug kanunay nga puno sa tubig. Uban sa labing daghan nga nahibal-an nga gidaghanon sa mga espisye nga gipahiangay sa aquifer, sila adunay talagsaon nga fauna nga wala makuha gikan sa mga sulud sa sulud. Delikado sila sa pagkuha sa atabay sa tubig, ug sa mga potensyal nga epekto sa dili maayo nga pagmentinar ug gibiyaaan nga mga atabay sa tubig. Kapin sa kan-uman ka ubang mga espisye sa tubig ang nahibal-an lamang gikan sa nagdagayday nga mga atabay sa artesian, lakip ang duha ka buta nga isda.

Ang usa ka indibidwal nga karst hydrological system (o sistema sa langob) mahimong adunay daghang mga sangkap o tipo sa agianan, gikan sa aktibo nga mga agianan sa sapa hangtod sa dili aktibo, mas taas nga lebel, ingon man ang dili maayo nga konektado nga mga agianan sa relict. Ang matag usa nagkinahanglan ug lain-laing mga reseta sa pagdumala, apan kinahanglan nga i-integrate sa usa ka catchment o sub-catchment nga lebel diin ang mga konsiderasyon sa mga agianan sa agos, mga tinubdan sa enerhiya, mga matang sa kasamok ug mga rehimen, ug mga estratehiya sa pagpagaan mahimong ipahayag. Sa pinakalapad nga ang-ang sa tibuok nga nag-amot nga catchment, ang karst ug non-karst nga mga sangkap kinahanglan nga susihon sa termino sa mga dagan sa materya ug enerhiya, ug lagmit nga kasamok ug/o mga tinubdan sa polusyon.

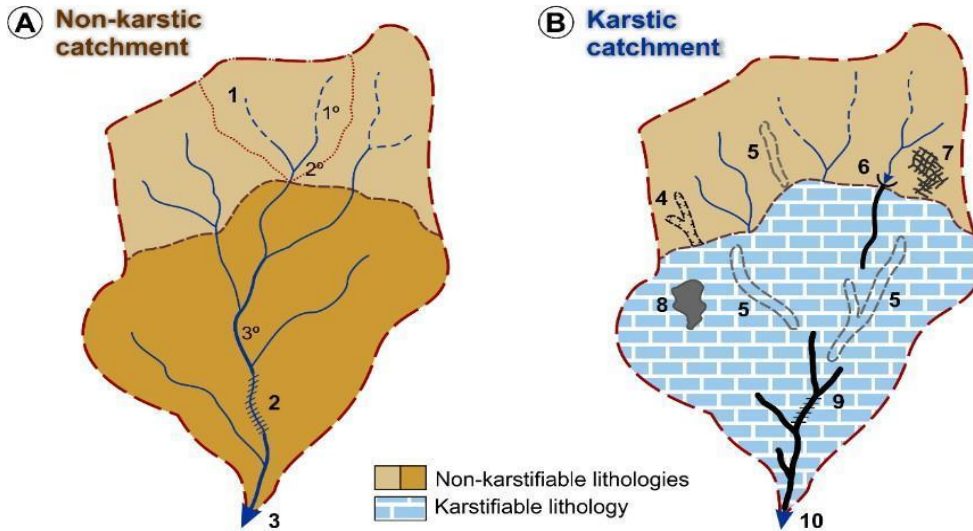
Skema sa koneksyon ug lebel sa enerhiya alang sa mga sangkap sa mga sistema sa karst

Ang bahin sa sistema sa karst	Pagkadugtong sa ibabaw	Ang lebel sa enerhiya ug flux
Aktibo nga stream sink	Mataas	Taas, regular nga pagbaha nga nagdala sa mga coarse woody debris, particulate ug dissolved organic carbon (DOC)
Ang uban nga tinubdan sa gikonsentrar nga pag-recharge, panguna nga sirado nga mga depresyon	Mataas	Taas, ang gidaghanon sa tubig kasagarang mas ubos kaysa sa nalunod nga mga sapa apan nagdala sa mga tinumpag nga tanum, particulate ug DOC
Aktibo nga agianan sa sapa	Mataas	Taas, regular nga pagbaha nga nagdala sa pipila ka particulate ug DOC

Tuboran	Mataas	Taas, regular nga mga output sa DOC ug komon nga mga partikulo
Dili aktibo nga agianan sa sapa (mas taas nga lebel)	Kasarangan	Husto, panagsa nga pagbaha nagdala sa natunaw nga organikong carbon
Relict nga langob (karaang agianan sa sapa)	Kasarangan	Ang percolation nga tubig nagdala sa DOC sa humid nga mga lugar; Ang carbon flux limitado sa uga nga mga lugar nga adunay limitado nga percolation. Mahimong hinungdanon ang Guano
Meso-cavities o mabaw nga puy-anan sa ilawom sa yuta	Kasarangan	Ang pagkadugtong sa mga agianan sa sapa, importanteng dangpanan
Hypogene nga langob	Ubos	Sulfur ug Iron based nga ekosistema, localized carbon flux
Palaeokarst	Ubos	Ubos kaayo, wala ang flux

Usa ka paagi sa pagkab-ot niini nga pagdumala sa scaling mao ang paggamit sa spatial nga mga modelo. Ang Karst Disturbance Index, unang gimugna ni van Beynen ug Townsend (2005), usa ka pamaagi sa pagtimbang-timbang sa mga epekto sa tawo sa mga karst landscapes. Gigamit niini ang lima ka mga kategorya sa mga indeks sa kalikopan - geomorphology, hydrology, atmospera, biota ug kultura - diin ang lebel o mga sakup sa kasamok mahimong ipasabut. Sa prinsipyo, ang mga indikasyon sa matag kategorya kinahanglan nga dili mahal aron makuha, dali nga mabag-o, ug mosanong sa mga pagbag-o sa kahimtang sa kalikopan. Ang mga tinubdan sa datos naglakip sa field survey, spatial data, topographic nga mga mapa, aerial photography, ug eksperto nga mga opinyon gikan sa lokal nga mga langob ug mga opisyal sa gobyerno. Ang pagmarka sa mga indikasyon mahimong semi-quantitative (ranggo nga datos, gi-categorize nga mga lugar o porsyento nga tabon) o qualitative (matang sa settlement o tipo sa pag-uswag sa langob). Ang usa ka timailhan mahimong ilabay kung dili angay sa lugar nga hingtungdan. Ang Total Disturbance Index gikalkulo pinaagi sa pagkuha sa sumada sa tanan nga nakuha nga mga iskor ug pagbahin sa kinatibuk-ang posible nga pinakataas nga iskor, aron makahimo og usa ka tipik. Ang bentaha sa usa ka index mao nga ang mga hingtungdan makasusi sa matag timailhan ug tan-awon kung giunsa kini nakuha, samtang ang kinatibuk-ang kahimtang sa karst nga palibot gikunhuran sa usa ka dali nga ikatandi nga kategorya alang sa mga tagdumala sa kalikopan ug mga naghimo sa palisiya.

Ang mga sistema sa hydrological sa karst labi nga bulnerable sa kontaminasyon tungod sa paspas nga koneksyon tali sa nawong ug aquifer. Ang intrinsic nga pagkahuyang gitino pinaagi sa mga kabtangan sa karst nga palibot nga nag-impluwensya sa lebel sa pagkahuyang. Kini may kalabutan sa 'plumbing' sa karst sa termino sa gibag-on sa yuta ug infiltration rates, ang fracture density sa epikarst zone, ang pag-apod-apod sa dolines ug ang mga variation sa hydraulic conductivity. Sa kombinasyon, kini ang nagtino sa potensyal nga kahuyang, samtang ang pagdugang sa paggamit sa yuta ug imprastruktura (mga dalan, suplay sa tubig, landfill o mga tinubdan sa polusyon sa punto) nagmugna sa piho nga kahuyang. Kini nga mga pamaagi sa pag-assess sa kahuyang kay spatially integrated sa groundwater vulnerability models (GVM), nga nagtumong sa pag-ihap sa aquifer vulnerability sa human-induced contamination. Usa sa mas maayong gidawat nga GVM, ang EPIK espesipikong gidesinyo para sa mga karst aquifers. Ang bisan kinsa nga tiggamit sa GVM kinahanglan nga adunay pagsalig sa kabalido sa mga parameter sa input nga gigamit, tungod kay ang uban lisud kaayo nga masukod.



Pagtandi sa spatial nga organisasyon sa mga non-karst ug karst catchment. Yawe: 1 – sub-catchment; 2 - pag-abot sa sapa; 3 – drainage basin outlet; 4 – walay atop nga langob; 5 – relict langob; 6 - aktibo nga lababo; 7 – hypogene langob; 8 – palaeokarst; 9 - agianan sa langob; 10 – karst spring. Diagram ni Maria-Laura Tirlă.

Mga giya

(8) Ang usa ka reseta sa pagdumala nga gipadapat sa usa ka komplikadong karst hydrological system (o complex integrated cave system) lagmit dili igo nga makapanalipod sa nagpadayon nga geomorphological ug ecological nga proseso sa lainlaing bahin sa sistema. Busa, ang pagplano sa pagdumala kinahanglan nga tagdon ang mga hinungdan sa gidak-on sa sistema sa karst.

(9) Ang biology sa kadaghanan sa mga langob nagsalig sa mga tinubdan sa pagkaon nga gidala gikan sa ibabaw nga palibot. Ang pag-abut sa pagkaon ug enerhiya gikan sa gawas nga mga gigikanan hinungdanon sa pagpadayon sa mabuhi nga mga populasyon sa mga organismo, ug ang kasubsob ug kadako sa mga input sa enerhiya sa ekosistema sa langob hinungdanon sa pagpadayon sa mga populasyon sa organismo.

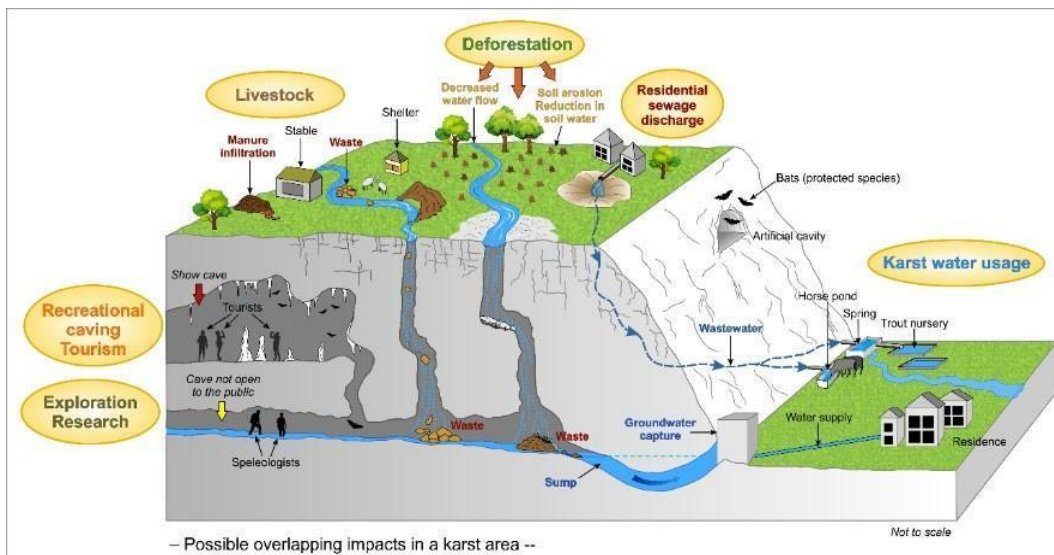
(10) Ang usa ka indibidwal nga sistema sa hydrological nga karst (o sistema sa langob) mahimong adunay daghang mga sangkap o tipo sa agianan, gikan sa aktibo nga mga agianan sa sapa hangtod sa dili aktibo, mas taas nga lebel, ingon man ang dili maayo nga konektado nga mga agianan sa relict. Ang matag usa magkinahanglan ug lahi nga reseta sa pagdumala.

(11) Sulod sa usa ka karst nga lugar, ang ubang mga seksyon mahimong sensitibo kaayo sa mga kontaminado sa tubig sa yuta, samtang ang ubang mga lugar mahimong dili kaayo sensitibo. Busa gikinahanglan ang komprehensibo nga pagplano sa paggamit sa yuta aron mapanalipdan ang mga kahinguhaan sa tubig sa yuta sa karst.



Usa ka aktibo kaayo nga bahin sa agianan sa langob nga nakasinati og regular nga pagbaha sa Škocjanske Jame, Slovenia. Ang suba nga Reka nga nag-agos sa langob mahimong motaas sa kapin sa 50m, nga moabot sa lebel sa agianan sa turista nga makita sa ibabaw nga wala suok Ang Skocjanske Jame usa ka Ramsar Site nga naa sa sulod sa Skocian Caves World Heritage Property ug the Karst UNESCO Biosphere Reserve. Litrato ni Csaba Egri.

Mga Kalihokan sa Tawo sa Karst: Mga Epekto ug Pagminus



Pipila sa mga epekto sa mga kalihokan sa tawo sa usa ka karst nga lugar. Diagram ni Maria-Laura Tîrlă ug Bogdan Bădescu.

Paglingaw-lingaw ug adventure caving

Pasiuna

Ang mga tawo mibisita sa mga langob sukad sa sinugdanan sa atong mga espisye, ingon nga ebidensya sa mga arte ug mga butang nga nahabilin. Ang mga entrada kay kaylap nga gigamit kay kini naghatag ug maayong kapuy-an apan adunay mga pagbisita usab ngadto sa ngitngit nga dapit sa unahan sa entrada, lagmit alang sa ritwal nga katuyoan o sa pagpangitag tubig, sama sa gihimo sa mga Maya sa Central America. Bisan tuod ang mga tawo nagpadayon sa pagpuyo sa mga entrada sa mga langob hangtod karon, kining sayong bahin gisundan sa usa diin ang mga langob nahimong mga sakop sa mga mito ug kasagarang gikahadlokang ingong pinuy-anan sa gihunahunang mga mananap ug daotang mga espiritu o naghatag ug mga ganghaan paingon sa Impiyerno. Sa Europe, kini nga panahon nga gidominar sa pagkawalay alamag ug patuotuo nagpadayon hangtod sa ika-16 nga siglo CE, nga usa ka panahon sa pagbiyahe, imbestigasyon ug pagsugod sa natural nga mga siyensya, labing menos alang sa mga adunay igong bahandi ug kahinguhaan alang niini nga mga pangagpas.

Ang makasaysayanong mga pagbisita sa langob alang sa mga katuyoan sa imbestigasyon kay kasagarang nadokumento sa Europe, apan nahitabo usab sa China, diin si Xu Xiake (1587–1641 CE) mao ang unang karst scientist ug speleologist sa rehiyon. Sa hinay-hinay, ang mga tawo nagsugod sa pagtan-aw sa kalibotan sa mga patay isip usa ka dapit nga tukion ug pahimuslan imbes nga usa ka dapit nga angay kahadlokang. Ang mga langob sa sinugdan gitun-an sa mga siyentista sama sa mga arkeologo, biologist, geologist ug geograpo nga nag-una nga nagtrabaho sa gawas sa mga langob. Sang ika-19 nga siglo CE, ang pila ka indibiduwal nagsugod sa panguna nga pagkonsentrar sa mga kweba kag gintawag nila ang ila kaugalingon subong mga speleologist. Sa parehas nga oras adunay pag-uswag sa 'eksplorasyon', uban ang mga pagbisita sa 'langyaw nga yuta', pagsaka sa bukid ug, dili kalikayan, ang mga pagpaubos sa langob. Sa ika-21 nga siglo CE, adunay nagpabilin nga pipila ka dali nga ma-access nga mga lugar sa yuta nga wala makadawat pagbisita sa mga tawo, ug pipila ka mga bukid nga wala pa masaka, apan matag tuig ang mga langub nagsuhid ug nagsurbi sa daghang napulo ka kilometro sa wala pa masulod nga mga langob. Sa luyo sa unang mga eksplorador miabut ang uban kansang mga pagduaw alang lamang sa paglingawlingaw ug kalingawan, nga mao ang kahimtang sa mga langob sama sa kadaghanan sa nawong sa yuta. Adunay usa ka panultihon, nga giingong gikan sa ika-15 nga siglo KP; "Sa dili madugay ang usa ka tawo makakita ug paagi sa paglingaw sa iyang kaugalingon kay ang lain mangitag paagi aron makakwarta gikan niini", ug usa ka industriya ang mitubo diin ang mga giya nagtanyag sa ilang mga serbisyo niadtong gustong moapil sa gawas (lakip na ang underground) nga mga panimpalad. Ang labing karaan nga nailhan nga pasundayag nga langob sa kalibutan gituohan nga mao ang Reed Flute Cave sa China, nga adunay mga inskripsiyon gikan sa 792 CE, sa panahon sa Tang Dynasty. Ang unang natala nga paglibot sa langob sa Uropa mao ang Postojna Cave, Slovenia niadtong 1213 CE. Ang Vilenica Cave, usab sa Slovenia, nangolekta og entrance fee gikan sa mga bisita sukad sa 1633 CE.

Uban niini nga kasaysayan sa hunahuna, sa ika-21 nga siglo CE, atong mailhan ang daghang halapad nga mga grupo sa mga indibiduwal nga mosulod sa mga langob:

- ang kinatibuk-ang publiko bisan sa pagbisita sa show caves o pagbisita alang sa relihiyosong katuyoan.
- mga speleologist nga nakigbahin sa eksplorasyon ug dokumentasyon sa mga langob.
- mga kalingawan nga langob (libre nga pag-access).
- adventure cavers (gipangulohan sa magtutudlo) nga mga biyahe.
- mga siyentista nga naghimo ug underground nga panukiduki o naggamit ug materyal gikan sa mga langob sa ilang panukiduki.
- Mga 'insidental' nga tiggamit sa mga langob diin ang langob dili ang nag-unang katuyoan sa ilang pagbisita, pananglitan kadtong moapil sa mga kalihokan sa pagdagan nga naglakip sa usa ka seksyon sa agianan sa langob.

Ipakita ang mga langob ug mga langob nga gigamit alang sa mga katuyoan sa relihiyon sa kasagaran adunay artipisyal nga suga ug mga agianan nga naghimo niini nga angay alang sa pagbisita sa bisan kinsa nga miyembro sa publiko nga adunay igo nga paglihok, uban ang pipila nga moadto sa unahan ug naghatag mga baldado nga agianan. Sa kasukwahi, kadtong naa sa adventure, recreational ug exploratory caving nga mga pagbisita kasagarang magsul-ob og helmet-mounted individual light source ug adunay lain-laing kantidad sa protective clothing ug equipment. Ang recreational caving naglakip sa mga pagbisita sa mga site nga na-explore na ug na-survey na, samtang ang mga explorer sa kweba nagtinguha nga maka-access sa wala pa nahibal-an nga mga agianan ug sa pagsusi ug pagdokumento sa ilang mga nadiskobrehan. Mahimo kini nga makab-ot sa lainlaing mga paagi, lakip ang pag-mount sa usa ka ekspedisyon sa usa ka lugar nga wala pa masusi kaniadto, pagtangtang sa mga bara sa katapusan sa nahibal-an nga mga agianan, internal nga pagsaka o pag-dive. Kini nga mga kategorya sa mga tiggamit sa langob mahimong mapuslanon sa pagsusi sa mga epekto ug mga panginahanglanon sa pagdumala. Kinahanglang ilhon nga ang usa ka tawo mahimong moapil sa labaw sa usa sa mga kalihokan. Pananglitan, ang usa ka langob mahimong mogugol ug bahin sa ilang panahon sa eksplorasyon apan malingaw usab sa mga pagduaw sa mga langob sa kalingawan, ingon man sa pag-apil sa (o pag-apil sa pagpanguna) sa mga adventure caving nga mga biyahe, ug lagmit malingaw sa mga pagbisita aron magpakita sa mga langob.

Gikan sa panglantaw sa pagdumala, ang bisan unsang karst nga lugar lagmit adunay daghang klase sa paggamit sa langob. Una ang ipakita nga mga langob ug mga langob nga adunay kahulogan sa relihiyon. Ikaduha mao ang adventure caving sites, kadaghanan niini nakadawat og pipila ka matang sa kausaban aron mapalambo ang kaluwasan sa mga bisita. Katapusan, ang kinabag-an sa mga site mao kadtong gitagana alang sa paglingaw-lingaw nga caving ug eksplorasyon. Ang pagpakita sa mga langob nga adunay relihiyosong kahulogan gikonsiderar sa ubang dapit, mao nga kini nga seksyon nagpunting sa adventure caving, recreational caving ug eksplorasyon. Alang sa daghang wala pa maugmad nga mga langob o 'wild nga mga langob', ang kalihokan sa caving mao ang labing dali nga hinungdan sa peligro nga konsiderahon sa pagtubag sa ilang konserbasyon, labi na kung ang kahimtang sa protektadong lugar naghatag alang sa simpatiya nga pagdumala sa catchment.

Eksplorasyon ug dokumentasyon sa langob

Sukwahi sa ubang mga landform, ang gidak-on sa dokumentado nga agianan sa langob motubo ug daghang kilometro kada tuig isip resulta sa mga paningkamot sa mga eksplorador sa langob. Kini nga mga paningkamot mahimong bahinon ngadto sa duha ka lapad nga grupo, 1) eksplorasyon pinaagi sa usa ka bukas nga entrada o usa ka bukas nga agianan sa usa ka nailhan nga langob, ug 2) eksplorasyon nga nagkinahanglan og kausaban sa mga entrada ug mga agianan sa langob. Sa kadaghanan sa mga nasud nga adunay taas nga kasaysayan sa mga kalihokan sa caving, adunay gamay ra, kung adunay, bukas nga mga entrada sa langob nga wala pa masusi ug dokumentado. Sa ubang dapit, ilabina sa tropiko ug sa taas nga mga latitud, ang mga ekspedisyon sa caving makahimo gihapon sa pagdokumento sa mga wala mailhi nga sistema sa langob. Sa tropikal nga mga lugar, ang mga langob lagmit nga gisulod sa lokal nga mga tawo, gawas kung ang agianan labi ka lisud, pananglitan sa lawom nga mga shaft o mga entrada sa ilawom sa titip nga kilid nga mga doline. Ang mga eksplorador niini nga mga langob adunay responsibilidad sa pagdokumento sa ilang mga nadiskobrehan, lakip na ang impormasyon sa mga bahin sa partikular nga interes sa siyensya, ug sa paghimog mga lakang aron maseguro nga ang langob, kon bag-o lang nadiskobrehan, matipigan (tan-awa ang [UIS Code of Ethics](#)). Sa partikular, gikinahanglan nga ang mga lokal nga katawhan hingpit nga moapil, aron makat-on sa mga lokasyon sa langob gikan kanila, ingon man sa bisan unsa nga sagrado o uban pang mga mithi nga anaa kanila, sa paghatag og impormasyon sa mga mithi sa langob alang sa mga eksplorador ug sa mas lapad nga komunidad, ug sa pagpahibalo kanila kon sa unsang paagi kining hiniusang mga mithi mahimong mapanalipdan.

Sulod sa nahibal-an nga mga langob, mahimo nga adunay mga agianan nga wala pa masudlan sa orihinal nga mga eksplorador, ang kasagaran nga hinungdan mao nga ang agianan dili dali maabot, kasagaran tungod kay kini taas sa nahibal-an nga agianan, o nga kini napuno sa sediment o tubig. Ang mga agianan sa taas nga lebel ma-access sa mga tigkatkat sa langob nga kasagaran kinahanglan nga magbutang og mga bolts o uban pang mga piho nga tabang aron masiguro ang luwas nga pagsaka. Kini dili kalikayan nga moresulta sa gamay nga pilas sa mga dingding sa agianan. Ang

eksplorasyon sa agianan nga puno sa tubig gihimo sa mga diver sa langob nga mahimong maka-access sa mga agianan nga puno sa hangin. Diin kini nga mga agianan kay lapad, mahimong adunay pagpit-os gikan sa dili mga mananalom alang sa pagpalambo sa mga alternatibong mga agianan nga wala maglakip sa diving, nga mahimong problema kung ang bag-ong mga agianan adunay taas nga aesthetic o siyentipikanhong bili.

Daghang 'bag-ong' mga agianan sa langob ang makit-an pinaagi sa pagbag-o sa agianan, nga sagad nailhan nga 'pagkalot'. Ang mga teknik nga gigamit mahimong maglakip sa pagtangtang sa linugdang, inhenyeriya aron mapalig-on ang mga ruta agi sa mga lugar nga nahugno, ang pag-ilis sa mga sapa, ang drainage sa static nga mga sump (mga agianan nga puno sa tubig) ug ang paggamit sa mga eksplosibo aron mapadako ang makitid nga mga agianan. Ang ingon nga mga buhat kinahanglan nga limitahan sa minimum nga pagbag-o nga gikinahanglan aron makakuha og access ug pagkahuman adunay usa ka hingpit nga pagkonsiderar sa mga potensyal nga epekto sa hamubo ug taas nga termino, ug kung ang importansya sa pagkadiskobre molapas sa mga epekto nga gipahinabo sa mga kausaban.



Pagsuhid sa lawom nga shaft sa Abisso Michelle Gortani, Canin plateau, Italy. Litrato ni Csaba Egri.

Sa mga protektadong lugar, importante alang sa mga manedyer nga mangayo ug pagtugot alang sa tanang mga kalihokan sa pagkalot ug, sa pipila ka mga nasod, ang mga piho nga mga giya naugmad. Usa ka dokumento nga gihimo sa Derbyshire Caving Association sa pakigtambayayong sa Natural England— ang magtatambag sa Gobyerno sa UK bahin sa konserbasyon sa kinaiyahan – espesipikong naghigot sa pagkalot sa mga Site sa Espesyal nga Scientific Interest (tan-awa ang [Internet Resources](#)). Sa pagkonsiderar sa mga aplikasyon, kinahanglan nga ilhon nga ang malampuson nga mga pagkalot makapauswag sa interes sa siyensya sa usa ka site pinaagi sa paghatag access sa bag-ong agianan ug mga bahin sa interes. Bisan pa, kadtong nag-aplay alang sa pagkalot kinahanglan magpakita sa usa ka pasalig sa pagminus sa mga epekto, pananglitan, pinaagi sa mabinantayon nga pag-trench sa usa ka agianan nga puno sa linugdang imbes nga hingpit nga pagtangtang sa linugdang. Kung malampuson ang pagkalot, kinahanglan adunay kinahanglanon nga hingpit nga pagdokumento ug paghulagway sa mga nadiskobrehan, lakip ang mapa ug mga litrato. Kini nga impormasyon kinahanglan ipadala ngadto sa protected area manager, kinsa makahukom kung gikinahanglan ang follow-up nga siyentipikong imbestigasyon. Sa panahon nga mosulod ang usa ka bag-ong langob o seksyon sa langob, kinahanglang tagdon kon unsaon kini pagkonserbar sa labing maayo. Kung ang nadiskobrehan adunay sensitibo nga mga lugar, kinahanglan nga tagdon sa mga eksplorador ang labing kaayo nga ruta sa mga lugar ug sigurohon nga kini klaro nga gimarkahan alang sa mga nagsunod. Kinahanglan adunay usa ka kinahanglanon nga tangtangan ang tanan nga sobra nga kagamitan sa pagkompleto sa usa ka pagkalot, labi na kung ang pagkalot dili molampos. Gawas sa hilit nga mga dapit, ang mga bag-ong nadiskobrehan nga mga langob ug mga agianan mahimong makadani og kusog nga interes sulod sa

komunidad sa mga langob ug ang bintana sa oportunidad sa pagpanalipod sa dapit sa dili pa kini maapektuhan mahimong mubo ra.



Ang eksplorasyon sa langob usahay nagkinahanglan og pagtangtang sa linugdang aron ma-access ang agianan sa unahan. Ang duha ka mga hulagway nagpakita sa mga shaft nga nalunod pinaagi sa sediment ug ang paggamit sa scaffolding bar ug mga tabla aron malikayan ang pagkahugno. Sa wala nga imaheng ang shaft gikubkob alang sa 4 m nga giladmon sa usa ka bukas nga rift padulong sa 50 m nga agianan nga adunay maayong mga speleothems. Sa tuo nga imaheng ang tubo saw ala sa numero gi-install aron mapauswang ang bentilasyon. Walay linugdang nga gikuha gikan sa langob apan gipahog sa hinuon ug gipatong sa available nga luna. Pagkahuman sa mga 5m, ang pagkalot nabuak sa bukas nga agianan nga adunay taas nga kantidad sa siyensya. Ang duha nga pagkalot anaa sa mga Site sa Espesyal nga Scientific Interes ug gihimo nga adunat pagtugo gikan sa mga awtoridad sa balaod. Ang pagkalot sa tuo anaa sa tumoy sa usa ka pasundayag nga langob ug gihimo uban ang pagdasig gikan sa tag-iya. Mga litrato ni Rob Eavis.

Ang kadaghanan sa mga nalambigit sa eksplorasyon sa langob nagpatik sa mga detalye sa ilang mga nadiskobrehan sa mga journal, newsletter o, nagkadaghan, online. Kini nga mga taho sagad adunay mga detalyado nga mapa ug mga deskripsyon nga naghatag hinungdanon nga gigikanan sa kasayuran bahin sa mga kapanguhaan sa langob. Sa daghang mga lugar sa karst, halos tanan nga nahibal-an bahin sa mga langob resulta sa mga paningkamot sa grupo sa mga langob. Samtang ang ubang mga protektadong lugar nagdepende sa komunidad sa mga langob alang sa impormasyon sa langob ug sa pipila ka mga kaso nakigtambayayong kanila sa mga aspeto sa pagdumala, posible ang dili kaayo reaktibo nga estilo sa pagdumala diin ang mga ahensya sa estado nagpalambo sa in-house nga speleological expertise. Mahimo kini pinaagi sa paggamit sa mga espesyalista nga siyentipikong kawani aron magtambag sa mga butang nga may kalabotan sa langob ug pinaagi sa pagpalambo sa kapasidad sa caving sa lebel sa operasyon pinaagi sa pagbansay sa mga kawani.



Ang taas nga agianan sa Xe Bang Fai Cave, Hin Nam No National Park, Laos. Ang langob bukas alang sa adventure tours sukad 2012. Litrato ni John Spies.

Paglingaw-lingaw nga langob

Ang recreational caving (usahay gitawag nga sport caving) mao ang esensya nga 'pag-caving alang lamang sa kalipay sa pag-caving' ug naglakip sa pagbisita sa nailhan nga mga langob. Ingon niana, susama kini sa ubang mga kalihokan sa gawas nga kalingawan sama sa paglakaw o pagsaka. Sa daghang nasod sa Amerika ug Uropa, ang paglingawlingaw nga mga langob (sukwahi sa eksplorasyon) nagsugod sa sayong bahin sa ika-20ng siglo CE ug gihimo sa mga klab o grupo gikan sa pipila ka tawo nga parehas ug hunahuna ngadto sa dagkong organisado nga mga lawas. Uban sa dugang nga pagkaanaa sa personal nga kagamitan, ug labi na pagkahuman sa pagsagop sa mga teknik sa static nga pisi, nahimong posible alang sa gamay nga gidaghanon sa mga indibidwal nga magbisita sa lawom ug komplikado nga mga langob nga dili kinahanglan nga magsalig sa usa ka club alang sa suporta. Bisan pa niana, sa ika-21 nga siglo CE, sa tibuok kalibotan ang kadaghanan sa mga lingawlingaw nga langob nagpabiling mga miyembro sa labing menos usa ka caving club. Ang pag-access sa mga langob usa ka mahinungdanong kinahanglanon alang sa paglingaw-lingaw nga caving ug sa daghang mga nasud ang mga caving club naghiusa aron maporma ang rehiyonal o nasyonal nga mga lawas nga adunay hinungdanon nga katuyoan sa pagmentinar ug pagtinguha nga mapauswag ang pag-access sa mga langob, nga ang kadaghanan nakakita sa konserbasyon sa langob nga parehas ang importansya. Ang nasyonal nga mga lawas kasagaran usab nga naghatag sa mga miyembro og insurance cover, ingon man alang sa mga tag-iya sa yuta nga adunay mga langob sa ilang kabtangan. Niadtong 1965, ang Union Internationale de Spéléologie (UIS) naporma isip internasyonal nga lawas alang sa caving ug speleology, ug kaniadtong Enero 2022, adunay 57 ka miyembro nga mga nasud. Sulod sa UIS, adunay Komisyon sa Proteksyon sa Karst ug Cave, diin ang mga miyembro nakatampo niini nga mga Giya.

Samtang ang kadaghanan sa mga lingawlingaw nga langob karon nag-apresyar sa katahum, kahuyang ug siyentipikanhong importansya sa ilawom sa yuta nga palibot, kini dili kanunay mao ang kahimtang ug daghang mga langob ang nakaagom ug grabeng kadaot sa tinuyo ug pinaagi sa pagkawalay alamag. Ang usa ka partikular nga problema sa ika-21 nga siglo CE mao ang pag-usbaw sa gitawag nga 'speed-caving', diin ang tumong mao ang pagkab-ot sa usa ka partikular nga punto sa usa ka langob ug mobalik sa ibabaw sa pinakamubo nga panahon, nga adunay gamay nga konsiderasyon. sa mga posibleng epekto sa langob. Ang tinuyo nga bandalismo kasagarang naglakip sa pagtangtang sa mga speleothem isip mga souvenir, pagguba sa mga han-ay sa sediment sa clastic atol sa mga away sa lapok o paghimo og mga eskultura ug mga slide, ug ang inskripsiyon sa graffiti. Diin ang usa ka langob giprotektahan, o nahimutang sa usa ka protektadong lugar, ang legal nga aksyon usahay mahimo kung ang mga sad-an mailhan (adunay malampuson nga mga prosekusyon sa USA), apan dili kini makabaylo sa pagkawala. Sa timescale sa tawo, ang speleothems ug clastic sediment sequence dili mapulihan. Ang wala

tuyoa nga kadaot resulta sa pagkapakyas sa pagsabot ug pagtahod sa palibot sa langob. Sa partikular, daghang mga langob nga nakaila dayon sa kabililhon sa speleothems ug sa panginahanglan sa pagpanalipod niini sa kasagaran napakyas sa pag-apresyar sa siyentipikanhong importansya sa clastic sediments, inay nagtratar niini isip 'lapok'.



Delikado nga straw speleothems sa Castle Grotto, Hollow Hill Cave, Waitomo, New Zealand. Gipanalipdan kini sa usa ka mabinantayon nga palisiya sa pag-access ug gamay nga epekto sa mga panudlo sa caving. Litrato ni John Gunn.

Gikan sa tunga-tunga sa 1990s, ang kabalaka sa mga epekto sa mga langob sa mga langob misangpot sa pag-uswag sa daghang mga nasud sa Codes of Ethics, Cave Conservation Codes ug Minimal Impact Caving Codes. Ang tumong niini nga mga code mao ang pagdasig sa mga langob sa paghunahuna mahitungod sa matag biyahe nga ilang gihimo sa termino sa pagkonserba, ingon man sa kaluwasan, nga nagpasiugda sa importante nga papel sa konserbasyon sa daghang nasyonal ug lokal nga mga caving body. Sa usa ka nasud nga adunay usa ka establisado nga code, ang mga caver kinahanglan nga pamilyar ug sundon ang code. Sa mga protektadong lugar, kinahanglan nga mandatory ang pagsunod sa code. Sa mga nasud nga wala'y establisado nga kodigo, nan ang mga tagdumala sa giprotektahan nga lugar kinahanglan nga maghimo usa ka code alang sa mga langob sa ilang lugar nga nagdibuho sa may kalabotan nga materyal gikan sa gipatik nga mga code. Ang mga pananglitan niini gihatag sa ubos.

MGA HALIMBAWA SA CAVING CODES

Ang International Union of Speleology (UIS) adunay 'Code of Ethics for Cave Exploration, and Science in Foreign Countries' [<https://uis-speleo.org/wp-content/uploads/2020/03/Code-of-Ethics-sa-UIS-English-Language.pdf>]. Ang titulo medyo nagpahisalaag tungod kay kini usa ka importante nga dokumento nga naglangkob sa 'Caving Expeditions to Foreign Countries' ingon man 'Adventure, Geo- and Eco- Tourism' ug 'General caving in your own country'. Adunay usab mga giya alang sa 'Development of Show Caves' ug para sa 'Scientific Sampling', nga pareho nga lahi nga mga hilisgutan sa dokumento sa UIS.

Ang Australian Speleological Federation naghimo og usa sa pinakaunang 'Minimal Impact Caving Codes' niadtong 1995 ug ang pinakabag-o nga bersyon (2010) anaa sa <https://www.caves.org.au/administration/codes-and-standards>. Kini nga kodigo gibahin ngadto sa duha ka seksyon: ang usa may kalabutan sa kinatibuk-ang pagbisita sa mga langob ug ang lain may kalabutan sa pagsuhid sa bag-ong nadiskobrehan nga langob o seksyon sa langob.

Ang British Caving Association (UK) naghimo og 'Minimal Impact Caving Guidelines' sa pakigtambayayong sa Natural England, ang tigtambag sa Gobyerno sa UK alang sa natural nga palibot sa England [<https://british-caving.org.uk/our-work/cave-conservation/>]. Ang mga giya nagtumong sa pagpamenos sa epekto, apan naglakip usab sa mga rekomendasyon alang sa pagkonserba ug pagpasig-uli nga trabaho sa mga langob ug sa ibabaw.

Ang New Zealand Department of Conservation adunay 'Caving care code' <https://www.doc.govt.nz/parks-and-recreation/things-to-do/caving/caving-guidelines/> nga nagpasiugda sa caving sa paagi nga makapamenos sa epekto sa palibot ug sa ubang mga tawo.

Ang National Speleological Society (USA) adunay usa ka set sa 'Minimum-Impact Caving Guidelines' nga kanunay nga gi-update, labing bag-o kaniadtong Pebrero, 2021, aron mahunahuna ang Covid pandemic [<https://caves.org/conservation/cavingcode.shtml>]. Ang mga tagsulat naghimo sa importante nga punto nga ang mga giya kinahanglan nga bag-ohon tungod kay mas daghan ang nahibal-an mahitungod sa mga palibot sa langob ug ang mga langob nag-evaluate ug nag-usab sa ilang paggawi sa caving.

Atol sa sayong bahin sa tunga-tunga sa ika-20 nga siglo, kasagaran alang sa impormasyon sa langob, lakip ang mga lokasyon sa entrada, nga limitado ngadto sa mga miyembro sa mga caving club, nga naghatag ug usa ka matang sa panalipod. Mao gihapon kini ang kahimtang sa pipila ka nasod, ilabina sa mga huyang nga mga langob o mga langob nga gisuhid. Sa USA, ang 1988 Federal Cave Resources Protection Act naglangkob sa mga langob sa pederal nga kayutaan, nga nag-ingon nga ang lokasyon sa mahinungdanong mga langob mahimong dili magamit sa publiko. Bisan pa, sa ubang lugar, ang pag-uswag sa interes sa kalingawan nga caving misangpot sa pagmantala sa mga guidebook nga naghatag ug sukaranan ug, sa pipila ka mga kaso, medyo detalyado nga impormasyon sa lokasyon. Nakita sa internet ang usa ka dako nga pagtaas sa pagkaanaa sa impormasyon sa langob, lakip ang eksaktong mga lokasyon sa pagsulod nga makapaarang sa bisan kinsa nga adunay GPS nga dali nga makit-an sila. Sa samang higayon, adunay dako nga pag-uswag sa paggamit sa social media ug uban niini ang pag-uswag sa gidaghanon sa mga indibidwal ug grupo nga kulang sa pagbansay o kasinatian, apan kinsa mihukom sa pagbisita sa mga langob ug sa pag-post sa mga video sa ilang mga pagbisita online. Usa ka dili kalikayan nga sangputanan mao ang pagdaghan sa mga aksidente ug kadaot sa mga langob nga tinuyo, sama sa graffiti ug ang pagtangtang sa mga 'souvenir', ug wala tuyoa lakip ang kapakyasan sa pagsubay sa mga ruta sa palibot sa mga clastic sediment o mga lugar nga adunay daghang speleothems, ingon man mga pagsulay sa irekord ang ruta paggawas sa langob gamit ang mga cairn o pagmarka sa mga bungbong sa langob. Kini nga matang sa kalihokan naghatag usa ka partikular nga hagit alang sa mga tagdumala sa giprotektahan nga lugar tungod kay ang mga indibidwal dili bahin sa komunidad sa caving ug busa wala nahibal-an ang mga code sa konserbasyon sa langob. Ang mga signage sa mga entrada sa langob o sulod sa mga langob mahimong makatabang, apan ang bugtong paagi sa paghatag og hingpit nga proteksyon mao ang pagsiguro sa entrada sa langob o pag-

access sa (mga) sensitibong dapit sulod sa langob (tan-awa ang [klasipikasyon sa Cave isip usa ka himan sa pagdumala](#)). Ang disenyo sa mga ganghaan sa langob nanginahanglan ug mabinantayon nga konsiderasyon aron masiguro nga kini luwas, ug dili kinahanglan nga makabalda sa mga katahum sa site, makabalda sa paglihok sa fauna, hangin o tubig, o makapugong sa pagkuha sa usa ka nasamdan nga tawo.

Ang pag-diving sa langub kasagaran usa ka himan sa pagsuhid ug, sa ingon, gihisgutan sa [eksplorasyon ug dokumentasyon sa Cave](#), apan sa pipila ka mga nasud, gihimo isip usa ka kalingawan sa iyang kaugalingong katungod. Sukwahi sa exploratory cave diving, nga kasagaran gihimo sa mga indibidwal nga adunay kasinatian sa caving, ang kalingawan nga diving sa kweba kasagarang gihimo sa mga open-water diver nga mahimong dili hingpit nga makasabut sa mga risiko nga gipahinabo sa langob ngadto kanila o sa mga risiko nga ilang gipahinabo sa palibot sa langob sa ilawom sa tubig.

Ang mga recreational caver nga nalambigit sa sport sulod sa sobra sa pipila ka tuig kasagarang nag-espesyalisar sa mga aspeto sa speleology, sama sa underground photography, cave mapping, cave rescue, cave science o cave exploration. Kini adunay mas lapad nga mga benepisyo, tungod kay ang pagkuha sa mga langob makatabang sa pagpalambo sa kahibalo sa komunidad sa mga mithi sa langob, pagsuporta sa mga paningkamot sa konserbasyon; Ang mga mapa sa kweba kay importanteng himan alang sa mga manedyer, siyentista ug mga personahe sa pagluwas; Ang pagpangandam sa pagluwas adunay mga benepisyo sa kaluwasan ug pagkonserba; ug ang kolaborasyon tali sa mga langob ug siyentista makadugang sa atong kahibalo niini nga mga sistema ug makapamenos sa risiko sa mga langob nga maapektuhan sa mga tigdukiduki. Ang mga grupo sa caving nahibal-an usab nga nagsugod sa mga proyekto sa 'karstcare' aron limpyohan ang mga basura sa langob o ibalik ang mga naguba nga bahin. Samtang nagkalainlain ang mga kinaiya sa mga langob, adunay daghang mga pananglitan sa maayo kaayo nga mga relasyon tali sa pagdumala ug lokal nga mga grupo sa caving. Ang pagtukod niini nga mga relasyon adunay klaro nga mga benepisyo, dili ang labing gamay nga kini nagdasig sa pagsunod sa mga kondisyon sa pag-access. Ang ubang mga protektadong lugar miduol niini sa usa ka structured nga paagi pinaagi sa pag-apil sa mga stakeholders sa mga komite sa pagdumala sa langob o mga working group. Naghimo kini og mga oportunidad alang sa dayalogo mahitungod sa mga kontrobersyal nga isyu lakip na ang yawe alang sa daghang mga langob, mga pagdili sa pag-access sa langob. Ang bisan unsang pagpahamtang sa bag-ong mga pagdili sa pag-access lagmit nga negatibo nga madawat, ug mahimong dili matuman kung ang katarungan dili masabtan sa komunidad sa caving.



Lake Chandelar, Lechuguilla Cave, Carlsbad Caverns National Park World Heritage Property, New Mexico, USA. Tungod kay ang langob adunat taas nga siyentipikong bili ug daling madaot sa mga eksplorador, ang pag-access limitado sa mga aprobado nga siyentipikong tigdukiduki, mga grupo sa survey ug eksplorasyon ug mga biyahe nga may kalabotan sa pagdumala sa National Parks Service. Usa ka plano sa pagdumala ang gimantala (tan-awa ang [Internet Resources](#)). Litratp ni Rainer Straub.

Adventure caving

Ang adventure caving (gitawag usab nga 'instructed caving' o 'wild caving') naglangkob sa usa ka halapad nga ubos kaayo nga yawe sa organisado kaayo nga komersyal nga underground nga mga kasinatian. Daghan sa mga nagtanyag og kasinatian sa adventure caving kay mga freelance (self-employed) nga mga instruktur nga naghimo og susama nga papel sa mga giya sa bukid ug trail, ug uban pang may kalabutan nga trabaho sa ibabaw. Ang mga membro sa publiko nga gusto og kasinatian sa caving ug, dili kaayo kasagaran, mga recreational caver nga gusto og giya sa usa ka komplikadong sistema sa langob, naggamit og mga instruktur nga naghatag sa tanang gikinahanglan nga ekipo alang sa pinili nga langob. Ang mga instruktur sa caving gigamit usab sa mga sentro sa edukasyon sa gawas nga kadaghanan nagsilbi sa mga grupo sa eskuylahan, bisan kung adunay mga sentro ug grupo usab nga naghatag mga kompanya sa 'teamLake Chandelar, Lechuguilla Cave, Carlsbad Caverns National Park World Heritage Property, New Mexico, USA. Tungod kay ang langob adunay taas nga siyentipikanhong bili ug daling madaot sa mga eksplorador, ang pag-access limitado sa mga aprobado nga siyentipikong tigdukiduki, mga grupo sa survey ug eksplorasyon, ug mga biyahe nga may kalabotan sa pagdumala sa National Parks Service. Usa ka plano sa pagdumala ang gimantala (tan-awa ang Internet Resources). Litrato ni Rainer Straub-building' ug 'management' nga mga kasinatian ngadto sa mga hamtong. Dugang pa, ang pipila ka mga pasundayag nga mga langob nagtanyag ug adventure caving isip usa ka dugtong sa (mga) tour nga magamit sa publiko. Samtang ang kadaghanan sa mga instruktur sa kweba nakadawat bayad alang sa ilang mga serbisyo, adunay pipila nga naghatag usa ka kasinatian sa adventure caving sa usa ka boluntaryo nga kapasidad, labi na alang sa mga organisasyon sama sa Scout Movement.

Sa mga naugmad nga mga nasud, ang taas nga lebel sa pagbansay sa kaluwasan alang sa mga magtutudlo kasagaran usa ka lehislatibo o kinahanglanon sa paniguro. Sa Australia ug New Zealand, ang mga instruktur gikinahanglan nga mohimo og piho nga pagbansay, kasagaran pinaagi sa usa ka tuig nga full-time nga kurso nga naglangkob sa tanang aspeto sa adventure guided, lakip ang first aid, rescue ug interpretasyon. Samtang ang kaluwasan sa mga gigiyahan mao ang pinakaimportante, importante nga hatagan ug patas nga gibug-aton ang kaluwasan sa langob, nga nagpasiugda sa kamahinungdanon sa pagkonserbar sa geoheritage ug ekosistema. Ikasubo, ang pipila ka mga langob nagdala gihapon sa mga marka sa nangaging dili maayo nga praktis, sa diha nga kini kasagaran alang sa mga instruktur sa pagdasig sa ilang grupo sa pag-apil sa lapok-away, aron sa 'pagpauswag' sa underground nga kasinatian. Miresulta kini sa kadaot sa importanteng mga clastic sediment ug lapok nga nagsunod sa speleothems ug mga bungbong sa langob.

Kung adunay usa ka nasudnon nga caving body, kini nga organisasyon lagmit nga labing maayo nga ibutang aron maghatag sertipikasyon sa magtutudlo ug aron masiguro nga ang kaluwasan ug konserbasyon mahatagan parehas nga atensyon. Ang British Caving Association (BCA) nagtanyag og duha ka nasudnong giila nga sertipikasyon para sa caving instructor ug mga giya nga nanguna sa mga tawo sa ilawom sa yuta – ang Local Cave and Mine Leader Assessment Scheme (LCMLA) ug ang Cave Instructor Certificate (CIC). Ang LCMLA Scheme "naghatag ug pasidungog nga nag-ila sa katakus niadtong gustong moako sa responsibilidad sa uban sa ilalom sa yuta, alang sa kaayohan sa mga amo o uban pa nga anaa sa awtoridad. Ang mga nag-unang konsiderasyon mao ang pagkaluwas sa grupo ug ang pagkonserba sa mahuyang nga palibot". Adunay usab mga lokal nga grupo sa mga magtutudlo sa United Kingdom, sama sa Peak Instructed Caving Affiliation (PICA), nga naglangkob sa English Peak District caving area ug kauban sa Derbyshire Caving Association, usa sa BCA regional councils. Kabahin sa remit sa PICA mao ang "Aron ipakaylap ang kasayuran sa kaluwasan ug konserbasyon bahin sa mga langob ug mga minahan nga magamit alang sa LCMLA ug CIC nga mga biyahe nga gipangulohan sa atong rehiyon".



Ang Brejões Cave, sa semi-uga nga Brazil, kanunay nga gigamit alang sa adventure turismo. Kini adunay dagkong mga agianan ug dagkong speleothems. Litrato ni Philippe Crochet.

Ang paghisgot sa mga site nga magamit alang sa mga biyahe nga gipangulohan sa magtutudlo hinungdanon kaayo tungod kay kini hingpit nga giila nga adunay mga site nga mahimo'g dili angay alang sa adventure caving tungod kay adunay dili madawat nga peligro sa kaluwasan alang sa mga dili eksperyensiyado nga mga langob o tungod kay adunay peligro. sa kadaot sa underground nga palibot. Usa ka komplementaryong pamaagi sa mas lapad nga mga langob mao ang paghimo sa usa ka vulnerability assessment ug ang paggamit niini aron mabahin ang mga langob ngadto sa mga sona. Kadtong mga agianan nga gikonsiderar nga lig-on, nga adunay pipila ka makapaikag nga mga bahin nga daling madaot, mahimong ma-zone para sa klase sa adventure caving nga naglambigit sa mga indibidwal nga adunay gamay o wala kaniadto nga kasinatian sa ilawom sa yuta. Ang mga agianan nga adunay medium nga kantidad lagmit nga angay lamang alang sa adventure caving kung ang mga partisipante adunay pipila ka kasinatian o kung ang ratio sa (mga) instruktur sa mga partisipante mao nga ang peligro sa kadaot mahimong maminusan. Adunay pipila ka mga langob, ug pipila ka mga langob nga mga dapit, diin ang risgo sa kadaot sa geoheritage o ekosistema mao ang taas kaayo nga sila dili angay alang sa adventure caving. Sa paghimo sa vulnerability assessments, importante nga tagdon ang kapasidad sa pagdala sa usa ka kweba, tungod kay ang pagbisita sa tawo dili kalikayan nga adunay mga cumulative nga epekto sa pisikal ug biolohikal nga mga bili sa usa ka langob o seksyon sa langob.

Samtang ang gagmay nga mga kalihokan nag-asoy sa kadaghanan sa adventure caving sa tibuok kalibutan, adunay nagkadako nga gidaghanon sa mga komersyal nga negosyo nga nagtanyag unsa ang matawag nga 'high-end' adventure caving nga mga kasinatian, pananglitan, kadtong nagtanyag sa 'blackwater rafting' ug susama nga mga kasinatian sa Mga dapit nga gitawag Waitomo sa New Zealand. Usa sa pinakataas, ug pinakamahal, guided cave tours mao ang upat ka adlaw nga kasinatian nga gitanyag sa Oxalis Adventure Company sa Hang Son Doong, Vietnam, nga adunay usa sa kinadak-ang agianan sa langob sa kalibutan pinaagi sa gidaghanon ug anaa sa sulod sa Phong Nha-Ke. Bang National Park ug World Heritage Property. Kini nga mga komersyal nga negosyo adunay labaw nga komon sa mga show caves kay sa ubang mga porma sa adventure caving, nga nagkinahanglan sila og dakong pagpamuhunan sa imprastruktura, ang gidaghanon sa mga bisita taas ug adunay kasagaran nga mahinungdanon nga pagbag-o sa mga imprastruktura sa langob aron sa pagpalambo sa kaluwasan o sa pagdugang sa kasinatian sa bisita. Ang mga pananglitan naglakip sa pag-instalar sa fixed climbing aid ug sa mga zipline sulod sa langob.



Ang adventure caving karon naglakip sa mga pagbisita sa mga ice cave nga adunay kaugalingon nga espesyal nga hugpong sa mga hagit. Eiskogelhöhle , Awstriya . Litrato ni Csaba Egri.

Klasipikasyon sa langob isip himan sa pagdumala

Aron madumala ang mga langob gikinahanglan nga 1) adunay imbentaryo sa mga langob ug ang mga sulod niini ug 2) adunay sistema sa klasipikasyon aron mailhan ang pagkahaom sa lain-laing gamit. Alang sa mga langob diin adunay limitado nga mga bahin o limitado nga pinahigda o bertikal nga gilapdon, ang tibuuk nga langob mao ang lohikal nga yunit sa pagdumala alang sa daghang mga katuyoan. Bisan pa, alang sa mas taas nga mga langob, ug labi na kadtong adunay marka sa internal nga pagkalainlain sa ilang mga kantidad ug pagkasensitibo sa mga epekto sa bisita, ang usa ka pamaagi sa pag-zoning lagmit nga mas angay. Ang usa ka aktibo nga agianan sa sapa nga gipailalom sa kanunay nga pagbaha, pananglitan, lagmit nga mas lig-on sa mga epekto sa bisita kaysa usa ka uga nga taas nga lebel nga agianan. Kung gikonsiderar ang tibuuk nga lebel sa langob, ang site kinahanglan nga konsiderahon nga may kalabotan sa diha-diha nga lugar nga naglibot niini, sa nahabilin nga lugar sa karst diin kini nahimutang, ug sa nasyonal ug global nga konteksto niini. Sulod sa langob, ang mosunod nga pamaagi girekomendar alang sa mga langob ug mga protektadong lugar diin walay sistema nga anaa karon:

- 1.) Paghimo og imbentaryo sa (mga) langob ug markahi ang mga bahin sa partikular nga interes sa usa ka survey.
- 2.) Susiha ang pagkahuyang sa matag matang sa feature, i.e., ang morpolohiya sa agianan sa langob sa kasagaran lig-on, samtang ang speleothems ug clastic sediments mas lagmit nga daling madaot.
- 3.) Ilha ang potensyal nga gamit sa langob, sama sa Recreational Caving, Guided Adventure Caving, Exploration ug Research.

4.) Base sa mga punto 1 hangtod 3, ilha ang mga sona sulod sa langob nga haom sa partikular nga gamit. Usa ka yano nga laraw nga mahimong gamiton aron mohaum sa lokal nga mga hinungdan mao ang pag-grado sa mga agianan o mga lugar nga langob ingon:

- **A - Ubos nga pagkasensitibo.** Mga dapit sa langob nga gikonsiderar nga lig-on ug makasugakod sa tanan gawas sa tinuyo nga pagguba. Kini angayan sa tanang gamit.
- **B - kasarangan nga pagkasensitibo.** Mga lugar diin adunay makapaikag nga mga bahin nga dali nga madaot gawas kung gigamit ang sukaranan nga pag-amping ug pag-atiman. Kini nga mga lugar angayan alang sa mga kalingawan nga mga langob nga nahibal-an, ug nagsunod sa, gamay nga epekto sa code sa caving. Dili sila angay alang sa pasiuna nga adventure caving apan maka-accommodate sa gagmay nga mga grupo sa mga adventure caver nga adunay angay nga kwalipikado nga lider. Ang eksplorasyon uban ang tumong sa pagpangita og bag-ong agianan ug siyentipikong panukiduki mahimong tugutan, ubos sa usa ka proposal sa proyekto ug pagtimbang-timbang sa epekto.
- **C - Taas nga pagkasensitibo.** Mga lugar nga adunay taas nga kantidad, dali nga madaot nga mga bahin. Ang paggamit niini nga mga lugar kinahanglan nga maminusan ug kinahanglan adunay mga kontrol aron maminusan ang mga epekto. Ang mga recreational caver mahimong gikinahanglan nga maghatag ug maayong rason sa paghangyo og access (ie, photography) ug mahimong gikinahanglan nga mobisita sa usa ka lider nga adunay espesipikong kahibalo sa langob o sa mga makapaikag nga bahin niini. Ang eksplorasyon uban ang tumong sa pagpangita og bag-ong mga tudling ug alang sa siyentipikong panukiduki kinahanglan lamang nga tugotan human sa usa ka matang sa 'cost-benefit' nga pagtuki nga nagsusi sa risgo sa kadaot batok sa kalagmitan sa usa ka malampuson nga resulta ug sa bili sa mga nadiskobrehan.
- **X – Sensitibo kaayo.** Usa ka seksyon sa langob nga adunay taas nga kantidad diin adunay taas nga peligro sa kadaot. Kini nga mga seksyon kinahanglan nga dili limitado gawas sa talagsaon nga mga kahimtang, i.e., panukiduki nga nagtumong sa pagsabut sa usa ka partikular nga bahin sa sensitibo nga lugar.

Pagluwas sa langob

Sama sa tanang matang sa paglingaw-lingaw sa gawas, adunay risgo nga mahitabo ang insidente sa langob nga nagbutang sa usa ka indibidwal o indibidwal sa posisyon diin kinahanglan silang luwason. Adunay upat ka nag-unang tumong nga mga kapeligrohan sa mga langob: hypothermia, pagkahugno sa materyal, tubig baha ug mga delikado nga gas. Ang tanan nga ubang mga kapeligrohan kay suhetibo ug konektado sa mga bisita. Ang mga pananglitan naglakip sa mga medikal nga emerhensiya, sama sa atake sa kasingkasing, nga mahimong mahitabo sa ubang dapit apan mahitabo samtang ang indibidwal anaa sa ilalom sa yuta, usa ka indibidwal o grupo nga misulod sa usa ka langob ug dili makakita sa ilang dalan balik sa entrada o natanggong sa tubig baha, ug mga aksidente. nga moresulta sa pagka-inutil sa usa ka tawo. Sa kadaghanan sa mga nasud diin adunay taas nga kasaysayan sa caving, adunay nasyonal o lokal nga mga organisasyon sa pagluwas sa langob nga direkta nga nagpahigayon sa pagluwas sa ilawom sa yuta o nagtabang sa mga serbisyo sa emerhensiya sa estado sa paghimo sa pagluwas. Ang pag-rescue sa langob sa kasagaran lisud, ilabi na kung kini naglakip sa pagdala sa usa ka nasamdan nga tawo, ug adunay potensyal nga makaapekto sa langob. Ang una nga prayoridad sa bisan unsang pagluwas mao ang kaluwasan ug kaayohan sa mga tigluwas ug kadtong giluwat apan, kutob sa mahimo, ang pagluwas kinahanglan nga gamay nga epekto sa palibot sa langob. Kung ang rescue team kadaghanan o hingpit nga gilangkoban sa mga eksperyensiyadong mga langob, gusto nila nga mamenosan ang ilang mga epekto sa langob ug adunay labing menos usa ka 'Minimal Impact Cave Rescue Code', nga gihimo niadtong 2006 sa Australian Cave Rescue Commission nga adunay usa ka dakong rebisyon sa 2019 (tan-awa ang [Internet Resources](#)).

Biological nga mga epekto sa pagbisita sa langob

Ang mga langob maoy puy-anan sa nagkalainlaing mananap. Ang mga kabog mao ang labing nailhan ug labing kaylap nga presente sa tibuok kalibutan. Ang ubang mga bantog nga vertebrates mao ang mga isda sa langob ug mga salamander, samtang ang mga espesyal nga invertebrate nga gipahiangay sa langob mao ang labing komon. Daghan niini nga mga mananap adunay higpit nga pag-apod-apod. Ang kalihokan sa caving mahimong direktang makaapekto sa mga mananap sa langob, sama sa kaso sa gagmay nga mga invertebrate nga nasamdan o nawala sa mga tawo nga naglihok sa usa ka langob, o dili direkta, sama sa kaso sa pagpaila sa mga pathogen, sustansya o pinaagi sa mga pagbag-o sa pinuy-anan. Ang mga sangputanan alang sa biodiversity sa kini nga mga epekto dili mahimo nga hingpit nga mapasalamatan kung wala'y igong panukiduki. Ang mga potensyal nga estratehiya sa konserbasyon naglakip sa mga plano sa pagkonserba sa mga espisye; mga produkto sa impormasyon aron mapataas ang kahibalo sa gamay nga epekto sa mga pamaagi sa caving alang sa pagpanalipod sa mananap; pagpasig-uli sa pinuy-anan; ug mga pagdili sa pag-access sa mga kritikal nga puy-anan pinaagi sa zoning. Ang ubang mga langob kay medium o low-energy environment, nga gamay ra ang input sa enerhiya sa timescale sa tawo. Ang pagsulod sa usa ka langob niini nga mga langob makausab sa balanse sa enerhiya pinaagi sa pag-apektar sa kainit, kahayag, ug mga sustansya niini. Ang usa ka hinungdan nga nahimong dayag sukad sa 1990s mao ang potensyal nga pagpaila sa microflora ug microfauna sa mga langob. Ang mga epekto sa mga bisita sa mga langob sa kasagaran natipon ug posible nga synergistic.

Sukwahi sa mga kasamok sa ibabaw nga mga dapit, ang mga pagsubay o mga epekto sa mga kalihokan sa tawo sa medium o ubos nga enerhiya sa ilawom sa yuta mahimong magpadayon sulod sa gatasan o bisan liboan ka tuig. Pananglitan, ang gituohan nga usa ka Cro-Magnon footprint, hangtod sa 48,000 ka tuig ang edad, nadiskobrehan sa ibabaw sa usa ka deposito sa linugdang sa Chauvet Cave, France. Ang partikular nga gikabalak-an mao ang White-nose Syndrome (WNS), usa ka makatakod kaayong fungal nga sakit nga nakapatay sa minilyon nga mga kabog nga nagpuyo sa langob sa North America ug sa ubang dapit sukad sa unang pagtungha niini niadtong 2006. Gipahinabo kini sa fungus nga *Pseudogymnoascus destructans*, nga nahimong giila sa mga kabog sa Europe ug China nga wala hinungdan sa pagkunhod sa populasyon. Gipalabi ang taas nga humidity, kini motubo ug makadaot sa epekto nag-hibernate nga mga kabog nga nagpuyo sa mga langob samtang sila anaa sa kakapoy. Ang makita nga mga sintomas naglakip sa fuzzy white patches sa ilong sa kabog ug puti nga patch sa lawas ug mga pako. Kasagaran kini makamatay. Ang fungus unang nakit-an sa North American show cave, nga nagsugyot nga kini gipaila sa sapatos sa usa ka turista gikan sa laing nasud. Mahimong ipakaylap sa mga tawo ang fungus gikan sa usa ka hibernation nga langob ngadto sa lain pinaagi sa aksidenteng pagdala sa fungus sa mga sapatos, sinina o gamit sa caving. Ang mga turista nga mobisita sa mga show caves mahimo usab nga mokaylap sa sakit nga kaylap. Ang mga pamaagi sama sa footwear decontamination stations natukod na karon sa show caves sama sa Mammoth Cave sa Kentucky, ug kaylap nga gisagop sa mga recreational caver sa tibuok Estados Unidos ug uban pang mga nasud. Ang mga pamaagi sa pag-decontaminate sa caving gear ug ekipo gisugyot sa WNS Decontamination Team (tan-awa ang [Mga Internet Resources](#)). Samtang kini nga mga pamaagi usa ka tubag sa usa ka piho nga problema, kini girekomenda alang sa tanan nga mga kweba, labi na kadtong nagbisita sa mga Protektado nga Dapit. Bisan pa, ang panguna nga pagpasa sa WNS gikan sa kabog hangtod sa kabog. Daghang mga kabog ang sosyal nga mga mammal ug milalin gikan sa mga lugar nga pagpakaon sa ting-init ngadto sa mga nursery nga langob, dayon ngadto sa mga dapit sa tingtugnaw nga hibernation. Ang fungus makita sa mga kabog ingon man sa mga sediment sulod sa palibot sa langob.

Dugang pa sa potensyal sa mga langob nga dili tinuyo nga makaapekto sa microbiology sa langob, sa pipila ka bahin sa kalibutan ang pagsulod sa mga langob adunay potensyal nga peligro sa kahimsog sa tawo. Ang labing kaylap ug ilado nga risiko gikan sa histoplasmosis, usa ka impeksyon nga gipahinabo sa pagginhawa sa mga spore sa fungus nga sagad makita sa mga hugaw sa langgam ug kabog. Ang mga kabog mahimo usab nga mga tigdala sa ubang mga sakit ug kinahanglan lamang nga dumalahon sa mga eksperyensiyado nga mga indibidwal nga nagpahigayon sa giaprubahan nga panukiduki. Ang mga risiko sa panglawas kinahanglang mahimong bahin sa bisan unsang pagsusi sa risiko alang sa usa ka langob.

Mga pamaagi sa pag-decontaminate sa caving gear ug ekipo

Para sa mga butang nga malunod sa tubig:

- Hinloi pag-ayo ang mga gamit sa caving pinaagi sa pagtangtang sa tanang hugaw ug hugaw.

- Ituslob sa init nga tubig, pagmentinar sa temperatura nga labaw sa 55 °C sulod sa labing menos 20 minutos.

Para sa mga butang nga dili malunod sa tubig:

- Disinfect gamit ang 6% hydrogen peroxide spray o isopropanol disinfectant wipes.
- Ang mga botas kinahanglang limpyohan aron makuha ang tanang lapok ug hugaw, dayon i-sterilize sama sa ibabaw.

Ang bisan unsa nga gamit nga gidala sa posibleng nataptan nga mga langob, ug dili matambalan gamit ang angay nga mga pamaagi sa pag-decontamination, DILI dad-on sa ubang mga langob o langob sa ubang mga nasud. Ang ubang mga protektadong lugar dili motugot sa mga ekipo nga anaa sa posibleng nataptan nga mga langob, bisan kon dekontaminado.

Incidental tiggamit sa mga langob

Atol sa ika-21 nga siglo CE, ang nagkadako nga panginahanglan alang sa 'mga eksperyensiya sa adventure' mitultol sa pipila ka mga langob nga gigamit isip bahin sa mga kalihokan sa pagdagan, ug adunay mga higayon diin ang mga de-motor nga mga sakyanan gigamit sa mga langob. Ang pagpadagan sa mga panghitabo nga mahitabo sa mga show caves ug naggamit sa kasamtangan nga imprastruktura dili tingali adunay dako nga dugang nga epekto labaw pa sa nasinati na. Ang sama nga magamit sa pagdagan sa mga agianan nga moagi sa mga relict nga langob nga nagporma natural nga mga arko. Bisan pa, ang paggamit sa ihalas nga mga langob alang sa kini nga klase sa kalihokan, o alang sa uban pang kompetisyon o mga dula sa dula, dili kinahanglan tugutan tungod kay imposible nga malikayan ang kadaot sa geoheritage ug ekosistema. Ang susamang mga konsiderasyon magamit sa paggamit sa mga de-koryenteng sakyanan sa ilalom sa yuta kay bisan tuod adunay taas nga kasaysayan sa paggamit niini sa pipila ka show caves, kini hingpit nga dili angay nga tugotan ang bisan unsang matang sa de-motor nga sakyanan ngadto sa ihalas nga mga langob tungod sa kadaot nga dili malikayan nga moresulta.

Mga giya

(12) Ang usa ka imbentaryo sa mga langob mao ang tilinguhaon isip basehan sa pagdumala. Ang mga bahin sa partikular nga interes sa matag langob kinahanglan nga mailhan sa usa ka mapa.

(13) Ang usa ka pagtimbang-timbang sa kapeligrohan mao ang tilinguhaon ug kinahanglan nga maglakip sa mga grupo sa mga langob, indibidwal nga mga langob, o mga seksyon sulod sa usa ka langob nga angay sa dapit. Ang assessment kinahanglang maglakip sa risgo sa mga tawo nga eksplorador ug sa risgo sa mga tawo nga eksplorador ngadto sa langob. Ang kahuyang sa matag matang sa feature kinahanglang tukion aron mapadali ang pag-ila sa mga langob, o mga sona sulod sa mga langob nga haom sa partikular nga gamit.

(14) Ang pagdumala sa mga epekto sa caving labing maayo nga maduol pinaagi sa usa ka estratehikong proseso sa pagplano uban ang pag-apil sa stakeholder. Ang usa ka angay nga pamaagi lagmit nanginahanglan usa ka kombinasyon sa mga inisyatibo, diin ang palisiya sa pag-access kanunay adunay hinungdanon nga papel.

(15) Bisan kinsang magtutudlo nga nagtanyag ug adventure caving kinahanglan nga makahatag ug ebidensya nga nakadawat sila ug igong pagbansay sa mga aspeto sa kaluwasan ug sa konserbasyon sa langob.

(16) Ang tanan nga mga caver kinahanglan nga gilauman nga pamilyar sa, ug sa pagsunod, sa usa ka minimal nga epekto caving code (MICC). Kung walay nasyonal o rehiyonal nga MICC nga magamit sa usa ka protektadong lugar, usa ka espesipikong kodigo kinahanglan nga himuon base sa gipatik nga mga kodigo.

(17) Ang pagkalot, orihinal nga eksplorasyon ug panukiduki sa mga langob sulod sa mga protektadong lugar kinahanglang kontrolahon pinaagi sa mga espesipikong mga kasabutan o pinaagi sa pagpangayo ug mga permiso.

(18) Ang mga tagdumala sa protektadong lugar girekomendar nga maghimo ug plano nga mahimong ipatuman kung adunay mahitabong aksidente sa langob sa lugar. Ang plano kinahanglang himoon uban ang pag-apil gikan sa rehiyonal o nasyonal nga caving body ug sa estado nga mga lawas nga responsable sa aksidente ug emerhensya nga mga sitwasyon, ug kinahanglan nga maglakip sa mga giya aron maminusan ang epekto sa pagluwas sa langob ug sa ibabaw.

(19) Dili gyud angay nga tugutan ang bisan unsang porma sa motorized nga transportasyon ngadto sa ihalas nga mga langob ug ihalas nga mga langob kinahanglan dili gamiton alang sa mga kalihokan sa pagdagan o alang sa uban pang mga klase sa kalihokan sa dula.

Ipakita ang mga langob

Pasiuna

Niini nga dokumento atong gigamit ang mga termino nga show cave ug tourist cave nga baylobaylo sa paghulagway sa usa ka langob diin ang publiko makakuha og access sa pagbayad sa bayad. Ang uban niini nga mga langob gipanag-iya ug/o gipadagan sa mga awtoridad sa federal, estado o lokal nga gobyerno. Ang ubang mga show caves nga gipanag-iya sa gobyerno gipadagan sa mga concessionaires samtang daghang uban pang mga show caves ang pribado nga gipanag-iya ug gipadagan. Sa kadaghanan sa mga protektadong lugar, adunay pipila ra nga mga pasundayag nga langob, nga ang kadaghanan sa mga site gigamit alang sa bisan unsang adventure o kalingawan nga caving (tan-awa ang [Recreational ug adventure caving](#)). Ang mga langob nga gigamit alang sa relihiyoso nga mga katuyoan, sama sa mga shrine o simbahan mahimong isipon nga usa ka espesyal nga matang sa show cave. Ang asosasyon sa mga langob ug relihiyosong mga buhat (lakip ang shamanismo) komon sa daghang relihiyon ug ang ubang mga langob gihimong mga dapit sa pagsimba. Kini nga mga langob labi ka kanunay sa Katoliko ug Budhista nga mga nasud ug nakadawat og daghang mga bisita, lakip ang mga turista ug mga tawo nga gusto mag-ampo o mosimba (tan-awa ang [pipila ka mga kantidad sa karst ug mga langob](#)). Ang lebel sa pagbag-o magkalainlain, gikan sa yano nga mga puy-anan o grotto nga adunay mga imahen sa relihiyon hangtod sa dagkong mga kapilya. Ang ubang mga langob gigamit isip mga simbahan, nga adunay mga lingkoranan, mga altar ug mga shrine ug adunay regular nga mga misa ug usa ka gitudlo nga pari. Ang mga langob nga gigamit alang sa relihiyoso nga mga buhat kasagarang kontrolado sa mga awtoridad sa relihiyon ug ang mga epekto sa paggamit niini sa palibot sa langob panagsa ra gikonsiderar. Busa, ang nahibilin niini nga kapitulo naghigot lamang sa dili relihiyoso nga paggamit sa langob, bisan pa nga ang mga prinsipyo parehas nga magamit sa mga langob nga gigamit alang sa relihiyosong mga katuyoan

Ang International Show Caves Association (ISCA) nakahimo og 'Recommended International Guidelines for the Development and Management of Show Caves' inubanan sa IUCN ug UIS (tan-awa ang [Internet Resources](#)). Ang katuyoan sa mga rekomendasyon mao ang paghatag giya sa labing kaayo nga mga gawi alang sa pagpauswag ug pagdumala sa mga show caves, bisan asa sila nahimutang sa kalibutan. Dili katuyoan sa Girekomenda nga Internasyonal nga mga Giya sa paghimo og mga estrikto nga mga lagda, o nga kini isipon nga mga balaod. Sila mga giya alang sa usa ka propesyonal nga pamaagi sa pagpalambo ug pagdumala sa langob. Daghang mga pasundayag nga langob ang nag-operate sulod sa mga dekada ug ang uban sulod sa gatusan ka tuig. Sa ilang mga giya, giila sa ISCA nga ang naglungtad nga mga kweba sa pagpakita mahimong maglisud, ug sa pipila ka mga kaso imposible, sa pagsunod sa tanan nga Girekomenda nga

Internasyonal nga mga Giya. Niini nga mga kaso ang ISCA Guidelines naghatag ug mga panig-ingnan sa pinakamaayong praktis ug mga sumbanan nga mahimong magamit sa paglabay sa panahon.

Ang Girekomenda nga Internasyonal nga mga Giya kinahanglan nga isipon nga depinitibo nga tinubdan alang sa show cave development ug management best practices ug gituyo nga tipigan sa updated nga pormat aron makonsiderar ang bag-ong impormasyon ug mga resulta. Importante kini ilabina sa mga protektadong lugar diin ang mga show caves kinahanglan nga madumala sa pinakataas nga posible nga mga sumbanan ug maghatag og mga ehemplo sa mga show caves nga naglihok sa gawas sa mga protected area. Kung gikinahanglan ang pag-ilis sa imprastruktura, pananglitan, kini kinahanglan nga buhaton pagkahuman sa pagsusi sa labing kaayo nga kapilian alang sa palibot sa langob kaysa yano nga 'sama sa gusto' nga pagpuli.



Ang Dakong Kwarto sa agianan sa turista agi sa Carlsbad Cavern, New Mexico, USA. Kini ang bugtong show nga langob sa Carlsbad Caverns National Park World Heritage Property. Adunay daghang uban pang mga langob nga ang uban nuunu bukas sa adventure caving, samtang ang uban ma-access lamang sa mga siyentista ug uban nga nagtrabaho ubos sa Sistema sa permiso. Litrato ni Csaba Egri.

Kini usa ka kamatuoran nga ang kinatibuk-ang mga lagda dili mahimong hingpit nga magamit sa tanan nga mga sitwasyon. Mahimong adunay dili kasagaran nga mga parameter sa pipila nga mga langob sa tibuok kalibutan diin, alang sa madawat nga mga hinungdan, ang pipila nga mga bahin sa kini nga mga panudlo dili magamit kung wala'y daghang mga kalisud. Kini nga mga Giya ug ang ISCA Recommended International Guidelines gihatag isip mga tumong nga nagpakita nga ang mga langob mahimong molihok sumala sa gihatag sa ilang mga kahimtang ug ekonomikanhong abilidad. Dugang pa, adunay daghang mga asosasyon sa pagdumala sa mga langob sa pasundayag sa nasud, sama sa ABIS (ang Association of British and Irish Show Caves), ACKMA (ang Australasian Cave ug Karst Management Association Inc.), ANECAT (ang French National Association of Operators of Caves nga Naugmad alang sa Turismo) ug NCA (ang USA National Caves Association) nga nag-ambit sa labing maayo nga mga gawi alang sa pagpalambo ug pagdumala sa show cave sa mga miyembro ug kaubanan. Ang mga giya nga among gihatag nagsuporta sa gihatag sa ISCA.

Mga konsiderasyon alang sa paghimo sa usa ka langob ngadto sa usa ka show cave

Kung ang mga show caves nahimo na, ang entry fee ug kita gikan sa ubang mga pasilidad, sama sa retail souvenirs, café food and beverages ug uban pang mga ancillary attractions, kasagaran usa ka importante nga income-stream ug ang mga langub naghatag ug bililhong tinubdan sa lokal nga trabaho. Mahimo usab silang maghatag proteksyon sa palibot sa langob kung ang mga isyu, sama sa bandalismo, naghulga. Naghatag kini usa ka insentibo sa pag-abli sa bag-ong mga langob, labi na sa mga nag-uswag nga mga nasud. Bisan pa, sa wala pa mahitabo ang bisan unsang ingon nga pag-uswag, kinahanglan adunay usa ka bug-os nga pagtuon sa epekto sa ekonomiya ug kaarang sa gisugyot nga proyekto, ingon usab usa ka pagsusi sa epekto sa kalikopan nga naglakip sa pagkonsiderar sa mga epekto sa kalamboan sa interes sa biyolohikal ug yuta sa siyensya sa langob. . Ang pag-uswag kinahanglan lamang nga magpadayon kung kini mapakita 1) nga ang mga epekto mahimong malampuson nga madumala ug adunay igong pondo alang sa pagtukod nga nagsunod sa mga kinahanglanon sa kaluwasan sa kalikopan ug publiko, ug 2) nga ang lagmit nga pag-agas sa kita magtugot sa langob nga mahimong gidumala sa usa ka environmentally responsible ug malungtaron nga paagi. Sa partikular, importante nga mapugngan ang pag-uswag nga masugdan apan dili mahuman, sa ingon gibiyaan ang langob sa usa ka mas huyang nga kahimtang, o usa ka show cave nga giablihan apan wala makadani og igo nga mga turista aron mahatagan ang kita nga gikinahanglan alang sa padayon nga malungtaron ug responsible nga operasyon. Dugang pa, mahimong madawat ang pag-abli sa mga langob aron bisitahan sa publiko kung ang plano sa ekonomiya dili positibo, apan ang kalampusan sa ekonomiya gigarantiyahan sa Estado o bisan sa usa ka lokal nga club sa mga boluntaryo. Ang maayong pagkadumala nga pasundayag nga langob kasagarang naghatag ug panalipod sa langob, ingon man naghatag ug tinubdan sa kita ug edukasyon alang sa lokal nga ekonomiya.

Ang show caves mao ang medium diin ang kadaghanan sa publiko makasinati sa underground nga palibot. Tungod niini naghatag sila ug dakong kahigayonan sa pagpatin-aw sa kultural, kasaysayan ug siyentipikanhong importansya ug sa kahuyang sa mga palibot sa langob. Importante kini ilabina sa mga protektadong lugar diin ang mga langob maoy kasagarang pangunang rason sa pagtawag.



Ang Paradise Cave usa ka pasundayag nga langob sa Phong Nha-Ke Bang National Park, usa ka UNESCO World Heritage Property sa Vietnam. Litrato ni Steven Bourne.

Kaluwasan

Ang kaluwasan sa mga bisita ug mga empleyado kinahanglan nga usa ka sukaranan nga katuyoan sa bisan unsang pasundayag nga langob. Naglakip kini sa ibabaw ug sa ilawom sa yuta ug naglakip sa tanan nga bahin sa kabtangan. Ang trapiko nga mosulod ug mogawas sa propiedad kinahanglan nga pinaagi sa tukma nga mga dalan ug mga parkinganan. Ang maayong organisasyon kinahanglanon. Dili kanunay posible nga sundon ang mga sumbanan sa code sa pagtukod sa ilawom sa yuta. Sa pagplano sa mga agianan sa langob, ang kaluwasan sa mga bisita kinahanglan ang panguna nga konsiderasyon. Ang headroom labi ka importante sa ilawom sa yuta - diin ang igo nga headroom dili makab-ot, ang mga pasidaan kinahanglan nga ihatag aron malikayan ang posibleng kadaot. Ang mga handrail kinahanglang ihatag kon gikinahanglan.

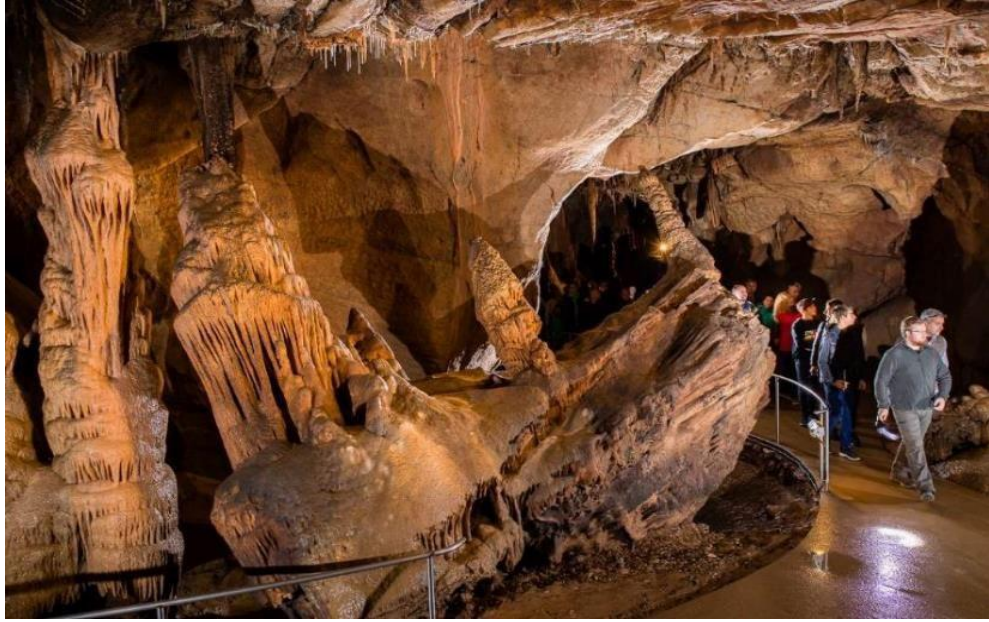
Ang pagplano sa kaluwasan naglakip sa pagsiguro nga ang mga serbisyo sa emerhensya makakuha og access sa langob sa pinakamaayo nga paagi. Ang usa ka relasyon kinahanglan nga matukod uban sa lokal nga mga serbisyo sa emerhensya, aron ang tanan makahibalo sa mga pagpugong ug mga kalisdanan nga masugatan sa pagluwas sa langob, nga kasagaran naglakip sa daghang pisikal nga paningkamot, ug mahimong adunay grabe nga epekto sa palibot sa langob, gawas kon naa na ang mga plano. Ang angay nga pagbansay alang sa pagluwas ug first aid kinahanglan usab nga ihatag sa mga kawani sa show cave.

Kapasidad sa pagdala sa bisita

Ang 'visitor carrying capacity' sa usa ka show cave usa ka himan sa pagplano ug pagdumala para sa pag-establisar sa pinakadaghang bisita nga ma-accommodate sa langob sa usa ka tour o sulod sa usa ka panahon. Ang pagtino sa kapasidad sa pagdala sa bisita sa show cave nakakaplag sa balanse tali sa paghatag og luwas, informative ug makalingaw nga kasinatian sa paglibot sa langob alang sa mga bisita ug pagpamenos sa epekto sa palibot sa langob samtang nakakab-ot sa mga tumong sa ekonomiya. Ang tanan niini nga mga butang kinahanglan nga tagdon sa diha nga ang pagtino kon ang tukma nga bisita nga nagdala kapasidad alang sa usa ka show langob mao ang tinuod nga malungtaron.

Ang pokus sa mga musunod nga kasayuran mao ang hinungdan sa pagminus sa mga epekto sa kinaiyahan. Ang pagbisita sa turismo sa mga pasundayag nga langob adunay pipila ka matang sa epekto, apan ang mga negatibong epekto mahimong maminusan ug ang katagbawan sa bisita mapalambo pinaagi sa maayong mga pamaagi ug mga gawi sa pagdumala sa bisita. Ang una nga lakang mao ang pagkonsiderar sa pisikal nga mga parameter. Ang mga agos sa mga bisita kinahanglan nga ipasulod, agi ug gawas sa langob sa episyente nga paagi nga makapamenos sa epekto. Ang mga butang nga tagdon naglakip sa gidak-on sa mga agianan, gilay-on gikan sa speleothems, imprastruktura (sama sa mga railings), ug kung ang mga bisita mosulod ug mogawas sa langob sa lain-laing mga lokasyon nga naghatag og linear nga agianan sa bisita o kung sila mosulod ug mogawas sa parehas nga lokasyon. Kung ang mga bisita mag-agi sa usag usa sa langob, kini nga mga lokasyon kinahanglan nga tagdon aron masiguro ang igong luna.

Ang ikaduhang lakang mao ang pagkonsiderar sa environmental parameters, sama sa air flow, air quality, temperature, humidity ug cave fauna. Ang daghang mga bisita sa pipila nga mga langob mahimo'g madugangan ang temperatura sa hangin ug ang konsentrasyon sa carbon dioxide. Ang usa ka tawo nagpagawas sa enerhiya sa kainit sa 80–120 W, halos parehas sa usa ka bombilya nga incandescent. Busa, ang usa ka party sa 50 o 60 ka mga tawo sa usa ka kweba tour mahimong lokal nga pagtaas sa temperatura sa 1-2 °C. Ipakita ang pagdumala sa langob kinahanglan nga masiguro nga kini nga mga pag-usab-usab anaa sa sulud sa natural nga pagbag-o alang sa langob, ug nga kini mobalik sa normal nga lebel sa sulod sa mubo nga panahon ubos sa normal nga mga kahimtang. Ang pagtaas sa konsentrasyon sa CO₂ tungod sa pagginhawa sa bisita mahimong gikan sa 1,500 - 5,000 ppm, diin ang pipila ka mga tawo mahimong magsugod nga maguol. Ang pagdumala sa lebel sa carbon dioxide, sa pipila ka mga langob, mahimong magkinahanglan ug epektibong pagmonitor subay sa angay nga mga sumbanan sa panglawas. Ang mga shaft sa bentilasyon o pagbag-o sa mga pultahan aron mapauswag ang sirkulasyon sa hangin mahimo'g makapauswag sa kalidad sa hangin sa pipila nga mga kweba, bisan pa ang mga lakang sama niini kinahanglan nga konsiderahon pag-ayo ug magamit aron dili makamugna og mga problema, sama sa pag-usab sa natural nga palibot sa langob.



Ang mga bisita sa usa ka guided tour sa Baradla Domica Cave nga unang giablihan isip show cave niadtong 1806. Ang Sistema sa langob mitabok ubos sa utlanan tali sa Hungary ug Slovakia ug anaa sa Caves of Aggtelek ug Slovak Karst World Heritage Property. Ang langob anaa usab sa duha ka managlahing UNESCO Biosphere Reserves – Aggtelec Hungary ug Slavensky Kras (Slovakia) – ug duha ka managlahing Ramsar Sites (Sistema sa Baradla Cave ug may kalabutan nga mga kalamakan Hungary ug Domica, Slovakia). Litrato ni Csaba Egri.

Ang presensya sa mga mananap sa langob, sama sa mga kabog o mga espisye nga gipahiangay sa langob, kinahanglan usab nga ikonsiderar, nga adunay katuyoan nga maminusan ang mga epekto sa mga binuhat nga nakit-an ang ilang balay sa langob. Diin ang mga kabog manuroy sa usa ka show cave, kinahanglan nga mag-amping pag-ayo aron masiguro nga dili sila mabalda sa mga bisita, labi na kung ang mga kabog nag-hibernate o nag-breed.

Ingon nga ang pisikal nga mga kinaiya ug mga parameter sa kinaiyahan sa matag kweba espesipiko sa kana nga mga bisita nga nagdala sa mga kapasidad sa kweba dili magamit nga parehas apan kinahanglan nga tagsa-tagsa nga determinado alang sa matag piho nga show cave ug show cave tour nga kasinatian. Daghan ang nagpakita sa mga langob nga naggamit sa ekonomiya isip usa ka himan aron mapadako ang kasinatian sa bisita ug mamenosan ang epekto sa kinaiyahan. Usa ka pananglitan mao ang pagdugang sa bayad sa admisyon sa pana-panahon o sa panahon sa busy nga mga yugto sa panahon - gitawag nga 'variable pricing' - aron makunhuran ang paghuot sa busy nga mga yugto sa panahon, nga makapauswag sa kasinatian sa bisita samtang sa parehas nga oras maminusan ang mga epekto sa kalikopan sa paghuot. Laing pananglitan sa mga show caves nga gikonsiderar ang tanan nga mga hinungdan sa paghimo sa mga desisyon sa pagdala sa mga bisita nga kapasidad mahimo nga usa ka busy nga holiday weekend diin ang pagdumala mahimong magtino sa mga benepisyo sa ekonomiya nga mas labaw pa sa epekto sa kinaiyahan sa usa ka mas dako kaysa sa normal nga gidaghanon sa mga bisita, sa ingon hinungdan sa pagtaas sa temperatura sa langob. kay sa normal sulod sa limitadong gidaghanon sa mga adlaw.

Responsibilidad sa pagdumala sa show cave nga tagdon ang matag usa niining mga epekto sa kinaiyahan ug timbangtimbangon kini uban sa kasinatian sa bisita ug ekonomikanhong mga hinungdan aron maestablisar ang maximum nga kapasidad sa pagdala sa bisita sa langub alang sa ilang partikular nga show cave.

Show cave access

Usa sa una ug labing klaro nga epekto sa pag-ugmad sa usa ka langob alang sa turismo mao ang pagbag-o sa kasamtangan nga entrada (usa ka kalihokan nga usahay gihimo aron makontrol ang agianan sa usa ka ihalas nga langub), o pagtukod sa usa

ka bag-ong agianan. Sa daghang mga show caves gikinahanglan ang paghatag ug lahi nga agianan ngadto sa show cave alang sa mga bisita, kay sa access ngadto sa natural nga langob nga gigamit sa wala pa ang pagkakabig sa langob ngadto sa usa ka show cave. Ang ingon nga artipisyal nga agianan mahimong pinaagi sa usa ka tunel, o usa ka bag-ong entrada, nga nakubkoban sa langob. Sa diha nga ang usa ka artipisyal nga entrada gihimo kini mahimong makausab sa sirkulasyon sa hangin sa langob ug makapahinabog pagkabalda sa ekosistema sa langob. Aron malikayan ang bisan unsang pagkabalda sa sirkulasyon sa hangin sa langob, kinahanglan nga i-install ang airlock sa bisan unsang artipisyal nga agianan sa usa ka langob. Ang usa ka desisyon nga dili mag-instalar sa usa ka air lock kinahanglan lamang nga himoon human sa usa ka espesyal nga pagtuon nga gihimo. Ang gipalabi nga pamaagi sa pag-instalar sa usa ka episyente nga sistema sa kandado sa hangin mao ang paggamit sa usa ka doble nga hugpong sa mga pultahan.

Kung ang mga show caves adunay natural nga entrada nga angay alang sa mga bisita, kinahanglan nga i-install ang usa ka angay nga porma sa kontrol sa pag-access. Kaniadto, kasagaran ang pagpuno o pag-instalar sa mga ganghaan sa bisan unsang mga entrada nga magtugot sa mga bisita nga makaagi sa gitinguha nga panguna nga punto sa pagsulod, diin adunay bayad. Kini adunay dili maayo nga epekto sa pagpugong o bisan sa hingpit nga pagpugong sa pagpasulod sa mga sustansya ug paglihok sa mga mananap sa langob, ilabi na ang mga kabog. Kung ang mga ganghaan gibutang sa mga entrada ug mga agianan nga gigamit sa mga kabog, maayo nga ang ibabaw nga seksyon adunay pinahigda nga mga bar nga adunay gintang sa hangin nga 15 cm ang gitang-on, ug 45-75 cm ang gilapdon. Kini nga mga gintang sa hangin makapahimo sa mga kabog nga adunay libre nga agianan. Ang tanan nga bag-ong mga ganghaan sa langob kinahanglan nga gidisenyo sama sa pagtugot sa libre nga agianan sa mga kabog, ug ang daan nga mga ganghaan kinahanglan nga pulihan sa mga disenyo nga mahigalaon sa kabog. Ang ubang mga espisye molikay sa bisan unsang ganghaan, bisan pa niana, diin ang usa ka alternatibong solusyon sama sa fencing kinahanglan nga makit-an (tan-awa ang [Internet Resources: cave gates](#)).

Ibabaw sa lebel sa yuta nagtrabaho

Aron malambigit ang topograpiya sa site ngadto sa underground void sa langob, gikinahanglan nga adunay site plan nga naghulagway sa detalye sa ibabaw ug sa underground nga detalye sa langob. Kini nga impormasyon sama ka kritikal sa usa ka naglungtad nga show cave, sama sa kaso sa usa nga giplano. Kung nahibal-an na ang relasyon tali sa mga bahin sa ibabaw sa yuta ug ang detalye sa ilawom sa yuta, nan ang mga hinungdan nga may kalabotan sa tubig mahimong masusi. Sa daghang mga kaso, ang bugtong hinungdan mao ang paglusot sa tubig sa ibabaw nga bahin sa bato sa ibabaw sa langob, nga dili angay masamok. Dugang pa, ang risgo sa ibabaw nga tubig nga makaangkon og access sa langob sama sa baha sa tubig, kinahanglan nga pag-ayo gisusi.

Importante nga ang gahi nga mga lugar, sama sa mga bilding ug parking area, dili ibutang sa ibabaw sa dinaliang kuha sa langob (ang masulod nga langob ug kadtong mga agianan nga nag-agas niini) diin ang natural nga pag-agas sa tubig sa ulan gikan sa ibabaw ngadto sa langob mahitabo. Kung adunay potensyal nga mabalda ang natural nga percolation, kinahanglan pangitaon ang ubang mga solusyon. Kini nga mga solusyon mahimong yano sama sa pagbag-o sa nawong sa usa ka lugar nga wala'y tubig nga paradahan nga usa ka porma sa pag-ibabaw nga nagtugot sa pag-agi sa tubig sa ulan pinaagi niini. Kung ang mga bilding nahimutang sa ibabaw sa langob, mas maayo nga ibalhin kini o, kung ang pinansyal dili motugot sa pagbalhin, ibalhin kung ang bilding hapit na matapos ang gitang-on sa kinabuhi niini. Ang tubig nga nag-agas gikan sa mga atop ug uban pang gahi nga mga ibabaw kinahanglan dili tugutan nga magkonsentrar ug kinahanglan nga magkatag sa kadaghanan. Importante usab ang pagsiguro nga ang bisan unsang effluent nga mamugna sa site ilabay sa hustong paagi ug dili tugutan nga makahugaw sa ilawom sa yuta.

Adunay natural nga kalagmitan nga sulayan ug ibutang kadtong mga bilding nga gikinahanglan alang sa operasyon sa usa ka show cave nga mas duol kutob sa mahimo sa entrada sa langob ug sa pipila ka mga kaso ang entrada sa, o paggawas gikan sa, usa ka show cave anaa sulod sa usa ka building nga adunay uban nga mga gamit. , kasagaran isip museyo, interpretasyon center o gift shop. Bisan pa, daghang mga langob ang adunay natural nga taas nga konsentrasyon sa radon, usa ka radioactive gas, ug kung tugutan kini nga motulo gikan sa langob ngadto sa mga lugar diin nagtrabaho ang mga kawani, sila makaipon ug dosis sa radiation. Busa, maayo nga praktis ang pagsiguro nga adunay usa ka ventilated nga lugar taliwala sa usa ka entrada ug/o usa ka exit sa langob, ug bisan unsang bilding diin ang mga kawani nagtrabaho.

Imprastruktura sulod sa usa ka show cave

Ang pagpalambo sa mga langob alang sa turismo kasagaran nagkinahanglan sa pisikal nga pagbag-o sa natural nga mga agianan, ingon man ang pag-instalar sa suga, mga agianan, mga plataporma ug mga kaubang imprastruktura. Sa tanan nga bag-ong kalamboan, bisan sa kasamtangan nga show caves o bag-ong mga site, ang mga panginahanglan sa imprastruktura kinahanglan nga mabinantayon nga susihon, gidisenyo ug i-install. Klaro, adunay panginahanglan sa paghatag og katagbawan ug kaluwasan sa mga bisita, apan ang tumong kinahanglan nga mamenosan ang kausaban o kasamok sa natural nga palibot sa langob. Ang pag-uswag kinahanglan magtinguha nga maminusan ang mga pagbag-o sa morpolohiya sa agianan ug kadaot sa mga sediment ug speleothem. Ang mga isyu nga may kalabotan sa mga agianan sa langob ug suga sa langob gikonsiderar nga mas detalyado, sa ubos. Sa pipila ka dagkong show langub gigamit sa mekanikal nga transportasyon mapadali ang pag-access ug gitugotan ang daghang mga turista, lakip ang mga elevator, bus ug tren. Kini nga mga matang sa transportasyon, samtang mahigalaon sa mga bisita nga adunay mga problema sa paglihok, mahimo'g adunay daghang mga pagbag-o sa palibot sa langob ug tungod niini kinahanglan nga maplano pag-ayo.

Ipakita ang mga agianan sa langob

Ang mga agianan usa ka hinungdanon nga sangkap sa paghatag usa ka lig-on ug luwas nga paglakaw sa ibabaw ug piho nga mga utlanan alang sa mga bisita nga magpabilin sa sulod. Ang mga ruta sa turista agi sa langob kinahanglan nga gidisenyo aron adunay labing gamay nga epekto sa biolohikal nga mga puy-anan sa sulod sa langob ug sa speleothems. Ang pag-align sa agianan sa langob kinahanglan nga magdala sa bisita nga duol sa mga dagkong punto sa interes aron ilang makita ug makuhaan og litrato, apan dili kaayo duol nga sila makahikap o makadisturbo kanila. Ang mga salog sa linugdang sa langob kinahanglang protektahan pinaagi sa gipataas nga mga agianan kung mahimo aron mapreserbar ang ilang pinuy-anan nga bili, fossil record ug sediment history.

Ang mga agianan sa usa ka langob dili kinahanglan nga sobra ka lapad. Pananglitan, dili kinahanglan - bisan kung gusto - alang sa duha ka tawo nga maglakaw nga magkauban. Ang usa ka agianan sa file igo na apan gitambagan nga maghimo usahay nga mas lapad nga mga lugar diin ang usa ka grupo sa paglibot mahimong mapundok aron maminaw sa giya. Ang mga agianan sa usa ka pasundayag nga langob mahimong magamit alang sa pagbutang sa mga tubo, mga agianan ug mga kable, bisan sa ilawom sa agianan, o sa tupad niini. Mas maayo nga kini nga mga utilities dili ibutang sa konkreto. Ang mga switch sa kontrol sa sistema sa suga kinahanglan nga dali nga makuha gikan sa agianan.

Ang agianan kinahanglan adunay tulo ka sukaranan nga mga sangkap, nga naglangkob sa usa ka paglakaw nga ibabaw, kilid nga kerbing ug mga handrail. Gitinguha nga ang mga materyales nga gigamit sa pag-instalar sa mga agianan kinahanglan adunay labing gamay nga posible nga epekto sa parehas nga estetika sa langob ug sa ilawom sa yuta niini.

Paglakaw ibabaw



Usa ka gipataas nga agianan sa Gouffre d'Esparros show cave, France. Ang pana nagpakita sa usa ka pukot nga gigamit sa paghatag og dugang nga proteksyon ug pagpugong sa linugdang nga mahulog ngadto sa speleothems sa ubos. Litrato ni John Gunn.

Ang mga materyales nga gigamit alang sa paglakaw ibabaw kinahanglan nga dili makahilo sa palibot sa langob. Sa naandan, ug ilabina sa anapog nga mga langob, ang gipaboran nga materyal alang sa paglakaw ibabaw kay konkreto, nga sa kasagaran mao ang labing duol nga substansiya sa bato diin ang langob naporma. Ang konkreto kaylap usab nga gigamit diin ang mga agianan dili mapataas. Ang konkreto adunay lahi nga mga bentaha, lakip ang aesthetically pagsagol sa langob, ug kalig-on, bisan pa ang mga disbentaha niini naglakip sa gibug-aton niini, ang potensyal nga kagubot kung kini gisagol ug gibubo, ug ang kalisud sa pagtangtang niini kung naa na kini sa lugar. Adunay usab pipila ka ebidensya nga ang leachate gikan sa kongkreto mahimong adunay dili maayo nga epekto sa biolohikal. Ang low-density nga kongkreto mahimong himoon gamit ang perlite, pumice, o volcanic scoria, ug naghatag og pipila ka mga bentaha sa mga termino sa pagkunhod sa gibug-aton, samtang nagpabilin ang igong kusog sa agianan. Ang stainless steel grating nahimo usab

mas popular isip usa ka materyal alang sa pagtukod sa mga agianan. Ang stainless steel adunay lahi nga disbentaha nga kini mahal ug nanginahanglan espesyal nga mga teknik sa pag-assemble ug pag-instalar. Ang fiberglass reinforced plastic (FRP) grating nga adunay mga stainless fasteners maoy laing popular nga materyal para sa mga agianan sa langob nga adunay mas ubos nga gasto ug gibug-aton kay sa stainless steel.

Ang taas nga paglakaw nga mga ibabaw nga hinimo sa stainless steel, FRP o uban pang angay nga grating nga mga materyales adunay bentaha nga molungtad sa dugay nga panahon, nanginahanglan gamay nga pagmentinar, adunay pagkunhod sa epekto sa salog sa langob ug dali ra makuha, aron kung kinahanglan, ang langob. hapit na mabalik sa natural nga kahimtang niini. Bisan pa, ang mga grating (grids) sa tanan nga mga klase nagtugot sa lint, basura, hugaw, lapok ug gagmay nga mga butang nga mahulog sa salog sa langob ug, gawas kung gikonsiderar kini sa disenyo, mahimong lisud kaayo ang pagtangtang sa grating ug paglimpyo sa salog sa langob. sa ubos.

Kerbs

Ang mga curbs o kickplate adunay daghang lahi nga katuyoan. Ang usa mao ang pagpugong sa mga tiil sa mga bisita, nga nanalipod sa mga bahin sa langob lapas sa agianan. Ang usa pa mao nga ang gawas sa mga bungbong, nga nag-atubang gikan sa agianan, naghatag usa ka kombenyente nga lugar alang sa mga agianan sa utility, mga tubo ug mga kable. Makatabang usab ang mga curbs nga adunay sulud nga lint, ug uban pang nahabilin, gikan sa mga bisita.

Mga handrail

Ang mga handrail (o mga guardrail) naghatag og kalig-on o suporta alang sa mga bisita, samtang nagpugong kanila sa pagpalayo sa agianan diin kini mahimong delikado o delikado. Ang gipaboran nga materyal alang sa pagtukod sa mga handrail sa show caves kay stainless steel. Kini nga materyal adunay mga bentaha nga nanginahanglan gamay, hangtod sa wala, pagmentinar, mahimo nga ma-assemble ug ma-welded sa langob ug adunay potensyal nga magamit ingon nga tubo sa tubig aron madala ang presko nga tubig sa langob. Ang mga disadvantages niini nga materyal mao ang gasto ug kahayag niini - tungod kay kini dili aesthetically makapahimuot. Ang paggamit sa stainless-steel wire rope, imbes nga solid intermediate uprights o solid rails nga gibutang ubos sa aktuwal nga handrail mismo, makapakunhod pag-ayo sa visual impact sa solid steel. Ang mga kurba kay sa acute angle bends makatabang usab. Ang fiberglass reinforced plastic (FRP) nga mga riles nga adunay stainless steel fasteners nahimong mas popular ug naghatag og epektibo ug mas ubos nga gasto nga solusyon.

Samtang ang mga imprastruktura, sama sa mga agianan, gituyo aron mahatagan ang luwas nga agianan alang sa mga bisita ug mapanalipdan ang kweba gikan sa epekto niini, ang pag-instalar mismo sa imprastruktura mahimong hinungdan sa dagkong mga epekto kung dili buhaton pag-ayo. Ang usa ka pagsusi sa epekto sa kalikopan kinahanglan nga ipahigayon ug usa ka plano sa pagpaminus ug pagdumala sa kalikopan (EMMP) kinahanglan nga himuon sa dili pa magsugod ang trabaho sa pagtukod. Ang EMMP kinahanglang ipatuman ug bantayan aron mamenosan ang kadaot sa mga kahinguhaan sa langob panahon sa pagtukod.

Pagdan-ag sa langob

Ang balanse sa enerhiya sa usa ka pasundayag nga langob kinahanglan nga naa sa sulud sa natural (pre-development) nga mga kalainan. Ang mga suga sa elektrisidad nagpagawas sa kahayag ug kainit, busa ang bisan unsang mga suga kinahanglan nga adunay taas nga kahusayan, nga nagpatungha sa labing ubos nga kantidad sa kainit kutob sa mahimo. Daghang nagpakita nga mga langob ang mipuli sa mga daan nga sistema sa suga nga adunay moderno, taas nga kahusayan, light-emitting diode (LED) nga suga nga gipakusog sa usa ka ubos nga boltahe nga suplay sa kuryente, ug kini kinahanglan nga gamiton sa tanan nga bag-ong kalamboan ug pag-upgrade sa suga sa langob.

Sa show caves diin ang mga bisita mobalhin sa mga grupo, kini mapuslanon nga bahinon ang ruta sa tour ngadto sa mga zone diin ang mga suga gipasiga o gipalong sa giya. Kini makapasiga lamang sa bahin o bahin sa langob nga giokupar sa mga bisita. Importante kini sa pagpakunhod sa pagpainsit sa palibot sa langob ug pagpugong sa pagtubo sa lampenflora, ingon man sa pagkunhod sa gidaghanon sa enerhiya nga gikinahanglan ug sa pinansyal nga gasto niini. Sa show caves diin ang mga bisita molihok nga independente, ang suga mahimong i-link sa mga sensor sa paglihok ug mga timer. Ang sistema sa elektrisidad kinahanglan nga ibutang sa luwas, balanse nga mga sirkito.

Importante nga ang usa ka matang sa emergency nga suga kinahanglan kanunay nga magamit kung adunay pagkapakyas sa nag-unang suplay sa kuryente. Ang emerhensya nga suga kinahanglan kanunay nga magamit bisan kung kini usa ka kompleto nga dili mabalda nga suplay sa kuryente o usa ka sistema sa emerhensya nga suga nga adunay independente nga suplay sa kuryente. Ang mga lokal nga code mahimong magamit ug kini mahimong magtugot sa mga lampara sa baterya o susama nga mga himan.

Usa ka importante nga konsiderasyon sa bisan unsang laraw sa suga mao ang pagpahimutang sa mga suga, mga wiring ug mga kabinet sa kuryente aron maminusan ang mga biswal nga epekto ug kadaot sa langob. Ang Lampenflora usa ka sagad nga sangputanan sa pagpaila sa usa ka artipisyal nga suplay sa suga sa usa ka langob. Daghang klase sa algae, ug uban pang

superyor nga tanum, mahimong molambo isip resulta sa pagpasulod sa artipisyal nga kahayag. Ang suga kinahanglang adunay emission spectrum nga adunay pinakaubos nga kontribusyon sa pagsuyup sa chlorophyll aron mamenosan ang pagtubo sa lampenflora. Ang laing paagi aron mapugngan ang pagtubo sa lampenflora mao ang pagpakunhod sa lebel sa enerhiya nga moabot sa ibabaw diin mahimong mabuhi ang mga tanom. Ang luwas nga gilay-on tali sa lampara ug sa nawong sa langob nagdepende sa kakusog sa lampara. Ingon usa ka dili maayo nga timailhan, ang usa ka gilay-on nga usa ka metro mahimong luwas. Ang kahayag kinahanglan nga mabinantayon nga itumong ngadto sa bahin aron madan-agan ug ang kahayag nga mabaha ngadto sa palibot nga mga dapit o ngadto sa mga mata sa mga bisita kinahanglan nga likayan - ang panagang sa mga suga sa suga mapuslanon kaayo niining bahina. Kaniadto, ang init nga mga suga nga nahimutang duol kaayo sa speleothems o cave art nakahatag ug dakong kadaot, bisan tuod kini dili kaayo usa ka isyu kon ang cool nga LED nga suga gigamit.

Ang disenyo sa suga nga naglikay sa sobra nga kahayag dili lamang makapamenos sa mga epekto sa kalikopan sa langob, apan makapausbaw usab sa kasinatian sa mga bisita sa tinuyo nga paggamit sa kangitngit ug pagkasunod-sunod sa kahayag sa pinili nga mga bahin sa langob. Adunay duha ka importante nga mga prinsipyo nga ibutang sa hunahuna sa diha nga ang pagdesinyo sa suga alang sa usa ka show cave: access ug atmospera. Ang suga alang sa pag-access kinahanglan nga sa minimum nga lebel nga nahuyon sa luwas nga paglihok sa tanan nga mga bisita sa langob. Ang epektibo nga suga mahimong magamit sa paghimo og luwas nga pag-access pinaagi sa dili pamilyar nga palibot, usa ka sona sa pamilyar nga makapahayahay sa mga bisita. Ang paggamit sa LED strip lights, 12 V downlights, ug uban pang low-energy nga teknolohiya makab-ot kini nga tumong. Mahimo kining i-attach sa mga railing o mga kilid sa agianan, nga adunay gikinahanglan nga mga inverters o mga baterya nga maayong pagkatago sa ubos. Sa kinatibuk-an, ang tanan nga mga fixtures ug mga kable kinahanglan nga maayo nga natago gikan sa mga bisita, apan magpabilin nga accessible alang sa pagmentinar nga wala'y dugang nga kadaot sa langob ug sa mga sulud niini. Ang pagkunhod sa konsumo sa kuryente adunay mga benepisyo lapas pa sa pagkunhod sa mga emisyon sa CO₂, tungod kay ang ubos nga mga kinahanglanon sa kuryente nagpadali sa paggamit sa usa ka lokal nga dili mapugngan nga suplay sa kuryente kung adunay pagkapakyas sa kuryente. Diyutay nga kainit ang gihimo usab. Adunay daghan na karon nga mga teknolohiya nga magamit, apan kinahanglan kini gamiton ingon mga himan aron makab-ot ang usa ka katuyoan, dili ingon usa ka katapusan sa ilang kaugalingon.

Ang suga para sa aesthetics kinahanglang ibase sa usa ka nagpahiping pilosopiya, pananglitan sa pag-ilustrar sa mga aspeto sa langob, eksplorasyon, kalamboan o kasaysayan. Kon posible, ang suga kinahanglang sunodsunod, nga ang mga bisita magtultol gikan sa usa ka talan-awon ngadto sa sunod, nga lagmit mosangko sa kahayag sa tibuok lawak. Ang bisan unsang kahayag sa ngitngit nga palibot adunay talagsaong epekto, ug ang layo kaayo nga kahayag usahay makapausbaw sa ilusyon sa giladmon ug misteryo. Ang suga sa mga bahin sa tubig mahimong epektibo kaayo ug makapahimuot sa mga bisita. Ang uban nagpakita sa mga disenyo sa suga sa langob nga naggamit ug kolor nga suga aron sa pagpauswag sa pipila ka mga bahin samtang ang uban naggamit sa neyutral ug bugnaw nga kahayag aron ipakita ang natural nga mga kolor sa langob, nga walay bisan usa niini nga adunay dakong epekto sa palibot sa langob. Ang ubang mga pasundayag nga mga langob adunay mga pasundayag sa suga nga gi-synchronize sa mga komposisyon sa musika aron mapalambo ang kasinatian sa mga bisita, nga wala'y nahibal-an nga dili maayo nga epekto sa palibot sa langob.

Paglimpyo sa langob

Sa daghang mga show caves, ang mga agianan ug usahay speleothems kanunay nga gilimpyohan tungod sa mga pagtipon sa abog, lint, nahugasan nga mga sediment, fungus ug lumot (lampenflora). Daghang mga pamaagi ang gisulayan, nga ang mga high-pressure nga mga jet sa tubig mao ang labing kasagaran nga pamaagi nga gigamit, bisan kung sa pipila ka mga kaso, gisulayan usab ang pag-scrub, paggamit sa mga surfactant ug paglimpyo sa singaw. Ang tanan niini nga mga pamaagi mahimong gilauman nga adunay pipila ka epekto sa speleothem ibabaw nga gilimpyohan. Kung gigamit ang mga high pressure water jet, kinahanglan nga sulayan sa mga operator nga limitahan ang gidaghanon ug kasubsob sa paghugas ug gamiton ang labing gamay nga gidaghanon sa mga nozzle nga gipasa sa usa ka calcite surface.

Ang Lampenflora mao ang makalililang nga hampak sa mga show caves - usa ka padayon nga problema. Ang paggamit sa lig-on nga mga ahente sa pagpanglimpyo, sama sa chlorine bleach, makadani sa tinguha sa pagtangtang sa makahugaw nga mga organismo sama sa algae. Ikasubo, ang paggamit sa kemikal, lakip ang chlorine bleach, dili maayo sa taas nga termino tungod kay ang lampenflora dali nga motubo ubos sa husto nga mga kondisyon. Ang bugtong paagi aron maminusan ang

pagtubo sa algae mao ang pagpugong sa pag-uswag sa lampenflora pinaagi sa pagkunhod sa kahayag ug kainit, kaysa usa ka periodical nga kemikal nga pagtambal, nga makapatay lamang sa pagtubo sa mubo nga panahon.

Bisan pa, kung modaghan ang lampenflora, kinahanglan nga gub-on kini sa mga kemikal nga compound. Ang mga herbicide, bisan pa, dili kinahanglan nga gamiton sa usa ka langub, tungod kay kini makahilo kaayo alang sa palibot sa langob. Kanunay nga gigamit sa agrikultura, ang mga herbicide kinahanglang likayan tungod kay hinay ang pagkadaot niini, ug ang pagkahilo niini mahimong seryosong makaapekto sa mga mananap sa langob. Ang paggamit sa kusgan nga mga kemikal sa pagpaputi alang sa pagkunhod o pagtangtang sa lampenflora gisusi sa Cigna (2011). Ang duha ka kaylap nga gigamit nga kemikal mao ang sodium hypochlorite (chlorine bleach sa 5% by vol) ug hydrogen peroxide (sa 15% by vol). Ang sodium hypochlorite nagpagawas sa chlorine sa palibot sa langob ug, bisan usa ka epektibo nga ahente sa paglimpyo, makahilo sa kinabuhi sa langob, bisan kung kini dali nga mabungkag. Ang hydrogen peroxide mahimo usab nga adunay wala tuyoa nga biolohikal nga mga epekto diin anaa ang mga linugdang nga puno sa puthaw. Ang usa ka bag-ong pagtuon sa USA (Kieft et al., 2021) nagpakita nga ang bleach ug hydrogen peroxide dili angay gamiton tungod sa toxicity sa bleach ug nga ang hydrogen peroxide makadaut sa speleothems. Ang Benzalkonium chloride usa ka epektibo nga dili makahilo nga biocide nga nagtangtang sa lampenflora kung gigamit sa mga konsentrasyon nga 1% - 10%. Girekomenda usab sa mga tagsulat ang paggamit sa germicidal UV light (UV-C). Dili igsapayan kung unsa nga ahente ang gigamit, ang hingpit nga paghugas sa mga ibabaw pagkahuman sa paglimpyo girekomenda, labing maayo nga gamiton ang tubig sa langob kaysa chlorinated nga tubig gikan sa usa ka publiko nga suplay. Ang tinuig nga pagpanglimpyo mao tingali ang labing tukma nga frequency, apan ang ubang mga site mahimong makabenepisyo gikan sa mas kanunay nga pagpanglimpyo gamit lang ang tubig sa langob.

Bag-ong mga materyales

Ang mga bag-ong materyales kanunay nga gipalambo ug ang uban daw adunay maayo, ug bisan dako, potensyal nga gamiton sa mga langob. Bisan pa, samtang ang pipila ka bag-ong mga materyales napamatud-an nga maayo kaayo, ang uban, sama sa komposit nga tabla, wala, nga nagpatunghag dili maayo nga mga epekto sa langob. Usa ka aspeto sa problema mao nga adunay daghang mga klase sa composite nga materyal ug ang adunay sulud sa kahoy kinahanglan likayan tungod kay kini makasuporta sa pagtubo sa bakteryas, algae ug agup-op. Ang mga panid sa espesipikasyon sa tanan nga komposit nga materyal kinahanglan nga maampingong susihon aron masiguro nga ang materyal wala'y sulud nga mga produkto nga kahoy o papel. Kung giplano nga gamiton ang composite nga materyal sa usa ka kweba, kini kinahanglan nga gamiton lamang human ang tipo sa komposit nga materyal nga gisugyot nahimong hilisgutan sa halapad nga pagsulay sa palibot sa langob diin kini gisugyot nga gamiton. Ang stainless steel napamatud-an nga usa ka maayo kaayo nga materyal nga gamiton sa usa ka langob. Bisan pa, ang stainless steel moabut sa lainlaing lainlaing mga grado ug kalidad. Kadaghanan sa gasto sa paggamit sa stainless steel mao ang pagpangita sa husto nga tipo alang sa gituyo nga paggamit. Girekomendar nga mas taas nga grado sa stainless steel ang gamiton kung kini nga materyal giplano nga gamiton sa usa ka langob. Ang bag-ong mga plastik naugmad nga adunay dakong potensyal nga magamit sa mga langob. Ang usa ka dako nga bentaha niining bag-ong mga plastik mao nga sila gaan, adunay mekanikal nga mga kinaiya nga duol sa puthaw ug sayon gamiton sa yano nga mga himan. Ang mga plastik nga bahin gidugtong sa mga stainless steel bolts, nga nagpadali sa pag-update sa disenyo sa umaabot. Ang mga agianan mahimong matukod pinaagi sa mga pultrusions - nga usa ka plastik nga gihimo pinaagi sa pagdrowing og resin-coated nga mga bildo nga fiber pinaagi sa gipainit nga die. Kanunay kini nga gitabonan sa grit aron makahatag og mas maayo nga trakasyon, apan kini dali nga magsul-ob kung adunay daghang mga bisita. Ang mga handrail mahimo usab nga mahimo gamit ang fiberglass nga gipalig-on nga plastik.

Mga materyales nga kasagarang dili iya sa usa ka pasundayag nga langob

Sa pagkonsiderar sa butang sa unsa nga mga materyales ang dili iya sa usa ka show cave, kinahanglan nga ilhon nga daghan sa mga materyales nga gilista niini nga seksyon adunay, sa usa ka panahon sa nangagi, nga giisip nga angay alang sa paggamit. Ingon usa ka sangputanan, tingali lisud ang pagpangita sa usa ka naglungtad nga pasundayag nga langob nga wala'y sulod usa o daghan pa nga mga materyales nga karon giisip nga dili gusto. Ang mga langob nga anaa sa proseso sa pag-develop isip usa ka show cave kinahanglang maglikay sa paggamit sa tanang mga materyales nga nahibal-an na karon nga dili gusto sama

sa gihulagway sa ubos.

Galvanized nga mga metal

Sa miaging mga dekada, ang galvanized steel piping mao ang materyal nga gipili nga gamiton isip show cave handrails, hagdanan ug plataporma. Bisan pa, ang zinc sa galvanized nga materyal dali nga ma-oxidized ug mogawas sa palibot sa langob. Ang pag-leaching sa galvanized coatings mahimong adunay dili maayo nga mga epekto labi na sa sensitibo nga invertebrate nga mga mananap nga langub ug calcite deposition. Diin ang galvanized steel gigamit sa usa ka kasamtangan nga show cave, usa ka programa kinahanglan nga maugmad alang sa pag-ilis niini sa laing materyal.

Dili parehas nga mga metal

Ang paggamit sa dili parehas nga mga metal sama sa lainlaing mga grado sa aluminyo, kanunay nga magpahinabog kaagnasan kung magkontak sa usag usa sa usa ka basa nga palibot. Ang una ug labing maayo nga solusyon mao ang dili paggamit sa dili parehas nga mga metal nga adunay kontak sa usag usa. Ang sunod nga labing kaayo nga solusyon mao ang pagbulag sa mga materyales gikan sa usag usa, gamit ang mga aparato sama sa neoprene o nylon washers, apan mahimo ra nga malangan ang dili kalikayan kung ang usa ka salida sa tubig moabut sa babag. Girekomenda usab nga dili gamiton ang mga anode sa pagsakripisyo, tungod kay kini makahimo og usa ka matang sa kemikal nga compound, nga mahimong adunay dili maayo nga epekto sa langob.

Non-ferrous nga mga metal

Daghang non-ferrous nga mga metal ang gigamit usab kaniadto sa mga langob. Tingali ang labing komon niini mao ang tumbaga, ug ang mga kalambigit nga mga haluang metal niini, nga maoy tinubdan sa daghang berdeng lama sa mga langob.

Puthaw ug asero

Ang dili matambalan nga puthaw ug asero delikado sa taya. Bisan ang mga porma sa malumo nga asero nga adunay gamay nga porsyento sa carbon dali nga ma-oxidizing (rusting). Tungod niini, ang hilaw nga asero ug puthaw kinahanglan dili gamiton sa show caves tungod kay ang mga lama sa taya mahimong moresulta.

Bitumen Aspalto (aspalto)

Ang bitumen (aspalto) usa ka itom nga viscous mixture sa hydrocarbon nga nakuha gikan sa petrolyo. Ang bitumen adunay kapabilidad sa pag-leach sa mga produkto, nga makahilo sa biota, ug mahimong makabalda sa calcite deposition. Kung makitan ang bitumen sa usa ka naglungtad nga show cave, kinahanglan nga himuon ang mga plano aron makuha kini sa labing madali. Ang bitumen kinahanglan dili gayud gamiton sulod sa usa ka langob nga gihimo isip usa ka show cave.

Kahoy

Sulod sa daghang mga siglo, ang kahoy nahimong usa ka paborito nga materyal alang sa pagtukod ug paghimo og mga butang, sama sa muwebles. Busa natural nga gamiton ang kahoy sa unang mga adlaw sa pagpalambo sa show cave. Ikasubo, ang kahoy adunay mubo nga kinabuhi sa wala pa kini magsugod sa pagkadunot. Kini naglakip sa creosoted ug pressure-treated nga kahoy. Kasagaran, ang palibot sa usa ka langob nahimulag ug ang pagpaila sa enerhiya gikan sa gawas magbag-o sa panimbang sa langob. Ang mga eksepsiyon niini mahitabo diin ang usa ka suba o sapa nag-agos sa usa ka langob o diin adunay taas nga organikong sulod sa pipila ka rason.

Kung ang kahoy maguba ug madunot sa palibot sa langob, ang madunot nga kahoy mahimong bahin sa kadena sa pagkaon. Ang pagkadunot nga kahoy makasuporta sa pagtubo sa fungal o bacterial ug gani nagpresentar sa risgo sa pagsulong sa mga lahi nga espisye nga makapuli sa lumad nga mga espisye sa langob. Kung ang bisan unsang porma sa kahoy gigamit alang sa formwork, scaffolding ug parehas nga temporaryo nga katuyoan, kinahanglan nga dili kini pagtrabaho sa usa ka langub, kung mahimo. Kini kinahanglan nga tangtangan sa pagkahuman sa trabaho, uban ang pag-amping nga gihimo aron makuha ang bisan unsang mga scrap o splinters nga resulta sa trabaho o pagbungkag sa usa ka istruktura. Kung ang nangadunot nga kahoy kinahanglang tangtangan gikan sa usa ka langob, pag-amping kinahanglan nga himoon aron masiguro nga kini dili mabungkag sa panahon sa transportasyon, ug sa ingon makahatag og dili natural nga sustansya nga hangin. Bisan ang gagmay nga mga timailhan sa nangadunot nga kahoy mahimong hinungdan sa pagbuto sa populasyon taliwala sa mga espisye nga nagpuyo sa langob, nga kinahanglan tangtangan gikan sa kahoy sa dili pa makuha ang kahoy gikan sa langob.

Diin ang kahoy makaplakan sa usa ka kasamtangan nga show cave, ang usa ka plano kinahanglan nga maugmad aron pulihan kini sa ubang mga materyales, ingon nga gitugotan sa ekonomiya ug diin ang pagpaila sa kahoy mahimong hinungdan sa usa ka hinungdanon nga pagbag-o sa natural nga palibot. Ang yugto sa panahon nga nasakup sa ingon nga plano kinahanglan nga limitado sa gipaabut nga gitas-on sa kinabuhi sa in situ nga kahoy. Atol sa pagpalambo sa usa ka show cave, ang ubang mga materyales kay sa kahoy kinahanglan nga mapili. Sa mga langob sa yelo lamang ang mga kinaiya sa kinaiyahan nga nahiuyon sa kahoy, nga kanunay nga gigamit alang sa pagtukod sa mga agianan ug mga handrail tungod kay dili kini danlog ug dali nga magamit sa mga kondisyon nga nagyelo.

Pagmonitor

Ang sukaranan nga pagmonitor sa klima sa langob kinahanglan nga himuon kanunay ug usa ka pormal nga iskedyul sa pag-monitor nga gisagop. Ang temperatura sa hangin, humidity, radon (kung ang konsentrasyon niini duol o labaw sa lebel nga gilamid sa balaod) ug temperatura sa tubig (kung mahimo) mahimong ma-monitor. Ang pagmonitor sa carbon dioxide kinahanglan iapil kung ang mga konsentrasyon niini labi ka gawas sa sakup sa natural nga mga pagbag-o. Mahimo usab nga mabantayan ang pag-agos sa hangin sa sulod ug gawas sa langob. Sa pagpili sa mga siyentista nga mohimo og mga pagtuon sa usa ka langob, importante kaayo nga ang mga siyentista lamang nga adunay maayong kasinatian sa mga palibot sa langob ang moapil alang sa mga butang nga may kalabotan sa langob. Daghan, kon dili batid nga mga siyentista, mahimong dili hingpit nga nahibalo sa mga palibot sa langob. Kung dili husto nga tambag ang gihatag sa pagdumala sa langob, mahimo'g moresulta kini sa peligro sa palibot sa langob. Ang siyensya sa langob kay usa ka espesyal kaayo nga natad.

Ipakita ang mga manedyer sa langob

Ang mga tagdumala sa show cave kinahanglan adunay katakus sa pagdumala sa negosyo sa show cave ug sa pagpanalipod sa kinaiyahan niini. Ang mga tagdumala sa usa ka pasundayag nga langob kinahanglang dili gayod makalimot nga ang langob mao 'ang gansa nga nangitlog og bulawan', ug nga ang langob kinahanglang mapreserbar nga may dakong pag-amping.

Ipakita ang mga giya sa langob

Ang mga giya sa usa ka pasundayag nga langob adunay importante kaayo nga papel tungod kay sila ang sumpay tali sa langob ug sa bisita. Importante kaayo nga ang mga giya husto nga nabansay. Ang pagdumala sa usa ka pasundayag nga langob kinahanglang maghimo ug manwal sa giya, nga espesipikong gisulat mahitungod sa paggiya sa ilang partikular nga langob. Ang mga giya kinahanglan nga bansayon sa dynamics sa grupo, ingon man ang mga kinaiya sa langob lakip na ang geology, biology, paleontology, kultural ug historikal nga kahulogan, ug ang epektibo nga mga paagi sa paghatag niana nga interpretasyon sa mga bisita sa usa ka informative ug makalingaw nga paagi. Ang pagpakita sa mga giya sa langob adunay nindot nga oportunidad sa pagdasig sa mga bisita nga mahimong tigpasiugda sa atong mga langob ug karst nga talan-awon. Sila usab ang responsable sa kaluwasan sa bisita ug pagpanalipod sa langob.

Interpretasyon

Ang katuyoan sa interpretasyon mao ang paghatag og impormasyon bahin sa langob ug ang natural ug kultural nga kabilin niini ngadto sa mga bisita, aron mapalambo ang ilang apresasyon ug pagsabot sa kasinatian sa langob. Ang laing aspeto sa interpretasyon naglakip sa epektibong pagpahibalo sa mga lagda ug regulasyon alang sa pagpanalipod sa mga kahinguhaan sa langob ug alang sa kaluwasan sa mga bisita ug kawani sa langob. Kini nga mga 'buhaton ug dili buhaton' kinahanglan nga pauswagon, ipakita ug ipahibalo sa pulong ngadto sa mga bisita sa paagi nga makatabang kanila nga masabtan ug gilauman nga mapasalamatan ang ilang importansya, ug aron makakuha og boluntaryo nga pagsunod. Sa mga langob diin ang mga bisita mosulod sa mga grupo sa tour inubanan sa giya sa langob, o tagsa-tagsa samtang gibantayan sa mga giya nga gibutang sa tibuok langob, ang giya sa langob kinahanglang tukma nga mabansay aron maseguro ang pagsunod sa mga lagda ug regulasyon alang sa pagpanalipod sa langob ug kaluwasan sa bisita.

Ang kasinatian sa usa ka bisita sa langob gihulma sa daghang mga hinungdan nga naglihok sa wala pa, sa panahon ug pagkahuman sa aktwal nga pagbisita. Niini nga mga hinungdan, ang pagkahibalo, pagpaabut, pagdawat (pag-abot) ug paghinumdom mahimong labi ka hinungdanon kaysa sa tinuud nga kasinatian sa langob mismo, ug sa kadugayan, ang paghinumdom tingali labing hinungdanon sa indibidwal. Ang bisan unsang pag-monitor sa kasinatian sa bisita kinahanglan nga gidisenyo aron masusi kini nga mga hinungdan.

Ang pipila ka sukaranang mga prinsipyo sa pagdesinyo sa kasinatian sa bisita mao ang:

- Ang impormasyon nga magamit sa publiko, online man o sa site, kinahanglang tukma ug dili maghatag ug sayop nga impresyon. Ang paghimo niini nga impormasyon nga magamit sa dili pa ang pagbisita makapakunhod sa dili maayo nga kinaiya ug makadugang sa pagpaabut.
- Siguruha nga ang labing kaayo nga posible nga hitsura gihatag sa pagsulod sa lugar sa langob.
- Sa mga kweba nga adunay mga guided tour, ang matag tour kinahanglan nga ipahiangay alang sa usa ka tukma nga gidaghanon sa mga bisita, alang sa usa ka tukma nga gidugayon sa panahon ug gipangulohan sa usa ka kahibalo nga giya nga naningkamot sa pagpalambo sa usa ka relasyon o relasyon uban sa mga bisita.
- Ang matag paningkamot kinahanglan buhaton aron mahibal-an ang piho nga mga panginahanglanon sa kultura ug interes sa tanan nga mga bisita ug mahatagan kini.



Usa sa upat ka interactive nga mga estasyon nga naghatag impormasyon sa multimedia sa German ug English, Wendelstein Cave, Germany. Litrato ni Peter Hofmann.

Girekomenda nga ang matag pasundayag nga langob maghimo usa ka partikular nga tema o tema para magamit sa mga pagbiyahe ug sa promosyonal nga materyal sa internet, ug dali nga mahimong sukaranan alang sa usa ka programa sa edukasyon. Bisan tuod ang pagpalambo niini nga mga tema nagpresentar og pipila ka mga hagit alang sa mga giya ug mga manedyer, kini mahimong moresulta sa mas makahuluganon nga mga kasinatian sa langob alang sa mga bisita ug usa ka mas natagbaw nga mga trabahante. Kaniadto, kadaghanan sa mga paglibot sa langob gigiyahan, apan sa panahon sa ika-21 nga siglo CE adunay usa ka lakang padulong sa kaugalingon nga giya nga mga paglibot nga nagtugot sa mga bisita sa paglihok sa langob sa ilang kaugalingon nga katulin. Ang pagbalhin ngadto sa self-guided nga mga paglibot sa langob, sa pipila ka mga kaso, gipalihok sa usa ka tinguha sa pagpakunhod sa gasto pinaagi sa paggamit sa mas ubos nga mga giya, apan kini usab posible nga sa pagsagop sa usa ka modelo diin ang mga giya gipakatap sa partikular nga mga dapit pinaagi sa langub aron sa pagsiguro sa kaluwasan, pagpugong makadaot ug maghatag ug dugang nga interpretasyon kung gikinahanglan. Ang ulahi nga modelo labi nga angay kung ang mga lokal nga komunidad sa kabanikanhan nalambigit sa turismo sa langob ug ang paggiya naghatag hinungdanon nga lokal nga trabaho. Ang ubang mga show cave mogamit sa matag usa niini nga mga modelo o mga hybrid nga seasonal samtang ang pagbisita nag-usab-usab.

Ang mga self-guided nga mga pagbiyahe nanginahanglan usa ka lahi nga pamaagi sa paghubad ug ang mga musunud nga pamaagi gigamit karon:

Mga pamaagi sa interpretasyon nga gigamit sa self-guided show caves

Matang sa tighubad	Gigamit niini nga mga langob:
Signage lang	Daghang mga langob, lakip ang sa mosunod nga mga nasud: Australia Fig Tree Cave, New South Wales Mammoth Cave, Western Australia

	Austria	Lamprechtsofen Cave
	China	Furong Cave, Chongqing Tenglong Cave, Hubei Province
	Malaysia	Deer Cave, Sarawak Niah Great Cave, Sarawak
	Slovenia	Škocjan Caves
	USA	Mammoth Cave, Kentucky
Handset nga adunay mga mensahe sa daghang mga pinulongan	Laos	Vieng Xai Caves
	Spain	Cueva de Nerja
	USA	Carlsbad Cavern
Giayo nga mga istasyon nga adunay mga mensahe sa audio	Mexico	Balankanche Cave
	UK	Dan yr Ogof
Magamit ang app alang sa mga smart phone sa mga bisita	UK	Treak Cliff Cavern

Bisan unsa nga tipo ang gigamit, ang maayo nga interpretasyon kritikal, lakip ang paggamit sa tematik nga interpretasyon ug paglakip sa usa ka lig-on nga mensahe sa konserbasyon. Ang mga tabla sa pagpatin-aw kinahanglan nga anaa sa lokal nga pinulongan, ingon man sa bisan unsang internasyonal nga pinulongan nga nagpatigbabaw.

Mga giya

(20) *Ang naglungtad nga mga kweba sa pasundayag kinahanglan nga madumala sa labing taas nga posible nga mga sumbanan ug kinahanglan molihok padulong sa pagsunod sa Girekomenda nga Mga Giya sa ISCA, ingon man ang mga panudlo nga gihatag dinhi.*

(21) *Ang usa ka bug-os nga pagtuon kinahanglan nga himuon aron mahibal-an ang pagpadayon sa kalikopan ug ekonomiya sa dili pa maghimo usa ka kweba nga mahimong usa ka pasundayag nga langob.*

(22) *Ang kaluwasan kinahanglang maoy numero unong prayoridad sa matag pasundayag nga langob.*

(23) *Ang pagtino sa kapasidad sa pagdala sa bisita sa usa ka piho nga pasundayag nga langob mao ang balanse tali sa paghatag og luwas, informative ug makalingaw nga kasinatian sa paglibot sa langob alang sa mga bisita ug pagpamenos sa epekto sa palibot sa langob, samtang nakakab-ot sa mga tumong sa ekonomiya. Ang tanan nga tulo - kasinatian sa bisita, epekto sa kinaiyahan ug mga katuyoan sa ekonomiya - kini nga mga hinungdan kinahanglan nga tagdon.*

(24) *Kinahanglan nga adunay plano sa lugar nga naghulagway sa detalye sa ibabaw ug sa detalye sa ilawom sa yuta sa usa ka langob aron masusi ang posibleng epekto sa mga obra sa ibabaw sa usa ka langob.*

(25) *Ang angay nga imprastruktura sa entrada sa usa ka pasundayag nga langob hinungdanon alang sa pagmintinar sa natural nga langob nga palibot.*

(26) *Sa tanan nga bag-ong kalamboan, bisan sa kasamtangan nga show caves o sa bag-ong mga site, ang mga panginahanglan sa imprastruktura kinahanglan nga mabinantayon nga susihon, gidisenyo ug i-install, nga gikonsiderar ang labing maayo nga mga gawi karon.*

(27) *Ang elektrisidad nga network sa suga sa usa ka langub kinahanglan nga mas maayo nga bahinon sa mga sona, sa ingon makahimo lamang sa mga bahin sa langob nga giokupar karon sa mga bisita nga epektibo nga mapasiga. Ang paggamit sa*

kahayag kinahanglan nga maminusan aron madan-agan lamang ang pipila ka mga bahin ug maghimo usa ka atmospera nga makapauswag sa kasinatian sa bisita.

(28) Ang epektibo nga pagdumala sa show cave gipaluyohan sa pagmonitor aron tugotan ang pagdumala sa mapahiangay nga site. Sa labing gamay, ang batakang pagmonitor sa mga langob, fauna, klima ug konsentrasyon sa carbon dioxide kinahanglan nga himuon sumala sa iskedyul sa pagmonitor.

(29) Ang mga tagdumala sa show cave kinahanglan adunay katakus sa pagdumala sa negosyo sa show cave ug sa pagpanalipod sa kinaiyahan niini.

(30) Ang mga giya sa bisan unsang pasundayag nga langob adunay importante kaayo nga papel isip sumpay tali sa langob ug sa bisita. Importante nga ang mga giya husto nga nabansay sa mga mithi sa partikular nga langob ug sa ilang interpretasyon alang sa mga bisita.

(31) Ang tanan nga show caves kinahanglan maghimo ug taas nga kalidad nga interpretive nga impormasyon aron matabangan ang publiko nga mas masabtan ug mapasalamatan ang palibot sa langob.



Ang mga bisita makasinati sa katahum ug texture sa yelo sa Eisriesenwelt cave, Austria. Litrato ni Csaba Egri.

Mga kalihokan sa adventure ug turismo sa surface karst

Atol sa ika-21 nga siglo CE, adunay pag-uswag sa adventure ug turismo nga mga kalihokan sa hubo nga nawong nga karst, lakip na ang mga dapit sa limestone nga semento, pinnacle karst, pangpang ug canyon. Kini nga mga bastos ug usahay hilit nga mga puy-anan mahimong adunay wala mailhi nga biodiversity ug geodiversity nga mga kantidad nga kinahanglan ampingan, labi na sa mga protektadong lugar. Busa, importante ang pagsurbi niini nga mga dapit alang sa talagsaon o endemic nga mga espisye sa mga tanom (e.g., orchids) o mga mananap (e.g., langurs), o alang sa mahuyang nga mga bahin sa karst (e.g., pinnacles), isip kabahin sa proseso sa pagdesisyon kon sa pagtugot sa maong mga kalihokan, ubos sa unsa nga mga kondisyon (mga regulasyon) ug asa (zoning).

Ang bisan unsang imprastruktura nga gikinahanglan ug gitugotan sa pagsuporta sa maong mga kalihokan kinahanglan nga gidisenyo ug i-install aron kini adunay gamay nga epekto sa karst, sa pagtan-aw ug sa bahin sa integridad niini, ug mahimong dali nga matangtang sa umaabot, kung gikinahanglan, ibalik ang karst hapit sa natural nga kahimtang niini.

Ang mga karst nga sirkito nga gibase sa *via ferrata* naggikan sa ika-19 nga siglo CE sa alpine karst nga mga dapit sa Europe. Ang *Via ferrata* nahimong mas popular sukad sa ulahing bahin sa ika-20 nga siglo CE, ilabina sa Europe ug mikaylap sa tibuok kalibutan. Ang mga sirkito sa karst nga adunay access nga gipadali sa lain-laing mga kombinasyon sa imprastruktura naugmad pinaagi sa pinnacle karst sa daghang mga lokasyon. Sa Tsingy de Bemaraha WHP sa Madagascar, ang Big Tsingy nga sirkito naglakip sa mga walkway, plataporma, hagdan, suspension bridge ug cable safety lines sa mga lugar. Ang karst circuit agi sa Phu Pha Marn pinnacle karst sa central Laos naglakip sa mga ziplines, *via ferrata*, suspension bridges, net bridge ug mga plataporma, nga adunay cable safety lines sa tibuok circuit. Kini nga mga sirkito nagtugot sa mga bisita sa pagsuhid ug pagsinati sa talagsaon nga kinatumyan nga mga karst nga talan-awon ug makakita sa endemic wildlife (pananglitan, lemurs ug langurs), nga sa laing bahin halos dili maabot. Ang mga bisita sa gagmay nga mga grupo gigiyahan sa mga sirkito pinaagi sa nabansay nga mga giya. Ang labihan ka bangis ug gibutyag nga mga talan-awon nagpasalig nga ang mga bisita magpabilin sa gitakda nga ruta, nga nagbilin nga gamay nga epekto kutob sa mahimo sa natural nga ekosistema. Ang mga bisita kinahanglan dili tugotan nga maglakaw o mokatkat sa huyang nga tumoy o uban pang mga bahin sa karren nga dali nga mabuak.

Ang pagsaka sa bato adunay taas nga kasaysayan, apan sa panahon sa ika-21 nga siglo CE, adunay usa ka marka nga pagtaas sa mga ihap sa pag-apil, labi na sa 'bouldering' kung diin wala'y gigamit nga mga tabang ug wala'y gigamit nga mga pisi. Ang mga puy-anan sa pangpang, nga sa kasaysayan usa sa labing gamay nga nadisturbo sa kalihokan sa tawo, nag-atubang sa mas daghang pressure sa tawo kaysa kaniadto. Gipakita sa mga pagtuon nga ang mga ruta sa pagsaka adunay gamay nga tabon sa tanum ug ubos nga biodiversity kaysa parehas nga mga pangpang nga lugar nga wala gigamit sa pagsaka. Ang anapog sa kasagaran dili limpyo nga bali sama sa granite o sandstone. Kini makapalisud sa pagbutang sa 'tradisyonal' nga matangtang nga mga angkla (chocks ug cams) alang sa proteksyon sa mga limestone nga pangpang. Hinunua, kadaghanan sa anapog nga tabang-pagsaka nga mga dapit naggamit sa pre-placed bolted anchors alang sa proteksyon. Adunay mga lagda sa pamatasan alang sa pagsaka sa bato, sama sa Climber's Pact (tan-awa ang [Internet Resources](#)), nga nagtubag sa pagpanalipod sa biodiversity, geodiversity ug kultural nga mga bili (pananglitan, lumad nga rock art) sa mga lugar sa pagsaka.



Zipline pinaagi sa pinnacle karst sa Phou Pha Marn protected area, Laos. Litrato ni Green Discovery Laos.

Ang *canyoning* usa ka kalihokan sa gawas nga kalingawan nga naglangkob sa paglatas sa usa ka canyon o bung-aw, kasagaran adunay nag-agos nga sapa, gamit ang lainlaing mga teknik sama sa abseiling, scrambling, pagsaka, paglukso ug paglangoy. Bisan tuod ang canyoning gihimong popular sa mga Amerikano ug Uropa niadtong dekada 1970, ang mga sinugdanan niini masubay balik sa ulahing bahin sa ika-19 nga siglo CE sa France. Si Edouard Alfred Martel, nailhan nga 'amahan sa modernong speleology' ug usa ka pioneer sa eksplorasyon ug pagtuon sa mga langob, unang mipaila sa mga teknik sa canyoning sa pagpahigayon og siyentipikong panukiduki sa mga dapit nga lisod maabot sa mga gorges. Aron maminusan ang epekto sa kalikopan sa canyoning, girekomenda nga magpadayon sa mga agianan sa sapa ug likayan ang mga sensitibo nga sapa sa sapa ug mga tanum. Kung mahimo, gamita ang natural nga mga angkla ug matangtang nga rigging sa paagi nga makalikay sa kadaot ug maprotektahan ang natural nga karst ibabaw. Ang code of conduct sa canyoning gikan sa International Canyoning Organization for Professionals (tan-awa ang [Internet Resources](#)) naglakip sa diskusyon sa kaamgohan ug pagpanalipod sa kinaiyahan.

Mga giya

(32) Ang bastos ug hilit nga mga puy-anan sa karst sa ibabaw mahimong adunay wala mailhi nga biodiversity ug geodiversity nga mga kantidad nga kinahanglan nga usisahon ug susihon ingon bahin sa proseso sa paghimog desisyon kung tugutan ba ang mga kalihokan sa adventure ug turismo sa kanila, sa ilawom sa unsang mga kondisyon ug asa.

(33) Ang imprastraktura nga gikinahanglan sa pagsuporta sa mga kalihokan sa ibabaw nga karst kinahanglan nga gidisenyo ug i-install sa ingon nga kini adunay gamay nga epekto sa karst, sa pagtan-aw ug sa bahin sa integridad niini ug, kung gikinahanglan, mahimong dali nga matangtang sa umaabot, ibalik ang karst hapit sa natural niini kahimtang.

Siyentipikanhong panukiduki

Ang mga langob maoy usa sa pinakamaayong dapit aron tun-an ang nangaging mga kasaysayan sa atong planeta ug katawhan, ingon man ang mga proseso sa biyolohikal nga ebolusyon. Epektibo kini nga mga kapsula sa oras nga maayo ang pagkalainlain, predisposed sa daghang mga paagi aron mapreserbar ang organikong materyal sama sa bukog, kabhang, pollen, uling ug materyal sa tanum ug dili organikong materyal, lakip ang mga clastic sediment ug speleothems. Ang mga langob ug mga entrada sa langob nagsilbi nga temporaryong puy-anan o permanenteng dangpanan sa daghang mga espisye sa mga tanom, mananap ug micro-organismo nga dili mabuhi sa ibabaw, ilabina niadtong mga rehiyon diin ang kauga, ubos nga humidity ug ang sobra nga temperatura naglimite sa mga organismo.



Usa ka biospeleologist nga nagsampol sa mga invertebrate sa Frauenhaldenhöhle, Germany. Litrato ni Rainer Straub.

Ang organiko ug dili organikong mga materyales gidala ngadto sa mga langob pinaagi sa nagkalain-laing natural nga geomorphological nga proseso, kasagarang naglambigit sa tubig ug, sa pipila ka mga kaso, hangin. Sa diha nga ang mga materyales sa ilalom sa yuta magtigum ug kung ang mga agianan mahimong relict ang mga natipon nga deposito mapanalipdan gikan sa mga proseso sa weathering nga naglihok sa ibabaw. Kadaghanan sa mga aktibo nga sistema sa hydrological nga karst gihulagway sa paspas nga pag-agos sa mga panahon, bisan pa sa pipila ka mga lugar, ang tubig sa yuta nagsunod sa lawom nga mga agianan sa agos ug mahimo'g molungtad og gatusan o liboan ka tuig aron makabalik sa ibabaw. Sa paghatag nga walay pagsagol sa duol-sa-ibabaw nga katubigan sila mitungha nga walay bisan unsang anthropogenic nga mga pollutant, sama sa chlorofluorocarbons o ang gipaila sa tawo nga atomic radiation sa 1950s. Para sa pagtuon sa palaeo-environment o archaeology, ang mga langob karon nagsuplay sa 'supermarket' sa multi-disciplinary information nga naglakip sa isotopes nga gipreserbar sa speleothem, skeletal material ug environmental DNA (e-DNA) nga gipreserbar sa mga sediment. Alang sa panukiduki nga nagpunting sa mga indikasyon sa pagbag-o sa klima, ang usa ka maayong pagkapreserbar nga lugar sa langob nagtanyag daghang mga timailhan ug mga materyal sa pagtuon. Naglakip kini sa mga lut-od sa abo sa bulkan, mga deposito sa slackwater gikan sa mga baha ug daghang isotopes ug mga organikong residu nga anaa sa drip water ug speleothems.

Para sa biolohikal nga panukiduki, ang mga langob gipakasama sa 'subterranean laboratories' tungod sa ilang kusog nga insulated ug buffered environment diin daghan sa mga variables ug perturbations nga makaapekto sa surface environment wala o kusog nga muted. Naglakip kini sa kanunay nga kangitngit, duol sa kanunay nga temperatura ug taas nga humidity, ubos nga suplay sa pagkaon ug wala o kusog nga gipahilom nga diurnal/seasonal nga mga timailhan. Kining medyo lig-on ug matag-an nga mga kahintang naghimo sa mga langob ug langub nga mananap nga haom kaayo alang sa pagpanukiduki sa mga batakang biolohikal nga mga pangutana sama niadtong may kalabotan sa pagpahaom, dagan sa enerhiya ug mga proseso sa ebolusyon. Ang mga aktibong langob kasagarang makadawat ug regular nga mga input gikan sa ibabaw, apan ang mga relict nga langob mahimo nga nahimulag nga 'subterranean islands', diin ang mga espesyalista, lokal nga endemic, 'troglobiont' nga mga espisye mahimong molambo. Tungod kay kini nga mga espisye talagsa ra ug kasagaran adunay limitado nga mga han-ay sa pag-apod-apod, hinungdanon nga masusi ang mga potensyal nga epekto nga mahimo sa mga kalihokan sa panukiduki sa kanila.

Ang mga populasyon sa langgam ug kabog nga nagpuyo sa langob ilabinang bulnerable sa kasamok gikan sa mga tawo nga mosulod sa mga langob, walay sapayan sa siyentipikong panukiduki. Ang pagdakop sa mga kabog ug mga langgam, o pagkolekta sa mga salag, sa mga langob ug mga lugar nga pagpasanay, alang man sa panukiduki o alang sa tradisyonal nga pagkaon/tambal nga katuyoan, mahimong adunay dakong epekto sa lokal nga populasyon sa langgam ug kabog. Kadaghanan sa mga populasyon sa mga invertebrate sa langob daw dili kaayo reaktibo o klaro nga nadisturbo sa presensya sa tawo. Ang pagyatak usa ka dayag nga direktang hulga sa indibidwal nga mga invertebrate sa langob, ug ang bug-at nga trapiko sa tawo mahimong adunay dakong epekto sa mga mahuyang nga mga espisye sa pinuy-anan sa salog, nga lagmit nga misteryoso. Ang pagyatak sa humok nga mga linugdang sa ingon usa ka kinatibuk-ang problema sa tanan nga mga langob, dili lamang sa mga siyentista. Ang paglakaw sa luag nga mga bato makadugmok sa mga espisye nga nagpasilong sa ilawom. Bisan pa, kadaghanan sa mga invertebrate nga populasyon lagmit naa sa mga meso-cavity, ug mogawas lamang sa mga agianan sa langob kung ang mga kondisyon angay.

Ang sobra nga pagkolekta sa mga siyentipiko giisip usab nga usa ka hulga sa mga mananap sa langob. Mao kini ang kahintang sa pipila ka nasod sa Uropa diin ang Olm salamander (*Proteus*) maoy usa ka bililhong eksibit sa museyo. Ang mga bakukang sa langob gipangita gihapon isip collectible nga mga specimen, sama sa mga alibangbang, sa mga amateur ug propesyonal nga entomologist. Ang sobra nga pagkolekta sa siyensya lagmit nga usa ka hulga kung diin ang proyekto sa panukiduki nanginahanglan daghang mga espesimen, sama sa mga pagtuon sa genetic sa populasyon, ug kung ang populasyon nga gisampol gamay ug nahimulag. Kadaghanan sa mga modernong biologo nahibalo sa posibleng epekto sa sobra nga pagkolekta, ug ang kadaghanan sa mga pagtuon sa biyolohikal gihimo nga adunay gamay nga kasamok sa mga populasyon ug mga espisye nga mabuhi. Apil na niini ang pagtangtang sa mga pitfall traps nga wala na magamit. Bisan pa, ang panagsa nga pagkolekta sa indibidwal nga mga espesimen alang sa siyentipikong pag-ila ug taxonomy kinahanglan dili isipon nga usa ka hulga; hinuon kini gikinahanglan alang sa tukmang pag-ila ug pagkonserba sa mga espisye. Ang dili maayo nga pagkadisenyo (o gihimo) nga mga eksperimento sa siyensya mahimong moresulta sa epekto sa kinaiyahan. Pananglitan, sa katuigang 1970, dihay pagsulay sa pagsundog sa bantogang Moulis Underground Laboratory (France) sa usa ka langob sa Brazil sulod sa usa ka protektadong lugar. Ang pagsulay napakyas, nga miresulta sa pagkamatay sa daghang mga isda nga gipahiangay sa mga langob, nga ang problema gipasamot sa pagkapakyas sa pagtangtang sa makadaot nga mga istruktura sa laboratoryo.

Importante nga hinumdoman nga ang pinakadako nga hulga sa mga mananap sa langob ug sa mga ekosistema sa langob wala maggikan sa siyentipikong panukiduki, hinuon nga kini naggikan sa mga kalihokan sa gawas sa langob, lakip na ang pagkuha sa mineral, deforestation, agrikultura, pagkuha sa tubig sa yuta, polusyon sa tubig ug sedimentation. Ang mga langob sa kinatibuk-an mahimong dili tinuyo nga makaapekto sa mga langob pinaagi sa pagpasulod sa mga mikrobyo ngadto sa ilalom sa yuta nga ekosistema (tan-awa ang [Recreational ug adventure caving](#)).

Ang pagtudlo sa mga protektadong lugar kasagarang gipaluyohan sa halapad nga siyentipikong panukiduki, nga usahay makita sa ngalan sa site. Usahay ang mga lugar nga giprotektahan gihimo tungod kay ang panukiduki sa siyensya nagpakita sa paglungtad sa mga bililhon nga kabtangan sa kinaiyahan nga angay panalipdan. Ingon niana ang kahintang sa mga lugar nga adunay talagsaon o nahulga nga mga espisye o hinungdanon nga mga geosite. Bisan pa, adunay daghang mga lugar nga giprotektahan sa karst, labi na kadtong gipili alang sa mga hinungdan sa talan-awon, diin adunay limitado nga pagsabut kung giunsa ang pag-uswag sa mga porma sa yuta o sa mga proseso ug mga koneksyon nga naglihok aron magpadayon nga molihok ang sistema. Daghang mga lugar nga giprotektahan sa karst ang nahimong sentro sa de-kalidad nga panukiduki tungod kay

nagpakita kini nga hinungdanon nga natural nga mga kantidad, ug tungod usab sa daghang bahin sa kalibutan, ang mga protektadong lugar nag-abiabi sa kalihokan sa siyensya.

Ang panukiduki sa mga protektadong lugar dakog natampo sa pagsabot sa mga sistema sa karst. Ang Mammoth Cave National Park (NP), sa Kentucky, ug Carlsbad Caverns NP sa New Mexico, parehong World Heritage Properties sa USA, nahimong importanteng mga dapit alang sa pagpalambo sa karst hydrogeology ug speleogenesis (Mammoth) ug sa hypogene speleogenesis ug geomicrobiology sa langob (Carlsbad). Adunay imprastruktura sa panukiduki sa duha ka mga parke, lakip ang akomodasyon, ingon man usa ka kawani nga nagsuporta, nga usahay dili mahitabo kung ang panukiduki gihimo sa mga pribadong yuta. Ang dugang nga bentaha sa panukiduki sa mga protektadong lugar mao nga adunay mas dako nga proteksyon alang sa mga bililhon nga kagamitan sa uma. Ang mga instrumento sa pag-monitor sama sa mga fluorometer ug mga logger nga nagmonitor sa mga parameter sa kalikopan kasagarang kinahanglan nga i-deploy sa taas nga mga panahon aron makolekta ang makahuluganon nga datos, nga adunay kanunay nga peligro sa kadaot o pagpangawat. Ang mga kawani sa giprotektahan nga lugar mahimo usab nga motabang sa pagkolekta sa datos, pagsusi sa integridad sa kagamitan ug paghatag ug mga pansabut sa siyensya kung dili magamit sa usa ka siyentista sa usa ka hilit nga lokasyon. Ang pipila ka mga protektadong lugar adunay mga lokal nga siyentipiko sa ilang permanenteng kawani, usahay gitawag nga 'mga espesyalista sa langob'. Gitugotan niini ang taas nga kalidad nga panukiduki nga himuon sa naandan nga basehan. Sa Mammoth Cave NP, ang panukiduki sa mga residente nga siyentipikong kawani nakahatag sa labing detalyado nga pagmapa sa kalibutan sa mga basin sa tubig sa yuta sa karst. Ang dugang nga bentaha sa pagbaton ug mga residente nga siyentipiko mao ang posibilidad nga mahatagan ang mga estudyante ug publiko sa lawom nga kasayuran sa karst ug mga langob. Sa USA, ang kolaborasyon tali sa Mammoth Cave NP ug sa kasikbit nga Western Kentucky University nagtugot sa pagpatuman sa 'Karst Field Studies' nga programa, usa ka serye sa usa ka semana nga karst ug cave focused field seminar nga gipangulohan sa mga residente ug dili lokal nga mga siyentipiko nga nagdagan sukad sa 1979.

Ang mahimong tawgon nga 'panukiduki nga naka-focus sa sulod' nagtumong sa pagdugang sa pagsabot sa mga protektadong lugar ug busa mahimong direktang makaon sa pagdumala. Ang usa ka maayo nga pagkahan-ay nga programa sa pagmonitor (tan-awa ang Pagpalambo sa epektibo nga pagmonitor ug pagpaminus) lagmit nga magrepresentar sa usa ka porma sa panukiduki nga maghatag kini mga datos sa siyensya nga kinahanglan nga mahimong hilisgutan sa higpit nga pagtuki. Bisan pa, ang panukiduki nga nakapunting sa sulod lahi sa naandan nga pagmonitor pinaagi sa pagtubag sa piho nga mga pangutana (pananglitan, usa ka programa sa pagsubay sa tubig gamit ang mga tina aron matukod ang lugar nga dakpon sa usa ka tubod o mga tubod) o mga problema (pananglitan, pag-imbetiga sa pagkunhod sa usa ka partikular nga espisye sa tanum o hayop nga giila pinaagi sa pagmonitor). Sa kasukwahi, ang 'outwards-focused research' naggamit sa datos o materyal nga nakolekta sulod sa protektadong lugar aron matubag ang mas lapad nga mga isyu (pananglitan, pagtukod pag-usab sa nangaging mga palibot gamit ang rekord nga gipreserbar sa speleothems, o ang paggamit sa langob isip underground nga laboratoryo). Usa ka maayong pananglitan sa naulahi mao ang Vivarium nga nahimutang 50 m sulod sa Postojna Cave, Slovenia, nga bahin niini usa ka laboratoryo nga gigamit alang sa siyentipikong trabaho ug panukiduki. Ang terrestrial nga mga langob gigamit usab ingong testing ground sa mga robot nga mahimong gamiton sa pagsuhid sa mga langob sa ubang mga planeta. Sa pipila ka mga sitwasyon, ang pondo alang sa panukiduki gipalabi nga ipaagi sa mga protektadong lugar. Sa Brazil, diin ang mga langob gipanalipdan sa usa ka pederal nga lebel, ang kompensasyon sa kalikopan nga salapi nga may kalabutan sa mga epekto sa mga langob kinahanglan nga mas gusto nga gitumong ngadto sa panukiduki sa mga langob. Ang uban nagpakita nga mga langob, sama sa sikat nga Nerja Cave, duol sa Malaga, Spain, nagpundo usab sa panukiduki sa karst, lakip ang mga komperensya sa siyensya.

Sa tanan nga protektadong lugar, ang panukiduki sa mga langob ug sa karst kinahanglan nga mahitabo lamang human sa usa ka sinulat nga aplikasyon ug sa paghatag sa usa ka research permit. Ang mga permiso kinahanglan nga i-apply nang daan, ug mas maayo nga ang grupo sa panukiduki magtrabaho kauban sa mga lokal nga komunidad, lakip ang angay nga pagbayad alang sa mga serbisyo. Ang ubang mga nasud adunay espesipikong mga lagda alang sa mga tigdukiduki gikan sa ubang mga nasud nga gustong mohimo ug karst ug kweba nga panukiduki. Ang tumong mao ang pagsiguro nga ang mga tigdukiduki dili mosagop sa usa ka 'kolonyalista' nga pamaagi ug nga ang host nasud nakigbahin sa kahibalo nga nakuha. Gisagop sa UIS ang usa ka Code of Ethics alang sa internasyonal nga mga ekspedisyon sa caving, ang uban niini naglakip sa usa ka piho nga bahin sa panukiduki (tan-awa ang [Internet Resources](#)). Ilabi na nga importante nga kadtong nag-research sa mga nasud nga walay kasaysayan sa eksplorasyon sa langob makatabang sa mga lokal nga katawhan nga masabtan ang katuyoan sa ilang trabaho,

aron malikayan ang posibleng dili pagsinabtanay. Usa ka dili maayo nga kaso mao ang usa ka ekspedisyon sa Ethiopia diin ang mga lokal gisultihan nga ang mga speleothems "bililhon alang sa siyentipikong panukiduki", nga mitultol sa pipila ka mga tawo nga moadto sa mga langub ug gikuha ang speleothem sa pagtuo nga kini mahimong ibaligya.

Kung mahimo, ang mga kawani sa giprotektahan nga lugar kinahanglan nga mahibal-an ang proyekto sa panukiduki ug, kung mahimo, kinahanglan sila maapil sa pagkolekta sa datos. Makapahimo kini kanila sa paghisgot sa panukiduki sa dihang naghatag og mga tour sa mga grupo sa mga bisita, ug mas maayo nga motabang sa sunod nga mga research team nga adunay mga detalye sa field-specific sa mga naunang pagtuon. Ang mga tigdukiduki kinahanglang dasigon sa paghimo sa ilang trabaho nga magamit sa porma nga masabtan sa mga bisita. Mahimo kini pinaagi sa usa ka poster nga presentasyon sa sentro sa bisita, usa ka artikulo sa internet o pinaagi sa social media. Sa pipila ka mga kaso, mahimong posible ang pagpaambit sa datos sa kadaghanan. Ang British Cave Science Center (BCSC) sa Poole's Cavern, usa ka Lugar sa Espesyal nga Siyentipikanghong Interes sa Buxton, England, nagtukod ug real-time nga sistema sa pagmonitor sa klima sa langob. Ang datos gi-upload sa BCSC web site ug mahimong ma-download ug magamit ni bisan kinsa nga walay bayad (tan-awa ang [Internet Resources](#)).

Girekomenda nga ang mga porma sa aplikasyon alang sa mga permiso sa panukiduki naglakip sa:

- Usa ka deskripsyon sa proyekto ug, alang sa gawas nga naka-focus nga panukiduki, mga rason ngano nga kini kinahanglan nga buhaton sa gipanalipdan nga lugar kaysa sa lain nga site.
- Ang (mga) lokasyon kung asa i-install ang mga ekipo o mga sample nga kolektahon (ug gidaghanon ug frequency sa pagkolekta sa sample) nga adunay katarungan alang sa partikular nga (mga) lokasyon nga gipili.
- Usa ka pagtasa sa mga potensyal nga epekto ug mga lakang nga pagahimoon aron maminusan ang mga epekto. Usa ka maayong pananglitan mao ang panukiduki nga nanginahanglan sa paggamit sa mga speleothems, sama sa mga pagtuon sa paleoclimate/paleoenvironment. Sa 1980s, sa diha nga medyo dako nga kantidad sa materyal nga gikinahanglan, kasagaran alang sa tibuok speleothems nga gikuha gikan sa mga langob. Alang sa kadaghanan nga mga pagtuon, kini dili na kinahanglan, tungod kay gamay ra nga kantidad sa materyal ang gikinahanglan ug kini makuha pinaagi sa mabinantayon nga pagkuha sa usa ka nipis nga kinauyokan. Human makuha ang kinauyokan usa ka gamay nga plug ang mahimong isal-ot, nga magtugot sa speleothem nga mag-ayo kung adunay nagpadayon nga pag-ulan sa calcite. Kung naa, ang gusto kinahanglan ihatag sa mga nabuak na nga speleothem sample, usa ka komon nga sitwasyon sa mga langob nga nakadawat og pagbisita. Kung wala'y nabuak nga speleothems, usa ka konserbatibo nga pamaagi ang kinahanglan gamiton, pagpili sa materyal nga gitago gikan sa pagtan-aw ug adunay limitado nga aesthetic nga kantidad.
- Mga detalye sa bisan unsang giplano nga biological o microbiological sampling. Importante kini ilabina kung diin ang mga tigdukiduki nagbase sa mga nasud gawas sa usa diin ang sampling himoon, tungod kay ang pipila ka mga nasud wala magtugot niini nga mga materyales nga ma-eksport nga walay dugang nga papeles tungod sa kanunay nga mga kaso sa biopiracy. Sa kasuwahi, ang mga nasud sama sa Australia ug USA adunay higpit nga mga balaod bahin sa pag-import sa biolohikal nga materyal o yuta.
- Ang paggamit sa mga drone ug robot alang sa pagkuha sa mga kweba ug pagmapa sa mga gibansay nga mga operator sa langob usa ka bag-o nga kalamboan nga makahatag og taas nga kalidad nga datos alang sa siyentipikong pagtuki ug paghubad, apan ang bisan unsang paggamit niini nga mga himan kinahanglan nga aprobahan isip kabahin sa permiso sa panukiduki.

Kadtong nag-assess sa mga aplikasyon sa permiso kinahanglang mahibalo nga ang mga karaan nga teknik o protocol mahimong moresulta sa malungtarong kadaot sa mga kahinguhaan sa langob ug karst. Nahitabo kini sa panahon sa arkeolohiko ug paleontological nga trabaho sa dihang ang mga pagpangubkob ug ang pagtangtang sa mga artifact o biolohikal nga mga nahibilin gihimo nga walay kontekstwal (taphonomic) in-situ nga mga pagtuon, nga naglimite sa mga kahigayonan sa pagkuha sa kritikal nga kronolohikal ug depositional nga impormasyon. Kung mahimo, ang usa ka representante nga bahin sa deposito kinahanglan nga mapreserbar nga wala'y mahimo aron tugutan ang umaabot nga trabaho nga adunay mas advanced nga mga

teknik. Ang lig-on nga kahimtang sa kalikopan nga lagmit makapadali sa pagpreserbar sa mga paleontological assemblage ug ang mga konteksto niini mao ang labing dali nga maapektuhan sa kasamok. Ang mga pagpangubkob sa maong mga agianan mahimong magkinahanglan ug dagkong mga kausaban sa rehimen sa enerhiya, nga adunay katugbang nga mga epekto sa ilalom sa yuta nga palibot. Ang tanan nga mga arkeologo nakahibalo sa mga materyales nga mahimong makabalda sa ilang mahal nga mga pamaagi sa pagpakigdeyt, apan ang pagkadunot nga plastic sheeting ug pagkaguba nga shade netting makita gihapon sa daghang mga langob nga dapit human sa 'rehabilitasyon' sa mga nakubkoban nga mga dapit. Sukwahi sa kasamok sa ibabaw nga dapit, ang mga pagsubay o epekto sa mga kalihokan sa tawo sa medium o ubos nga enerhiya sa ilawom sa yuta mahimong magpadayon sulod sa gatasan o bisan liboan ka tuig. Ang mga tigdukiduki kinahanglan nga dasigon nga pahimuslan ang mga pag-uswag sa teknolohiya, labi na ang layo nga pag-monitor sa mga oportunidad sa ibabaw nga lugar, sa ingon pagkunhod sa gidaghanon sa mga pagbisita. Ang mga photovoltaic panel ug gagmay nga mga wind turbine nagtugot sa padayon nga pag-monitor nga wala kinahanglana ang mga pagbisita aron mapulihan ang mga baterya ug ang datos mahimong ma-upload gamit ang mobile phone o satellite network.



Coring sa usa ka speleothem alang sa palaeoclimate research, nga gihimo ubos sa usa ka permit sa usa ka Site sa Espesyal nga Scientific Interes sa UK. Litrato ni John Gunn.

Mga giya

(34) Ang tanan nga giprotektahan nga mga lugar nga adunay mga langob ug karst kinahanglan nga maghimo mga palisiya alang sa pagdumala sa panukiduki, nga kinahanglan tugutan lamang pagkahuman sa pagkadawat ug pag-apruba sa usa ka aplikasyon.

(35) Kadtong gusto nga mohimo ug panukiduki sa mga langob kinahanglan nga makahimo sa pagpakita nga pamilyar sila sa mga palibot sa langob ug sa lokal nga Minimal Impact Caving Code, o nga sila nagtrabaho kauban ang mga eksperyensiyado

nga mga siyentipiko sa langob nga magsiguro sa pagsunod sa code.

(36) Alang sa mga langob nga adunay plano sa pagdumala, kinahanglan adunay usa ka seksyon sa mga kalihokan sa panukiduki.

(37) Ang tanan nga mga tigdukiduki nga nagtrabaho sa mga langob o sa karst bisan sa sulod o sa gawas sa mga protektadong lugar girekomenda nga susihon pag-ayo ang ilang mga sugyot, lakip ang pagtandi sa mga potensyal nga benepisyo nga adunay peligro nga makadaot sa kalikopan o mga kantidad sa kultura.

(38) Kinahanglan adunay paghatag gibug-aton sa gamay nga pamaagi sa sampling alang sa fauna, speleothems ug sediments, ug ang mga tigdukiduki kinahanglan nga mopasalig sa pagmantala sa mga resulta sa porma nga dali masabtan sa publiko ingon man sa akademikong media. Ang mga tigdukiduki kinahanglan nga mopasalig sa pagtangtang sa kagamitan ug rehabilitasyon sa lugar (kon gikinahanglan) sa pagkompleto sa proyekto.

Agrikultura ug kalasangan

Ang pag-uswag sa mga espisye sa tawo dili mabulag nga nalambigit sa pagtangtang sa natural nga mga tanum, kadaghanan sa mga kalasangan, ug ang pag-ilis niini sa yutang pang-agrikultura. Sa ingon, ang pagpuli-puli sa mga tanum nga gipugos sa tawo nakabalda sa natural nga pag-uswag sa ekosistema, nga adunay usa ka piho nga komposisyon sa bulak ug usa ka dugay nga gipahiangay nga biota. Sa tibuok kalibotan, ang bugtong karst nga mga dapit nga wala makasinati ug pipila ka epekto gikan sa kalasangan ug agrikultura nahimutang sa hilit nga mga dapit o nakadawat ug lig-on nga proteksyon nga nakapugong sa agrikultura o paghawan sa kalasangan. Daghang mga epekto sa tawo sa karst ang direkta ug lokal, sama sa mga gikan sa mga industriya nga extractive, nga ang epekto lainlain gikan sa gamay hangtod sa lawom. Pananglitan, ang desyerto sa bato kaylap sa mga bahin sa Mediterranean basin ug sa habagatang Tsina, usa ka sangputanan sa pagbanlas sa yuta nga gipahinabo sa pagtangtang sa lumad nga mga tanum ug nagsunod nga mga pamaagi sa agrikultura. Gihulagway kini nga labing lawom nga epekto sa tawo sa karst. Bisin sa kasarangang mga dapit diin ang karst kay kasagarang natabonan sa yuta, ang kinadak-ang anthropogenic nga epekto (sa termino sa area coverage) kasagaran gikan sa agrikultura.



Karst nga talan-awon nga gigamit alang sa pagpasibsib, Mirador de Camba, Asturias, Spain. Litrato ni David Gillieson.

Ang rehiyon sa Mediteranyo, ang duyan sa sibilisasyon sa Europe, usa ka 'type-lokasyon' alang sa mga epekto sa tawo sa init nga temperate nga karst. Ang mga karaan nga pine ug cedar nga kalasangan anam-anam nga gipulihan sa mga asosasyon sa sekondaryang scrub nga nailhan nga garrigue o phrygana. Ang mga komunidad sa tanum nga adunay susama nga physiognomy naugmad sa amihanan, sa Balkans ug Eastern Europe sa tunga-tunga nga latitud, ubos sa mas kasarangan, bisan pa sa kasarangan nga kondisyon sa klima sa kontinente (ang Serbian nga shibljak ug ang tunokon nga mantle nga Crataego-Prunetea shrubland nga mga komunidad). Kining init nga uga nga mga kahoykahoy nahimong dominanteng asosasyon sa tanom sa daghang anapog nga karst nga kabukiran. Sa gawas sa Europe, adunay susama apan mas bag-o nga mga uso. Sa Madagascar, ang lumad nga pagkaguba sa kalasangan alang sa pagbag-o sa yutang pang-agrikultura usa ka dakong hulga sa endemic nga cave stream fauna tungod sa paspas nga pagbalhin sa trophic base sa food webs, hinungdan sa grabe nga pagkawala sa biodiversity. Sa pipila ka mga rehiyon sa karst sa habagatan-sidlakang Asia, ang paghawan sa lumad nga kalasangan ug ang pagpuli niini sa mga plantasyon sa palma usa ka partikular nga kabalaka. Kadtong mga karst nga mga lugar nga nagpabilin sa usa ka batakan nga natural nga kahimtang nagsuporta sa usa ka adunahan nga biodiversity kon itandi sa kasikbit nga mga lithologies. Kini nga biodiversity sa usa ka bahin gipadayon sa tradisyonal nga mga gawi sa lokal nga mga komunidad, apan mahimong paspas nga maguba pinaagi sa komersyal nga kalihokan. Sukwahi sa ilang direktang epekto sa karst biodiversity, ang dili direkta nga epekto sa agrikultura ug kalasangan sa karst geoheritage kasagarang dili direkta ug nalangkit una sa mga kausaban sa kalidad ug gidaghanon sa tubig.

Mga gawi sa agrikultura sa mga karst terrain

Ang pagpraktis sa agrikultura sa mga lugar nga karst kanunay nga naghagit sa mga komunidad sa kabanikanhan ug ang ilang mga pagsulay sa pagsulbad sa mga isyu sama sa kakulang sa tubig sagad nga nakaapekto sa mga sistema sa karst. Sa pipila ka bahin sa Uropa, usa ka lahi nga tipo sa talan-awon, usahay gitawag nga 'agri-karst' ang naugmad agig tubag sa lokal nga klima ug pamaagi sa agrikultura. Ang mga pamaagi sa pang-agrikultura sa karst, sama sa karst mismo, kadaghanan naimpluwensyahan o kontrolado sa klima ug tulo ka lapad nga sona ang mahimong mailhan:

- Umog-tropikal nga mga lugar nga adunay intensive agriculture (bugas, tubo) nga sagad adunay mga dramatikong talan-awon sa karst (pananglitan, habagatan-sidlakang Asia).
- Temperate nga mga rehiyon sa karst nga adunay sinagol nga agrikultura nga kasagaran gibase sa lugas (ilabi na sa

trigo ug maize), mga utanon ug sa mainit nga temperate zone, mga ubasan o mga punoan sa olibo. Ang pastoralismo/ranching sa kahayupan mahimo usab nga adunay importanteng epekto sa kalidad ug gidaghanon sa tubig sa karst.

- Ang bugnaw nga palibot, sa taas nga latitude o elevation, diin ang pag-uma sa kahayupan ug/o terraced, kasagaran ang mga tanum nga gibase sa subsistence ang mopatigbabaw.

Sa tower ug conical karst sa habagatan-sidlakang Asia daghang tradisyonal nga mga buhat nga may kalabutan sa agrikultura, pananglitan sa fenglin-fengcong sa Yunnan, Guizhou ug Guangxi nga mga lalawigan sa habagatan-kasadpang China, ang cone karst sa Bohol, Pilipinas o ang cockpit karst Nahimutangan sa Gunung Sewu sa Indonesia. Sulod sa dugay nga panahon, ang mga komunidad nag-umol sa mga bungtod ug kabukiran aron makunhuran ang mga bakilid ug mapabilin ang tubig sa ulan sa panahon sa ting-ulan. Ang wet-rice agriculture sa Bohol, Philippines, maoy usa ka ehemplo sa harmonious integration tali sa karst landscape ug agricultural practice, nga daw nagmalampuson sa pagkab-ot sa sustainability sa centennial scales. Ang seasonal-based nga kalendaryo nga gigamit sulod sa daghang siglo sa mga lokal nga komunidad nga gitumong sa pagpahaom sa lokal nga pang-agrikultura nga mga panginahanglan ngadto sa climate bias daw labing haom sa natural nga sistema sa regulasyon sa nagpahiping karst. Ikasubo, ang pagkunhod sa mga sistema sa irigasyon nagpahinabog mga pagbag-o sa socio-environmental (pag-ilis sa basa nga humay sa usa ka dili kaayo ekonomikanhon nga bili nga sistema sa agrikultura nga nakabase sa mais) nga adunay grabe nga mga epekto sa 'basa' nga lowland karst nga mga lugar. Sa kasukwahi, ang makasaysayanong pag-okupar sa karst sa habagatan-kasadpang Tsina (usa sa kinadak-ang padayon nga karst sa kalibotan) miresulta sa grabeng pagkawala sa tabon sa mga tanom ug pagbanlas sa yuta tungod sa paggamit sa agrikultura, ang kalambigit nga pagpuril sa kalasangan ug pagtaas sa konsumo sa tubig.



Intensive nga agrikultura sa salog sa usa ka dako nga depresyon sa Wan Fenglin karst, Guizhou, China. Adunay mahinungdanon nga deforestation sa mga tore sa luyo bisan pa adunay pipila ka mga lugar sa kalasangan nga nagpabilin. Litrato ni John Gunn.

Sa mga temperate zone, ang hinay nga hilig nga plateaux nga gisudlan sa mga dolines nahimong komon nga topograpiya sa karst nga sa pinakabag-o nga yugto niini moresulta sa polygonal nga karst. Diin kini nga talan-awon orihinal nga gitabonan sa dasok, daan nga pagtubo nga mga tanom sa lasang, ang mga doline mahimong molihok ingon nga refugia alang sa mga

vascular species sa tanum, nga hinungdanon alang sa mga katuyoan sa pagkonserba sa karon nga konteksto sa pag-init sa kalibutan. Niining mga dapita, ang pagtangtang sa kalasangan kasagarang moresulta sa pagbalhin sa linugdang paingon sa ubos nga bahin sa dolines, uban sa resulta nga mga kausaban sa hydrological nga rehimen, sama sa nakita sa King Country karst, New Zealand. Ang mga doline sagad nga gituyo nga mapuno sa pagsulay sa pagdugang sa lugar sa patag nga yuta. Mahimong gub-on ang Karren tungod sa susamang mga rason ug mahimo usab kini nga kubkubon alang sa lokal nga pagtukod sa paril o, sa pipila ka mga lugar, alang sa pangdekorasyon nga bato. Ang matag usa niini nga mga aksyon adunay potensyal nga magpahinabog grabe nga mga pagbag-o sa pagpaandar sa mga underground nga geocosystem.

Ang agrikultura nalangkit sa makasaysayanong pagpuril sa kalasangan, pagbanlas sa yuta, ug sunod-sunod nga mas taas nga lebel sa mga pagbag-o sa linugdang, ingon man usab sa mga pagbag-o sa mga sumbanan sa paggamit sa kahinguhaan sa pagkaon sa mga sapa sa ibabaw ug sa ilawom sa yuta. Kini naglihok isip nag-unang mga stressor sa mga komunidad sa invertebrate nga sapa sa langob. Ang sediment nga mosulod sa usa ka langob, pananglitan, ibutang sa mga lugar nga mas ubos ang tulin, sa ingon mausab ang pinuy-anan. Ang mga sediment input mahimo usab nga makabalda sa conduit hydraulics, labi na kung diin sila natipon sa phreatic loops. Ang organikong polusyon nagbag-o sa istruktura sa komunidad sa biota sa langob, ug sa kasagaran moresulta sa pagkunhod sa pag-apod-apod ug pagkadato. Ang natunaw nga organikong butang ug mga biofilm sa mga gagmay nga bato importanteng tinubdan sa enerhiya alang sa mga komunidad sa sapa. Ang ubang mga anthropogenic stressors makamugna og mga epekto sa metabolismo sa mga organismo sa ilalom sa yuta ug naglakip sa mga metal ug metalloids, pestisidyo, abono, emerging contaminants ug volatile organic compounds. Ang kasagarang tinubdan sa kontaminasyon naglakip sa mga abono ug abono nga gipadapat sa mga pananom sa uma, mga pasilidad sa paghipos sa manure, mga feedlot, mga balay sa paggatas, mga balay sa manok ug baboy ug mga stockyard. Ang Coxon (1999) naghatag ug mga pananglitan sa mga epekto sa agrikultura ug nagpatin-aw sa mahinungdanong papel sa mga karst aquifers sa pagpasa sa mga agrochemical ug pathogenic nga mga organismo ngadto sa mga tubod. Kini nga mga kalihokan dili lamang mabati sa mga organismo sa ilawom sa yuta apan mahimong direktang makaapekto sa kahimsog sa tawo. Pananglitan, sa Waitomo area sa New Zealand, ang basura sa baboy nga gilabay ngadto sa doline nakahugaw sa tubod nga nagsuplay ug tubig sa umahan. Sa Ireland, usa ka karst spring nga nagsuplay ug tubig sa lungsod sa Castleisland kinahanglang i-decommission tungod sa polusyon gikan sa slurry ug uban pang mga pollutant nga namugna sa umahan. Usa sa labing seryoso, ug maayo nga dokumentado, nga mga epekto sa polusyon sa agrikultura sa karst nahitabo niadtong Mayo, 2000, sa dihang ang mga atabay sa munisipyo sa Walkerton, Canada, nahugawan sa pathogenic bacteria, nga miresulta sa pito ka kamatayon ug mga sakit sa labaw sa 2,300 ka mga tawo.



Sheshmore limestone pavement sa Burren ug Cliffs sa Moher UNESCO Global Geopark, Ireland. Ang pag-analisa sa pollen nagsugyot nga kini nga lugar adunay бага nga mineral nga yuta ug kalasangan sa una

nga mga panahon. Ang paghawan sa kalasangan gisundan sa malaglagong pagbanlas sa yuta, usa ka proseso nga sagad gitawag karon nga batoon nga desyerto. Litrato ni John Gunn.

Kadaghanan sa polusyon namugna pinaagi sa point-recharge ug busa mahimong maminusan kung 1) ang direkta nga pag-agas sa agricultural runoff ngadto sa mga lugar nga adunay concentrated recharge, sama sa pagkalunod nga mga sapa, dolines o uban pang natural nga mga pag-abli, dili tugutan, ug 2) buffer zones ang natukod. palibot niining mga dapita. Walay pagdaro o pagpasibsib sa kahayopan kinahanglan nga tugotan sa buffer zones ug ang usa ka kompleto nga tabon sa tanum kinahanglan nga mamentinar aron masala ang bisan unsang linugdang sa runoff gikan sa nadaro nga yuta. Partikular nga pag-atiman ang gikinahanglan sa mga dapit diin adunay nipis nga tabon sa yuta ibabaw sa karst, sama sa nahitabo sa Walkerton.

Ang pagbag-o sa paggamit sa yuta sa pang-agrikultura mahimong makapakunhod sa mga konsentrasyon sa carbon dioxide sa yuta, nga sa baylo makaapekto sa rate sa pagkatunaw sa epikarst ug mahimo'g sa pagdeposito sa speleothem. Ang mga konsentrasyon sa CO₂ sa yuta kasagarang mas taas ubos sa lumad nga kalasangan, pananglitan, kay sa ilalom sa kasagbotan, ug ang sibsibanan kasagarang adunay mas taas nga konsentrasyon kay sa yuta ubos sa mga tanom. Usa ka sangputanan sa naulahi mao nga ang mga pagtuon nagpakita nga ang mga konsentrasyon sa CO₂ sa yuta mahimong paspas nga mapataas pinaagi sa pagbag-o sa mga arable nga yuta ngadto sa kasagbutan, nga mahimong usa ka maayong praktis nga ipatuman sa mga degraded nga karst terrain. Ang pagkunhod sa tabon sa yuta pinaagi sa erosion mosangpot sa mas paspas nga pagsulod, ilabina human sa kusog nga pag-ulan, ug diin kini mahitabo sa ibabaw sa usa ka langob, ang unsaturated rapid-recharge nga tubig adunay potensyal sa pag-redissolve sa speleothems.



Mga dapit nga gitawag Cerknjško polje sa Slovenia. Litrato ni David Gillieson.

Forestry sa karst

Ang kalasangan usa ka maayo nga natukod, dugay nga nabag-o nga porma sa natural nga tanum nga kinahanglanon alang sa regulasyon ug pag-obra sa mga sistema sa karst. Sa mga rehiyon sa karst, ang kalasangan usa ka importante nga bahin sa biogeochemical cycle. Alang sa malungtarong pagdumala sa mga lasang nga karst, pipila ka mga prinsipyo bahin sa kinaiyahan sa kalasangan ug ang pagkausab-usab sa carbon dioxide sa yuta (CO₂) nagkinahanglan og konsiderasyon. Human sa kadagatan, ang yuta mao ang ikaduhang kinadak-ang carbon sink sa Yuta. Ang mga tanom sa kalasangan ug ang yuta sa ubos kay carbon stocks ug carbon sinks, nagpasabot nga makuha nila ang CO₂ gikan sa hangin ug tipigan kini, ingon man anam-anam nga buhian kini. Ang uban niini nga CO₂ matunaw ngadto sa tubig nga motuhop ngadto sa anapog, nga maoy hinungdan sa pag-init niini ug sa katapusan mahimong mga agianan sa ilalom sa yuta ug mga langob. Niining paagiha, ang mga badyet sa carbon sa usa ka sistema sa karst hinungdanon sa iyang gimbuhaton, ug usa ka piho nga balanse ang maabut

sa sulod sa matag karst area o basin taliwala sa mga tanum, yuta, bato ug tubig sa yuta. Ang pagbag-o sa paggamit sa yuta o sa mga tanum makausab niini nga balanse, uban sa pagbag-o sa klima usa pa ka hinungdan, nga makaapekto sa pagkaanaa sa tubig ug sa kalihokan sa mga tanum. Ang dugang nga carbon dad-on ngadto sa yuta ilalom sa kakahoyan sa kalasangan, nga mopabor sa dugang nga pagkatunaw sa anapog uban sa pipila sa mga dissolved carbonate ion nga sa ngadto-ngadto gideposito isip speleothem nga pagtubo. Kini nga mga kemikal nga deposito, kasagaran naporma sa mga langob pinaagi sa calcite precipitation, nanginahanglan ug mas taas nga panahon sa pinuy-anan alang sa paglusot sa tubig ug ubos nga drip rates nga molambo. Kini nga mga kondisyon kasagarang gitagbo sa kasarangang fissured nga mga bedrocks, nga adunay gagmay nga mga pag-abli nga parehas nga nagtultol ug nag-apod-apod sa nag-agas nga tubig ngadto sa dagkong mga lungag. Ang mga gamot sa kahoy makaginhawa ug dugang CO₂ ngadto sa yuta, sa ingon nagpasiugda sa weathering sa bato, nag-imprensa usab sa usa ka piho nga sumbanan ngadto sa epikarst (ang pinakataas nga lebel sa hydrological sa karst system) pinaagi sa pag-fissuring sa bedrock atol sa ilang pagtubo. Ang kalihokan sa microbiota sa yuta hinungdanon kaayo alang sa pag-regulate sa siklo sa carbon, tungod kay gipagawas nila ang gitipigan nga CO₂ gikan sa yuta balik sa atmospera. Ang carbon nga gipagawas gikan sa weathering limestone sa kadugayan moagi sa dagat pinaagi sa tubig sa yuta ug mga suba, bisan kung ang usa ka wala mailhi nga bahin nawala sa atmospera pinaagi sa yuta o pinaagi sa direkta nga pag-degas gikan sa mitungha nga tubig sa yuta. Sa kinatibuk-an, ang limestone weathering sa kasagaran giisip nga usa ka carbon sink pinaagi sa 'coupled carbonate weathering', bisan pa, dili sigurado nga kini kanunay nga tinuod, ug ang kaepektibo sa proseso lagmit nga magkalainlain sa matag lugar o basin.

Ang kalasangan usa ka mahinungdanong matang sa paggamit sa yuta nga adunay kaugalingong set sa mga isyu. Ang mga karaan nga kakahoyan kasagaran giklasipikar isip climax nga mga komunidad, lig-on kaayo tungod sa ilang dugay, wala mabalda nga ebolusyon. Ang uban niini nga mga kalasangan nag-okupar sa hilit nga mga karst terrain sa kabukiran o tropikal nga mga dapit, apan mahimong mameligro sa padayon nga pagpalapad sa puy-anan sa tawo, turismo o pagkuha sa kahoy. Kini nga mga kalasangan nanginahanglan ug estrikto nga proteksyon ug dili kinahanglan nga ipailalom sa bisan unsang porma sa pagpahimulos sa tawo. Ang mga gawi sa kalasangan naglakip sa paghimo ug karsada (giubanan sa pagputol sa bakilid), pagpamutol sa kahoy, pagtubo sa mga seedling ug pagtanom pag-usab sa mga kahoy, ingon man ang lain-laing mga kalihokan human sa pagpamutol. Ang paghawan sa kalasangan mobiya sa yuta nga temporaryo o permanente nga wala'y proteksyon nga gihatag sa usa ka lig-on nga tabon sa tanum, nga nagpasabut usa ka kalit nga pagbag-o sa balanse sa tibuuk nga natural nga sistema. Ang paspas nga mga pagbag-o mahitabo sa dili madugay pagkahuman sa pagkahaw-as sa kalasangan, nga moresulta sa pagtaas sa pagsulod sa ulan, pagtaas sa produksiyon sa nitroheno tungod sa pagkadunot sa mga salin sa kahoy ug pagsugod sa pagbanlas sa yuta. Ang pagbanlas sa yuta nagpahinabog dugang nga mga pagbag-o sa epikarst pattern, ug pagkunhod sa CO₂ sink, nga adunay negatibo nga sangputanan sa balanse sa sistema sa karst.

Ang pagpamutol og kahoy dili lamang ang hulga sa integridad sa usa ka karst nga palibot. Ang pagpaila sa mga langyaw, mas ekonomikanhon nga mabungahon nga mga espisye sa kahoy ngadto sa maayong pagkatukod nga mga puy-anan sa kalasangan nga naugmad sa karst, ug sa kasagaran usa ka pagbag-o sa sukaranang tipo sa kalasangan (pananglitan, coniferous imbes nga deciduous nga kalasangan, ug mga plantasyon sa oil palm sa dapit sa rainforest), mahimong moresulta sa mayor nga hydrological ug kemikal nga pagkadili balanse sa mga tubig sa karst, nagkataas nga acidity sa yuta, gipasasan ang kaagnasan sa bedrock ug speleothem degradation. Ang mga sunog nga gipahinabo sa tawo ngadto sa kalasangan o sibsibanan kasikbit sa mga kalasangan, kon dili limitado sa intensity, gidugayon ug gidak-on sa mga natural nga sunog sa karst terrains, adunay dugay nga negatibong epekto, kasagaran naglangkob sa calcination ug spalling sa mga ibabaw nga bato; dugang nga konsentrasyon sa dissolved inorganic compounds ngadto sa tubig sa yuta; ug mga kausaban sa kemistriya sa tubig sa yuta ug sa hydrological nga rehimen niini.



Lasang nga karst sa Slovenia . Litrato ni John Gunn.

Ang sukaranan sa logging o forestry nga mga kalihokan sa mga lugar nga karst mao ang panginahanglan sa mabinantayon nga pagsusi sa mga kantidad ug pagkasensitibo sa ibabaw nga karst ug ang pagkadugtong niini (o pagkabukas) sa ilawom sa yuta. Sa wala pa ang mga kalihokan sa kalasangan, gikinahanglan ang usa ka metodolohiya sa pag-imbentaryo ug pagmapa sa karst nga lugar, pagtimbang-timbang sa pagkasensitibo niini sa pagbag-o (o pagkahuyang) ug paghimo og angay nga mga reseta sa pagdumala. Kinahanglang hatagan ug konsiderasyon ang pagtuki sa tipo ug kadako sa kalihokan sa kalasangan sulod sa usa ka karst catchment.



Ang mga kalihokan sa kalasangan mahimong mahitabo nga adunay mga epekto sa integridad sa mga karst landscapes nga adunay mga doline (karst sinkhole). Ang paghimo ug mga dalan ug pag-ani sa troso pinaagi sa tin-aw nga pagputol sa mga kahoy nagtangtang sa natural nga nabag-o nga mga tanum sa kalasangan. Ang mga natural nga lugar sa kalasangan kasagarang gipulihan sa mga tigulang nga punoan sa 'plantation forest'. Ang mga doline nga walay igong buffer mahimong mapuno sa logging debris ug ang ilang mas titip nga mga bakilid maguba. Lanaw ang Bonanza Lake sa Vancouver Island. Litrato ni Paul Griffiths.

Mga giya

(39) Ang kalihokang pang-agrikultura adunay potensyal nga makapahinabog dakong dili maayong epekto sa mga karst geocosystem. Ang mga tagdumala sa protektadong lugar kinahanglang (a) maghatag ug partikular nga pagtagad sa bisan unsang gisugyot nga kausaban sa paggamit sa yuta ug (b) maghatag ug giya nga angay sa matang sa pagpanguma ug sa partikular nga mga kondisyon sa yuta aron mamenosan ang mga epekto sa gidaghanon ug kalidad sa tubig.

(40) Mahitungod sa paggamit sa yuta, ang yuta nga arable nagkinahanglan og maampingong pagdumala sa yuta aron mamenosan ang erosive nga pagkawala ug pag-usab sa mga kabtangan sa yuta sama sa aeration, aggregate stability ug organic matter content, ug aron mamintinar ang himsog nga biota sa yuta. Ang sibsibanan nga yuta kinahanglan nga madumala aron mapadayon ang tabon sa mga tanum, nga maghatag partikular nga atensyon sa lebel sa stocking. Ingon nga ang mga dolines naghatag ug punto nga pag-recharge, kini kinahanglan nga ibilin sa ilang natural nga kahimtang ug dili kinahanglan nga pun-on o gamiton alang sa paglabay sa basura.

(41) Kung mahimo, ang mga buffer zones kinahanglan nga itukod sa palibot sa mga lugar nga adunay konsentrasyon nga recharge, sama sa pagkalunod sa mga sapa, doline o uban pang natural nga pag-abli, tungod kay kini mga agianan sa paglihok sa mga kontaminant ug mga hugaw ngadto sa ilawom sa yuta nga karst nga palibot. Sa yutang pang-agrikultura, kinahanglan nga walay pagdaro sa mga buffer zone ug ang kompletong tabon sa mga tanom kinahanglang mamintinar aron masala ang bisan unsang linugdang sa tubig gikan sa nadaro nga yuta. Sa kalasangan, ang pagpreserba ug potensyal nga pagpauusap sa lumad nga mga tanum sa mga buffer zone hinungdanon

(42) Mahitungod sa gidaghanon sa tubig, ang mga kontrol kinahanglan ibutang sa gidaghanon sa tubig sa yuta nga makuha alang sa irigasyon. Ang pag-ani sa tubig sa ulan kinahanglan nga gamiton kutob sa mahimo.

(43) Mahitungod sa kalidad sa tubig, ang paggamit sa pestisidyo ug herbicide kinahanglan nga isalikway gawas kung gikinahanglan kaayo aron makontrol ang mga peste ug mga sagbot. Ang paggamit sa abono kinahanglan nga pakunhuran ug, kung mahimo, kinahanglan nga gamiton ang natural nga mga abono. Ang mga buffer zone sa palibot sa mga lugar nga adunay concentrated recharge kinahanglan nga respetuhon ug ang paggamit sa kemikal kinahanglan dili mahitabo sa mga panahon nga ang mga yuta anaa sa o duol sa saturation ug adunay risgo sa pag-agos sa yuta nga naghugas sa mga kemikal ngadto sa karst.

(44) Sa wala pa ang bisan unsa nga logging o forestry nga mga kalihokan sa karst nga mga lugar, gikinahanglan ang usa ka pamaagi sa pag-imbentaryo ug pagmapa sa lugar, pag-assess niini alang sa pagkasensitibo ug/o pagkahuyang, ug paghimo og angay nga mga reseta sa pagdumala. Kinahanglang hatagan ug konsiderasyon ang usa ka una nga pagtuki sa tipo ug kadako sa kalihokan sa kalasangan sulod sa usa ka piho nga karst catchment, apil ang pag-follow up nga pagmonitor aron masiguro kung giunsa ang pag-implementar sa mga reseta ug kung unsa ka maayo ang pagprotekta sa sensitibo nga mga lugar sa karst.

(45) Ang mga natural nga kalasangan nga naugmad sa karst terrains, lakip na ang hingkod nga mga kahoy ug sobra nga pagtubo sa mga kalasangan, kinahanglan nga dili haw-ason, putlon, o ipailalom sa bisan unsang epekto sa tawo. Hinuon, kini nga mga kalasangan kinahanglan nga higpit nga panalipdan pinaagi sa igong pagdumala sa konserbasyon, aron ang mga palibot ug ilawom sa yuta nga karst magpadayon nga makatagamtam sa mga benepisyo sa ilang mga serbisyo sa ekosistema.

(46) Sa mga lugar diin ang lumad nga kalasangan gihawanan ug gipulihan sa ubang mga espisye, ang mga tagdumala kinahanglan nga magplano alang sa pag-ilis sa dili lumad nga mga espisye pinaagi sa matang sa kalasangan nga labing maayo nga gipahaum sa ekolohikal nga kahintang sa lugar.



Ang pagtangtang sa natural nga mga tanom sa lasang pinaagi sa clear-cut logging nga gisundan sa wildfire mahimong makapahinabog dakong pagbanlas sa yuta nga susama sa 'bato nga desyerto' nga naobserbahan sa pipila ka rehiyon sa South China Karst ug Dinaric Karst. Kini nga pagkadaot sa karst landscapes makausab sa hydrological inputs, ingon man moresulta sa pagkawala sa puy-anan ug pagkunhod sa biodiversity. Ang sunog maoy hinungdan sa calcination ug pagkaguba (e.g., spalling) sa ibabaw nga epikarst bedrock surfaces. Ang Kinman Creek karst nahimutang sa pulo sa Vancouver Island. Litrato ni Paul Griffiths.



Ang tin-aw nga pagpamutol sa mga natural nga milambo nga kalasangan sa karst nga mga lugar nga adunay nipis nga yuta mahimong mosangput sa grabe nga pagkawala sa yuta pinaagi sa grabitasyon sa mga lutahan,

gipadak-an nga mga fissure ug uban pang mga pag-abli sa bato. Ang gireseta nga pagsunog ug/o wildfire makapasamot sa mga epekto sa pagpamutol. Ang kanhi natabunan sa yuta nga mga porma sa karren nga adunay lawom nga mga grooves gibuak. Ang Tahsish River karst nahimutang sa pulo sa Vancouver Island. Litrato ni Paul Griffiths.

Extractive nga mga industriya

Usa ka nota sa terminolohiya. Ang mga termino nga 'mina', 'pit' ug 'quarry' tanan gigamit sa paghulagway sa usa ka dapit diin gikan ang bato o minerales gikuha. Ang ubang mga awtor migamit sa termino nga 'quarry' diin ang bato gikuha ug 'mina' alang sa pagkuha sa ubang mga mineral, apan ang paggamit dili managsama. Sa matag kaso, ang pagkuha mahimong mahitabo sa ibabaw, diin kini usahay giprefix sa pulong nga 'open' sama sa 'open-pit' o 'opencast mine', o gikan sa ilawom sa nawong. Niini nga dokumento atong gigamit ang termino nga 'quarry' para sa usa ka surface excavation ug 'mine' para sa underground workings.

Ang mga langob ug karst nga mga lugar adunay mga deposito sa mineral nga gigamit sa mga tawo sukad pa sa gitawag nga 'panahon sa bato'. Ang anapog, ang labing komon nga bato diin makita ang mga karst landform, gigamit na sa milenyo isip usa ka bato sa pagtukod. Sa ika-21 nga siglo CE nahimo na kini nga usa sa labing kaylap nga gigamit nga mga materyales sa kalibutan lakip sa pagtukod ingon semento ug ingon usa ka aggregate, labi na sa konkreto; sa kemikal ug pharmaceutical nga industriya; sa paghimo sa papel ug pulp; sa agrikultura sama sa apog; sa paghimo sa puthaw ug asero; ingon nga dimensional nga bato ug ornamental nga mga bato; ug sa lain-laing mga proseso sa kinaiyahan lakip na ang flue gas desulphurization. Ang dolomite sagad gigamit isip abono. Ang dili-carbonate nga mga bato nga nagporma og karst adunay praktikal usab nga gamit. Ang gypsum sagad nga gigamit sa mga abono ug sa industriya sa pagtukod; Daghang gamit ang asin sa industriya sa pagkaon ug kemikal; ang mga porma sa puthaw kinahanglanon alang sa paghimo sa puthaw ug puthaw; ug ang quartzite kay kasagarang pangdekorasyon nga bato. Busa dili ikatingala nga ang mga industriya sa ekstraktibo adunay potensyal nga makaapekto sa mga langob ug karst geohéritage ug ekosistema.

Dugang pa sa bedrock, ubay-ubay sa ekonomikanhong importante nga mga deposito ang kasagarang nalangkit sa mga karst nga lugar. Ang ubang mga mineral, ilabina kadtong adunay zinc, tingga ug pilak, apan usab fluorite, barite ug apatite, ug uban pa, nagpuno sa nahugno nga mga istruktura o mga ugat sulod sa carbonate sequence, usahay nalangkit sa karaang dissolutional features nga gitawag ug 'palaeokarst'. Usahay ang bililhon nga mga mineral ma-intercept sa mga langob nga sulagma, sama sa kahimtang sa mineralized nga mga ugat o mga lutahan, nga nagpasayon sa pag-access sa site nga pagmina. Ang mga mineral nga adunay ekonomikanhong bili mahimong makonsentrar sa mga karst depression o mahugasan ngadto sa mga langob. Sa sentro sa Brazil, ang mga diamante gikan sa mga conglomerates gimina sulod sa mga quartzite nga mga langob, nga nagkinahanglan sa pagtukod sa mga bungbong nga bato ug pagbag-o sa agianan sa langob. Sa tibuok kalibotan, gibana-bana nga 60% sa tanang lana ug 40% sa tanang gas reserves anaa sa carbonate nga mga bato, nga kasagarang may kalabotan sa sekondaryang porosity nga mga istruktura, sama sa taas nga permeability nga mga kapunawpunawan ug nahilit nga mga lungag (gitawag nga 'vugs' sa literatura sa lana).

Adunay pipila ka mga mineral nga, bisan kung wala gibutang sa sulod sa mga karstic nga bato, mahimo nga adunay ilang genesis tungod, bisan sa partially, sa mga proseso sa karstic. Ingon niana ang kaso sa bauxite, usa ka salin sa panahon nga puno sa aluminyo nga sagad nga gilangkit sa mga karst nga bato. Ang sobra nga paggamit sa tubig sa yuta (usahay gitawag nga 'pagmina sa tubig'), bisan kung dili espesipiko sa mga lugar nga karst, mahimong isipon nga usa ka porma sa kalihokan sa pagkuha, labi na kung ang pagbomba sa tubig milapas sa recharge. Kasagaran kini mahitabo sa dagkong mga laraw sa pag-dewatering sa minahan.



Gikubkob nga kono ug partially guba nga langob, Thailand. Litrato ni John Gunn.

Ang kataposang kategorya sa mga mineral nga nalangkit sa mga langob mao ang kemikal o organikong mga deposito nga naporma sa uga nga mga agianan. Ang Saltpetre usa ka deposito sa yuta nga puno sa nitrate nga sagad mahitabo sa mga langob, sa tibuok kalibutan, ug kaylap nga gigamit isip pangunang sangkap sa paghimo og pulbura, kasagaran sa ika-18 ug ika-19 nga siglo CE. Ang Guano, ang daghang organikong hugaw sa mga langgam ug mga kabog, gimina pag-ayo sa Amerika, habagatan-sidlakang Asia ug Australia sa ika-19 nga siglo CE para sa paggama ug mga abono. Ang Carlsbad Caverns kay usa sa mga dapit nga gitawag og Carlsbad Caverns. Karon kaylap na sa tropiko ang 'panginabuhi' nga pagmina sa guano sa mga lokal nga mag-uuma. Kini layo sa usa ka renewable nga kalihokan - kini hingpit nga makadaot sa importante nga paleoenvironmental archives ug makadaut kaayo sa invertebrate nga mga komunidad nga nagsalig sa guano. Hangtod karon, ang mga salag sa langgam, nga gihimo gamit ang laway sa mga swiftlet, legal nga gikolekta sa mga langob sa Malaysia ug Thailand aron ibaligya ingong usa ka mahalong nga gastronomic delicacy.

Ang mga mineral nga may kalabotan sa karst nakuha na sukad pa sa una nga mga panahon. Sa Carboniferous limestone duol sa Llandudno, UK, ang mga minahan sa tumbaga nagsugod mga 4,000 ka tuig ug ang mga mummy sa sulod sa mga langob nagpamatuod sa talagsaong mga kahimoan sa mga Lumad nga Amerikano, nga naglawig sa mga kilometro nga agianan sa langob sa Mammoth Cave NP, USA, aron mangolekta og gypsum ug flint gamit ang mga sulo. Sa susama, ang mga Lumad nga Australiano nakigsabot sa mga 1,000 m nga agianan sa pagmina sa santik sa Koonalda Cave, Nullarbor. Ang pagmina sa anapog o travertine alang sa katuyoan sa pagtukod nagpadayon sulod sa milenyo, ilabina sa karst rich Mediterranean nga rehiyon. Kauban sa European 'discovery' sa Americas ug Australia, ang ekonomikanhong importansya sa mga deposito sa karst misangpot sa pag-uswag sa industriya sa abono nga may kalabotan sa guano ug dinagkong pagmina sa saltpetre sa mga

langob, nga sa USA importante alang sa produksyon sa pulbura atol sa ang Gubat Sibil niini sa 1860s. Sukad sa Rebolusyong Industriyal, nagkataas ang panginahanglan alang sa daghang mga produkto nga mineral nga may kalabotan sa karst.

Ang epekto sa kalikopan sa mga industriya nga extractive kay magkalainlain tali sa mga kalihokan, tipo sa deposito ug teknik sa pagmina, ug ingon man sa mga hinungdan sa ekonomiya. Ang carbonate nga mga bato naglangkob sa gibana-bana nga 15% sa kontinental nga nawong sa Yuta, ug busa ang presyo sa merkado mas ubos kaysa dili kaayo komon nga mga mineral. Bisan pa, adunay kanunay nga pagtaas sa panginahanglan alang sa mga carbonate ug ang taas nga kaputli nga bato nga gigamit sa mga industriya sa pormasyutiko ug kemikal nagmando sa usa ka mas taas nga presyo. Ang pagkuha sa ubang mga mineral nga gi-host sa mga karst nga bato gimaneho usab sa mga hinungdan sa ekonomiya, nga ang mga presyo sa mga palaliton sa mineral kaylap nga nag-usab-usab sumala sa panginahanglan. Ang usa ka siklo sa dugang nga panginahanglan nalangkit sa paspas nga pagtubo sa merkado sa China sukad sa ulahing bahin sa 2000s ug naglambigit sa mga base nga metal sama sa puthaw. Ang mga presyo sa ubang mga kritikal nga metal misaka usab tungod sa paspas nga pagtubo sa renewable energy sector, nga adunay lithium, nickel ug cobalt nga kinahanglanon sa paggama sa mga electric car batteries. Kini nga mga ekonomikanhong megacycles nagsugnod sa pangkalibutanon nga industriya sa pagmina ug nagdugang sa presyur alang sa mineral extraction nga mahitabo sa o duol sa mga protektadong lugar. Kini usa ka partikular nga problema alang sa mga nag-uswag nga mga nasud diin ang taas nga panginahanglan, ug tungod niini ang taas nga mga presyo, nga gimando niini nga mga metal naghimo kanila nga mga estratehikong palaliton.

Pagkuha sa carbonate nga mga bato

Ang pipila ka taas kaayo nga kaputli nga anapog o dolomite nga mga deposito gipahimuslan gamit ang mga minahan sa ilawom sa yuta, apan sa tibuok kalibutan ang kadaghanan sa bato gikuha gikan sa open-pit quarry. Sa mga naugmad nga mga nasud, ang una nga mga quarry mga gagmay nga lokal nga negosyo, bisan pa, kadaghanan sa mga bato nakuha karon gikan sa gamay nga gidaghanon sa dagkong mga quarry nga sagad nahimutang sa kilid sa mga bungtod o sa kilid sa mga walog. Daghan niini nga mga quarry ang nag-operate sulod sa mga dekada ug tungod kay ang pagtugot alang sa bag-ong mga site kasagaran lisud makuha adunay kalagmitan alang sa mga operator sa mga kasamtangan nga mga site nga magtinguha sa pagpalapad o pag-adto sa mas lawom. Usa ka partikular nga problema alang sa mga tagdumala sa giprotektahan nga lugar mao nga ang mga site mahimo'g naglihok sa, o sa utlanan sa, usa ka protektadong lugar sa wala pa kini gitudlo, sama sa kaso sa Peak District National Park, England.

Sa mga nag-uswag nga mga nasud, ug ilabi na sa tropikal nga mga dapit, aduna gihapoy daghang gagmay nga mga quarry sa anapog ug kini mahimong partikular nga problema sa mga lugar nga cone karst o tower karst diin ang usa ka medyo gamay nga quarry mahimong magtangtang sa usa ka tibuok nga bungtod nga adunay sulud nga endemic species. Niini nga mga sitwasyon, ang pag-uswag sa usa ka dako nga quarry sa gawas sa usa ka protected area ug ang pagsira sa gagmay nga mga quarry lagmit nga makapakunhod pag-ayo sa mga epekto, ilabi na kung ang mas taas nga mga sumbanan sa kinaiyahan gikinahanglan sa mas dako nga lugar.

Pagkuha sa mga porma sa puthaw

Sukwahi sa carbonate nga mga bato nga mitubo sa halapad nga mga lugar, ang puthaw nga pormasyon dili kaayo komon nga mga bato nga naporma tungod sa piho nga geological nga mga panghitabo nga nahitabo kapin sa usa ka bilyon ka tuig ang milabay. Tungod kay ang taas nga konsentrasyon sa iron tungod sa silica leaching ug iron mobilization (sama nga mga proseso nga nagmugna sa mga haw-ang ug mga langob), kadaghanan sa mga high-grade nga ore nga mga lawas nalangkit sa mga langob. Kini nga mga bato anaa sa taas nga panginahanglan sa ekonomiya ug, sa Brazil, usa ka mahinungdanong bahin sa mga outcrop sa pagporma sa puthaw ang namina na, uban sa daghan sa nahabilin nga mga lugar nga gilakip sa umaabot nga mga plano sa pagmina. Bisan tuod tinuod nga kadaghanan sa mga minahan nagresulta sa usa ka lokal nga epekto tungod sa gamay nga paryente nga gidak-on, bisan sa pinakadako nga mga minahan, adunay kasagaran nga industriyal nga mga tanum nga nakig-uban sa site, gawas sa usa ka halapad nga kadena sa mga suppliers nga mipabor sa paspas nga kalamboan sa siyudad, nga miresulta sa igo nga epekto sa mas dagkong mga lugar. Sa Carajás, Brazilian Amazonia, ang kinadak-ang deposito sa puthaw sa kalibotan wala madiskobrehi hangtod sa 1967 ug nahimutang sa puthawng patag nga adunay kapin sa 2,000 ka langob. Ang lugar sa sinugdan adunay gamay nga densidad sa populasyon, panguna nga mga tribo sa India nga nagpuyo sa

limpyo nga rainforest sa Amazon. Nagsugod ang pagmina pipila ka tuig ang milabay ug sa 2020 adunay kapin sa 300,000 ka mga tawo nga nagpuyo sa duol sa bag-ong mga lungsod nga gisustenir sa mga kalihokan sa pagmina.

Mga Epekto sa Extractive Industry

Sumala sa nahisgotan sa introduksiyon, ang bato ug minerales mahimong makuha gikan sa mga quarry o gikan sa ilalom sa yuta nga mga minahan. Ang mga epekto gikan niining duha ka porma sa pagkuha lagmit nga lahi kaayo, ilabina sa mga protektadong lugar, ug busa gikonsiderar nga gilain sa ubos.

Mga epekto sa quarry

Ang mga quarry adunay duha ka halapad nga matang sa epekto; una, direkta nga mga epekto sa sulod sa site ug, ikaduha, dili direkta nga mga epekto sa mas lapad nga lugar. Ang una nga epekto sa site mao ang sangputanan sa pagtangtang sa bisan unsang nag-ibabaw nga yuta ug mga taphaw nga deposito aron ibutyag ang bato nga pagakuhaon. Kung ang bato usa ka carbonate, ang pagkawala sa yuta moresulta sa diha-diha nga pagkawala sa kadaghanan sa carbon dioxide nga nagduso sa proseso sa pagkatunaw ingon nga namugna sa sona sa yuta. Pagkahuman sa pagtangtang sa bisan unsang yuta ug taphaw nga mga deposito ang unang bato nga makuha gikan sa epikarst, ang rehiyon diin ang kadaghanan sa pagkatunaw mahitabo. Ang pagtangtang niini nga bato direktang makaapekto sa pagkatunaw ug busa ang gidaghanon sa calcium carbonate nga moabot sa mga tubod kansang catchment naglakip sa quarry. Pananglitan, sa Forest of Dean, UK, adunay usa ka limestone quarry sa catchment sa mga tubod nga gipanalipdan tungod kay kini nagdeposito sa tufa. Ang mga tubod gimonitor aron mahibal-an kung ang pagkubkob nagpamenos sa karga sa spring carbonate ug nakaapekto sa pagdeposito sa tufa.

Ang medyo ubos nga kantidad sa carbonate rock nagpasabot nga pipila ka mga quarry ang naugmad ubos sa бага nga overburden, apan dili ingon niana ang kaso diin ang quarry nagkuha ug mas bililhong mineral. Niini nga kaso, ang materyal nga walay ekonomikanhong bili (overburden o ang host rock alang sa mineral nga interes) gideposito sa mga tailing dam o isip mga tambak sa basura nga mahimong adunay mas dili maayo nga epekto sa kinaiyahan kaysa sa quarry.

Ang karaan nga mga quarry kasagarang nahimutang sa kilid sa mga bungtod o mga walog tungod kay mas sayon ang pagkuha sa bato sa kilid kay sa lawom. Nagresulta kini sa pagbag-o sa nawong sa yuta o hingpit nga pagkaguba, nga usa ka partikular nga kabalaka sa mga lugar nga cone o tower karst diin ang pagkubkob mahimong makatangtang sa usa ka hingpit nga bungtod. Dugang pa sa dayag nga pagkawala sa geoheritage, daghang mga bungtod sa tropikal nga mga lugar ang mga bat-ang ug nag-host sa talagsaon nga mga espisye nga pipila niini mahimong endemic sa usa ka tore.

Samtang ang mga quarry molapad sa lateral o vertically, adunay dugang nga potensyal sa intersect nga mga elemento sa karst drainage system (conduits) o mga langob. Kung ang usa ka quarry adunay pagtugot gikan sa mga hingtungdan nga awtoridad, wala'y mekanismo sa paglikay sa pagkaguba sa langob, bisan pa, ang mga pagtugot kinahanglan nga maglakip sa usa ka kinahanglanon alang sa siyentipikong pagrekord sa morpolohiya sa langob ug mga linugdang. Sa pipila ka mga nasud, adunay balaod nga nanginahanglan bayad sa pagkaguba sa mga langob. Sa Brazil, pananglitan, ang pagkaguba sa bisan unsang langob nga wala giklasipikar nga hilabihan ka hinungdanon legal nga gitugotan, basta ang pagkaguba mabayran pinaagi sa pagbayad sa kwarta o permanenteng pagpreserbar sa laing langob o mga langob. Nagdul-ong ini sa paghimo sang importante nga preserbasyon nga mga lugar, lakip ang mga bag-o nga nasyonal nga parke nga nagaamlig sa importante nga mga lugar nga karst kag mga kweba. Bisan pa, ang pagbutang sa usa ka tag sa presyo sa mga langob dili peligro ingon usa ka estratehiya sa pagpreserba, tungod kay ang presyo sagad nga gihigot sa mga indeks sa ekonomiya sa gobyerno, samtang ang mga presyo sa ore magkalainlain. Atol sa pag-uswag sa metal nga mga palaliton nga mipatigbabaw sukad sa 2000s, ang gasto nga nahiaguman sa pagkaguba sa mga langob mahimong isipon nga usa ka presyo nga angay ibayad kung itakda batok sa labi ka taas nga pinansyal nga kapanguhaan nga gikinahanglan sa pag-abli ug pag-operate sa mga quarry. Dugang pa, ang kantidad sa mga reserbang mineral nga gibabagan sa bisan unsang langob sagad nga molapas sa presyo nga ibayad alang sa pagkaguba sa langob. Sa sayong bahin sa 2020, ang kinatibuk-ang dili mabalik nga mga epekto sa Brazil mahimong moabot sa kantidad nga hangtod sa USD 1 milyon matag kweba.

Kung ang usa ka quarry, o bahin sa usa ka quarry, makaabut sa usa ka punto diin wala nay dugang nga bato nga makuha, nan

adunay usa ka higayon alang sa pagpahiuli, nga labi ka bililhon kung ang mga quarry nasulod sa usa ka gipanalipdan nga lugar. Ang usa ka posibilidad mao ang paghimo ug bag-ong epikarst nga gilangkoban sa bisan unsang basura nga anapog nga mikaylap sa salog sa quarry (nga mahimong kinahanglan nga gisi aron mapauswag ang pagsulod) ug gitabunan sa materyal nga yuta o pinong anapog (3 mm hangtod sa abog) nga adunay organikong ameliorant. Sa quarry margin, ang teknik sa landform replication nagtinguha sa paghimo og mga landform nga susama sa makita sa natural nga karst gawas sa quarry area, sama sa rock buttresses, headwalls ug screes.

Ang mga epekto sa gawas sa quarry area nag-una nga may kalabutan sa pagpabuto ug tubig, ug sa duha ka kaso, adunay potensyal alang sa quarry sa gawas sa usa ka protected area nga adunay mga epekto sulod sa protected area. Ang mga epekto sa pagpabuto komplikado ug may kalabutan sa disenyo o pagpatuman sa pagbuto ug sa geolohiya. Adunay mga pananglitan sa mga langob nga nataliwad-an sa mga quarry diin walay kadaot sa passage morphology o sa speleothems ug uban pang mga pananglitan diin ang mga langob pipila ka gatus ka metros gikan sa usa ka quarry nadaot. Ang dugang nga konsiderasyon mao ang mga epekto sa kasaba ug pagkurog sa mga mananap sa langob, nga dili kaayo masabtan. Bisan pa sa kini nga mga hinungdan, klaro nga ang mga epekto mahimong maminusan pinaagi sa modernong disenyo sa pagbuto, diin ang kantidad sa eksplosibo ug ang posisyon niini sa matag shothole maampingon nga kalkulado ug gigamit ang mga paglangan sa millisecond aron makunhuran ang pagkurog ug sobrang presyur sa hangin. Ang dugang nga konsiderasyon mao nga kaniadto ang labing kasagarang eksplosibo mao ang ANFO (ammonium nitrate ug fuel oil) nga gisagol sa, o bisan sa, sa borehole. Naghatag kini usa ka peligro sa dugay nga kontaminasyon sa DNAPL (dense non-aqueous phase liquid). Ang modernong pagpabuto naggamit sa pre-mixed ANFO, kasagaran sa mga emulsion explosives. Bisan pa, ang pagtipig sa lana sa sugnod nagmugna sa potensyal nga buhian sa karst. Ang dili husto nga pagdumala sa ammonium nitrate mahimo usab nga moresulta sa kontaminasyon sa nitrate sa tubig sa yuta. Ang duha ka produkto nga gigamit sa paghimo og ANFO kasagarang gitipigan ug gisagol sa quarry sa dili pa gamiton.



Usa ka quarry nga nawong sa Lagoa Santa Karst, Brazil nga nagpakita sa sub-soil pinnacles. Litrato ni Augusto Auler.

Ang mga epekto sa hydrological gikan sa mga quarry may kalabotan sa tubig nga nagdagayday o paggawas sa lugar. Sama sa mga epekto sa pagpabuto, gikinahanglan ang pag-usisa pag-ayo sa konteksto sa hydrogeological. Ang tubig mahimong mosulod sa quarry pinaagi sa pag-agos sa ibabaw o pinaagi sa pag-intersect sa mga dagkong agianan sa tubig sa yuta. Ang pag-agos sa ibabaw nanginahanglan ug taas nga pagplano aron madumala ang tubig nga nakuha gikan sa mga drainage basin pinaagi sa pagpalapad sa quarry nga mahimong makabalda sa operasyon sa quarry. Ang agos sa tubig sa yuta ngadto sa usa ka

quarry mahimong magkalahi kaayo. Ang ubang mga quarry gisirad-an tungod sa pagbaha sa tubig sa yuta samtang ang uban milabaw sa 100 m ubos sa orihinal nga nawong sa yuta apan nakadawat og gamay nga lateral inflow. Kung ang usa ka quarry mokuha sa tubig sa yuta gikan sa usa ka mas lapad nga lugar, kini mahimong sundan sa pag-uswag sa mga subsidence dolines (dropout o suffosion), ug kini mahimong pila ka gatus ka metros sa unahan sa quarry curtilage. Ang tanan nga pag-agos ngadto sa usa ka quarry mahimong makapauswag sa pagpalihok sa mga kontaminante sulod sa quarry ug dad-on kini ngadto sa mga atabay ug mga tubod.

Ang hydrological nga mga epekto sa tubig nga nagbilin sa usa ka quarry nagdepende kung ang tubig moagos sa ibabaw o gibomba gikan sa aquifer. Ang agos sa yuta gikan sa mga quarry sagad adunay taas nga lebel sa silt nga makabara sa mga bahin sa pag-recharge sa karst aquifer o makausab ug makadaut sa mga agos sa sapa ug mga puy-anan. Ang mga kontaminante gikan sa mga operasyon sa quarry gidala sa mga agos sa ibabaw ug kanunay nga nagsunod sa mga silt. Ang ingon nga mga epekto mahimong makunhuran pinaagi sa pagpaagay sa tubig ngadto sa mga sedimentation basin, nga kinahanglan adunay kapasidad sa pagpugong sa labing menos 100 ka tuig nga posibilidad nga mga baha. Kung ang taas nga lebel sa mga kontaminante magtigum sa mga linugdang, kini kinahanglan nga tangtangon ug ilabay sa usa ka angay nga gidisenyo nga landfill. Ang mga epekto sa aquifer mahitabo kung diin kinahanglan nga ibomba ang tubig gikan sa quarry aron mapaubos ang lamesa sa tubig ug tugutan ang operasyon sa quarry. Ang pag-dewater sa quarry nagpataas sa risiko sa pag-trigger sa pagpalambo sa doline, nga makadaot sa imprastruktura sa tawo. Kini usab adunay potensyal sa pagkunhod o pagpahunong sa pag-agos sa karst spring ug atabay. Sa kasukwahi, ang rehimen sa mga sapa nga nakadawat sa pumped nga tubig giusab uban ang pagtaas sa kinatibuk-an nga pag-agas ug kadako sa mga taluktok sa baha.

Ang abog sa quarry gikan sa mga kalihokan sa pagmina ug pagdugmok sa bato mahimong makadugang sa pagkarga sa linugdang kung gitugotan nga mahugasan sa mga bahin sa karst ug, busa, makabalda sa mga hydraulics ug sedimentation sa mga sapa sa ibabaw. Ang pagpugong sa abog usa ka nagpadayon nga isyu sa daghang mga quarry ug mahimong moresulta sa kaylap nga polusyon sa hangin sa mga pinong particulate. Human maabot ang kinabuhi sa serbisyo sa usa ka quarry, adunay taas nga termino nga mga isyu nga nalangkit sa pagdumala sa pasilidad aron masiguro nga dili kini moresulta sa mga epekto sa tubig sa yuta gikan sa ilegal nga paglabay sa mga basura sa panimalay ug industriya. Ang ubang mga gobyerno nanginahanglan ug plano sa reklamasyon ug pinansyal nga performance bond para sa mga quarry ug minahan. Ang paggamit sa yuta human ang quarry mihunong sa operasyon mahimo usab nga kinahanglan nga i-regulate kalabot sa kalamboan.

Adunay kasagarang pangagpas batok sa bisan unsang bag-ong pagkubkob o pagpalapad sa mga quarry sa usa ka protektadong lugar, mao nga importante nga ang bisan unsang aplikasyon maampingong konsiderahon sa mga termino sa ebidensya sa mga epekto ug sa posibleng mga epekto kon bato na hinuon ang kubkubon sa ubang dapit. Kung ang usa ka quarry nag-intersect ug nakaguba sa mga agianan sa langob o adunay ebidensya sa paspas nga hydrological connectivity sa mga tubod, nan kini naghatag og maayong basehan sa pagsupak sa dugang nga pagpalapad. Bisan pa, sa ubang mga sitwasyon ang pagpalawom, o pagpalapad sa lugar sa usa ka kasamtangan nga quarry mahimong dili moresulta sa bisan unsang bag-ong epekto sa karst landform ug hydrology ug mahimong mas maayo kaysa pag-abli sa usa ka bag-ong site. Diin ang pagpalawom nagkinahanglan sa pag-dewatering, kini nagpatunghag dugang nga mga pangutana ug, sa tanang kaso, ang mga aplikasyon kinahanglang maghatag ug lig-ong ebidensiya nga walay daotang epekto sa mga protektadong lugar, ug mga atabay ug mga tubod nga nagsilbing importanteng tinubdan sa tubig sa tawo ug ekolohikal.

Mga epekto sa minahan

Ang mga epekto sa nawong sa mga minahan sa ilawom sa yuta limitado sa lugar sa palibot sa (mga) entrada nga padulong sa minahan kauban ang bisan unsang mga lugar kung diin giproseso ang mineral o gilabay ang mga residu. Kinahanglang walay bag-ong minahan nga mahimutang sulod sa usa ka protektadong lugar gawas kon ang usa ka lig-on kaayong estratehikong kaso mahimo ug ang mga lugar sa pagproseso ug mga bungdo sa basura kinahanglang maayo sa gawas sa utlanan sa protektadong lugar. Bisan pa, posible nga makuha ang mineral gikan sa ilawom sa usa ka protektadong lugar gamit ang (mga) minahan nga adunay mga agianan sa gawas sa lugar. Ang modernong mga teknik sa pagmina nagpamenos sa risiko sa pagkahugno ngadto sa mga trabahoan ug ang labing mahinungdanong epekto lagmit maggikan sa panginahanglan sa pagtangtang sa tubig sa yuta gikan sa mga minahan. Usa ka teknik nga kaylap nga gigamit kaniadto sa pipila ka mga lugar sa karst mao ang pagduso sa mga drainage adits gikan sa lawom nga mga walog aron epektibo nga makunhuran ang lebel sa tubig sa yuta sa usa ka dako nga bloke. Nagresulta kini sa mga tubod, ug mga sapa nga gipakaon sa mga tubod, nawad-an sa agos ug sa pipila ka mga kaso mahimong hingpit nga uga samtang ang mga suba nga gipakaon sa mga adits nagdugang sa ilang agos. Ang moderno nga mas

lawom nga mga minahan kasagarang nanginahanglan ug dagkong mga laraw sa pag-dewatering, ang uban niini naglambigit sa mga rate sa pagbomba nga sobra sa 6 m³/s. Sa porous media, ang pumping moresulta sa usa ka cone of depression sa water table, apan sa kadaghanan sa karstic rocks ang permeability kay anisotropic ug ang mga epekto sa dewatering mahimong molugway sa daghang kilometro, ilabi na kung ang mga minahan mag-intersect sa mga conduit. Sama sa mga drainage adits, ang kasagarang mga epekto mao ang pagkawala sa agos ngadto sa mga tubod ug mga agianan sa tubig nga gipakaon sa tubod ug usa ka gipaayo nga agos sa mga suba nga nakadawat og pumped water. Diin ang bedrock gisapawan ug labaw pa sa 3 m nga yuta, ang pag-agas sa tubig sa yuta sa mga taphaw nga deposito kasagarang mosangpot sa pagkaporma sa subsidence dolines. Ang dugang nga mga epekto may kalabotan sa mga pagbag-o sa kemistriya sa tubig ug sa gisuspinde nga mga karga sa linugdang.

Ang mga minahan ug mga quarry mahimong mag-intersect sa mga agianan sa langob nga makaapekto o makausab sa klima sa langob ug moresulta sa pagkawala sa puy-anan sa nameligrong mga kabog. Ang mga paningkamot sa pagpamenos sa epekto sa mahinungdanong puy-anan sa kabog o nameligrong espisye kinahanglang tagdon kon magtugot sa minahan o quarry. Ang Greer Limestone Quarry sa West Virginia, USA, pananglitan, nakigtambayayong pag-ayo sa mga langob aron tugotan ang pagmapa sa Hellhole Cave, usa ka 50 km ang gitag-on nga langob nga nahimutang duol sa quarry ug usa ka importante nga hibernaculum alang sa duha ka endangered nga espisye sa kabog.

Sama sa kaso sa mga quarry, ang mga minahan adunay limitado nga kinabuhi, kasagaran dili molapas sa pipila ka mga dekada. Sa pipila ka mga kaso, ang mineral nahurot na apan kasagaran ang mga minahan gibiyahan tungod kay kini mahimong dili ekonomikanhon tungod sa pagtaas sa gasto sa pagkuha o pagkunhod sa presyo sa merkado. Kung makit-an ang mga bag-ong gamit alang sa usa ka mineral, nga adunay sangputanan nga pagtaas sa kantidad, mahimo'g adunay presyur sa pag-abli pag-usab sa mga minahan nga wala na magamit sa mga dekada. Sa mga nasud nga adunay taas nga kasaysayan sa pagpahimulos sa mineral, adunay daghang mga minahan ug mga lugar sa pagmina nga gibiyahan, kasagaran nga wala'y pagsulay sa pagpahiuli. Sa pipila ka mga kaso, kini nga mga site gihatagan og proteksyon agig pag-ila sa ilang kasaysayan nga importansya o tungod kay ang talagsaon nga mga tanum natukod sa nasamok nga yuta ug basura nga mga bungdo. Ang ubang mga site nagpatunghag mga problema sa kinaiyahan. sama sa erosion sa yuta, acid mine drainage ug pagporma sa mga collapse sinkhole. Ang tukma nga pagsira sa usa ka minahan, nga gitawag nga 'decommissioning' kasagaran kaayo komplikado ug mahal, ug sa nangagi panagsa ra nga gilakip sa mga gasto sa operasyon sa pagmina. Adunay bisan mga pagsulay sa paglikay sa bisan unsa nga decommissioning gasto pinaagi sa gitawag nga 'estrategikong pagkabangkaruta'. Ang pag-decommissioning ug husto nga pagkahuman sa pagsira sa mga minahan sa mga lugar nga karst kinahanglang nga maglakip sa dugay nga pagmonitor sa paglihok sa ibabaw sa yuta, kalidad sa tubig sa yuta ug mga ekosistema sa ibabaw ug ilawom sa yuta.

Summary

Ang tahas sa pag-reconcile sa industriya sa extractive sa pagkonserbar sa mga karst ug mga langob kanunay nga mahagiton tungod kay kini may kalabutan sa potensyal o aktuwal nga epekto sa kinaiyahan ug sa politikanhon ug ekonomikanhong mga hinungdan nga naglambigit sa mga stakeholders nga naglihok sa mga timbangan gikan sa internasyonal ngadto sa lokal. Sa pipila ka mga kaso, ang pag-uswag gitugotan sa usa ka protektadong lugar tungod kay kini giisip nga 'sa nasudnong interes' ug adunay mga kaso diin ang proteksyon hingpit nga gikuha aron tugutan ang pag-uswag. Bisana pa, sa ika-21 nga siglo CE, adunay nadugangan nga pagsagop sa mga gawi sa ESG (Environmental, Social, Governance) sa industriya sa korporasyon ug usa ka pag-ila nga ang pagkapakyas sa pagpanalipod sa hinungdanon nga mga site makadaot sa reputasyon sa usa ka kompanya ug sa katapusan ang mga ehekutibo nga opisyal. Kaniadtong 2020, ang pagkaguba sa hinungdanon nga mga arkeolohiko nga mga site sa duha nga mga kweba sa pagporma sa puthaw sa Australia nagdala sa daghang pagsinggit sa publiko, sa sinugdan gikan sa mga Lumad nga Australiano, apan pagkahuman sa tibuok kalibutan nagsunod sa publikidad sa social media. Ang pagpit-os gikan sa mga shareholders misangpot sa pagtangtang sa CEO ug daghang mga senior executive, gisundan sa pagluwat sa Chairman ug daghang mga Direktor. Ang usa ka parliamentary nga imbestigasyon sa kaso nagpadayon samtang kini nga dokumento gisulat, ug hinaut nga moresulta sa mga pagbag-o sa lehislasyon sa pagmina, nga makahatag sa maong mga dapit og mas dakong proteksyon.



Dowlow limestone quarry sa Peak District, UK. Ang quarry adunay gilapdon nga mga 0.5 km² ug sa 2021 ang pinakaubos nga punto mga 100 m ubos sa orihinal nga nawong sa yuta, apan walay mga agianan o mga langob nga na-intercept ug walay tubig sa yuta gikan sa mga nawong sa quarry. Litrato ni Tony Marsden.

Kadaghanan sa mga industriya nga extractive adunay taas, dili mapadayon nga carbon footprint. Gibanabana nga ang industriya sa semento, pananglitan, nga naglambigit sa taas nga temperatura nga pagpagawas sa CO₂ nga na-lock sa panahon sa carbonate formation ug diagenesis, maoy responsable sa 8% sa global nga greenhouse gas emissions. Ang mas dako pa nga porsyento kay tungod sa pagsunog sa fossil fuels (gas ug oil) nga gikuha gikan sa carbonate rock reservoir. Samtang ang planeta nanlimbasug sa pagpakunhod sa mga emisyon sulod sa madawat nga mga limitasyon sa pag-init, kini nga mga industriya, nga anaa na sa kinasang-an sa kalikopan, lagmit mag-atubang sa mahagiton nga mga panahon.

Bisan kung ang huyang nga kinaiya sa karst ug mga langob nagpalisud alang kanila sa pag-uban sa mga ekstraktive nga mga kalihokan adunay kinahanglan nga ipadayon ang balanse. Adunay mga sitwasyon diin ang mga quarry naglihok nga duol kaayo sa mga langob o mga minahan nga naglugway sa ilawom sa karst nga wala makamugna og mamatikdan nga epekto, ug ang uban diin adunay kaylap nga pagkaguba sa mga sistema sa hydrological, hingpit nga pagkaguba sa geoheritage ug pagkawala sa endemic nga mga espisye. Dili mahimo nga ang usa ka hingpit nga balanse tali sa ganansya ug mga kapildihan mahimong makab-ot, bisan pa, uban ang hingpit nga pagsusi sa siyensya, detalyado nga pagmonitor, ug gamay nga epekto nga operasyon mahimo'g posible.

Mga giya

(47) Kinahanglan nga adunay presumption batok sa mga bag-ong minahan o quarry sa mga lugar nga giprotektahan sa karst gawas kung kini mapakita nga wala'y alternatibo nga gigikanan sa usa ka mineral nga kulang sa suplay ug adunay taas nga ekonomikanhon o estratehikong kantidad.

(48) Ang bisan unsang sugyot alang sa usa ka bag-ong minahan o quarry sa karst kinahanglan ipailalom sa usa ka detalyado nga pagsusi sa kinaiyahan nga nagkonsiderar sa duha nga mga bahin sa ug sa utlanan sa lugar, ingon man ang potensyal sa layo nga mga epekto pinaagi sa tubig sa ibabaw ug tubig sa yuta sa karst.

(49) Ang pagsusi sa kalikopan kinahanglan maghulagway ug magsusi sa bili sa mga langob ug karst nga mga porma sa yuta ug ekosistema. Kinahanglan nga susihon niini kung adunay mga alternatibong mga lugar alang sa pagkuha diin adunay dili kaayo hinungdanon nga mga epekto. Kung wala'y alternatibo nga mga lugar, kinahanglan adunay usa ka mabinantayon nga gidisenyo nga buffer protection zone, kung mahimo, palibot sa hinungdanon nga mga langob ug mga bahin sa karst aron mapanalipdan ang integridad sa ekosistema sa langob, ingon man ang pagpadayon sa mga proseso sa hydrological.

(50) Kung walay alternatibo sa pagkaguba, ang mga bahin kinahanglan nga irekord ug, kung adunay kalabotan, tangtanganon alang sa siyentipikong pagtuon - i.e., irekord ug tangtanganon ang speleothem ug sediment alang sa pagtuon sa palaeo-environmental.

(51) Kung gitugutan ang pag-uswag, kinahanglan adunay usa ka maayong pagkadisenyo nga sistema sa pagpanalipod sa kinaiyahan, ingon man usa ka protocol sa pag-monitor aron marekord ang mga kahimtang sa panahon sa operasyon ug ang pagkapektibo sa sistema sa pagpanalipod aron mahimo ang mga pagbag-o kung kinahanglan. Kinahanglan usab nga adunay usa ka detalyado nga plano sa pagsira nga naglakip sa tukma nga pagpahiuli ug dugay nga pag-monitor, lakip ang usa ka bugkos nga gibayran nga daan aron masiguro nga ang pondo alang sa pagsira magamit.

Pag-uswag ug imprastraktura

Sa tibuok kasaysayan, gigamit sa mga tawo ang karst ug mga langob alang sa lainlaing katuyoan. Gitukod ang mga estruktura para sa pagpuyo, proteksyon, agrikultura o suplay sa tubig. Sa Edad Medya sa Uropa, ang mga kuta ug mga kastilyo gitukod sulod sa mga langob, sama sa Predjama Castle sa Slovenia, aron mahatagan ug proteksyon ug usa ka ruta sa pag-ikyas agi sa mga agianan sa langob kung adunay pagsulong. Gipahimuslan usab sa mga gagmay nga industriya ang mga langob. Ang paghimog pisi nahitabo diha sa dakong entrada sa Peak Cavern, Inglatera, gikan sa Edad Medya hangtod karon, ug bisan tuod ang mga lubid karon gihimo sa kadaghanan aron ibaligya sa mga turista nga mobisita sa langob, dihay usa ka gamay nga pinuy-anan sa mga tighimog pisi nga nagpuyo sa langob. Sa South China Karst World Heritage Property, aduna gihapoy gagmay nga mga pinuy-anan sa mga entrada sa langob. Daghang mga langob ang gigamit sa pagkahamtong nga keso ug ang bantog nga Roquefort nga asul nga keso magamit lamang ang ngalan niini kung mahamtong sulod sa mga langob sa Combalou sa France. Ang mga uhong, serbesa, bino, kimchi ug uban pang mga produkto nahimo, ug sa daghang mga nasud, gihimo o gitipigan sa mga langob. Ang pagtukod sa dalan usahay nagpahimulos sa mga agianan sa langob isip mas kombenyente nga kapilian kay sa paghimog mahalona nga mga tunel. Ang mga dalan nga motabok sa Mas-D'Azil nga langob sa France ug usa ka seksyon sa Jenolan Caves sa Australia maoy maayong mga pananglitan. Daghang mga karst spring nagpakita sa usa ka matang sa istruktura sa engineering. Dugang nga mga pananglitan sa imprastraktura sa mga langob ug karst may kalabotan sa paggamit sa tubig (tan-awa ang [Suplay sa tubig](#)), pagkubkob ug pagmina (tan-awa ang [Extractive industries](#)) ug pagpahaom sa turismo (tan-awa ang [Show caves](#)).



Ang Kastilyo sa Predjama, Slovenia, gitukod sa usa ka baba sa langob sa ika-13 nga siglo CE. Litrato ni David Gillieson.

Natural lang nga sa pagdaghan sa populasyon dungan sa panginahanglan sa imprastraktura, ang mga karst nga lugar parehong makaapekto ug maapektuhan sa maong mga kalamboan. Ang exponential nga pag-uswag sa populasyon nga nahitabo sukad

sa ika-19 nga siglo CE suod nga nalambigit sa pag-uswag sa industriya ug urbanisasyon. Ang kinatibuk-ang populasyon nga nagpuyo sa mga lugar nga karst o nagdepende sa mga kahinguhaan sa karst, sama sa tubig, kanunay nga nagtubo, nga gibanabana nga 1.18 bilyon sa 2020. Sa mga rehiyon diin ang karst mao ang dominanteng tipo sa talan-awon, ang tanan nga pag-uswag, lakip ang tibuuk nga mga lungsod ug industriya, adunay nga itukod sa ibabaw sa karst. Miresulta kini sa dugang nga presyur sa kinaiyahan sa huyang nga karst ecosystem. Bisan pa niana, ang mga pag-uswag sa pagsabot sa karst dynamics, inubanan sa mas malungtarong pamaagi, mitultol sa importanteng mga pag-uswag sa pagtugot sa kalamboan ug proteksyon sa karst nga magdungan.

Ang pag-uswag ug imprastruktura sa mga lugar nga karst mahimong lainlain nga mga tipo ug gimbuhaton, nga moresulta sa lainlaing mga klase sa pagkahuyang ug mga epekto. Usa ka halapad nga klasipikasyon ang gisagop, nga naglangkob sa:

- Linear nga mga imprastruktura.
- Mga dam ug mga reservoir.
- Mga industriya.
- Mga kalamboan sa siyudad.

Kini nga lainlain nga mga tipo sagad nga nalangkit ug ang linya sa pagbahin tali sa kaniadto kanunay nga blur. Ingon sa usa ka kinatibuk-an nga lagda, sa walay palad wala gipatuman bisan asa, usa ka pagtuon sa pagsusi sa kalikopan nga naglambigit sa site ug sa diha-diha nga palibot (usa ka proteksyon nga buffer zone) kinahanglan nga himuon sa wala pa ang bisan unsang pag-instalar. Niini nga sona, ang usa ka mas detalyado nga pagtuon nga naglambigit sa imbentaryo sa mga langob ug mga bahin sa ibabaw nga karst kinahanglan nga ipahigayon aron masusi kung ang proyekto kinahanglan nga magpadayon o kinahanglan nga mangita og alternatibong mga lokasyon. Ang pagbag-o sa lokasyon sa usa ka proyekto usahay imposible, ug sama sa kaso sa pipila nga mga reservoir sa tubig ug mga dam. Bisan pa, sa kadaghanan nga mga kaso, kini nga aksyon, nga mahimo'g tan-awon nga mahal ug radikal sa sinugdanan mahimo, sa katapusan, mapamatud-an nga usa ka maalamon tungod kay kini makalikay sa mga mahal nga pamaagi nga adunay kalabotan sa pag-ayo sa kinaiyahan o litigasyon.

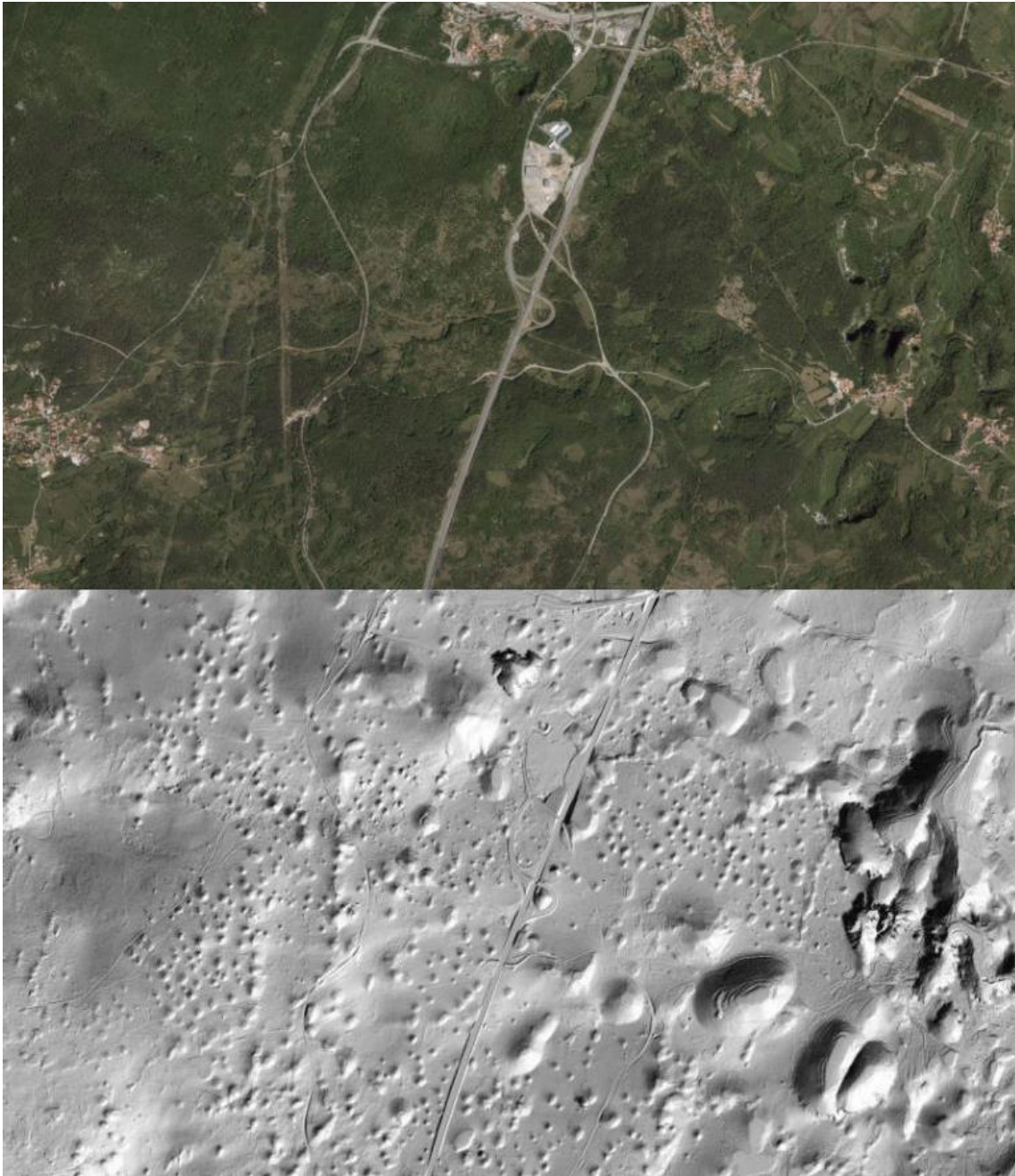
Linear nga mga imprastruktura

Ang mga linear nga imprastruktura naglangkob sa mga dalan, mga riles, mga linya sa transmission sa kuryente, mga agianan sa tubig ug uban pang mga istruktura nga kasagaran hiktin ug adunay hinungdanon nga gitag-on. Mahinungdanon alang sa transportasyon sa mga tawo, mga butang, tubig ug kusog, ang ilang densidad direktang nalangkit sa katigayunan sa ekonomiya ug gidak-on sa populasyon.

Tungod sa kinaiya nga bastos nga tereyn sa mga lugar nga karst, ang pagtukod sa ingon nga mga istruktura mahimong mahagiton. Ang tunneling usa ka kasagarang alternatibo sa pagtabok sa mga karst massif ug mahimong moresulta sa interception sa wala mailhi nga mga langob ug mosangpot sa pagdagsa sa tubig. Ang dugang nga konsiderasyon mao ang kalig-on sa duol nga mga langob ug kon sa unsang paagi kini nalangkit sa vibration panahon sa pagtukod ug operasyon. Ang partial o bisan ang kinatibuk-ang pagkahugno sa mga langob tungod sa pagkurog sa trapiko mahimong mahitabo, apan talagsa ra ug nagdepende sa lokal nga geolohiya ug giladmon sa langob - adunay mga pananglitan sa mga dalan nga motabok ibabaw sa mga langob, o modagan sulod niini nga walay mamatikdan nga morphological damage. Ang susamang geotechnical nga mga konsiderasyon magamit sa paggamit sa mga langob isip natural nga tulay. Sa ingon nga mga sitwasyon, ang usa ka case-by-case nga pagtuon kinahanglan nga himoon aron ipahayag nga walay kadaot sa mga langob ug dalan nga mahitabo. Sa kasagaran adunay pipila ka ang-ang sa pagka-flexible sa pagplano sa mga linear nga istruktura ug ang usa ka diversion gikan sa mas huyang nga mga karst zone kinahanglan nga sagopon, kung mahimo, sa sayo nga yugto.

Ang pag-agas gikan sa mga dalan ug mga riles kanunay nga kontaminado ug lagmit nga idirekta sa mga kanal ug sa katapusan malunod nga mga punto sa karst terrains, nga adunay potensyal nga mahugawan ang mga tubod ug ang suplay sa tubig.

Mahimong seryoso kaayo kini kung ang usa ka aksidente moresulta sa pag-agas sa peligro nga mga kemikal. Ang mga kemikal nga compound molihok sa komplikado nga mga paagi, depende sa ilang density ug komposisyon. Ang paglimpyo sa kontaminado nga karst nga yuta ug mga langob kasagaran komplikado ug mahal. Tungod sa anisotropic nga kinaiya sa karst aquifers ug sa kasagaran paspas nga infiltration rates, posible nga ang bahin sa usa ka contamination plume nga paspas nga mobiyaha pinaagi sa mga conduits, nga mogawas sa taas nga konsentrasyon mga oras o mga adlaw human sa input, samtang ang nahabilin gitipigan sa epikarst ug mas gagmay nga mga channel. mao nga kini sa gihapon mitumaw sa ubos nga konsentrasyon napulo o gatusan ka mga adlaw human sa input.



Aerial (ibabaw) ug LIDAR (ubos) nga mga hulagway sa mga dolines tapad sa usa ka mayor nga haywey duol sa Divaca sa Slovenia. Gi-reproduce gikan sa Atlas of the Environment, Environmental Agency of the Republic of Slovenia (EARS).

Ang karst mahimo usab nga makaapekto sa mga linear nga istruktura, labi na pinaagi sa pag-uswag sa mga doline o

pagkahugno sa mabaw nga mga langob. Ang geophysical nga mga pagtuon makatabang sa pagpangita sa mga haw-ang ug mga langob nga likayan, bisan pa nga ang mga tabon nga nahugno nga sinkhole tungod sa pagtulo sa tubig gikan sa mga pipeline o pagkawala ubay sa gitukod nga mga agianan sa drainage mahimong maporma human sa maong mga pagtuon. Adunay gamay nga peligro sa mga epekto gikan sa mga linya sa transmission sa elektrisidad, tungod sa halapad nga gilay-on tali sa mga tower (mga pylon) bisan kung adunay mga kaso sa mga doline nga nagporma duol sa mga pylon. Sukad sa palibot sa 2010, adunay usa ka marka nga pag-uswag sa merkado sa nabag-o nga enerhiya ug labi na ang paghimo sa elektrisidad gamit ang mga turbine sa hangin. Bisan tuod dili estrikto nga linear, ang wind tower kasagarang giapod-apod sa parallel row ug ang susamang mga konsiderasyon magamit. Kini nga mga bug-at nga istruktura adunay pipila nga lebel sa pagka-flexible sa lokasyon ug kinahanglan nga ipahilayo sa mga langob. Ang mga wind turbine mahimo usab nga makapatay sa mga kabog, kasagaran dili gikan sa direkta nga epekto sa mga blades apan pinaagi sa barotrauma, usa ka kalit nga pag-ubos sa presyur sa hangin nga nag-collapse sa mga baga sa bat. Ang mga wind turbine kinahanglan nga makit-an ug operahan sa konsultasyon sa mga biologist sa kabog aron mamenosan ang kadaot sa mga species sa kabog sa lugar.



Ang diversion sa gamay nga dalan sa palibot sa mga dolines, sama sa gipakita sa ibabaw, usa ka yano ug epektibo nga estratehiya, bisan pa, ang mga dagkong haywey gikinahanglan nga tul-id kutob sa mahimo. Kini nga litrato nagpakita sa usa ka doline sa ruta sa usa ka motorway agi sa Slovenia. Ang doline nakubkoban ug ang outlet gisilyohan sa wala pa maampingong pagpuno sa aggregate aron makunhuran ang risiko sa pagkahugno. Litrato ni John Gunn.



Ang ruta sa samang motorway sa Slovenia nag-agi ibabaw sa orihinal nga napunog linugdang nga walay atop nga langob. Ang kooperasyon tali sa mga konstruktor ug sa Karst Institute sa Postojna nagsiguro nga ang langob maampingong gidokumento sa wala pa mapuno sa aggregate ug gitakpan aron makunhuran ang peligro sa pagkahugno. Litrato ni John Gunn.

Mga dam ug mga reservoir

Ang tubig lagmit nga modagayday sa ilawom sa yuta sa mga lugar nga karst. Bisan tuod ang mga paglubog sa sapa, mga doline ug mga tubod kay kasagaran nga mga bahin, kasagaran adunay limitado nga drainage sa ibabaw. Tungod niana, sa tibuok kasaysayan importante ang paghimo ug mga paagi sa pag-access ug pagpabilin sa tubig para sa personal nga konsumo o para sa agrikultura. Nanginahanglan kini og mga solusyon sa inhenyero sama sa pag-drill sa mga atabay o pagbutang og mga pumping device sulod sa mga langob. Ang usa ka angay nga alternatibo mao ang pagtukod sa mga dam o mga reservoir, nga adunay katuyoan nga magpabilin ang tubig sa ibabaw sa yuta ug magtugot alang sa usa ka dali nga pagkontrol ug pag-apod-apod sa agos. Ang mga karst nga bato kay natural nga target sa pagtukod og mga dam diin kasagaran kini nagrepresentar sa ubos nga elevation nga mga dapit sa talan-awon tungod sa ilang taas nga solubility. Dugang pa, ang lawom nga mga walog o mga canyon, usahay resulta sa pagkahugno sa langob, maoy kasagarang mga porma sa yuta sa daghang karst nga mga dapit, ug makahatag ug madanihong mga dapit sa dam. Sukad sa karaang panahon, liboan ka mga dam ug mga reservoir ang gitukod sa karst, ilabina sa Europe ug China.



Hydropower dam nga gitukod sa karst terrain, Laos. Litrato ni Terry Bolger.

Kadaghanan sa mga dam ug mga reservoir sa karst nagpakita sa pipila ka ang-ang sa leakage, nga kasagarang gidawat gikan sa sinugdanan, bisan kung ang halapad ug mahal nga grouting (ie, pagpuno sa mga haw-ang sa konkreto o uban pang dili matuhop nga materyal) gigamit. Kini tungod sa kamatuoran nga ang geophysical nga mga teknik lagmit nga mawad-an og resolusyon samtang nagkadako ang giladmon, ug ang karon nga teknolohiya dili kasaligan nga makatino sa gidak-on ug lokasyon sa mga potensyal nga ruta sa pagtagas nga girepresentahan sa mga agianan ug mga langob. Dugang pa, ang bisan unsang dam o reservoir makamugna og tubig ibabaw sa mas taas nga elevation kay sa kaniadto, sa ingon nagdugang ang 'hydraulic gradient'. Kining nagkataas nga gradient modala ngadto sa dugang nga tulin sa agos sa tubig sa yuta, nga naglihok sa usa ka gubot nga paagi, nga posibleng magtangtang sa mga linugdang nga sa makausa nagsampong sa mga agianan. Ang laing potensyal nga disbentaha mao nga kining bag-ong namugna nga gradient makapadugang sa mga rate sa pagkatunaw, nga nagtugot sa pagpadako sa mga agianan sa panahon sa kinabuhi sa dam, ilabi na sa mga evaporite nga lugar diin ang bato mas matunaw kay sa carbonate karst. Busa dili ikatingala nga ang mga pagtulo lagmit nga modaghan sa paglabay sa panahon. Dugang pa, ang pagtulo pinaagi sa mga fissures ug mga agianan sa langob sa ubos gikan sa impoundment ug ang gibug-aton sa kolum sa tubig mahimong makaaghat sa pag-uswag sa mga dolines, nga mahimong mosangpot sa usa ka bag-ong namugna nga zone sa leakage, ingon man moresulta sa gagmay nga mga seismic shock sa palibot. lugar. Ang dugang nga mga problema sa kinaiyahan adunay kalabotan sa hydraulic nga koneksyon sa ubang mga hydrographic basin ug mga babag sa paglihok sa aquatic fauna, lakip ang polusyon sa tubig. Sa higayon nga ang usa ka dam nahimo na nga dili ekonomikanhon o sobra ka makadaot sa kinaiyahan, posible nga matangtang kini, bisan tuod kini usa ka mahal ug teknikal nga mahagiton nga negosyo, dili walay kaugalingong risiko. Mahimong mas mubu kini kay sa padayong pag-grouting, pagmentinar o uban pang rehabilitasyon sa dam.

Sa pipila ka mga lugar sa karst, ang mga dam gihimo aron madugangan ang pagtipig sa tubig sa mga karst aquifers. Ang kasagarang mas epektibo ug dili kaayo problemado nga disenyo nagbutang sa dam sa ibabaw nga bahin sa karst area, nga nagtugot sa sedimentation nga mahitabo diin kini dili makasampong sa mga karst conduits ug ang tubig mapagawas sa mga

gikusgon nga motugot sa tanang agos nga masuhop ngadto sa aquifer. Bisan pa, kini nga disenyo dili kanunay posible. Ang alternatibo nga disenyo nagbutang sa dam sa o sa ubos nga tumoy sa karst, nga nagpundo sa tubig direkta sa ibabaw sa karst. Kini nga pamaagi moresulta sa mas taas nga sedimentation sa mga langob ug conduit, ug mas dako nga epekto sa mga ekosistema sa langob nga wala molambo alang niadtong hydrologic nga kondisyon. Dugang pa, ang pag-agas sa mga pollutant ngadto sa impoundment direktang mosulod sa aquifer, samtang sa upstream nga disenyo sa dam adunay dugang nga oportunidad sa paglit-ag ug pagtangtang o pag-ayo sa mga hugaw sa dili pa kini mosulod sa tubig sa yuta. Dili kinahanglan nga gamiton ang bisan unsang disenyo sa mabaw, ubos nga mga karst aquifer sa pagtipig sa tubig sa yuta diin ang dugang nga tubig dali nga modagayday ug mogawas sa aquifer. Ang pipila ka kalampusan nakita sa pagpausbaw sa gidaghanon sa tubig sa yuta sa dako, lawom, artesian nga karst aquifers, sama sa Edwards Aquifer sa Texas.

Mga industriya

Ang mga industriya moabut sa lainlaing mga gidak-on, katuyoan ug porma. Ang mga planta nga nagproseso nga may kalabotan sa hilaw nga materyal nga nakuha gikan sa karst, sama sa semento o mga mineral nga gisudlan sa karst, sagad nahimutang duol sa quarry o minahan, nga kasagaran nagpasabut nga kini gitukod sa karst. Ang pipila ka kasagarang mga kinaiya niini nga mga industriya mao ang 1) taas nga panginahanglan sa tubig alang sa pagproseso sa mineral ug pagpabugnaw; 2) panginahanglan alang sa fossil fuel; ug 3) disposal areas, nga usahay mas dako pa kay sa planta, ilabina sa mga lugar nga minahan diin ang mga hugaw o overburden mahinungdanon. Kini nga mga kinaiya nagpasabot nga ang ubang mga industriya nagbutang ug bug-at nga kadaot sa karst nga palibot ug nanginahanglan ug mabinantayon nga pagkontrolar sa likido ug atmospera nga mga pagpagawas. Ang sobrang pagbomba sa tubig sa yuta mahimong mosangpot sa pagkahubas sa yuta ug pagkahugno sa sinkhole. Ang polusyon sa hangin naglakip dili lamang sa makadaot nga greenhouse gases kondili sa nagkalain-laing particulate nga makadaut o makadaut sa mga langob ug mga bahin sa karst.

Kadtong mga industriya nga wala'y kalabotan sa pagkuha sa mineral sagad nga nahimutang duol sa mga konsumedor o sa mga ruta sa transportasyon. Ang pipila ka pagbag-o sa mga kodigo sa pagtukod o zoning lagmit gikinahanglan tungod sa mga espesyal nga kahuyangan sa karst. Pananglitan, ang SUDS (Sustainable Drainage Schemes) kasagarang nag-require sa mga developers nga maghatag ug mga soakaway o infiltration pond aron malikayan ang pag-surcharge sa storm drainage. Sa mga lugar nga karst, kini adunay potensyal nga magpahinabog pagkahugno sa sinkhole ug pag-usab sa gidaghanon ug kalidad sa tubig sa yuta. Kasagaran sa daghang mga industriya mao ang dako nga carbon footprint, nga mosangpot sa mga epekto nga labaw pa sa mga rehiyon sa karst.

Kauswagan sa kasyudaran

Sama sa gihisgutan sa [Ang espesyal nga kinaiya sa mga karst nga palibot ug mga sistema sa langob](#), ang konsentradong recharge mosulod sa karst pinaagi sa mga lutahan, dolines ug mga lababo sa natural nga mga kondisyon, bisan pa ang kadaghanan sa recharge kay nagkatag ug mihinay, ilabi na kung adunay tabon sa yuta ug mga tanom, o taphaw. mga deposito. Ang mga lugar sa kasyudaran sa ibabaw sa mga karst terrain nagrepresentar sa usa ka grabe nga pananglitan sa mga pagbag-o sa kini nga mga kondisyon, nga nagpadako sa pipila nga mga problema nga may kalabotan sa ubang mga lahi sa pag-uswag. Ang mga syudad kanunay nga nagbag-o sa natural nga pattern sa paglusot pinaagi sa pagpaila sa daghang mga lugar sa dili matupngan nga mga materyales sa porma sa mga atop, mga semento ug mga dalan. Kini nga mga pagbag-o lagmit nga mosangpot sa konsentrado nga runoff nga kasagarang lapokon ug kontaminado sa lapok, lana, grasa, tingga ug uban pang mga kemikal. Busa, gikinahanglan ang usa ka episyente nga paagi sa pag-agos sa urban drainage gikan sa karst, kung mahimo, kung dili padung sa bedrock ug labing maayo nga mapauswag ang kalidad sa tubig sa dili pa kini mosulod sa karst. Ang 'mga atabay sa pag-agas sa tubig sa bagyo' kritikal sa daghang mga lungsod, sama sa Bowling Green, Kentucky. Ang Bowling Green gitukod sa usa ka rolling karst plain ug usa sa pipila ka mga siyudad nga adunay sistema sa langob sa ilawom, nga nagdugang sa potensyal sa polusyon nga makaabot sa karst aquifer. Ang kakulang sa sayo nga mga regulasyon sa zoning nagtugot sa pagtukod sa mga dolines nga daling mabaha panahon sa dagkong mga panghitabo sa ulan. Ang pagpuno sa ubang mga dolines nakapakunhod sa ilang abilidad sa paghubas ug pagkunuhod sa pagtipig sa tubig-baha. Ang dili episyente nga natural nga drainage system mosangpot sa pagbaha sa kasyudaran nga adunay dagkong mga hawan sa dili matupngan nga mga materyales – usa ka

kasagarang problema sa pipila ka karst setting. Ang paglabay sa basura ug hugaw maoy laing importanteng isyu sa mga lugar nga karst, ilabina sa dili kaayo ugmad nga mga nasod. Ang ubang mga siyudad kulang sa bisan unsa nga matang sa kolektibong sistema sa septic, nga ang hugaw mahimong direktang ilabay sa mga drainage nga kanal o mga sapa, gilabay sa mga homemade underground tank o ngadto sa mga bali o sinkhole sa karst. Kini nga mga sukaranan nga sistema dili magsala o mopahinay sa pagkatag sa mga kontaminante ug mahimong usa ka dakong hulga sa mga karst aquifer ug mga ekosistema sa langob. Dugang pa, ang dili matupngan nga tabon makausab sa lokal nga hydrograph ug makamugna og mas paspas nga runoff, makapataas sa mga entablado nga gitag-on sa mga kweba ug sinkhole, ug makapamubo sa gitag-on sa tubag sa bagyo nga moresulta sa dili kaayo tubig nga magamit panahon sa ting-init.

Ang pag-agas sa tubig sa bagyo gikan sa kasyudaran mahimong makahilo kaayo, nga adunay lana, grasa, bakteryang ug uban pang polusyon sa kasyudaran ug dili tinubdan sa polusyon. Ang lebel sa bakteryang sa mga kasyudaran mahimo usab nga taas kaayo tungod sa pag-exfiltration sa mga septic sewer system, basura sa mga hayop ug wildlife sa kasyudaran, nga nagresulta sa grabe nga pagkadaot sa tubig sa yuta.

Mahitungod sa mga solidong basura, ang piho nga mga lugar nga gitawag og 'landfill' kasagaran ubos sa higpit nga kondisyon sa pagplano. Kini nga mga lugar kinahanglan nga mahimutang, kung mahimo, sa gawas sa karst, sa ibabaw sa dili matupngan nga mga bato, ug kinahanglan nga linyahan sa dili masulud nga mga babag aron malikayan ang pagtulo. Ikasubo, sa dili kaayo ugmad nga mga nasod panagsa ra kini mahitabo, nga mosangput sa kontaminasyon sa yuta ug tubig sa yuta.

Ang polusyon sa atmospera tungod sa mga salakyanan, balay ug industriya maoy laing matang sa epekto sa kinaiyahan nga gipakusog sa mga siyudad ug mahimong mosangput sa acid rain ug particulate dispersal.



Ang mga basura nga gihakot sa sapa sa langob sa Lagoa Santa Karst, Brazil. Litrato ni Luciana Alt.

Ang mga delikado nga materyales (HazMat) kasagarang gigamit ug gihatod pinaagi sa karst, ang mga pagpagawas niini miresulta sa dakong epekto sa mga langob, karst ug mga kahinguhaan sa tubig sa yuta. Ang pagkakita, pag-monitor ug pag-ayo sa mga insidente sa HazMat lisud kaayo tungod sa mga musunud nga isyu:

- Ang mga yuta kasagarang naghatag gamay ra kung adunay bisan unsang pagpahinay sa mga kontaminante.
- Ang paspas nga tulin sa tubig sa yuta (>1 km/adlaw) sa karst makapadala ug kontaminasyon sa layo nga distansya sa dili pa kini mabutang ug malimpyohan.
- Ang mga agianan sa pag-agos dili maayo nga gipasabut, mao nga ang mga relasyon tali sa pag-injection ug pag-discharge kasagarang wala mahibal-an.
- Ang mga sistema sa pag-monitor lisud ug mahal ang pag-install, pag-sample ug pagmentinar.
- Ang mga sistema sa pagmonitor mahimong dili representante sa konsentrasyon o gidak-on sa kontaminasyon tungod sa anisotropic nga kinaiya sa pag-agos sa tubig sa yuta sa karst, ni representante sa konsentrasyon o gidak-on sa kontaminasyon.
- Limitado nga gidaghanon ug pagkaanaa sa mga espesyalista sa karst hydrogeology.
- Ang mga pamaagi sa pag-ayo mahimong lisud i-install ug magamit ug mahimong adunay limitado nga pagkaepektibo.

Ang mga delikadong materyales nga gipagawas mahimong maggikan sa mga aksidente sa industriya; tinuyo nga pagpagawas; pinaagi sa dili hustong paglabay sa mga basura human sa konsumidor (mga herbicide ug pestisidyo) ngadto sa mga dolines, pagkalunod sa mga sapa o septic system; bisan pa ang pagpagawas sa nagtulo nga mga tangke sa pagtipig sa ilawom sa yuta; pinaagi sa mga septic tank ug sewer system; ug mga linya sa transmission sa lana ug gas. Ang petrolyo ug uban pang mga sugnod kauban ang mga solvent (gikan sa dry cleaning) kasagarang mga materyales nga gipagawas sa palibot. Dugang pa sa paghugaw sa tubig sa yuta, pipila sa mga alisngaw mahimong makahilo o eksplosibo kung kini matipon ug mahimong moresulta sa mga eksplosibong palibot sa mga langob, sistema sa imburnal ug bisan sa mga balay ug publikong mga bilding.

Ang emerhensya nga pagtubag sa mga insidente sa HazMat sa karst lisud kaayo ug ang mga pamaagi kinahanglan una nga maglakip sa pagpanalipod sa kaluwasan sa publiko nga gisundan sa pagpanalipod sa nawong ug ilawom sa yuta. Ang pag-ayo kinahanglan, kung mahimo, maglakip sa pagpugong ug pagtangtang sa bisan unsang likido ug solidong basura. Ang mga delikado nga Materyal kinahanglan nga dili gayud i-flush sa ibabaw kay mahimong moresulta sa kontaminasyon sa pribado ug publikong suplay sa tubig, pagkahilo sa biota sa kweba, pagkolekta sa mga alisngaw sa mga langob ug mga bilding ug pagkadaut sa kalidad sa tubig sa mga tubod nga nakaapekto sa mga ekosistema nga nagsalig sa tubod ug mga tiggamit sa ubos. Ang pag-imbetiga sa epekto sa usa ka peligroso nga mga materyales nga gipagawas sa karst kinahanglan nga himuon sa usa ka eksperyensiyado nga propesyonal sa karst sa kinaiyahan.

Ang overpumping sa tubig sa yuta kay kasagaran sa kasyudaran. Ang hiniusang pagkuha sa libu-libo nga publiko o pribado nga mga atabay mahimong adunay parehas nga epekto sa usa ka dako nga pamaagi sa pagkuha sama sa kaso sa mga minahan ug industriya. Ang pag-ubos sa mga kahimtang sa kasyudaran kasagaran sa daghang mga lugar sa kalibutan diin ang tubig sa yuta gigamit ug sa Florida, USA, kini kanunay nga gilakip sa mga pakete sa paniguro sa balay. Ang mga sinkhole mahimong mahitabo tungod sa pagtulo sa tubig o mga tubo sa pag-apod-apod sa hugaw, nga mosangpot sa paglihok sa yuta ngadto sa mga bali o pagkaporma sa mga haw-ang sa yuta, nga gisundan sa pagkahugno. Ang sobra nga pagbomba sa tubig sa yuta sa kasyudaran mahimo usab nga moresulta sa pagkunhod o kinatibuk-ang pagkawala sa agianan sa tubod, nga usa ka hinungdanon nga kapanguhaan alang sa mga tiggamit sa ubos ingon man ang mga species nga nagsalig sa tingpamulak.



Usa ka dili husto nga pagkatukod nga landfill sa Lagoa Santa Karst, Brazil. Litrato ni Luciana Alt.

Ang pagbaha sa sinkhole pinaagi sa dili hustong pagdumala sa dagan sa tubig sa bagyo makamugna og mga isyu sa karst. Ang pagtukod sa mga balay ug negosyo sa mga sinkhole, inubanan sa mas taas nga impervious cover nga may kalabutan sa urbanisasyon, mahimong moresulta sa paspas ug dugay nga pagbaha. Ang dili husto nga regulasyon sa mga gawi sa paggamit sa yuta mahimong moresulta sa pagsampong sa sinkhole 'drains' sa linugdang, tanom ug basura, ug makadugang sa gitason ug gidugayon sa pagbaha.

Kung ang mga syudad mahitabo sa daplin sa mga karst nga lugar, ang pagtubo sa kasyudaran labing maayo nga gitumong ngadto sa dili-karst nga mga lugar diin ang pag-uswag kasagaran mahitabo nga mas sayon, dili kaayo mahal ug adunay gamay nga epekto sa kinaiyahan. Ang edukasyon sa publiko makatabang sa ingon nga mga paningkamot. Sa Austin ug San Antonio, Texas, ang mga residente nga nabalaka bahin sa ilang mga karst aquifers mibotar nga patas-an og gamay ang ilang mga buhis aron makataas og gatusan ka milyon nga dolyares sulod sa 20–30 ka tuig aron makapalit ug dagkong mga lugar sa karst nga gigahin alang sa aquifer ug endangered species nga proteksiyon, ug sa pipila ka mga kaso ingon nga mga parke.

Tungod kay kadaghanan sa populasyon sa kalibutan karon nagpuyo sa kasyudaran nga mga lugar, ang mga lungsod nahimo'g hinungdanon nga elemento sa agenda sa pagpadayon. Ubay-ubay nga mga inisyatibo nga mahigalaon sa klima ug mga proyekto sa NBS (Nature Based Solutions) nagtinguha nga maminusan ang nalista kaniadto nga mga epekto aron makab-ot ang usa ka neutral nga carbon (o, labing maayo, negatibo) nga palibot. Kining dako nga bag-o nga pagbalhin kinahanglan nga moresulta sa mga kadaugan sa karst nga palibot.

Pag-uswag ug imprastruktura sa mga protektadong lugar

Ang mga protektadong lugar mahimong adunay lain-laing ang-ang sa 'proteksyon', nga ang uban nagtugot pa sa paglungtad sa mga industriya o kasyudaran nga mga lugar, basta ang pipila ka mga kinahanglanon matuman, samtang ang uban mga pristine nga mga lugar sa kamingawan. Kadaghanan sa mas sikat nga protected area sa karst adunay mga pasilidad sama sa visitor centers, restaurants ug lodging for staff, scientists ug tourists. Ang nalista na nga mga epekto magamit usab sa kini nga mga istruktura ug kinahanglan nga mas maayo nga mahimutang layo sa labi ka mahuyang nga bahin sa karst. Sa Gunung Mulu National Park, Sarawak, ang tanang pasilidad pipila ka kilometro gikan sa mga langob. Apan, ang mga bilding duol o direkta sa ibabaw sa mga langob ug mga sinkhole anaa sa daghang protektadong mga dapit. Kinahanglang mag-amping, tungod kay adunay daghang mga kaso sa mga epekto sa kalikopan gikan sa kini nga mga istruktura, lakip ang usa ka kaso sa direktang koneksyon tali sa kasilyas ug usa ka sapa sa langob nga napamatud-an sa usa ka eksperimento sa pagsubay sa tubig.

Ang mga estruktura sa sulod sa mga langob kasagarang gipaubos. Bisan pa, ang pipila ka sikat nga giprotektahan nga mga lugar adunay mga restawran sa ilawom sa yuta (lakip ang Carlsbad National Park ug Mammoth Cave National Park, pareho sa USA), mga tindahan sa souvenir, kasilyas, amphitheater para sa mga salida sa ilawom sa yuta, mga elevator ug mga riles sa tren alang sa mga tren ug funicular. Ang tanan niini nga mga istruktura naglambigit sa usa ka matang sa epekto sa kinaiyahan ug kinahanglan nga i-install lamang pagkahuman sa usa ka komprehensibo nga pagsusi sa kalikopan. Ang plano sa pagdumala sa giprotektahan nga lugar kinahanglan nga klarohon kung kini ba makatarunganon ingon usa ka paagi sa paghatag kaharuhay (o pagbulag gikan sa natural nga kahimtang) ug kaluwasan sa bisita.

Mga konklusyon

Ang Karst ug ang mga tawo nag-uban nga naglungtad sukad sa unang mga hominid mitungha ug usa ka symbiotic nga asosasyon nga naglambigit sa paggamit ug epekto nahitabo sukad niadto. Diyutay ra nga mga langob o mga lugar sa karst ang hingpit nga wala'y bisan unsang matang sa pagbag-o sa tawo, bisan pa, sa panahon sa ika-21 nga siglo CE, adunay nagkadako nga uso sa pagkab-ot sa balanse tali sa pagpreserba ug epekto. Ang pagkab-ot sa pagpadayon sa daghang populasyon nga mga lugar nga karst usa ka lisud nga buluhaton apan, labi nga, ang mga proyekto sa berde nga imprastruktura nagpaposible sa usa ka lakang padulong sa usa ka labi ka balanse nga paggamit sa mga serbisyo sa kalikopan.

Mga giya

(52) *Ang tanan nga mga feasibility study alang sa mga proyekto sa pagtukod sa mga lugar nga karst kinahanglan nga maglakip sa mabinantayon nga pagsusi sa giplano nga lokasyon, usa ka detalyado nga pagsusi sa kinaiyahan ug ang gidak-on sa usa ka protective buffer zone. Diin posible nga ibalhin ang usa ka proyekto o kalamboan sa kasyudaran gikan sa usa ka karst nga lugar mahimo kini nga usa ka ekonomikanhon ug positibo nga desisyon sa kalikopan.*

(53) *Ang mga protocol kinahanglan nga maugmad ug magamit aron masulbad ang paglabay sa atmospera, likido ug solidong mga basura nga namugna sa panahon ug pagkahuman sa pagtukod. Kinahanglang moabot kini sa tibuok karst critical zone, nga naglakip sa atmospera, yuta, epikarst ug ibabaw nga sona sa karst aquifers.*

(54) *Ang mga kodigo sa pagtukod alang sa karst kinahanglang ipatuman sa samang paagi sama sa mga dapit nga daling mahitabo sa linog o baha. Ang pag-zoning sa kasyudaran sa mga rehiyon sa karst kinahanglan nga tagdon ang mga espesipiko ug kahuyang nga kinaiyanhon sa karst nga palibot.*

(55) *Ang usa ka lig-on nga balangkas sa pagplano sa lehislatibo nga nakabase sa syensya kinahanglan nga ipatuman sa lokal, rehiyonal ug nasudnon nga lebel.*

(56) *Ang mga inisyatibo sa edukasyon kinahanglan nga ipatuman, labi na sa dili kaayo kauswagan nga mga nasud, aron mahibal-an ang mga tag-iya sa yuta o mga lumulupyong sa syudad sa huyang nga kinaiya sa mga karst terrain.*

(57) *Sa mga protektadong lugar, ang imprastruktura kinahanglan nga huptan sa labing gamay ug, kung mahimo, mahimutang layo sa mga langob ug mga bahin sa karst.*

(58) *Ang usa ka tukma nga plano sa pagdumala sa lugar nga giprotektahan kinahanglan nga mainampingon nga timbangon ang mga kaayohan ug kadaotan sa mga istruktura sa pagtukod sa sulod sa lugar, nag-atiman sa kalikupan ug proteksyon sa bisita imbis nga maghatag dili kinahanglan nga kahupayan. Ang mga dagkong proyekto sa imprastruktura sa mga langob, gawas kung gikinahanglan, kinahanglan nga mawad-an sa kadasig.*

(59) *Ang mga delikado nga materyales kinahanglan nga atimanon nga adunay maayo nga pag-amping ug husto nga pag-regulate aron maminusan ang mga pagpagawas. Ang mga unang responder sa insidente sa HazMat kinahanglang mabansay sa partikular nga mga pamaagi sa pagtubag alang sa karst.*

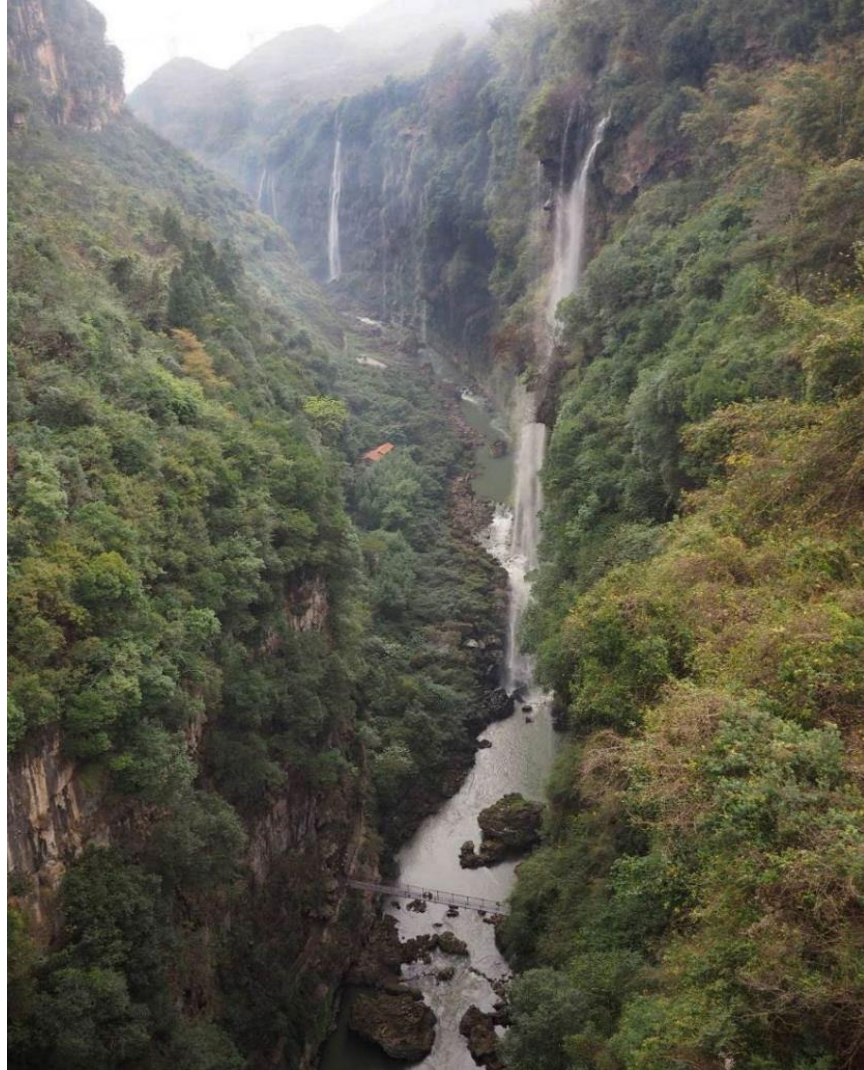
(60) *Ang mga delikado nga materyales, ma-gasoline man o uban pang sugnod, solvents, hugaw o uban pang delikado nga mga biya kinahanglan dili gayud i-flush sa ilawom sa yuta. Ang imbestigasyon ug remediation sa tubig sa yuta hilabihan ka lisud ug mahal. Sa labing kadaghan nga mahimo, ang mga peligro nga mga materyales kinahanglan nga ibutang ug tangtangan sa ibabaw. Ang mas detalyado nga imbestigasyon sa posibleng epekto sa kinaiyahan kinahanglang himoon sa eksperyensiyadong mga propesyonal sa karst.*

Suplay sa tubig

Ang pag-access sa tubig adunay dako nga papel sa kung giunsa ang pag-uswag sa mga tawo sa paglabay sa panahon. Ang mga Griyego, Minoans (Crete), Romano ug daghan pang uban nga mga katilingban nakakat-on unsaon pag-atubang sa mga kahinguhaan sa tubig sa karst, uban sa daghang mga siyudad nga nakabenepisyo pinaagi sa pagkahamutang duol sa karst nga mga tuburan mahimong tinubdan sa tubig nga mainom o alang sa kalingawan, sama sa thermal spring sa Syracuse sa Sicily, Italy, Nimes, France ug Bath, UK. Sa Amerika, ang kulturang Mayan kasagarang milambo sa usa ka karst terrain diin ang tubig ma-access lamang pinaagi sa mga collapse doline nga nailhan sa lokal nga cenotes. Usa sa mga nag-unang kinaiya sa karst terrains mao nga, tungod sa matunaw nga kinaiya sa bato, ang surface drainage talagsaon ug ang tubig lagmit nga modagayday sa ilawom sa yuta, usahay ma-access pinaagi sa mga langob o, kasagaran, sa mga tubod lamang. Sa laing bahin, kon anaa, ang tabunok nga yuta (nailhan nga terra rossa sa Mediteranyo) haom alang sa agrikultura. Ang agrikultura ug ang pag-uswag sa mga siyudad misangpot sa kaylap nga paggamit sa mga tubod ingong kasaligang tinubdan sa tubig nga mainom sa daghang bahin sa kalibotan. Ang mga tuburan sa karst gipahimuslan sukad pa sa ika-19 nga siglo CE para sa tradisyonal nga mga industriya sa ilimnon, sama sa bourbon whisky sa USA ug ang Trappist beer sa Belgium.

Base sa World Karst Aquifer Map (WOKAM) gibanabana nga 15.2% sa tibuok kalibotan nga walay yelo nga nawong sa kontinente gihulagway pinaagi sa presensya sa mga karstifiable carbonate nga mga bato. Sa 2020, adunay mga 1.2 bilyon nga mga tawo (16.5% sa populasyon sa kalibutan) nga nagpuyo sa mga lugar nga karst ug mga 700 milyon nga mga tawo ang nag-usik sa tubig. Kini nga proporsiyon lagmit nga motaas, nga naghulga sa malungtarong paggamit sa karst aquifers. Ang mga solusyon sa inhenyeriya kasagarang gikinahanglan aron epektibong mag-tap sa mga suplay sa tubig sa karst, lakip ang mga borehole ug mga reservoir. Sa wala pa ang 1986, kapin sa 17,000 ka dam ang gitukod sa karst sa tibuok kalibotan (walay labot ang China), apan

daghan ang nakasinati og dakong leakage o wala mapuno sa hingpit. Kining sayo nga mga kapakyasan sa inhenyero misangpot sa kaylap nga pagtuo nga ang engineering sa karst kinahanglang 'magpaabot sa wala damha'. Gawas sa pagdaghan sa populasyon, ang mga epekto sa pagbag-o sa klima lagmit nga makapasamot sa pagsalig sa mga tawo sa karst nga tubig, labi na sa pipila nga mas daghang populasyon nga mga karst nga lugar sa Asia, Middle East, Europe ug North ug Central America.



Mga tuburan sa karst sa Malinghe Gorge, Lalawigan sa Guizhou, China. Litrato ni John Gunn.

Sa karst terrains, ang paglusot lagmit nga mahitabo dayon pinaagi sa mga dolines o mga lutahan sa bedrock, bisan pa sa mga lugar nga adunay baga nga dili matuhop nga yuta - kasagaran naporma sa mga taphaw nga deposito sama sa loess o volcanic ash - ang mga lanaw mahimong maporma sa panahon sa ulan. Dili sama sa ubang mga bato, ang agos sa tubig sa yuta mahimong kusog kaayo, nga mahitabo pinaagi sa mga agianan sa tubig o mga langob. Ang giladmon sa talad sa tubig managlahi depende sa rehiyon ug sa pipila ka rehiyon walay padayon nga nawong sama sa mahitabo sa permeable nga mga bato. Sa patag nga mga dapit sa baybayon, sama sa Florida, o sa Yucatán, Mexico, ang tubig sa yuta mahimong pipila lang ka metros ubos sa yuta, nga makapasayon sa pag-abot.

Apan, sa bukiron nga karst nga mga dapit, adunay kasagarang pipila ka gatos ka metros nga vadose zone nga nagpugong sa sayon nga pag-access sa tubig sa yuta ug nanginahanglan ug maayong mga solusyon. Ang sobra nga pagpahimulos sa mga tubig sa karst mahitabo sa daghang mga lugar sa kalibutan, nga nagdala sa pagkunhod sa lebel sa tubig. Kini adunay grabe nga mga sangputanan alang sa mga ekosistema sa tubig sa karst tungod kay ang mga tubod ug mga suba sa langob mahimong mamala. Ang pag-ubos sa pipila ka napulo ka metros ang naobserbahan sa daghang mga lugar sa karst, tungod sa mga atabay alang sa domestic nga suplay sa tubig o mga industriya. Ang pag-overpumping sa tubig sa yuta sa karst mahimong tinubdan sa punto, sama sa kaso sa mga minahan ug mga quarry nga nanginahanglan ug dagkong dewatering schemes aron makalihok, apan sa kasagaran, ang pag-ubos sa lamesa sa tubig mahitabo pinaagi sa hiniusang gidaghanon sa tubig nga gibomba gikan

sa daghang mga atabay, para sa konsumo sa kasyudaran o alang sa irigasyon. Ang mga langob ug mga haw-ang ubos sa talad sa tubig (sa phreatic zone) sa usa ka bahin nagpabilin nga lig-on tungod sa suporta nga gihatag sa tubig. Ang pagkahugno mahimong ma-trigger kung kini nga suporta dali nga makuha tungod sa pumping. Ang dugang nga epekto nga nalangkit sa pag-ubos sa lebel sa tubig mahitabo kung ang kontak tali sa yuta ug karst bedrock (nailhan nga epikarst zone) makita sa ibabaw sa tubig. Kini modala ngadto sa gravitational nga pagsulod sa yuta ngadto sa gipadako nga mga lutahan, nga makamugna og dili lig-on nga mga haw-ang sulod sa yuta. Ang pagkahugno niini nga mga haw-ang maoy hinungdan sa pagkahulog sa mga sinkhole (dolines) nga kanunay sa mga karst nga lugar nga gipailalom sa intensive dewatering. Ang sobra nga pagbomba sa mga kahinguhaan sa tab-ang nga tubig sa mga desyerto, sa mga isla o sa mga lugar nga karst sa baybayon mahimo usab nga moresulta sa pagsulod sa tubig sa asin. Ang mga abandonado o dili husto nga pagkahimo o pagmentinar sa mga atabay sa tubig mahimo usab nga agianan sa kontaminasyon sa ibabaw nga mosulod sa ilawom sa yuta ug moresulta sa kontaminasyon sa tubig sa yuta.

Ang pagbaha mahitabo sa pipila ka mga lugar sa karst, nga sagad nalangkit sa urbanisasyon. Ang dili matupngan nga mga ibabaw nga nagtabon sa yuta sa kadaghanan sa mga lungsod nagpasabut nga ang natural nga paglusot mikunhod pag-ayo, nga naka-focus sa pipila ka mga istruktura sa runoff nga nag-agay padulong sa lamesa sa tubig. Ang gidaghanon sa tubig nga nag-agas usahay lapas sa limitasyon niini nga mga sistema, nga moresulta sa kaylap nga pagbaha, sama sa kanunay nga mahitabo sa urbanized karst nga mga dapit sa Kentucky. Ang pagbaha lagmit nga motaas tungod sa grabeng basa nga mga panghitabo nga may kalabutan sa pagbag-o sa klima, nga naghatag dugang nga mga hagit sa mga lugar nga karst, tungod kay ang duha nga hinimo sa tawo nga mga istruktura sa runoff o mga agianan sa langob mahimong dili makasugakod sa mas daghang volume sa tubig. Ang mga sinkhole mahimo usab nga mobaha, dili gikan sa tubig nga nagdagayday ngadto kanila kondili gikan sa tubig nga misaka gikan sa ubos, diin ang dagkong mga volume sa tubig ibalhin ngadto sa mas taas nga elevation nga mga sinkholes ug ibalhin ngadto sa ubos nga mga dapit pinaagi sa mga langob ug mga agianan.

Gawas niadtong mga lugar nga karst nga adunay baga nga taphaw nga mga deposito, recharge ngadto sa karst, ug ang pag-ayos sa tubig ubay sa mga karst conduit kasagarang mga order sa magnitude nga mas paspas kay sa kaso sa kadaghanan sa mga sistema sa tubig sa yuta. Busa, ang tubig sa yuta sa karst adunay limitado nga natural nga attenuation ug pagsala, nga nagpasabot nga ang bisan unsang kontaminasyon gikan sa mga tinubdan sa agrikultura, sama sa nitrates, mga industriya o aksidenteng mga pagbuga dali nga makaabot sa talad sa tubig ug dali nga mokaylap sa layo nga mga agianan pinaagi sa mga agianan. Kini naghimo sa karst nga kontaminasyon sa tubig nga komplikado kaayo aron masusi ug maminusan. Ang kontaminasyon mahimong makadaot sa ekosistema nga may kalabotan sa mga karst aquifer, nga naghulga sa kinabuhi sa mga langob. Ang dili husto nga mga tangke sa septic, o bisan ang hingpit nga pagkawala sa bisan unsang tukma nga sistema sa paglabay sa hugaw sa tawo, kasagaran sa daghang mga lugar sa karst sa tibuok kalibutan, nga nagdugang sa potensyal sa kontaminasyon sa mga pathogen. Ang lain-laing mga kemikal ug tanang matang sa basura makasulod sa mga karst aquifers. Sa pila ka lugar, ang kasagarang gihunahuna nga 'wala makita sa hunahuna' nagtultol sa mga tawo sa paglabay sa mga gilabay nga materyal ngadto sa mga dolines ug mga langob. Ang ubang mga suba sa langob sa kasyudaran nahugawan pag-ayo, kay gamay ra sa 'natural' nga mga imburnal ug gikinahanglan ang talagsaong mga paningkamot sa pagpanglimpyo, sama sa Hidden River Cave sa Horse Cave ug Lost River Cave sa Bowling Green, pareho sa Kentucky.

Ang paghawan sa kalasangan alang sa agrikultura ug mga sibsibanan o mga hulaw nga gipasamot sa pagbag-o sa klima makatangtang sa tabon sa mga tanom nga mapanalipdan ug makapahinabo sa pagbanlas sa yuta. Mahimo kini nga hinungdan sa pag-plug sa doline bottoms o swallets, nga mosangpot sa pagbaha. Ang usa ka dugang nga epekto mao ang pag-silting sa mga kanal sa ibabaw ug sa mga langob, usahay makababag sa mga agianan ug hinungdan sa pagdaghan sa linugdang sulod sa mga langob. Ang mga catchment area sa mga langob sa tibuok kalibotan kasagarang dili hustong pagdumala, sa ingon moresulta sa mga epekto sa hydrological cycle. Ang mga pagbag-o sa paggamit sa yuta sa ibabaw sa mga langob mahimong magpahinabo sa paglusot sa yuta ngadto sa mga ruta sa percolation, nga makaapekto sa kolor ug integridad sa speleothems. Labi na kini nga kritikal alang sa mga show caves, diin ang grabe nga sedimentation mahimong magbag-o sa kolor sa mga speleothems nga kasagaran puti.

Ang pipila sa mga epekto sa kalikopan nga gihisgutan kaniadto mahitabo tungod sa mga punto nga gigikanan sa mubo nga kinabuhi, sama sa aksidente nga pagbuga sa mga kemikal. Apan ang uban sama sa kontaminasyon tungod sa urbanisasyon

o mga industriya, o overpumping, mahimong mahitabo sa sukod sa mga tuig o mga dekada. Ang usa ka dugang nga epekto nalangkit sa pagbag-o sa klima, nga sa kasukwahi mahimong makaapekto sa badyet sa tubig sa mga lugar nga karst sa kaatbang nga mga paagi, makapasamot sa kanihit pinaagi sa mga huwaw o pagdugang sa potensyal sa pagbaha tungod sa mga panghitabo sa pag-ulan nga makaguba sa rekord. Ang duha ka mga sitwasyon karon kanunay sa tibuok kalibutan. Ang mga karstified nga rehiyon sa Mexico, Caribbean ug habagatan sa Florida, pananglitan, gipailalom na karon sa pagtaas sa frequency sa bagyo, samtang ang mga lugar nga dali nga hulaw nagsaksi sa pagkunhod sa pag-agas sa mga langob. Ang mga epekto sa pagbag-o sa klima kasagaran mahitabo nga gipatong sa ubang mga hinungdan, nga nagsilbi aron mapadako ang ilang mga epekto. Ang pagtaas sa lebel sa dagat tungod sa pagbag-o sa klima adunay potensyal nga makaapekto sa mga karst aquifers tungod kay ang mga conduit naghatag mga agianan alang sa tubig sa dagat nga modagayday sa yuta sa ingon nagdugang kaasinan sa tubig sa yuta.

Dugang pa, ang pipila ka mga lugar sa karst milatas sa internasyonal nga mga utlanan, sama sa sa Balkans ug uban pang mga bahin sa Europe ug habagatan-sidlakang Asia. Ang pagdumala sa mga kahinguhaan sa karst mahimong manginahanglan ug internasyonal nga kooperasyon aron malikayan ang mga panagbangi bahin sa pagdumala sa kahinguhaan sa kinatibuk-an ug labi na ang mga kapanguhaan sa tubig sa yuta.

Dugang pa, ang pipila ka mga lugar sa karst milatas sa internasyonal nga mga utlanan, sama sa sa Balkans ug uban pang mga bahin sa Europe ug habagatan-sidlakang Asia. Ang pagdumala sa mga kahinguhaan sa karst mahimong manginahanglan ug internasyonal nga kooperasyon aron malikayan ang mga panagbangi bahin sa pagdumala sa kahinguhaan sa kinatibuk-an ug labi na ang mga kapanguhaan sa tubig sa yuta.



Ang tubig sa baha nga gipagawas gikan sa Marble Arch Cave, Fermanagh, UK, sa transboundary nga Cuilcagh Lakelands UNESCO Global Geopark. Litrato ni John Gunn.

Mga giya

(61) *Ipasabut ang mga buffer sa pagpanalipod alang sa mga tinubdan sa tubig sa karst, sama sa mga tubod, atabay ug mga langob. Niining mga protektadong lugar, ang mga protocol kinahanglan nga maestablisar sa mga pamaagi sa agrikultura, nga adunay husto nga paggamit sa mga abono ug kontrolado nga pagbomba sa tubig. Daghang mga laraw alang sa pagpatuman sa mga zone sa pagpanalipod sa mga tubod ang gisugyot, apan kaylap nga gigamit sa Europe ug USA.*

(62) *Ang mga inisyatibo sa edukasyon kinahanglan nga magpasiugda sa kahibalo sa mga tag-iya sa yuta ug ordinaryong mga lungsuranon kalabot sa mga espisipiko sa mga karst nga palibot aron malikayan ang dili husto nga paglabay sa solid, sanitary ug peligro nga basura.*

(63) *Ang usa ka lig-on nga sistema sa pagmonitor kinahanglan nga matukod sa mga mayor nga tubod ug pinili nga mga atabay sa daling madutlan ug gigamit kaayo nga mga sistema sa tubig sa yuta sa karst. Ang taas nga termino, taas nga resolusyon nga remote monitoring usa na ka posibilidad sa daghang mga tubod ug kinahanglang ipatuman sa mas kaylap nga paagi.*

(64) *Kinahanglang tagdon sa mga nasud ang tubig sa karst isip mahuyang ug may kinutuban nga kapanguhaan, magpatuman sa mga balaod aron makontrol ug madisiplina ang pagkuha sa tubig, ingon man tugotan ang tukma nga pondo alang sa dali nga reaksyon kung adunay kontaminasyon. Sa partikular, ang mga rekomendasyon bahin sa husto nga disenyo ug pagpatuman sa mga septic tank ug ang lokasyon sa mga landfill kinahanglan nga ipatuman.*

(65) *Tungod kay gamay ra ang nahibal-an bahin sa pamatasan sa daghang mga kontaminado sa mga karst nga palibot, kinahanglan nga magamit ang husto nga pondo aron mapauswag ang pagsabut sa siyensya sa kini nga hilisgutan.*

Pagdumala sa karst sa mga protektadong lugar

Pagpalambo og epektibo nga pagmonitor ug pagpaminus

Mga Prinsipyo sa Pagmonitor

Ang pagmonitor kay importanteng himan sa pagdumala ug pagpanalipod sa mga langob ug karst resources, ilabina sa natural protected areas. Ang mga indikasyon sa pagmonitor ug mga sukod gipili aron makahatag ug kasaligang impormasyon sa kasamtangang kahimtang sa mga langob ug karst nga mga kahinguhaan nga mahimong ikumpara sa usa ka 'baseline' sa mga kondisyon nga naglungtad sa dihang nagsugod ang pagdumala, ug labing maayo sa wala pa mahitabo ang bisan unsang kausaban nga gipahinabo sa tawo. Sa laing bahin, alang sa mga dapit sama sa show caves diin adunay taas nga kasaysayan sa kalamboan, mahimong posible nga gamiton ang duol nga wala pa maugmad nga langob isip 'baseline'. Dugang pa, daghang mga show caves ang gisirhan sa lainlaing mga panahon sa panahon sa 2020-2021 Covid-19 pandemic, ug kung diin nagpadayon ang pagmonitor gamit ang mga awtomatiko nga sensor, ang datos naghatag usa ka gibanabana nga natural nga kahimtang. Ang pagmonitor nagpadayag sa mga pagbag-o sa paglabay sa panahon sa kahimtang sa mga kahinguhaan, ang mga epekto ug pag-uswag, ug sa ingon ang pagkaepektibo sa mga aksyon sa pagdumala. Ang mga resulta gikan sa padayon nga pagmonitor mahimong magamit sa pagpahibalo sa pagdumala ug sa pagpagaan sa mga epekto (adaptive management).

Sa maayo nga paagi, ang usa ka programa sa pagmonitor alang sa mga langob ug karst kinahanglan nga komprehensibo ug maglakip sa abiotic nga mga kapanguhaan, sama sa tubig, hangin ug yuta, ug pareho nga geological ug geomorphological nga mga bahin kauban ang biotic nga mga kapanguhaan, sama sa fauna, flora, puy-anan ug ekosistema. Bisan pa, ang mga ahensya sa pagdumala sa giprotektahan nga lugar kanunay adunay dili igo nga pondo aron suportahan ang ingon nga usa

ka komprehensibo nga programa sa ebalwasyon. Subay niini, ang mga paningkamot sa pagmonitor kinahanglang ipunting pinaagi sa pag-una sa natural nga kahinguhaan base sa ilang bili o kamahinungdanon, ang pagkahuyang o pagkahuyang niini, ug ang kagrabe sa aktuwal o gipaabot nga mga hulga o mga epekto (natural man o gikan sa kalihokan sa tawo). Alang sa mga langob, importante nga adunay imbentaryo sa mga nag-unang bahin, nga gi-geolocate sa mapa sa langob (kung adunay usa), aron makatabang sa pag-ila sa mga lugar sa pagmonitor. Mahimo kini nga usa ka dali nga buluhaton pinaagi sa mga teknik nga nakabase sa GIS. Ang pagmonitor sa langob kinahanglang maglakip sa lugar nga naglibot sa langob, tungod kay ang mga epekto nga gikan sa gawas makaapektar sa dynamics sa sistema sa langob.

Sa higayon nga ang mga kahinguhaan nga pagabantayan ma-prioritize na, ang angay nga mga indicators alang sa pagmonitor kinahanglan nga pilion. Ang mga kriterya sa pagpili sa mga timailhan naglakip kung kini may kalabutan ug kasaligan sa siyensya, mahimo, adunay usa ka masukod nga ubos nga epekto ug epektibo sa gasto. Ang mga timailhan mahimong kinahanglan nga suportahan sa mga may kalabutan nga balaod sa kinaiyahan kung adunay mga ligal nga proseso. Kinahanglang pilion ang mga indikasyon ug pamaagi sa pagmonitor aron kini daling masabtan ug mabuhat sa nabansay nga mga kawani, kung mahimo, aron mamenosan ang panginahanglan sa gawas o espesyalista nga kahanas. Sa kasagaran mas maayo nga bantayan ang usa ka timailhan nga yano ug barato nga sukdon sa daghang mga site kaysa usa nga labi ka komplikado ug mahal nga mahimo ra kini maabut sa usa o duha nga mga site. Ang pagsukod sa evaporation gikan sa daghang bukas nga petri dishes sa usa ka langob, pananglitan, mahimong makahatag og mas maayo nga hulagway sa mga problema sa pagkalaya kay sa usa ka hydrothermograph sa usa ka lokasyon.

Ang pag-monitor nagkinahanglan usab og konsiderasyon sa replikasyon, frequency ug gasto. Ang kanunay nga pagmonitor sa usa ka yawe nga timailhan mas maayo kaysa panagsa nga pagmonitor sa daghang mga timailhan. Ang pagmonitor sa mga importanteng indikasyon o sa mga nag-unang mga dapit kinahanglan nga ipahigayon sa kanunay kung gikinahanglan aron masusi ang pagka-epektibo sa pagdumala sa pagpamenos sa mga epekto. Bisan pa, kinahanglan nga likayan ang taas nga frequency nga pag-monitor sa mga huyang nga lugar, gawas kung kinahanglanon, tungod kay mahimo'g makamugna kini nga mga epekto sa kaugalingon. Ang awtomatik nga pagmonitor, kung mahimo, kinahanglan unahon. Ang mga protocol alang sa pagmonitor sa matag timailhan kinahanglan nga maugmad.

Pipila ka Pinakamaayo nga Praktis sa Pag-monitor

Ang kalidad ug gidaghanon sa tubig

Ang mga stream-sink, dolines nga naghatag ug point-recharge (input sites) ug mga tubod ug atabay (output sites) kinahanglan gamiton isip water quality ug quantity monitoring stations sa karst areas. Kung itugot sa mga kahinguhaan, kinahanglan nga himuon ang padayon ug base sa panghitabo nga pagmonitor. Ang medyo barato nga mga data loggers anaa sa komersyo aron padayon nga sukdon ang mahinungdanong mga parameter, lakip na ang giladmon sa tubig (nga mahimong mabag-o sa pag-discharge kung matukod ang rating curve), temperatura, dissolved oxygen, electrical conductance (usa ka surrogate sa total dissolved solids) ug turbidity (a. surrogate alang sa gisuspindi nga mga solido). Ang ubang mga parametro, sama sa mga sustansya, metal, hydrocarbon, mga organikong pollutant ug bakterya, mas haum sa pagmonitor nga base sa panghitabo kay kasagarang nanginahanglan sila og mga espesyalista nga laboratoryo ug mahal ang pagsukod. Ang mga konsentrasyon kasagaran labing taas sa panahon sa ubos nga pag-agos ug kini mahimong magpakita sa usa ka partikular nga hulga sa mga organismo sa tubig, apan sa panahon sa pag-ulan ug pagbaha nga ang pinakadako nga karga (konsentrasyon nga gipadaghan pinaagi sa pag-discharge) sa kadaghanan sa mga pollutant ug mga linugdang madala. Ang usa ka mas kinatibuk-ang pagsusi sa kahimtang sa mga sapa sa langob ug tubig sa ibabaw mahimong makuha pinaagi sa pagmonitor sa mga biological indicators sama sa kalidad sa tubig, pananglitan, ang gidaghanon sa sensitibo nga mga espisye nga adunay ubos nga pagtugot sa polusyon, sama sa aquatic macroinvertebrates (mga insekto, ulod, snail, crustacean) o pipila ka matang sa isda.

Kahimtang sa tanom

Ang pagmentinar ug pagpauswag sa kahimtang sa lumad nga katanoman kasagarang prayoridad sa mga lugar nga giprotektahan sa karst. Ang pag-monitor sa kahimtang sa tanum gikinahanglan alang sa pagsubay sa pag-uswag padulong

sa mga katuyoan sa pagdumala. Ang duha ka nag-unang pamaagi sa pagmonitor sa kahimtang sa tanom mao ang site-based assessments ug remote sensing nga mga pamaagi. Ang mga pamaagi nga nakabase sa site alang sa pagsukod sa kalasangan ug pag-ihap sa carbon dali nga magamit sa daghang mga lugar, ug ang mga lokal nga ranger ug tag-iya sa yuta mahimong mabansay sa pagbuhat niini. Ang remote sensing gigamit alang sa pagmonitor sa kahimtang sa tanom tungod sa bentaha niini sa pagtanyag sa halapad nga sukod, awtomatiko ug balikbalik nga mga pamaagi. Haom kini sa pag-ila sa mga pagbag-o sa kahimtang sa tanum. Daghang mga sukatan gikan sa ekolohiya sa tanum ang adunay layo nga namatikdan nga mga lakang sa proxy, sama sa indeks sa normal nga kalainan sa pula nga sulab (NDRE), nga naghatag usa ka sukod sa kalihokan sa photosynthetic. Mahimo usab nga banabanaon ang pagkubkob sa shrub gamit ang padayon nga green cover measures.

Ang atmospera sa langob

Ang pag-monitor sa klima ug atmospera sa mga langob sa turista kanunay nga gihimo gamit ang mga awtomatikong istasyon sa panahon nga adunay mga elektronik nga sensor ug datalogger. Ang mga estasyon sa pagmonitor kinahanglang mahimutang sa yawe o sensitibong mga dapit. Ang mga timailhan nga sukdon naglakip sa: barometric pressure, temperatura, humidity, CO₂, airflow ug evaporation. Ang pagsukod sa konsentrasyon sa radon kasagarang gikinahanglan isip kabahin sa mga rehimen sa panglawas ug kaluwasan sa turista. Ang katuyoan niini nga mga pagsukod kinahanglan nga magpabilin ang mga kondisyon sa atmospera nga duol sa natural nga baseline nga mga kantidad kutob sa mahimo, o aron tugutan ang paspas nga pagbawi sa mga kondisyon sa mga sukaranan nga kantidad pagkahuman sa pagbisita.

Mga mananap sulod sa langob

Kung adunay mahinungdanong mga mananap sa langob, ilabina ang talagsaon o endemic nga mga espisye, ang ilang presensya ug kadagaya kinahanglan nga bantayan. Ang mga espisye sa timailhan alang sa pag-monitor mahimong mga troglobiont o stygobionts, nga sagad mga endemic nga espisye ug tingali ang labing huyang. Bisan pa, ang 'keystone' nga mga espisye sama sa mga kabog, swiftlet ug cave crickets kinahanglan usab nga isipon nga indicator species tungod sa ilang importansya sa pagdala sa pagkaon ngadto sa langob nga gisaligan sa ubang mga organismo. Sa maayo nga paagi, ang keystone species nga gipili isip indicators kinahanglan nga abunda ug kaylap nga iapod-apod sa (mga) langob. Ang pila ka troglobionts, sama sa Collembola, mahimong mapuslanon nga mga timailhan sa pagkadili balanse sa sustansya sa usa ka sistema sa langob.

Mga speleothems ug mga linugdang

Ang mga speleothems ug mga linugdang sa langob sagad direktang maapektuhan sa mga bisita sa ihalas nga mga langob ug sa mga show caves mahimong maapektuhan sa pagtubo sa lampenflora. Ang pag-monitor sa litrato usa ka epektibo nga paagi sa pagrekord sa kahimtang sa mga speleothems ug pagpadayag sa mga epekto. Ang mga speleothems ug mga sediment kinahanglang pilion alang sa photomonitoring base sa ilang partikular nga siyentipikanhon o aesthetic nga bili o sa usa ka mahuyang nga lokasyon, sama sa duol sa agianan sa langob. Ang photomonitoring naglakip sa pagkuha sa mga pinili nga speleothems o sediments gikan sa usa ka fixed position ug uban sa fixed camera ug light settings, aron ang mga litrato mahimong tukma nga makopya ug itandi sa paglabay sa panahon aron masusi ang mga epekto sa bisita. Ang pag-monitor sa litrato kinahanglan nga himuon nga adunay frequency nga angay sa mga numero sa bisita ug ang potensyal nga epekto niini. Ang gilay-on sa pag-monitor nga usa ka tuig mahimong angay alang sa daghang mga kweba sa pagpakita. Bag-ong mga teknik sama sa laser scanning (LIDAR) nagpakita sa saad alang sa paggamit sa monitoring. Ang LIDAR nagmugna og usa ka detalyado nga three-dimensional nga imahe sa usa ka langob ug kini mahimong gamiton isip baseline aron makitan ang mga pagbag-o sa speleothems o sediments, ug uban pang anthropic nga mga pagbag-o sa palibot sa langob. Ang parehas nga pamaagi mahimo usab nga magamit sa ibabaw gamit ang aerial-borne LIDAR.

Pagbag-o sa klima ug grabeng mga panghitabo

Ang mga epekto sa pagbag-o sa klima makita na ug mahimong lawom alang sa daghang mga lugar nga karst. Ang

nagkadaghang panghitabo ug kinaiya sa grabeng mga panghitabo, sama sa baha, hulaw ug sunog, nagpresentar sa labing mahagiton nga uso sa pagbag-o sa klima. Ang pagmonitor sa meteorolohiko ug hydrological nga mga parameter, sama sa temperatura sa hangin, ulan, temperatura sa tab-ang nga tubig, pag-agas sa tubig sa mga suba ug tubod, lebel sa lanaw ug elevation sa tubig sa yuta, maoy mga prayoridad sa pag-ila ug pagtubag sa kausaban sa klima. Ang anam-anam, dugay-dugay nga pagsaka sa temperatura sa hangin ug grabeng temperatura nga mga panghitabo (heat waves) kasagarang na-lag ug damped sa mga palibot sa langob. Sa kasukwahi, ang epekto sa grabeng hydrological nga mga panghitabo, sama sa baha ug hulaw, paspas nga gipasa gikan sa ibabaw ngadto sa ilawom sa yuta (lungib) nga mga palibot sa karst hydrological system. Ang pagmonitor sa kini nga mga parameter naghatag usa ka sukaranan alang sa pagpalambo sa sayo nga mga sistema sa pasidaan alang sa grabe nga mga panghitabo sama sa baha ug mga sunog. Dugang pa, ang biolohikal ug ekolohikal nga mga timailhan sa pagbag-o sa klima mahimong mailhan. Ang mga panaglitan naglakip sa pagbag-o sa timing sa phenological nga mga panghitabo, sama sa leaf budburst ug pagpamulak sa mga tanom, ingon man usab sa mga kausaban sa timing ug range sa migrasyon sa mga species sa mananap sama sa mga langgam ug mga kabog.

Pagpaminus

Kung ang pagmonitor nagpadayag sa mga hulga o mga epekto sa panguna nga mga langob o karst nga kahinguhaan, kinahanglan nga himuon ang aksyon sa pagdumala aron maminusan ang dugang nga kadaot. Alang sa mga hulga o epekto gikan sa pagbisita sa tawo, adunay lain-laing mga estratehiya aron makab-ot kini, lakip ang paglimite sa pag-access sa mga sensitibo nga lugar (zonation), pagkunhod sa gidaghanon ug kadaghan sa mga bisita, pagmarka sa gusto nga mga ruta agi sa ihalas nga mga langob, paghimo og mga agianan nga adunay mga guardrail ug nanginahanglan nga giya aron makauban ang mga bisita.

Kung adunay kadaot nga nahitabo sa mga kahinguhaan sa langob, ang maayong pagdumala nanginahanglan nga ang mga nadaot nga bahin ibalik kung mahimo. Adunay lain-laing mga pamaagi alang sa pagpahiuli sa mga agianan sa langob ug speleothems ug alang sa pagtangtang sa graffiti, lint ug abog ug lampenflora (tan-awa ang Show caves).

Kasagaran ang mga kalihokan sa ibabaw sama sa pagkubkob gihubad ngadto sa mga epekto sa ilawom sa yuta. Ang rehabilitasyon sa surface karst human sa pagkubkob mahimong mahal ug dugay. Ang mga nag-unang isyu sa rehabilitasyon naglakip sa pagpahiuli sa integridad sa drainage sa ilawom sa yuta, kalidad sa tubig, ug biology sa langob. Ang ikaduhang tumong mao ang pagmentinar sa taas nga ang-ang sa interconnected secondary porosity sa quarry para sa epektibong recharge, ug pag-simulate kutob sa mahimo ang orihinal nga karst drainage ug ang tabon sa tanom niini.



Gi-rehabilitate nga limestone quarry human sa baynte ka tuig, Tasmanian Wilderness World Heritage Property. Atol sa rehabilitasyon, ang quarry gibahin ngadto sa ubay-ubay nga gagmay nga closed drainage basin, ang matag usa adunay karst sink o infiltration zone isip sentro niini. Ang matag lababo giprotektahan sa usa ka filter nga istruktura, ug ang mga lugar sa ilawom sa clay fan adunay dugang nga mga istruktura nga gibutang aron limitahan ang paglihok sa linugdang pagkahuman sa ulan. Human niini, ipahigayon ang hydromulching ug maampingong revegetation. Litrato ni David Gillieson.

Ang pipila ka sukaranang mga prinsipyo alang sa rehabilitasyon sa karst mao ang:

- Hupti o ibalik ang natural nga mga sistema ug proseso kutob sa mahimo. Kung gikinahanglan ang interbensyon, ang mga solusyon nga nakabase sa kinaiyahan nga nagrabaho sa simpatiya sa natural nga mga proseso mas malungtaron ug epektibo sa kalikopan kaysa mga solusyon sa inhenyero nga nagtinguha nga kontrolon o ihunong ang natural nga mga proseso. Ang pagmentinar o pagpasig-uli sa natural nga mga rehimen sa pag-agos sa mga suba, sapa ug mga tubod hinungdanon alang sa mga sistema sa karst, pananglitan. Importante usab nga ibalik ang agos sa percolation water ug groundwater recharge diin ang yuta o mga sediment sa karst nahugpong.
- Kuhaa ang tanang tinubdan sa polusyon, ibabaw ug ilalom sa yuta. Mahimong maglakip kini sa pag-regulate sa paggamit sa yuta ug mga kalihokan sa ibabaw sa mga langob o karst nga mga lugar, ang pagkubkob ug pagtangtang sa kontaminado nga mga linugdang, ang pag-flush sa kontaminado nga tubig o mga linugdang gikan sa mga langob, o bioremediation gamit ang mga mikroorganismo o tanom. Kini usa ka mahal nga proseso, ug kasagaran ang usa ka bahin sa gasto kinahanglan nga abagahon sa mga ahensya sa gobyerno nga responsable sa pagdumala sa kinaiyahan.
- Kontrola ang aktibo nga pagbanlas sa yuta ug pugngan ang pagsulod sa linugdang sa underground karst system. Mahimong maglakip kini sa pagpatubo sa tanum, pagpalig-on sa mga titip nga bakilid o pagtukod sa mga contour bank.
- Limitahan ang bug-at nga paggamit sa tubig sa yuta (usahay para sa mga katuyoan sa agrikultura) sa ibabaw nga mga lugar tungod kay kini makapakunhod sa lebel sa tubig ug makapamenos sa pag-agas sa ilawom sa yuta nga mga suba, nga makaapekto sa aquatic cave fauna.
- Pag-awhag sa usa ka aktibo nga ekosistema sa yuta. Ang mga invertebrate sama sa earthworms, hulmigas ug anay

epektibo sa pagbungkag sa organikong materyal, bioturbating sa regolith ug pagpaayo sa texture sa yuta ug kahimtang sa sustansiya.

- Pagtukod og usa ka lig-on nga tabon sa tanum, mas maayo sa lumad nga mga tanum nga perennial. Ang permanente nga mga tanom epektibo sa pagkontrolar sa erosyon sa yuta, pagpausbaw sa biolohikal nga kalihokan sa yuta ug makapahimuot sa katahom. Bisan pa, hinumdomi nga ang mga tanum nakaapekto usab sa mga konsentrasyon sa carbon dioxide sa yuta ug naggamit sa tubig, sa ingon nagpamenos sa pag-recharge. Sa ingon, mahimong adunay dili tinuyo nga mga epekto sa pagtubo sa speleothem.
- Pag-monitor sa mga pagbag-o sa ibabaw ug sa ilawom sa yuta. Ang kalampusan sa rehabilitasyon masukod pinaagi sa regular nga sampling sa karst nga tubig. Ang sampling kinahanglan nga gibase sa panghitabo aron sa pag-asoy sa dugang nga pagbalhin sa mga linugdang ug mga solute panahon sa mga bagyo.
- Pasagdi ang site nga mag-inusara gawas kung adunay mga butang nga sayup. Adunay dakong tentasyon nga makabalda sa rehabilitasyon kung hinay ang mga proseso. Ang pag-usab sa tanum kinahanglan nga susihon lamang pagkahuman sa labing gamay nga duha ka tuig, kung adunay igo nga pagtukod ug pagtubo. Alang sa daghang mga lugar nga karst, labi na kung ang mga biolohikal nga proseso limitado sa klima, ang oras alang sa rehabilitasyon mahimong masukod sa mga dekada.

Mga giya

(66) *Ang pagmonitor maoy usa ka mahinungdanong himan sa pagdumala ug pagpanalipod sa mga langob ug mga kahinguhaan sa karst, ilabina sa mga protektadong lugar. Ang mga resulta gikan sa padayon nga pagmonitor mahimong magamit sa pagpahibalo sa pagdumala ug sa pagpagaan sa mga epekto.*

(67) *Ang mga paningkamot sa pagmonitor kinahanglang ipunting pinaagi sa pag-una sa natural nga kahinguhaan base sa ilang bili o kamahinungdanon, ang ilang pagkahuyang o pagkahuyang ug ang kagrabe sa aktuwal o gipaabot nga mga hulga o mga epekto.*

(68) *Ang polusyon sa tubig sa yuta naghatag ug espesyal nga mga problema sa karst ug kinahanglan kanunay nga maminusan ug bantayan. Kini nga pagmonitor kinahanglan nga base sa panghitabo imbes sa regular nga mga agwat lamang, tungod kay ang mga konsentrasyon sa mga solute ug kemikal nga mga pollutant kasagaran labing taas sa panahon sa ubos nga pag-agos, bisan pa, kini sa panahon sa pag-ulan ug pagbaha nga ang pinakadako nga karga sa mga hugaw madala pinaagi sa karst system.*

(69) *Likayi ang taas nga frequency nga pagmonitor sa mga lugar nga huyang, gawas kung gikinahanglan kaayo, tungod kay kini makamugna og mga epekto sa iyang kaugalingon. Ang awtomatik nga pagmonitor, kung mahimo, kinahanglan unahon.*

(70) *Samtang nag-ila sa dili mabag-o nga kinaiyahan sa daghang mga bahin sa karst, labi na sa sulod sa mga langob, ang maayong pagdumala naghangyo nga ang mga nadaot nga bahin ipahiuli kutob sa mahimo.*

(71) *Kutob sa mahimo, ang mga natural nga sistema ug proseso sa mga lugar nga karst kinahanglang huptan o ibalik. Kung gikinahanglan ang interbensyon, gipalabi ang paggamit sa mga solusyon nga nakabase sa kinaiyahan, labi na kadtong nagtrabaho sa simpatiya sa natural nga mga proseso ug labi nga malungtaron sa kalikopan kaysa mga solusyon sa engineering.*

Pagplano sa pagdumala alang sa mga lugar nga giprotektahan sa karst

Ang pagplano sa pagdumala alang sa usa ka protektadong lugar naglangkob sa usa ka mahinungdanong ehersisyo sa pagdumala sa protektadong lugar, pagtabang sa paghubit ug pagkab-ot sa usa ka sulundon nga kondisyon, ug pagsiguro nga ang pinansyal, tawo ug uban pang mga kahinguhaan sa protektadong lugar gigamit sa pagtubag sa mga isyu sa pagdumala sa prayoridad. Ang paghimo ug plano sa pagdumala nagtimaan sa usa ka hinungdanon nga milestone sa proseso sa pagplano

ug pagtukod sa kapasidad, pinaagi sa pag-apil sa lainlaing mga ahensya sa gobyerno ug mga hingtungdan nga adunay mga responsibilidad ug interes sa gipanalipdan nga lugar ug sa mga kasikbit nga palibot niini. Ang mga plano sa pagdumala kinahanglan nga malip-ot nga mga dokumento nga nag-ila sa mga mahinungdanong bahin o mithi sa giprotektahan nga lugar, tin-aw nga nag-establisar sa mga tumong sa pagdumala nga pagatumanon ug nagpakita sa mga aksyon nga ipatuman nga magsiguro nga ang mga bili sa konserbasyon sa protektadong lugar mapanalipdan.

Aron ang pagdumala sa sistema sa karst mahimong angay ug epektibo, ang pagplano sa pagdumala alang sa mga lugar nga giprotektahan sa karst kinahanglan nga tagdon ang espesyal nga kinaiya sa karst kumpara sa ubang mga tipo sa talan-awon ug ekosistema. Kini mas bug-os nga gihisgutan sa Ang [espesyal nga kinaiya sa mga karst nga palibot ug mga sistema sa langob](#), nga adunay pipila ka mahinungdanong mga punto nga gilatud sa ubos:

- Ang integridad sa karst nagdepende pag-ayo sa pagmintinar sa natural nga hydrological system. Busa, ang panginahanglan alang sa kinatibuk-ang pagdumala sa catchment hinungdanon alang sa mga karst nga talan-awon. Ang importanteng isyu sa pagdumala sa tanang karst areas mao ang pagpanalipod sa dolines o fractured area nga naghatag ug point-recharge ug pagdumala sa kalidad sa tubig sa allogenic nga mga sapa nga nagdagayday ngadto sa karst. Ang usa ka hydrogeological nga mapa usa ka bililhon nga himan alang sa pagdumala sa lugar nga giprotektahan sa karst, nga nagpasiugda sa mga lugar nga catchment nga kritikal alang sa pagdumala ug pagpanalipod.
- Ang mga ekosistema sa karst huyang - ang kahimtang sa kalikopan sa ibabaw mahimong grabe (uga, calcareous), ug sa mga lugar nga wala'y taphaw nga allogenic nga deposito, ang mga yuta kasagaran mabaw, batoon ug dali nga maguba. Ang ecosystem sa ilawom sa yuta labi ka delikado, nga nag-una nga nagsalig sa mga agos sa enerhiya nga gipasa gikan sa ibabaw pinaagi sa tubig, ang kalidad niini hinungdanon kaayo aron mabuhi.
- Talagsaon nga komplikado ang karst tungod kay gilangkuban niini ang mga bahin ug mga kantidad sa ibabaw ug sa ilawom sa yuta, ug gihiusa ang mga proseso sa ibabaw ug ilawom sa yuta, pisikal ug biyolohikal. Tungod sa taas nga lebel sa interconnectivity sa mga karst ecosystem, ang direktang mga epekto sa usa ka elemento sa karst ecosystem mahimong adunay seryoso nga dili direkta nga mga sangputanan alang sa ubang mga elemento o sa tibuok karst ecosystem. Busa, gikinahanglan ang usa ka holistic nga pamaagi alang sa pagpanalipod sa natural nga kahinguhaan ug biodiversity sa karst.

Kadaghanan sa mga ehersisyo sa pagplano sa pagdumala nagtrabaho pinaagi sa usa ka han-ay sa mga lakang nga naghatag istruktura sa proseso ug naghatag usa ka lohikal nga pamaagi. Tungod kay ang lebel sa pagpanalipod ug pagdumala nga gikinahanglan magkalainlain tali sa lainlaing mga kategorya sa mga protektadong lugar, ang istruktura sa plano sa pagdumala mahimong mabag-o aron matubag ang lainlaing mga panginahanglanon. Ang pribado nga gipanag-iya nga giprotektahan nga mga lugar mahimong wala mag-apil sa gawas nga mga partido sa pagplano sa pagdumala, pananglitan, o mahimo nga wala magkinahanglan usa ka plano sa pagdumala. Kung ang oras o mga kahinguhaan dili magtugot alang sa usa ka hingpit nga plano sa pagdumala nga maugmad, ang usa ka yano, pinamubo nga dokumento mas maayo kaysa sa walay plano. Ang usa ka yano nga plano sa pagdumala mahimong mas sayon, mas paspas ug mas barato sa pag-ugmad ug pagpatuman. Ang detalye ug pagkakomplikado mahimong anam-anam nga molambo samtang ang plano sa pagdumala gi-update sa paglabay sa panahon, ug samtang ang dugang nga mga kapanguhaan mahimong magamit.

Mga lakang sa pagplano sa pagdumala sa protektadong lugar (gipahiangay sa Thomas ug Middleton, 2003)

1. *Pre-planning phase* - Kini nga hugna naghubit kung unsa ang makab-ot sa proseso sa pagplano, kung giunsa kini pagpahigayon, ang oras ug mga konsiderasyon sa badyet, ug kinsa ang maapil. Ang inter-disciplinary ug inclusive nga pamaagi gitambagan nga dad-on ang mga eksperto ug stakeholders, lakip ang lokal nga komunidad, aron hisgutan ang umaabot nga pagdumala sa giprotektahan nga lugar.

2. *Pagkolekta sa datos, panukiduki sa background ug inisyal nga fieldwork* – Ang pagplano ug pagdumala kinahanglang ipahibalo sa kasaligang datos. Isip usa ka unang lakang, pagkolekta sa kasamtangan ug background nga impormasyon,

tungod kay ang makasaysayanong datos ug lokal nga kahibalo mahimong bililhon. Sunod, pagpahigayon sa mga imbentaryo sa uma, mga survey ug panukiduki, kung gikinahanglan, aron mapamatud-an ang kasamtangan nga impormasyon ug aron makakuha og bisan unsang dugang nga impormasyon nga gikinahanglan. Idokumento ang impormasyon nga nakolekta sa porma sa usa ka paghulagway sa giprotektahan nga lugar.

Para sa mga lugar nga giprotektahan sa karst, ang giya sa impormasyon nga makolekta gihatag sa mosunod nga mga seksyon: [Pipila ka mga mithi sa karst ug mga langob](#), [Ang espesyal nga kinaiya sa karst environment ug mga sistema sa langob](#), [Recreational ug adventure caving](#), [Scientific research](#), [Agriculture and forestry](#), [Water supply](#), ug [Involvement sa mga Lumad sa pagdumala sa karst](#).

3. *Pag-evaluate sa impormasyon nga nakolekta* – Kini nga lakang nagpaila sa mga mahinungdanong bahin ug talagsaon nga mga bili nga kinahanglang panalipdan ug mapreserbar aron mapadayon ang kamahinungdanon sa giprotektahan nga lugar. Samtang ang nagkadako nga gibug-aton gibutang sa paglakip sa mga lokal nga tawo ug uban pang mga stakeholder sa proseso sa pagplano, hinungdanon nga adunay usa ka mekanismo diin ang natural, kultura ug socio-economic nga mga mithi nga ilang gihuptan alang sa lugar mahimong mailhan ug mahulagway. Ang pag-uswag sa usa ka 'pahayag sa kamahinungdanon' nagpatin-aw sa kamahinungdanon sa giprotektahan nga lugar sa katilingban ug nagbutang sa gipanalipdan nga lugar sulod sa konteksto niini sa usa ka rehiyonal, nasyonal ug internasyonal nga lebel. Ang yawe nga mga bahin, talagsaon nga mga kantidad ug pahayag sa kamahinungdanon naghatag usa ka hinungdanon nga balangkas diin ang plano sa pagdumala kinahanglan ibase.

Para sa mga lugar nga giprotektahan sa karst, ang giya sa pag-ila sa mga nag-unang bahin ug talagsaon nga mga bili gihatag sa mosunod nga mga seksyon: [Pipila ka mga mithi sa karst ug mga langob](#), [Ang espesyal nga kinaiya sa karst nga palibot ug mga sistema sa langob](#), [Recreational ug adventure caving](#), [Scientific research](#), [Agriculture ug forestry](#), [Suplay sa tubig](#), ug [Pag-apil sa mga Lumad sa pagdumala sa karst](#).

4. *Pag-ila sa mga pagpugong, mga hulga ug mga oportunidad* - Sa dili pa ipasabut ang piho nga mga katuyoan sa pagdumala alang sa gipanalipdan nga lugar, ang mga pagpugong sa pagdumala niini kinahanglan nga mailhan, ingon nga kinahanglan ang bisan unsang dagkong hulga sa mga kantidad sa lugar. Ang ubang mga pagpugong kay usa ka function sa natural nga palibot, sama sa huyang ug vulnerable nga kinaiyahan sa karst ecosystem. Ang mga hulga sa giprotektahan nga lugar mahimong tungod sa tawo o natural, ug mahimong maggikan sa sulod sa giprotektahan nga lugar o gikan sa gawas sa mga utlanan niini. Ang mga oportunidad alang sa positibo nga pagbag-o, pag-ayo o pagpahiuli sa gipanalipdan nga lugar kinahanglan usab nga mailhan.

Para sa mga lugar nga giprotektahan sa karst, ang giya sa pag-ila sa mga pagpugong, hulga ug mga oportunidad gihatag sa mga kapitulo: [Pipila ka mga mithi sa karst ug mga langob](#), [Ang espesyal nga kinaiya sa mga karst nga palibot ug mga sistema sa langob](#), [Recreational ug adventure caving](#), [Scientific research](#), [Agriculture ug forestry](#), [Supply sa tubig](#), ug [Pagpalambo sa epektibo nga pagmonitor ug pagpaminus](#).

5. *Pagpalambo sa usa ka panan-awon sa pagdumala ug mga katuyoan* - Ang proseso sa pagplano sa pagdumala kinahanglan nga magpalambo ug magpahayag sa usa ka pahayag sa panan-awon nga naghulagway sa maayo nga kahintang, estado o hitsura sa gipanalipdan nga lugar sa umaabot. Pagsunod gikan sa panan-awon sa pagdumala, ang mga katuyoan mas espesipikong mga pahayag sa mga katuyoan, nga nagtakda sa mga kondisyon nga gitinguha sa pagdumala nga makab-ot. Ang mga tumong kinahanglan nga may kalabutan sa mga mahinungdanong bahin sa giprotektahan nga lugar, nga nagpatin-aw kung giunsa kini makonserbar, ug sa uban pang importanteng bahin sa pagdumala ug pagdumala sama sa pagtinabangay nga mga kahikayan sa pagdumala, pagbansay ug kahibalo sa konserbasyon.

Alang sa mga lugar nga giprotektahan sa karst, ang giya sa panan-awon ug katuyoan sa pagdumala gihatag sa mga kapitulo: [Pipila nga mga kantidad sa karst ug mga langob](#), [Ang espesyal nga kinaiya sa mga palibot sa karst ug mga sistema sa langob](#), [Mga timbangan sa pagdumala sa mga lugar nga karst](#), [Paglingaw-lingaw ug adventure caving](#), [Pagpakita sa mga langob](#), [Agrikultura ug kalasangan](#), [Suplay sa tubig](#), [Pagpalambo sa epektibo nga pagmonitor ug](#)

[pagpaminus, ug Pag-apil sa mga Lumad sa pagdumala sa karst.](#)

6. *Pag-ila ug pagtimbang-timbang sa mga kapilian sa pagdumala, lakip ang zoning* - Uban sa mga katuyoan sa pagdumala sa lugar, ang sunod nga lakang mao ang pagtrabaho kung giunsa ang mga katuyoan makab-ot. Ingon sa kasagaran adunay daghang mga paagi diin mahimo kini, ang lainlain nga mga kapilian alang sa mga aksyon sa pagdumala kinahanglan nga mailhan, ug ang mga angay nga pilion. Ang zoning usa ka kaylap nga gigamit nga himan alang sa pagtagbo sa mga katuyoan sa pagdumala. Ang mga sona nag-ila sa mga lugar diin ang nagkalain-lain nga estratehiya sa pagdumala ug paggamit maoy labing makatuman sa mga tumong sa giprotektahan nga lugar. Ang pag-zoning mahimong gamiton aron mahatagan og proteksyon ang mga kritikal nga puy-anan ug mga dapit sama sa mga lababo sa sapa, mga langob, ug mga tubod. Ang pagklasipikar sa mga langob sa usa ka lugar nga giprotektahan sa karst alang sa lainlaing lebel sa proteksyon ug paggamit usa ka epektibo nga porma sa zoning.

Alang sa mga lugar nga giprotektahan sa karst, ang giya sa mga kapilian sa pagdumala gihatag sa mga kapitulo: [Pipila nga mga kantidad sa karst ug mga langob](#), [Ang espesyal nga kinaiya sa mga palibot sa karst ug mga sistema sa langob](#), [Mga timbangan sa pagdumala sa mga lugar nga karst](#), [Paglingaw-lingaw ug adventure caving](#), [Pagpakita sa mga langob](#), [Agrikultura ug kalasangan](#), [Suplay sa tubig](#), [Pagpalambo sa epektibo nga pagmonitor ug pagpaminus](#), ug [Pag-apil sa mga Lumad sa pagdumala sa karst](#).

7. *Pag-andam sa usa ka draft nga plano sa pagdumala* - Ang paghiusa sa tanan nga mga elemento sa pagplano sa ibabaw ngadto sa usa ka dokumento magresulta sa usa ka draft nga plano sa pagdumala. Bisan kung wala’y estandard nga pormat para sa mga plano sa pagdumala, kini adunay posibilidad nga adunay pipila nga sukaranan nga mga elemento. Nagsugod sila sa usa ka pasiuna sa giprotektahan nga lugar ug usa ka paghisgot sa kamahinungdanon niini ug ang mga hinungdan nga nakaapekto niini, dad-a ang magbabasa pinaagi sa pagporma sa usa ka panan-awon alang sa umaabot nga pagdumala ug tapuson ang mga aksyon sa pagdumala nga naglatid kung giunsa kini nga panan-awon makab-ot, ug kung giunsa ang mga managers. ug ang uban mosusi sa kaepektibo sa plano paingon sa katapusan sa kinabuhi niini.

Usa ka sukaranan nga pormat alang sa mga plano sa pagdumala sa giprotektahan nga lugar gihatag sa kapitulo: [Mga sukaranan nga elemento sa usa ka plano sa pagdumala](#).

8. *Publiko nga konsultasyon sa draft nga plano sa pagdumala* - Ang oportunidad alang sa mga stakeholder ug sa kinatibuk-ang publiko sa pagrepaso sa draft nga plano sa pagdumala ug paghatag og komentaryo usa ka importante nga lakang sa proseso sa pagplano sa pagdumala. Kini nga mga tawo naglakip sa mga lokal nga komunidad, mga opisyal sa lokal nga gobyerno, mga representante sa mga NGO, mga interes sa komersyo, mga grupo sa tiggamit, mga interesado nga indibidwal ug mga kawani mismo sa protektadong lugar. Kini nga mga grupo adunay pagbati sa pagpanag-iyu ug mas dako nga pasalig sa mga katuyoan sa pagdumala ug mga aksyon kung sila adunay higayon nga maapil sa proseso sa pagplano. Ang mga lebel sa partisipasyon mahimong magkalahi taliwala sa lain-lain nga grupo, gikan sa pagpahibalo ug paghatag og feedback ngadto sa aktibong pag-apil sa kolaborasyon nga pagdumala sa giprotektahan nga lugar.

Para sa mga lugar nga giprotektahan sa karst, ang giya sa konsultasyon sa publiko ug pag-apil sa komunidad gihatag sa kapitulo: [Pag-apil sa mga Lumad sa pagdumala sa karst](#).

9. *Pagbag-o sa draft ug paghimo sa katapusang plano sa pagdumala* - Kini nga lakang naglakip sa pag-usab sa draft sa pagdumala nga plano, nga gikonsiderar ang mga komento nga nadawat gikan sa mga stakeholder ug publiko. Ang tanang sinulat nga komento nga nadawat, ug kadtong narekord sa publikong mga tigom, kinahanglang tagdon. Mahimong mapuslanon ang pag-andam ug usa ka taho sa mga konsultasyon aron iuban sa katapusang plano, nga magdetalye kung giunsa ang mga komento nga nadawat gikonsiderar ug kung ngano nga ang pipila nga mga komento wala gigamit. Makatabang kini sa mga hingtungdan ug publiko nga masabtan ang katapusang bersyon sa plano ug mapasalamatan kung giunsa gipili ang mga aksyon sa pagdumala.

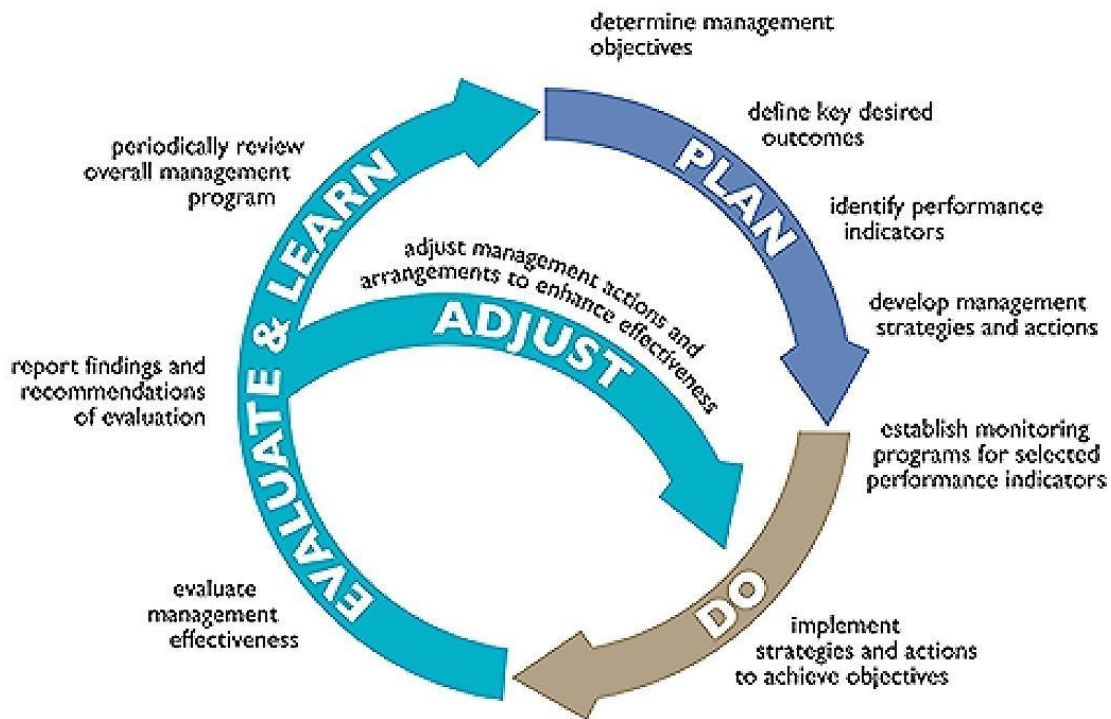
10. *Pag-apruba sa plano sa pagdumala* - Kini usa ka pamaagi nga lakang nga naglambigit sa pagsumite sa katapusang

plano alang sa pagtugot sa angay nga awtoridad. Ang mga pamaagi managlahi gikan sa nasud ngadto sa nasud, apan sa kadaghanan sa mga kaso, adunay pormal nga proseso sa pagsagop o pag-apruba sa paghatag ug awtoridad sa plano.

11. Pagpatuman sa plano sa pagdumala - Ang plano sa pagdumala nagtakda sa mga aksyon nga ipatuman aron makab-ot ang mga katuyoan ug makab-ot ang panan-awon alang sa gipanalipdan nga lugar. Sa daghang mga kaso, ang plano sa pagdumala naghatag basehan sa pag-andam sa tinuig nga mga plano sa operasyon alang sa giprotektahan nga lugar. Kung adunay usa ka sistema sa pagdumala sa pagtinabangay, ang plano sa pagdumala kinahanglan magtino sa mga tahas ug responsibilidad sa lainlaing mga stakeholder sa pagpatuman sa mga aksyon sa pagdumala.

12. Pag-monitor ug ebalwasyon – Uban sa pagpatuman nga nagpadayon, ang pagmonitor ug pagrepaso maghatag sa feedback loop alang sa pagdumala. Ang mga katuyoan niini nga lakang mao ang 1) aron mahibal-an kung ang plano sa pagdumala epektibo nga gipatuman ug ang mga katuyoan natuman, 2) aron makat-on gikan sa obserbasyon sa mga epekto sa pagdumala, ug 3) aron ipahiangay ang mga aksyon sa pagdumala sumala niana. Kung ang pagpatuman adunay mga problema, ang pagmonitor ug pagrepaso mahimong magamit sa pag-deploy pag-usab sa mga kapanguhaan ug paningkamot aron mapauswag ang pagpatuman. Para sa mga lugar nga giprotektahan sa karst, [ang giya sa pagmonitor ug pagrepaso gihatag sa Pagpalambo sa epektibo nga pagmonitor ug pagpaminus](#).

13. Desisyon sa pagrepaso ug pag-update sa plano sa pagdumala - Ang katapusang lakang sa proseso sa pagplano mao ang pagdesisyon kung magrepaso o mag-update sa plano sa pagdumala. Mahinungdanon ang pagsiguro nga ang feedback gikan sa pagmonitor ug ebalwasyon gigamit sa paggiya sa pagpauswag sa nabag-o nga plano. Girekomenda nga ang mga plano sa pagdumala ma-update labing menos matag napulo ka tuig. Sa daghang mga kaso, ang plano sa pagdumala mahimong limitado sa panahon sa balaod, kasagaran sulod sa lima o napulo ka tuig. Sa tinuud, ang desisyon sa pag-update sa usa ka plano sa pagdumala gihimo nga adunay igong oras aron tugutan ang bag-ong plano nga mabutang sa dili pa matapos ang daan nga plano.



Ang eskematiko sa proseso sa pagdumala nga gigamit sa Tasmanian Wilderness World Heritage Propertv. Australia.

Panguna nga mga elemento sa usa ka plano sa pagdumala

Executive summary – Kini nagsumaryo sa importanteng mga elemento sa plano sa pagdumala sa paagi nga ang mga magbabasa dali nga makasinati sa plano nga dili na kinahanglang basahon ang tanang nagsuporta nga detalye. Mapuslanon kini alang sa mga tagdumala sa taas nga lebel nga mahimong wala’y oras sa pagbasa sa tibuuk nga dokumento.

Pasiuna – Kini nagpahayag sa katuyoan ug kasangkapan sa plano, ug ang basehan diin ang giprotektahan nga lugar gitudlo, ang kasamtangan nga kahimtang niini ug ang awtoridad alang sa pag-uswag sa plano. Mahimong adunay kini pipila ka sukaranan nga summary nga impormasyon bahin sa giprotektahan nga lugar, sama sa lokasyon niini, gidak-on, panguna nga kapanguhaan ug mga kantidad.

Deskripsyon sa giprotektahan nga lugar – Kini nagsumaryo sa may kalabutan nga deskriptibo nga impormasyon bahin sa mga kahinguhaan sa sulod ug palibot sa giprotektahan nga lugar, lakip ang:

- Makasaysayanon – impormasyon bahin sa site ug sa miaging paggamit ug pagdumala niini.
- Biyolohikal – komunidad, puy-anan, tanom ug mananap.
- Pisikal – klima, hydrology, geology, geomorphology ug mga yuta.
- Kultura ug Aesthetic - mga bahin sa talan-awon, arkeolohiya ug mga asosasyon sa kultura.

- Socio-economic – demograpiko sa mga lokal nga komunidad ug ang ilang paggamit karon sa natural nga kahinguhaan gikan sa sulod sa protektadong lugar.

Ebalwasyon sa giprotektahan nga lugar - Ilha ang mga nag-unang bahin ug talagsaon nga mga kantidad nga kinahanglan panalipdan ug mapreserbar aron mapadayon ang kamahinungdanon sa gipanalipdan nga lugar:

- Talagsaon nga mga pananglitan sa natural, kultural, siyentipiko ug kalingawan nga mga bili, lakip ang mahinungdanong mga langob ug uban pang mga bahin sa karst.
- Talagsaon ug endemic flora ug fauna, sa ibabaw ug sa ilawom sa yuta.
- Arkeolohiko, makasaysayanon o kultural nga mga dapit, sa ibabaw ug sa ilalom sa yuta.
- Mga lugar ug kahinguhaan nga hinungdanon sa lokal nga mga komunidad, sa ekonomiya ug kultura.
- Mga lugar nga kinahanglanon sa pagpanalipod sa integridad sa giprotektahan nga lugar sa kinatibuk-an, sama sa mga lababo sa sapa, mga tuburan ug mga lugar nga catchment sa ibabaw nga bahin sa gipanalipdan nga lugar.

Pagtuki sa mga pagpugong, hulga ug mga oportunidad - Usa ka pagtuki sa mga pagpugong, hulga ug mga oportunidad nga nakaapekto sa giprotektahan nga lugar ug ang pagkonserba ug pagdumala niini. Ang bisan unsa nga karon o kaniadto nga mga epekto sa mga nag-unang bahin ug mga kantidad sa lugar kinahanglan ipahayag, kauban ang bisan unsang ubang mga konsiderasyon sa pagdumala.

- Mga limitasyon – sama sa pagdumala sa mga catchment area sa ibabaw sa utlanan sa protected area.
- Mga hulga – sama sa ilegal nga pagpangayam o pagkolekta sa talagsaon o endemic nga mga mananap ug mga tanom, pagguba o pagpangawat sa speleothems o mga mineral sa langob, pagpangawat o kasamok sa mga arkeolohiko o kultural nga mga dapit, mga epekto gikan sa pagbag-o sa klima ug grabeng mga panghitabo sama sa baha ug sunog.
- Mga Oportunidad – sama sa pagtangtang sa mga tinubdan sa polusyon o pagpasig-uli sa nadaot nga mga puy-anan ug natural nga proseso.

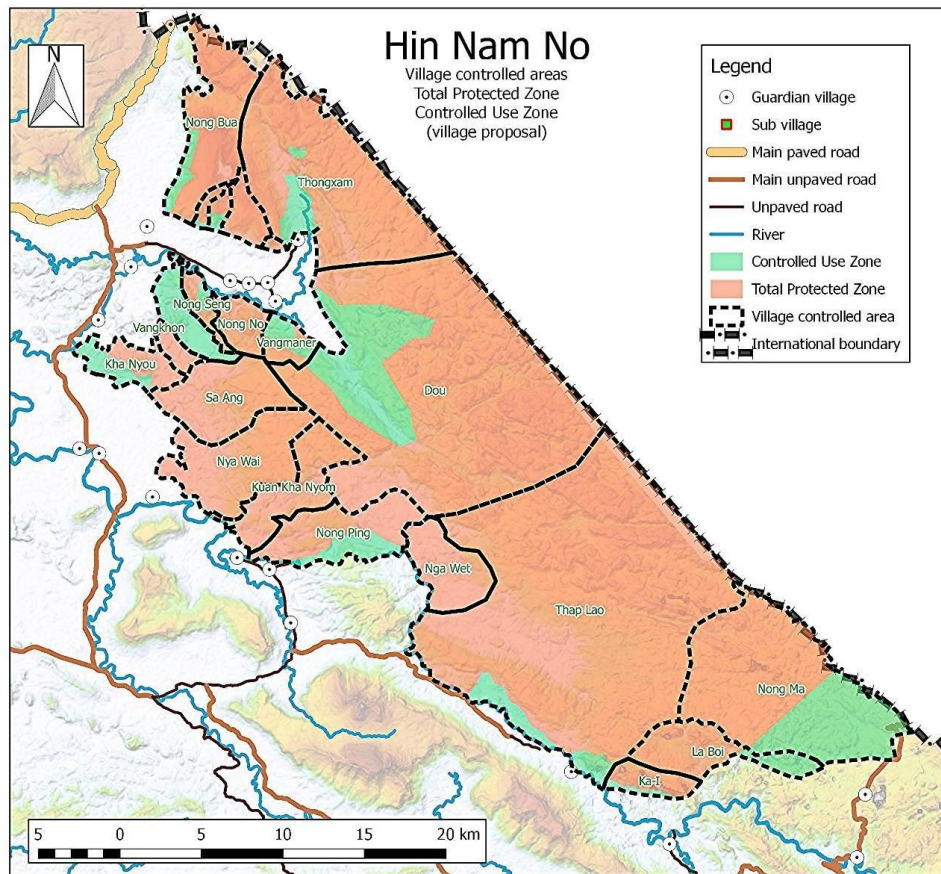
Panan-awon ug mga katuyoan – Ang pagpahayag sa usa ka pahayag sa panan-awon nga naghulagway sa sulundon nga kahimtang o kahimtang sa gipanalipdan nga lugar sa umaabot. Gisundan kini sa usa ka hugpong sa mga katuyoan, nga mga piho nga pahayag nga naglatid kung unsa ang makab-ot sa pagdumala sa panahon sa plano. Ang mga tumong kinahanglan nga may kalabutan sa mga mahinungdanong bahin sa giprotektahan nga lugar, pagdeterminar kon unsaon kini pagkonserbar, ug sa uban pang importanteng mga bahin sa pagdumala ug pagdumala sama sa pagtinabangay nga mga kahikayan sa pagdumala, pagbansay ug kahibalo sa konserbasyon.

Plano sa pag-zoning - Ang plano sa pag-zoning nga adunay mga mapa mahimong andamon aron ihulagway ang mga utlanan, klasipikasyon ug pagdumala, ingon man ang mga kalihokan nga gitugotan o gidili sa matag sona. Daghang giprotektahan nga mga lugar adunay hingpit nga giprotektahan nga sona para sa konserbasyon sa kinaiyahan, mga bisita nga gigamit nga mga sona alang sa hinungdanon nga mga atraksyon sama sa mga langob ug mga talan-awon nga talan-awon, ug usa ka kontrolado nga sona sa paggamit alang sa malungtarong pag-ani sa natural nga kahinguhaan sa mga lokal nga komunidad. Ang pag-zoning mahimong gamiton aron mahatagan og proteksyon ang mga kritikal nga puy-anan ug mga dapit sama sa mga lababo sa sapa, mga kweba ug mga tubod, ug alang sa pag-ayo ug pagpasig-uli sa mga dapit nga nadaot. Ang pagklasipikar sa mga langob sa usa ka lugar nga giprotektahan sa karst alang sa lainlaing lebel sa proteksyon ug paggamit nagpakita sa usa ka epektibo nga porma sa zoning. Ang pag-zoning mahimong gamiton sulod sa mga langob, nga adunay lain-laing mga agianan nga adunay lain-laing lebel sa proteksyon ug agianan, depende sa pagkahuyang sa kahinguhaan ug mga kapeligrohan.

Mga aksyon sa pagdumala - Ang piho nga mga aksyon nga himuon aron makab-ot ang mga katuyoan, nga adunay prayoridad nga mga kalihokan nga giila, ug ang mga tahas ug responsibilidad sa lainlaing mga stakeholder. Ang mga detalye mahimong ihatag sa usa ka bulag nga tinuig nga plano sa operasyon. Ang bulag nga mga plano sa pagdumala mahimong himoon para sa pipila ka mga aksyon o mga dapit, sama sa mga show caves o adventure caves, o alang sa pagdumala sa kausaban sa klima ug sa mga epekto niini. Kini nga mga nagsuporta nga mga plano mahimong adunay parehas nga sukaranan nga mga elemento sama sa kini nga pananglitan. Ang mga aksyon sa pagdumala mahimong maglakip sa:

- Pagdumala sa biodiversity ug geodiversity.
- Pagdumala sa Catchment.
- Pagdumala sa kultura.
- Pagpahiuli sa nadaot nga mga kahinguhaan.
- Pagdumala sa bisita ug kaubang imprastraktura.
- Kaamgohan sa konserbasyon ug outreach sa mga eskwelahan.
- Pagmonitor.
- Siyentipikanhong panukiduki.
- Pagsuhid ug pagsurbi sa mga langob.
- Pagpatrolya ug pagpatuman sa balaod.
- Mga sistema sa sayo nga pasidaan, pagtubag sa katalagman ug pagluwas.
- Kauswagan sa panginabuhi sa barangay.
- Paghanas ug pagdumala.

Pag-monitor ug pagrepaso - Kini nga seksyon naglatid kung giunsa pagmonitor ang pagpatuman sa plano sa pagdumala, ug kung kanus-a ug kung giunsa ang pagrepaso sa plano himuon. Kinahanglan nga ilakip niini ang mga timailhan kung diin ang pasundayag sa gipanalipdan nga lugar masukod. Ang mga paningkamot sa pagmonitor kinahanglang ipunting pinaagi sa pag-una sa mga natural nga kahinguhaan base sa ilang bili o kamahinungdanon, ang ilang kahuyang o kahuyang ug ang kagrabe sa aktuwal o gipaabot nga mga hulga o mga epekto.



Pag-zoning alang sa mga katuyoan sa pagdumala sa karst, Hin Nam No National Park, Laos. Mapa ni Ronny Dobbelsteijn.

Pag-apil sa mga Lumad sa pagdumala sa karst

Sa kasaysayan, ang mga protektadong lugar nga gitukod ug gidumala sa mga lawas sa estado mao ang nag-unang mekanismo sa pagkonserbar sa mga karst nga kahinguhaan sa kalibutan. Bisan pa, gipakita sa kasinatian nga ang mga panagbangi kasagarang motumaw tali sa mga nagpuyo o duol sa protektadong lugar ug sa mga ahensya nga gitahasan sa pagdumala sa mga lugar. Kung ang kadaghanan o ang tanan nga yuta sa giprotektahan nga lugar gipanag-iya sa estado o publiko nga mga lawas, ang usa ka mas dako nga lebel sa pagkontrol sa paggamit sa yuta posible, apan kung ang yuta anaa sa pribadong pagpanag-iya kini mahimong mas lisud. Sa naugmad nga kalibutan, ang mga lokal nga komunidad kasagarang nalambigit sa proseso sa paghimog desisyon, sama sa pinaagi sa lokal nga napili nga mga representante sa management boards o pinaagi sa lokal nga mga konsultasyon sa kontrobersyal nga mga isyu. Niining bahina, adunay gamay nga kalainan tali sa mga protektadong lugar nga adunay karst ug mga langob ug mga lugar nga gipanalipdan alang sa uban mga mithi. Bisan pa, sa panahon sa ika-21 nga siglo CE, nagkadako ang kabalaka sa pagdumala sa mga lugar diin adunay daghang mga Lumad.

Ang pag-apil sa mga Lumad sa pagdumala sa Kalibutan nga Kabilin usa ka nagkadako nga prayoridad. Sukad sa 2005, ang UNESCO World Heritage Operational Guidelines (paragraph 40) nagpasiugda sa usa ka "partnership approach sa nominasyon, pagdumala ug pagmonitor". Kini nga mga giya gibag-o ug gipalapdan sa 2017, uban ang aktibong pag-apil sa mga Lumad sa pagdumala sa Kalibutan nga Panulundon nga nakita nga hinungdanon ug nanguna sa pagdumala sa labing maayo nga praktis. Niadtong 2015, ang World Heritage Committee nagtukod ug International Indigenous Peoples Forum on World Heritage. Ang tumong niini nga forum mao ang pagpataas sa papel sa mga Lumadong komunidad sa "pag-ila,

pagkonserba ug pagdumala sa mga kabtangan sa Kalibutan nga Panulundon" ug gihimo kada tuig, dungan sa miting sa World Heritage Committee. Niadtong 2018, gi-endorso sa UNESCO ang Patakaran niini sa Pag-apil sa Katawhang Lumad 201EX/6. Kining importante nga dokumento naglakip sa papel sa mga lumad sa pagkonserba sa natural ug kultural nga kabilin, ug magamit sa tanang kalihokan nga gisuportahan sa UNESCO – dili lang sa World Heritage. Busa ang pagplano sa pagdumala kinahanglang magkonsiderar sa tradisyonal o lokal nga mga sistema sa pagdumala nga gigamit sa mga Lumad. Mahimong adunay naglungtad nga titulo sa yuta ubos sa naandan nga balaod nga nagpadayon sulod sa mga siglo. Mahimong dili kini pormal nga giila o gitinguha sa nasudnong gobyerno, apan aduna gihapoy obligasyon sa pagdumala niini nga klaro sa hunahuna.

Niini nga kapitulo, naghatag kami ug upat ka pananglitan sa pagdumala sa protektadong lugar sa karst nga naglambigit sa mga Lumad sa pagplano ug pagdumala sukad pa sa sinugdan. Daghan ang nakat-onan gikan niini, ug daghan pa ang kinahanglan nga makat-unan samtang ang mga relasyon molambo ug mohamtong.

Hin Nam No National Park - Laos: Nagtinabangay nga pagdumala sa aksyon



Mga giya sa baryo nga adunay usa ka inflatable boat nga gigamit sa paglibot sa mga langob, Hin Nam No National Park, Laos. Litrato ni Terry Bolger.

Ang Hin Nam No usa ka giprotektahan nga karst area sa sentro sa Laos, diin ang usa ka nominasyon isip natural nga World Heritage site giandam. Ang lugar adunay polygonal karst ug mokabat sa 94,000 ka ektarya. Ang kinadak-ang langob sa suba sa kalibotan, ang Xe Bang Fai, usa ka importanteng bahin sa maong dapit ug mas gibisitahan sa mga turistang adventure. Tungod sa limitado nga pinansyal ug tawhanon nga mga kahinguhaan, bisan pa, adunay kakuwang sa kapasidad ug impormasyon sa epektibong pagdumala ug pagmonitor sa protektadong lugar. Agig tubag, usa ka kolaborasyon nga pagdumala (co-

management) nga sistema kay natukod na para sa Hin Nam No, diin ang mga lokal nga komunidad adunay aktibong papel,

ug adunay mas daghang gahum ug responsibilidad sa pagdumala sa natural nga kahinguhaan diin sila nagsalig. Busa, adunay usa ka giambitan nga tumong sa biodiversity ug geodiversity conservation, ingon man usab sa paghupay sa kakabos sa sulod ug sa palibot sa Hin Nam No.

Adunay 18 ka 'guardian' nga mga baryo nga naglibot sa Hin Nam No, nga naglangkob sa mga 8,000 ka tawo gikan sa pito ka etnikong grupo. Ang pagpalambo sa malampuson nga pagtinabangay nga pagdumala nagkinahanglan nga ang mga barangay nga magbalantay ug mga ahensya sa gobyerno mokuha sa angay ug tin-aw nga gihubit nga mga tahas ug responsibilidad alang sa konserbasyon ug pagpanalipod.

Lima ka 'building blocks' sa collaborative governance model sa Hin Nam No National Park ang giila ug gipatuman:

1. *Pagsusi sa pagdumala pinaagi sa participatory consultation* – usa ka governance baseline assessment ang gipatuman sa lebel sa baryo, distrito ug probinsya. Ang tuyo mao ang pagdokumento sa kasamtangang kahimtang sa pagdumala ug pagdumala sa Hin Nam No National Park. Ang mga resulta sa assessment misangpot sa gikasabotan nga mga interbensyon nga gikinahanglan ug nahimong kabahin sa Hin Nam No co-management plan.
2. *Pagtukod og usa ka kolaborasyon nga pagdumala ug pagdumala nga istruktura* - Kinahanglan adunay usa ka ligal ug polisiya nga basehan (nasyonal nga lebel) alang sa pagtukod sa usa ka kolaborasyon nga sistema sa pagdumala. Usa ka Hin Nam No collaborative management committee ang natukod. Ang nag-unang stake-and rights-holders sa komite mao ang mga guardian villages (uban sa naandang katungod) ug protected area management authority, uban sa secondary stakeholders gikan sa hingtungdan (distrito) nga ahensya sa gobyerno, sama sa pagpatuman sa balaod, agrikultura ug turismo.



Mga kawani sa Protektado nga Lugar ug mga giya sa baryo sa Hin Nam No National Park, Laos. Litrato ni Terry Bolger.

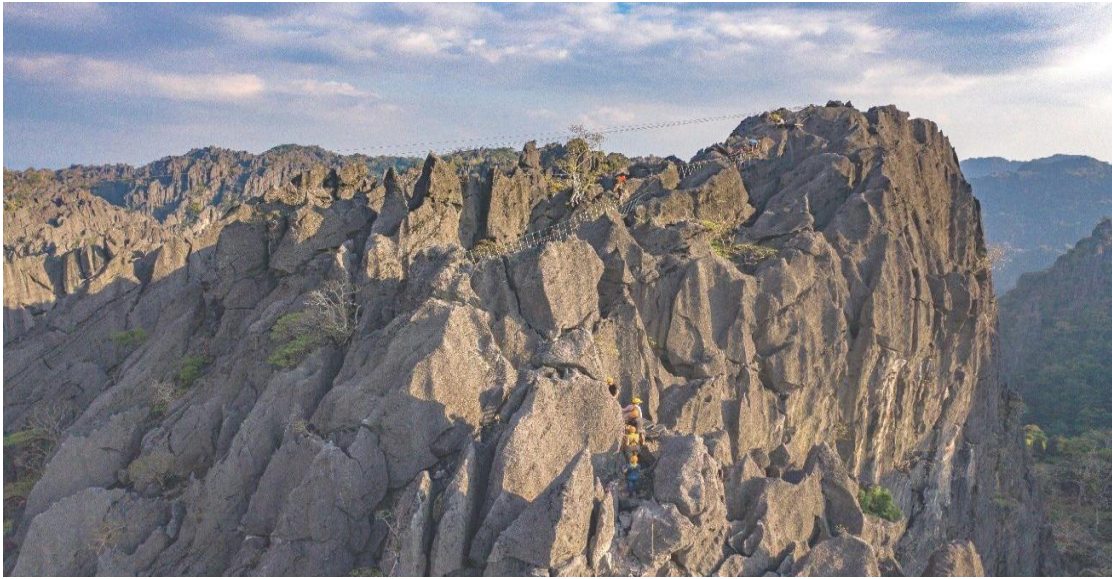
3. *Participatory land zonation base sa tradisyonal nga kahibalo ug customary rights* – ang Hin Nam No National Park gi-

zone ngadto sa mga lugar para sa pagpatrolya sa matag guardian village, base sa gigamit nga mga agianan ug naandang katungod sa mga baryo. Gi-zone usab ang mga lugar isip controlled use zones (CUZ) alang sa malungtarong pag-ani sa natural nga kahinguhaan sa mga guardian village, base sa mga lugar nga tradisyonal nga gigamit alang niini nga katuyoan. Ang mga CUZ naglangkob sa 14% sa lugar sa Hin Nam No National Park. Ang nahabilin nga 86% sa Hin Nam No nga lugar gi-zone sa Totally Protected Zone alang sa pagkonserba sa kinaiyahan.

4. Mga kasabutan sa pagtinabangay sa pagdumala - gihimo tali sa komite sa pagdumala sa Hin Nam No ug sa matag balangay nga magbalantay, ang mga kasabutan sa pagdumala sa kauban naghatag mga lagda alang sa paggamit sa mga natural nga kahinguhaan gikan sa CUZ, ug lakip ang mga kahikayan sa pagpaambit sa kaayohan may kalabotan sa patrolling, balaod pagpatuman ug turismo.
5. Iapil ang lokal nga mga tagabaryo sa mga kalihokan sa pagdumala sa giprotektahan nga lugar - mga 120 ka mga tanod sa baryo gikan sa 18 nga mga baryo sa magbalantay ang gibayran alang sa paghimo sa regular nga pagbiyahe ngadto sa giprotektahan nga lugar uban sa kawani sa Hin Nam No National Park aron irekord ang pagtan-aw ug mga hulga sa wildlife ug aron maapil sa pagpatrolya alang sa pagpatuman sa balaod. Ang mga tanod sa baryo nagtabang sa mga misyon sa eksplorasyon ug panukiduki sa Hin Nam No National Park, diin ang ilang lokal nga kahibalo sa karst, mga langob, lasang ug mga agianan bililhon kaayo. Adunay mga 35 ka mga giya sa ecotourism sa baryo sa ubay-ubay nga mga baryo nga nagbantay nga adunay mga kalihokan sa turismo. Gigiyahan nila ang mga paglibot sa Xe Bang Fai nga langob ug daghang uban pang mga langob, ug nanguna sa paglakaw sa talagsaong karst nga talan-awon sa Hin Nam No National Park.

Ang mga bloke sa pagtukod 3, 4 ug 5 (ibabaw) labi na nga lig-on nga mga sangkap sa sistema sa pagdumala sa kolaborasyon - nagtukod sa naglungtad nga tradisyonal nga sistema sa pagdumala sa kahinguhaan kaysa paghimo usa ka bag-ong sistema sa pagdumala nga nagdaot sa tradisyonal nga naandan nga mga pamaagi, nga wala tuyoa nga nagpatunghag panagbangi. Kini nga homogeny nga adunay naandan nga sistema sa pagdumala nag-awhag sa pag-apil sa baryo, nga hinungdanon sa mga lugar nga adunay gamay nga kapasidad sa gobyerno ug badyet.

Adunay 16% nga pag-uswag sa pagkaepektibo sa pagdumala sukad nga gisugdan ang co-management sa Hin Nam No National Park kaniadtong 2014, nga adunay dagkong mga pag-uswag sa teknikal nga kapasidad ug kahanas sa pagdumala. Ang dugang nga trabaho sa pagpausbaw sa kapasidad, pagpatuman sa mga plano sa pagdumala ug adaptive nga pagdumala ug malungtarong financing gikinahanglan aron mapadayon kining sistema sa co-management, ug sa ingon mapanalipdan ug makonserba ang karst resources sa Hin Nam No National Park.



Visitors on a trail and suspension bridge that is part of a karst circuit at the Phou Pha Marn protected area, Laos. Photo by Terry Bolger.

Haida Gwaii, British Columbia, Canada - Mga tawo sa Haida: unom ka mga prinsipyo sa pamatasan

Ang kalasangan maoy usa sa labing kaylap nga mga kalihokan sa paggamit sa yuta sa karst sa British Columbia (BC) ug usa ka pananglitan kon nganong nagpadayon ang panginahanglan alang sa mas maayong pagsabot sa karst. Ang mga langob mao ang nag-unang tumong sa pagpanalipod sa mga lasang nga karst nga mga dapit hangtud sa ulahing bahin sa dekada 1990, sa dihang ang BC Ministry of Forests unang mipahibalo sa usa ka mas sistema nga pamaagi sa pagdumala sa karst. Karon kaylap nga gidawat nga ang bisan unsang paggamit sa yuta o mga kalihokan sa pagpalambo sa kahinguhaan nga mahitabo sa o duol sa karst nanginahanglan ug konsiderasyon sa mga epekto sa kinaiyahan sa mga sistema sa karst, ang mga epekto sa mga karst aquifers ug ang ilang mga catchment ug ang potensyal sa mga geo-hazard nga may kalabotan sa karst.

Usa ka bag-ong proyekto ang nakiglambigit sa tradisyonal nga mga tag-iya sa Haida Gwaii. Kini nga mga kontinental nga isla, uban ang Gwaii Haanas NP, nahimutang sa amihanan-kasadpang baybayon sa British Columbia, sa amihanan sa Vancouver Island. Adunay kaylap kaayo nga coniferous forested karst sa mga isla ug mga langob nga adunay importante nga siyentipikanhon ug kultural nga mga bili. Ang mga kalihokan sa kalasangan nahitabo nga adunay mga epekto sa integridad sa karst ug mga kahinguhaan sa langob. Ang mga Haida Gwaii nga mga tawo nag-okupar niining mga maritime nga yuta sukad pa kaniadto ug nagtukod og mga relasyon sa pagtrabaho uban sa mga ahensya sa gobyerno sa probinsyal ug nasyonal nga lebel. Adunay usa ka tin-aw nga gipahayag nga panan-awon sa paggamit sa yuta nga gihimo sa Haida Gwaii Council of Elders. Kini magamit dili lamang sa mga karst nga lugar kondili sa tibuok Haida Gwaii, lakip ang marine domain.

Ang unom ka Haida nga pamatasan ug mga mithi diin kini nga panan-awon gitukod gilista sa ubos sa Haida, unya sa English:

1. Yahguudang o Yakguudang – "Pagtahod". Ang pagtahod, alang sa usag usa ug sa tanang buhing butang, nakagamot sa atong kultura. Gikuha lang namo ang among gikinahanglan, among gipasalamatan, ug among giila kadtong

naggawi sumala niana.

2. Giid tll'juus - "Ang kalibutan sama ka hait sa ngilit sa kutsilyo". Ang balanse gikinahanglan sa atong interaksyon sa natural nga kalibutan. Kung dili kita mabinantayon sa tanan natong buhaton, dali ra tang makaabot sa punto nga wala nay pagbalik. Ang atong mga gawi ug ang sa uban kinahanglan nga malungtaron.
3. Gina waadluxan gud ad kwaagiida – "Ang tanan nagdepende sa tanan". Kini nga prinsipyo ikatandi sa usa ka hiniusa nga pamaagi sa pagdumala.
4. Isda ad diigii isda – "Paghatag ug Pagdawat". Ang paghatag ug pagdawat (balos) usa ka respetado nga praktis sa atong kultura, importante sa atong interaksyon sa usag usa ug sa natural nga kalibutan. Kanunay kaming nagpasalamat sa natural nga kalibutan alang sa mga gasa nga among nadawat.
5. Gina k'aadang.nga gii uu tl' k'anguudang– "Pagpangitag Maalamon nga Tambag" Ang atong mga tigulang nagtudlo kanato mahitungod sa tradisyonal nga mga paagi ug unsaon sa pagtrabaho nga nahiuyon. Sama sa kalasangan, ang mga gamot sa atong katawhan nagkadugtong. Magkauban, atong tagdon ang bag-ong mga ideya ug impormasyon subay sa atong kultura, mithi ug balaod.
6. 'Laa guu ga kanhlins - "Responsibilidad". Atong gidawat ang responsibilidad nga gipasa (kanato) sa atong mga katigulangan sa pagdumala ug pag-atiman sa dagat ug yuta. Atong siguroon nga ang atong kabilin mapasa sa umaabot nga henerasyon.

Kining unom ka etikal nga mga prinsipyo ug mithi gilangkob sa nagtrabaho nga kahulugan sa pagdumala nga nakabase sa ekosistema sa Haida:

"Ang pagtahud mao ang pundasyon sa pagdumala nga nakabase sa ekosistema. Giila niini nga ang yuta, dagat, hangin ug tanang buhing butang, lakip ang komunidad sa tawo, nalambigit ug nga kita adunay responsibilidad sa pagpadayon ug pagpasig-uli sa balanse ug panag-uyon."

Gwaii Haanas Gina 'Waadluxan KilGuhlGa Land-Sea-People Management Plan, 2018.

Adunay resonance tali niining mga prinsipyo sa Haida Gwaii ug labing maayo nga praktis nga pagdumala sa siyensya, ingon nga gilatiid sa lamesa sa ubos.

Pagtandi sa Haida ug siyentipikong mga prinsipyo alang sa pagdumala nga nakabase sa ekosistema. Gikan sa Council of the Haida Nation, 2007. Haida land use vision–Haida Gwaii yah'guudang (pagtahod sa Haida Gwaii).

Prinsipyo sa Haida	Parallel Scientific nga Prinsipyo	Posible nga mga Aplikasyon
Pagtahod	Pag-amping nga pamaagi	Account alang sa kaayohan sa tanan nga mga espisye; likayan ang mausik nga mga pamaagi sa pangisda, pananglitan, bycatch.
Balanse	Malungtaron nga paggamit sa taas nga termino	Pagsiguro sa malungtarong pangisda; ikonsiderar ang ekolohikal ug socioeconomic nga impormasyon.
Interconnectedness (ang tanan nagdepende sa tanan nga butang)	Nahiusa nga pagdumala	Pagdugtong sa mga desisyon sa pagplano sa paggamit sa yuta; hunahunaa ang pagkaangay sa mga kalihokan sa dagat ug ang natipon nga epekto sa mga kalamboan.

Paghatag ug pagdawat (balos)	Patas nga pagpaambit	Pabilhan ang kinaiyanhong bili sa tanang buhing butang diha sa pagplano; paghimo og patas ug patas nga mga pamaagi sa pagpaambit sa limitado nga mga kapanguhaan.
Nangayo ug maalamong tambag	Mapahiangay nga pagdumala Labing maayo nga kasayuran	Gamita ang tradisyonal nga kahibalo; pagpalambo sa pagsabot pinaagi sa research, edukasyon ug monitoring.
Responsibilidad	Inklusibo ug partisipasyon	Pagrespeto sa titulo ug katungod sa Haida; pagsiguro sa igong kapasidad sa pagpatuman.

Gunung Mulu WHA, Sarawak - Mga katawhang Penan ug Berawan: kahibalo pinaagi sa edukasyon ug pagbansay



Usa ka lokal nga Park Ranger sa upstream nga entrada sa Deer Cave, Mulu, Litrato ni John Gunn.

Ang karst sa Gunung Mulu sa amihanang Sarawak nag-host sa pipila sa pinakataas nga mga langob sa habagatan-sidlakang Asia. Ang Mulu nahimutang mga 100 km sa sidlakan sa Miri, usa ka siyudad sa baybayon. Ang gamay nga lungsod sa Mulu maabot sa adlaw-adlaw nga mga serbisyo sa kahanginan ug mahimo usab nga maabot sa mga sakayan sa mga suba sa Baram ug Tutoh. Ang Gunung Mulu NP adunay gilapdon nga 90,000 ka hektarya ug kadaghanan sa mga bisita nag-concentrate sa kinahabagatang karst, nga ma-access gikan sa hedkuwarter sa parke nga kasikbit sa lungsod. Kapin sa 90% sa parke nagpabilin nga wala mabisita ug naa sa limpyo nga kahimtang. Ang Gunung Mulu NP mao ang hilisgutan sa usa ka ekspedisyon sa Royal Geographical Society sa 1978 ug ang katilingban sa ulahi misulat sa usa ka plano sa pagdumala alang sa parke sa 1982. Gisundan kini sa usa ka bag-ong plano sa pagdumala nga naglangkob sa panahon 1992-1995, ug ang

misunod nga mga ebalwasyon mitultol ngadto sa Kalibutan nominasyon sa kabilin. Ang parke nasulat sa Listahan sa Kalibutan nga Panulundon niadtong Nobyembre 2000, ug pagkahuman nahimo nga usa sa labing iconic nga nasudnong parke sa habagatan-sidlakang Asia, ug usa ka modelo alang sa malungtarong kalamboan nga gisundog sa ubang lugar. Ang kompanya sa turismo nga resort nga Borsarmulu Sdn. Bhd. gitahasan sa paghimo sa usa ka estratehikong plano sa pagdumala ug sa paghimo sa usa ka pormal nga kasabotan uban sa gobyerno sa pagdumala ug pagpalambo sa Mulu isip usa ka ehemplo nga parke ug pasundayag alang sa Sarawak ug Malaysia. Gikan sa 2001 pataas, ang interes sa turismo kusog nga mitubo, ingon man ang internasyonal nga profile sa turismo. Uban niini ang responsibilidad nga ipasa ang kahibalo sa Mulu ngadto sa mga bisita, "aron tinuod nga masabtan ang importansya", ingon sa gibasa sa slogan sa Gunung Mulu NP.

Usa sa mga mahinungdanong kinahanglanon alang sa nagpadayon nga World Heritage status mao ang panginahanglan sa paghatag sa husto, siyentipikanhong tukma nga impormasyon ngadto sa mga bisita ug sa pagpahigayon sa panukiduki. Duyog niini mao ang panginahanglan sa paghatag ug gahum sa lokal nga komunidad ug paghatag ug mahinungdanong kahigayonan sa pagpanarbaho niining hilit nga dapit. Sumala sa mga prinsipyo sa World Heritage ug sa plano sa pagdumala, ang lokal nga mga tawo kinahanglan nga bansayon isip mga giya ug mga tighubad. Ang mga lokal nga katawhan aduna nay pagbati alang sa kalasangan ug talagsaon nga mga kahanas, apan ang mga kakulangan sa pinulongan ug kakulang sa edukasyon mipatigbabaw, kutob sa siyensiya. Ang pagdumala sa Gunung Mulu NP nagtukod ug usa ka pamaagi sa pagbansay alang sa pagbansay sa bag-ong mga giya ug sa pag-refresh sa kasamtangan nga mga giya. Kini nga kurso gipresentar sa mga module nga naglangkob sa mga aspeto sa karst ug langob, ingon man ang kalasangan, hingpit nga giprotektahan nga mga lugar ug kaubang mga ordinansa, biodiversity ug geodiversity. Adunay usa ka espesyal nga seksyon nga naghisgot sa pagdumala sa mga kliyente ug pagpresentar sa usa ka tour sa usa ka show cave ug usa ka adventure setting. Ang kurso sa batakang akreditado nga First Aid kasagarang bahin sa pagbansay.

Ang Gunung Mulu NP nagkinahanglan sa lokal nga komunidad ug ang komunidad nagkinahanglan sa parke. Pinasukad niining us aka pangagpas, ang Mulu mahimong isipon nga usa ka istorya sa kalampusan, apan kinahanglan kini kanunay nga trabaho. Sa 2021, ang mga negosyo sa Mulu nagtrabaho sa 97% sa mga trabahante niini sa lokal. Kini nga mga hagit sa pagpalambo sa komunidad gisugat gikan sa usa ka sayo nga edad sa lokal nga eskwelahan, Batu Bungan Primary, diin ang Educational ug Research Liaison Officer, nga gitudlo ni Mulu, adunay pribilihiyo sa pagtrabaho uban sa lokal nga mga bata. Para sa Gunung Mulu NP, ang eskwelahan mao ang komon nga dapit diin ang tanang lokal nga lain-laing mga etniko adunay usa ka komon nga tumong - ang mga bata. Giisip kini sa Gunung Mulu NP nga usa ka praktikal nga paagi sa pagpataas sa kahibalo ug interes alang sa umaabot nga mga henerasyon sa mga giya ug uban pang mga trabahante sa parke.

Gunung Mulu NP lends itself to guided experiences for both soft and more extreme experiences. At present, the Park is serviced by 70 registered guides. Only twenty of these guides are employed directly. The remaining numbers are Agency or Tour operator guides, as well as a compliment of freelance guides. This means that a fair portion of the guides operating in Gunung Mulu NP are not on the park's payroll and are not under the jurisdiction of Borsarmulu, which often makes the operations challenging. These freelance guides can attend additional guide training sessions and do so episodically.



Local guides taking visitors to Sungei Lansat, Gunung Mulu National Park. Photo by John Gunn.

YUS Conservation Reserve, Papua New Guinea: Malungtarong paggamit sa kahinguhaan

Ang Yopno-Uruwa-Som Conservation Area (YUS CA) nahimutang sa Saruwaged range sa Morobe province sa Papua New Guinea (PNG). Kining mga tag-as nga kabukiran (3,500 m plus) adunay daghang mga karst nga lugar nga naugmad sa interbedded limestones ug mudstones. Adunay daghang mga langob, gitawag nga makna sa Yupna ug Nungan nga mga pinulongan sa maong dapit. Ang mga langob adunay ritwal nga kahulogan, ingon man gigamit ingon nga tibuok gabii nga mga puy-anan ug mga dapit diin ang mga kabog gipangita. Ang mga komunidad sa kabaryohan sa PNG nagpuyo sa usa ka nag-una nga subsistence lifestyle, nagsalig sa ilang natural nga mga kahinguhaan ug tabunok nga yuta sama sa gibuhat sa ilang mga katigulangan sa mga henerasyon sa wala pa sila. Bisan pa, ang mga lider sa komunidad sa YUS nakamatikod sa makapabalaka nga mga hagit nga wala pa masinati sa nangaging mga henerasyon: nihit ang hinungdanon nga mga kapanguhaan.

"Ang among mga mangangayam kinahanglan nga mobiyahe ug layo aron makit-an ang mga hayop sa kalasangan. Usahay kinahanglan namon nga mangayam sa mga lugar nga sakop sa ubang mga pamilya nga wala sila pagtugot tungod kay wala kami makit-an nga igo sa among tradisyonal nga yuta aron mapakaon ang among mga pamilya"

Matthew Tombe, balangay sa Isan, YUS.

Kapin sa 90% sa yuta sa PNG gipanag-iya sa mga Lumad, busa ang suporta sa lokal nga komunidad hinungdanon alang sa pagpanalipod sa talan-awon sa YUS. Sulod sa kapin sa usa ka dekada, ang Tree Kangaroo Conservation Program nakigtambayayong sa mga baryo aron mapadayon ang pagdumala niini nga talan-awon ug ang mga kahinguhaan diin ang mga tawo ug wildlife nagsalig. Aron mapadali kini, ang Karau Kuna nagmugna og Community Land-Use Plans (LUP) nga adunay 50 ka mga barangay aron masiguro ang usa ka consensus sa paggamit sa kahinguhaan nga pareho nga gikonsiderar ang kaayohan sa mga tawo ug ang ilang mga prayoridad sa konserbasyon.

Ang YUS CA, nga gi-gazet niadtong 2009, naglangkob sa 76,000 ka ektarya nga yuta ug gilangkuban sa mga parsel sa yuta nga gisaad sa mga lokal nga tag-iya sa yuta ug mga pamilya sa lugar para sa biodiversity conservation. Ang conservation

area kaniadto kabahin sa tradisyonal nga mga dapit sa pagpangayam nga sakop sa lima ka grupo sa pinulongan. Ang gisaad nga yuta ubos gihapon sa naandang pagpanag-iya, apan ang pagtroso ug pagpangayam kay ilegal na karon ubos sa PNG Conservation Act (1978). Ang nag-unang kalasangan mao ang dominanteng ekosistema sa YUS landscape, nga naglangkob sa 70% sa conservation area. Ang mga kalasangan kay dominante gikan sa lebel sa dagat ngadto sa 3,100 m ug ang alpine grasslands makita sa ibabaw niini nga elevation. Ang mga kalasangan kritikal nga puy-anan sa Matschie's Tree-kangaroo, usa ka nameligrong espisye, ug uban pang arboreal marsupial, ingon man mga langgam sa paraiso. Kini nga mga tropikal nga kalasangan usa usab ka hinungdanon nga tindahan sa carbon. Ang ubang mga tipo sa landcover sa YUS naglakip kanunay nasunog nga anthropogenic grasslands, disturbed ug secondary forests, ug usa ka sagol sa pagbalhin ug mas intensive nga agrikultura, shade coffee plantations, cocoa plantations ug small-scale agroforestry plots.

Ang YUS Project nagtinguha sa pagkonserbar sa carbon sa kalasangan, endemic biodiversity ug mga serbisyo sa ekosistema, ingon man usab sa pagpahimulos sa mga lokal nga komunidad sa kabanikanhan pinaagi sa paghatag ug kita gikan sa malungtarong mga kalihokan nga adunay gamay nga epekto sa tradisyonal nga mga paagi sa kinabuhi. Ang paghiusa sa malungtarong mga modelo sa kalamboan nga adunay daghang mga katuyoan usa ka dakong hagit sa pagplano sa paggamit sa yuta. Sa sinugdanan, gipadagan ang mga workshop sa tanan nga teritoryo sa clan aron maapil ang mga lokal nga tag-iya sa yuta ug mahibal-an ang ilang mga pangandoy alang sa YUS CA. Ang zonasyon sa YUS CA ngadto sa estrikto nga reserba sa konserbasyon, ug daghang gamit ug mga sona sa produksiyon sa baryo gihimo sa mga lokal nga pamilya ug dayon gimapa sa lokal nga mga tawo gamit ang GPS ug satellite imagery. Sa matag teritoryo sa pamilya, ang lokal nga mga tawo nakabaton ug part-time nga trabaho ingong mga tanod sa konserbasyon ug mga opisyal sa edukasyon. Natukod na ang mga plantasyon sa shade nga kape, nga adunay pagbansay sa silvicultural nga gihatag sa usa ka marketer sa kape nga Fair Trade nga nakabase sa USA. Kini nga kompanya usab ang nagdumala sa pagproseso ug pagpamaligya sa YUS nga kape ingon usa ka lahi nga 'tree kangaroo' brand. Ang mga laraw sa agroforestry natukod sa anthropogenic nga kasagbutan aron madugangan ang magamit nga kahinguhaan sa kahoy alang sa mga tagabaryo. Ang uban nga mga inisyatibo nakapauswag sa pag-access sa eskulahan ug naghatag pag-atiman sa kahimsog sa rehiyon, ang duha nga mga isyu nga nahibal-an sa mga workshop.



*Uruwa valley in the Yopno-Uruwa-Som Conservation Area, from Wasaunon field camp. Alpine grassland on karst lies above upper montane forest, with an irregular lower boundary to the cleared areas around villages.
Photo by David Gillieson.*

Usa ka mayor nga inisyatiba, nga gipondohan sa German development bank KfW Bankengruppe, nag-assess sa carbon stocks gamit ang REDD+ methodology (tan-awa ang Mga [Internet Resources](#)) sa nagkalain-laing matang sa tabon sa yuta sa YUS. Kini nga mga pagtasa midugang sa vegetation mapping gamit ang remote sensing ug field surveys para sa rehiyon. Kini nga proyekto naghatag og representante nga mga stock sa carbon pinaagi sa pag-sampol sa mga nag-unang kalasangan sa usa ka halapad nga hanay sa kinaiyahan. Gisukod usab sa team sa proyekto ang carbon stocks sa secondary forest, shade coffee plantations, fallowed gardens ug anthropogenic grasslands aron sa pagpahibalo sa umaabot nga land-use management alang sa dugang nga carbon sequestration.

Tungod kay ang REDD+ methodology nagpasiugda sa paglakip sa lokal nga mga tawo sa pagpalambo, pagdumala ug pagmonitor sa carbon offset projects, ang team nagmugna ug training module nga gitumong sa paglakip sa lokal nga mga tawo sa tanang carbon assessments isip bayad nga trabaho. Ang pagkolekta sa mga datos sa biomass sa ibabaw sa yuta ug pagmonitor sa mga stock sa carbon sa lasang sa lokal nga mga tawo mahimong magsilbi sa pagtukod og baseline nga mga imbentaryo sa carbon para sa carbon ug sa pagmonitor sa carbon sa kalasangan sa kasamtangan nga mga proyekto sa REDD+, ingon man paghatag og panginabuhian sa mga tawo nga wala na magpahimulos sa kalasangan. Ang mga talanawon sa panginabuhian, sama sa garden fallows, agroforestry system o plantasyon mahimong maka-sequester ug makatipig og daghang carbon nga adunay maayong pagdumala sa yuta. Ang integrasyon sa Spatial Monitoring and Reporting Tool (SMART) nga pamaagi ug mga himan nagpalambo sa katakus sa YUS Conservation Area Management Committee sa pagdawat ug pag-analisar sa mga datos nga nahipos sa YUS Rangers atol sa binulan nga patrolya, pagpalambo sa data-driven nga mga tubag sa pagdumala aron makunhuran ang mga hulga ug mga hagit sa konserbasyon, ingon man nagpasiugda sa positibo nga mga uso sa presensya sa mga nag-unang mga espisye.



Yopno-Uruwa-Som Conservation Area mga tagabaryo ug project mapping team nga naghimo sa ibabaw sa yuta nga imbentaryo sa carbon. Litrato ni David Gillieson.

Mga giya

(72) Para sa bisan unsang protektadong lugar diin adunay mga Lumad, kinahanglan adunay legal ug polisiya nga basehan para sa pag-establisar ug usa ka sistema sa pagdumala sa pagtinabangay, uban sa lokal nga komite sa pagdumala. Ang mga nag-unang stake-ug-right-holders sa komite mao ang mga lokal nga residente ug giprotektahan nga mga awtoridad sa pagdumala sa lugar, nga ang mga sekondaryang stakeholder mao ang mga hingtungdan nga ahensya sa gobyerno.

(73) Alang sa mga lugar nga giprotektahan sa karst diin adunay mga Lumad, kinahanglan adunay usa ka partisipasyon nga

zonasyon sa yuta base sa tradisyonal nga kahibalo ug naandan nga katungod. Kini kinahanglan nga labing maayo nga maglakip sa kontroladong mga sona sa paggamit diin ang pipila ka mga kalihokan sa ekonomiya gipraktis, ug hingpit nga gipanalipdan nga mga sona diin ang pagkonserba sa kinaiyahan mao ang panguna nga katuyoan.

(74) Ang mga tagdumala sa mga parke diin adunay mga Lumad kinahanglan maghimo ug mga kasabutan sa pagdumala sa mga lokal nga komunidad, nga gisulat sa angay nga lengguwahe, aron ang matag komunidad adunay tin-aw nga gitakda nga lugar alang sa pagdumala ug mga kalihokan sa ekonomiya.

(75) Ang mga tagdumala sa mga parke diin adunay mga Lumad kinahanglan nga mag-apil sa lokal nga mga tawo sa mga kalihokan sa pagdumala sa giprotektahan nga lugar. Ang mga kalihokan sa mga ranger ug paggiya sa turista sa mga langob ug sa mga karst nga paglakaw naghatag hinungdanon nga mga oportunidad sa panarbaho ug makatabang sa paghatag gahum sa lokal nga komunidad. Ang mga programa sa pag-edukar sa mga tanod ug mga giya sa pinulongan nga lagmit gamiton sa kadaghanan sa mga bisita ug sa natural nga kasaysayan kinahanglanon.

(76) Usa ka mahinungdanong kinahanglanon alang sa pagdumala sa pinakamaayo nga praktis mao ang panginahanglan sa paghatag og husto, tukma sa siyentipikanghong impormasyon ngadto sa mga bisita ug aron mapadali ang may kalabutan, ubos nga epekto nga panukiduki.

Mga konklusyon

Ang mga karst ug mga kweba kay espesyal kaayo nga mga dapit, apan kasagaran nagdepende pag-ayo sa mas lapad nga mga impluwensya diin limitado kaayo ang kontrol nga magamit sa mga tagdumala sa yuta, tubig, ug mga kahinguhaan sa ekolohiya, ingon man sa mga tagdumala sa protektadong lugar. Pipila ka mga lugar nga karst ang gidumala alang lamang sa pagkonserba sa kinaiyahan ug daghang mga protektadong lugar ang nagpakita sa ilang mga kweba ug mga talan-awon sa karst para sa turismo ug paglingaw-lingaw, nga adunay hinungdanon nga papel sa pagdasig sa publiko nga edukasyon bahin sa mga sistema sa karst ug ang ilang pagkasensitibo sa kasamok. Gitugotan usab sa ubang mga hurisdiksyon ang ubang mga kalihokan nga adunay katuyoan sa sosyal o ekonomikanhon, o kini nga mga kalihokan mahimong mahitabo sa kana nga lokasyon pinaagi sa makasaysayan nga sumbanan. Kini nga sitwasyon nanginahanglan ug mabinantayon nga pagkonsiderar, aron masiguro nga ang tanan nga mga kalihokan sa sulod ug palibot sa giprotektahan nga karst nga lugar gidumala sa mga paagi nga nahiuyon sa usa ka kinatibuk-ang katuyoan sa pagpreserba sa kinaiyahan. Ang mga awtoridad sa pagdumala kinahanglang mag-ila sa mga karst nga lugar nga wala maapil sulod sa mga protektadong lugar, ug maghatag ug konsiderasyon sa pagpanalipod sa mga mithi niini nga mga lugar pinaagi sa mga paagi sama sa mga kontrol sa pagplano, mga programa sa edukasyon sa publiko, mga kasabutan sa kabilin o mga pakigsaad sa paggamit sa yuta.

Ang pagbag-o sa klima natural nga nahitabo sa mga geological timescales diin ang mga sistema sa karst milambo. Bisan pa, ang interbensyon sa tawo karon paspas nga nagbag-o sa klima sa mga paagi nga mahimong makaapekto sa natural nga mga proseso sa karst. Ang mga reseta sa pagdumala kinahanglan nga flexible, ilhon kini nga kamatuoran ug magtrabaho aron mapadako ang kalig-on sa sistema. Ang mga epekto sa taas nga magnitude-low frequency nga mga panghitabo, sama sa baha, tsunami, sunog ug linog, kinahanglan nga sulbaron sa mga estratehiya sa pagdumala sa rehiyonal, lokal ug espesipikong dapit nga mga timbangan. Kini nga mga panghitabo nahimong mas kanunay ug labaw pa sa abilidad sa katilingban sa pagsagubang sa ilang mga epekto.

Ang lokal nga mga hinungdan maoy magdeterminar sa mga espesipikong pagpit-os ug mga oportunidad nga motumaw sa matag karst area. Sa ingon, kini nga mga giya nagtinguha nga ipasiugda ang mga kapilian nga dili sobra ka preskriptibo, nga dili praktikal sa tibuuk kalibutan. Kinahanglang atong tutokan ang mga isyu nga nagpalahi sa karst gikan sa ubang mga estilo sa terrain, sukwahi sa mas generic nga mga aspeto sa pagdumala nga magamit sa tanang lugar, karst o uban pa. Kinahanglang hatagan og gibug-aton nga kini nga mga giya kinahanglan kanunay nga magamit sulod sa lokal nga konteksto. Maglakip kini sa pag-ila sa lokal nga biodiversity ug geodiversity, lakip ang pagkasensitibo sa socio-economic ug politikal nga mga hinungdan.

Adunay usa ka marka nga pagbag-o sa tibuuk kalibutan sa nagpahiping pilosopiya sa pagdumala sa natural nga kahinguhaan. Ang nangaging mga rehimen sa pagdumala bahin sa proteksyon kay eksklusibo ug estrikto, nga walay pagtagad sa opinyon sa publiko. Kita karon paspas nga mibalhin ngadto sa mas nalamdagan nga mga rehimen sa pagdumala, diin ang maayong relasyon sa mga nagpuyo sa o duol sa mga huyang ug bililhong mga dapit makita nga kritikal, ug kini nga mga dapit gipadagan gamit ang mga prinsipyo sa adaptive nga pagdumala. Ang hagit alang sa mga manedyer sa kweba ug karst mao ang pagdawat sa mga bag-ong paradigma samtang gitipigan ang dili mabag-o nga mga kahinguhaan.

Kini nga asoy ug ang mga giya malaumon nga maghatag sa mga manedyer ug mga tigplano og mapuslanong mga tabang ngadto sa pagpalambo sa kahibalo sa komunidad sa mga sistema sa karst ug mga langob, ug busa makadugang sa mga oportunidad sa pagsiguro sa lokal nga pagdawat ug pag-apil sa mas maayong proteksyon ug pagdumala. Ang mga giya kinahanglan usab nga motabang sa pag-andam sa mas espesipikong mga estratehiya o mga plano sa pagdumala sa lebel sa nasyonal, rehiyonal o site. Sa kinatibuk-an, ang mga ahensya sa pagdumala kinahanglan nga magtinguha sa pagpalambo sa ilang kahanas ug kapasidad alang sa pagdumala sa karst.

Further Reading

- Crofts, R., Gordon, J.E., Brilha, J., *et al.* (2020). *Guidelines for geoconservation in protected and conserved areas*, Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 31. IUCN, Gland, Switzerland. Available at <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.PAG.31.en>
- Culver, D.C. and Pipan, T. (2009). *The biology of caves and other subterranean habitats*. Oxford University Press, Oxford.
- Drew D., and Hötzl, H. (1999). *Karst hydrogeology and human activities: Impacts, Consequences and Implications*. IAH International Contributions to Hydrogeology 20. Routledge.
- Ford, D., and Williams, P., (2007). *Karst Hydrogeology and Geomorphology*. Wiley, Chichester.
- Gillieson, D.S. (2021). *Caves: Processes, Development and Management*. 2nd Edition. Wiley-Blackwell, Oxford.
- Gunn, J. (ed.). (2004). *The Encyclopedia of Caves and Karst Science*. Taylor and Francis – Routledge, New York. See especially entries on Recreational Caving, Restoration of Caves, and Tourism and Caves: History.
- Hildreth-Werker, V. and Werker, J.C. (eds.). (2006). *Cave Conservation and Restoration*. National Speleological Society, Huntsville, AL, USA. Available at <https://protect-au.mimecast.com/s/u6sYC71ZQzSARY91Zc8-Dg4?domain=digital.lib.usf.edu>
- International Show Caves Association (ISCA), 2014. *Recommended international guidelines for the development and management of show caves*. ISCA. Available at <https://www.i-s-c-a.org/documents>
- Kresic, N. (2013). *Water in Karst*. McGraw Hill, New York. Palmer, A.N. (2007). *Cave Geology*. Cave Books, Dayton, Ohio.
- Thomas, L. and Middleton, J. (2003). *Guidelines for management planning of protected areas*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. Available at <https://www.ucipfg.com/Repositorio/MGTS/MGTS11/U5/thomas-middleton-2003-guidelines.pdf>
- Van Beynen, P. (ed.) (2011). *Karst Management*. Springer, New York.
- Veni, G. and DuChene, H. (eds.) (2001). *Living with karst: a fragile foundation*. Environmental Awareness Series no. 4, American Geological Institute. Available at <https://store.americangeosciences.org/living-with-karst.html>
- Watson, J., Hamilton-Smith, E., Gillieson, D., and Kiernan, K. (1997). *Guidelines for Cave and Karst Protection*. IUCN, Gland, Switzerland. Available at <http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/1997-026.pdf>
- White, W.B., Culver, D.C., and Pipan, T. (eds.) (2019). *Encyclopedia of Caves*, 3rd edition. Academic Press.
- Williams, P.W. (2008). *World Heritage Caves and Karst*. IUCN, Gland, Switzerland. Available at <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2008-037.pdf>
- Worboys, G.L., Lockwood, M., Kothari, A., Feary, S. and Pulsford, I. (eds.) (2015). *Protected Area Governance and Management*. ANU Press, Canberra, Australia. Available at <https://press.anu.edu.au/publications/protected-area-governance-and-management>

Internet Resources

- Australian Speleological Federation Minimal Impact Caving Codes in 1995, with the latest version (2010) available at <https://www.caves.org.au/administration/codes-and-standards>
- British Cave Science Centre (free data source), available at <https://www.cave-science.org.uk/>
- British Caving Association Minimal Impact Caving Guidelines, available at <https://british-caving.org.uk/our-work/cave-conservation/>
- Canyoning code of conduct, available at www.icopro.org/pages/icopro-canyoneer-charter-104.html
- Cave gates advice, available at <https://digital.lib.usf.edu/content/SF/S0/05/10/33/00001/K26-00584-147-166.pdf>
- Climbers Pact, available at www.accessfund.org/learn/the-climbers-pact
- Guide on digging to find new caves in protected areas (UK), available at <https://thedca.org.uk/images/dca/publications/leaflets/Cave-Digging.pdf>
- Guidelines for applying protected area management categories, available at <https://portals.iucn.org/library/node/30018>
- Information on training for cave instructors (UK), available at <https://british-caving.org.uk/our-work/training/>
- International Union of Speleology (UIS) has a 'Code of Ethics for Cave Exploration, and Science in Foreign Countries', available at <https://uis-speleo.org/wp-content/uploads/2020/03/Code-of-Ethics-of-the-UIS-English-Language.pdf>
- IUCN Protected Area categories, available at <https://www.iucn.org/theme/protected-areas/about/protected-area-categories>
- Karst Management Handbook for British Columbia, available at <https://www.for.gov.bc.ca/hfp/publications/00189/karst-mgmt-handbook-web.pdf>
- Karst Inventory Standards and Vulnerability Assessment Procedures for British Columbia, available at https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/natural-resource-stewardship/nr-laws-policy/risc/karst_risc.pdf
- Minimal Impact Cave Rescue Code, available at <https://www.caves.org.au/administration/codes-and-standards/send/8-codes-and-standards/9-micrc2020>
- National Speleological Society (USA) has Minimum-Impact Caving Guidelines that are regularly updated, most recently in February 2021 to take into account the Covid pandemic, available at <https://caves.org/conservation/cavingcode.shtml>
- New Zealand Department of Conservation has a 'Caving care code', available at <https://www.doc.govt.nz/parks-and-recreation/things-to-do/caving/caving-care-code/>
- REDD+ Webb Platform, available at <https://redd.unfccc.int/>
- Tasmanian Cave Access Policy, available at www.dpipwe.tas.gov.au/Documents/PWS%20Cave%20Access%20Policy.pdf
- United States Fish and Wildlife Service, White-nose Syndrome Response Team, available at <https://www.whitenosesyndrome.org>
- United States Environmental Protection Agency, A Lexicon of Cave and Karst Terminology with Special Reference to Environmental Karst Hydrology, available at <https://ofmpub.epa.gov/eims/eimscomm.getfile?p-download-id=36359>

Scientific References

- Auler, A.S., and Piló, L.B. (2015). Caves and mining in Brazil: the dilemma of cave preservation within a mining context. In *Hydrogeological and Environmental Investigations in Karst Systems*. (eds. B. Andreo, F. Carrasco, J.J. Durán, P. Jiménez, P. LaMoreaux). Springer, Berlin, 487–496.
- Auler, A.S., Souza, T.A.R., Se, D.C. and Soares, G.A. (2018). A review and statistical assessment of the criteria for determining cave significance, In *Advances in Karst Research: Theory, Fieldwork and Applications* (eds. M. Parise, F. Gabrovsek, G. Kaufmann, and N. Ravbar). Special Publications 466(1). Geological Society, London, 443–460.
- Bátori, Z., Csiky, J., Farkas, T., *et al.* (2014). The conservation value of karst dolines for vascular plants in woodland habitats of Hungary: refugia and climate change. *Int J Speleol* 43, 15–26. <https://doi.org/10.5038/1827-806X.43.1.2>
- British Columbia Ministry of Forests, (2003). *Karst management handbook for British Columbia*. British Columbia Ministry of Forests, Research Branch, Victoria, British Columbia, 81. <http://www.for.gov.bc.ca/hfp/publications/00189/Karst-Mgmt-Handbook-web.pdf>
- Benstead, J.P., and Pringle, C.M., (2004). Deforestation alters the resource base and biomass of endemic stream insects in eastern Madagascar. *Freshw Biol* 49, 490–501. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2004.01203.x>
- Burri, E., Castiglioni, B., and Sauro, U. (1999). Agriculture, landscape and human impact in some karst areas of Italy. *Int J Speleol* 28 B, 33–54.
- Cigna, A. A., (2011). The Problem of Lampenflora in Show Caves. *Journal of the Australasian Cave and Karst Management Association*, 82, 16–19.
- Council of the Haida Nation, (2007). Haida Gwaii Strategic Land Use Agreement. Council of the Haida Nation. <http://www.haidanation.ca/Pages/Agreements/pdfs/Haida%20Gwaii%20Strategic%20Land%20838Use%20Agreement.pdf>
- Council of the Haida Nation, (2018). *Gwaii Haanas Gina 'Waadluxan KilGuhlGa Land-Sea-People Management Plan*, Archipelago Management Board Gwaii Haanas National Park Reserve, Parks Canada, British Columbia.
- Coxon, C. (1999). Agriculturally induced impacts. In *Karst hydrogeology and human activities: Impacts, Consequences and Implications* (eds. D. Drew and H. Hötzl). IAH International Contributions to Hydrogeology 20. Routledge, 37–63.
- Daly, D., Dassargues, A., Drew, D., *et al.*, (2002). Main concepts of the European approach for karst groundwater vulnerability assessment and mapping. *Journal of Hydrogeology*, 10, 340–345.
- de Koning, M., Parr, J.W.K., Sengchanthavong, S., and Phommasane, S. (2016). Collaborative governance improves management effectiveness of Hin Nam No National Protected Area in central Laos. *Parks* 22(2), 27–40.
- Doerfliger, N., Jeannin, P.Y., and Zwahlen, F. (1999). Water vulnerability assessment in karst environments: a new method of defining protection areas using a multi-attribute approach and GIS tools (EPIK method). *Environmental Geology* 39, 165–176.
- Forti, P., (2015). *The scientific and socio-economic importance of karst and caves and their vulnerability*. Brief for GSDR 2015.
- Frappier, A.B. (2008). A stepwise screening system to select storm-sensitive stalagmites: taking a targeted approach to speleothem sampling methodology. *Quatern Int* 187(1), 25–39.
- Gerstner, H., McArthur, E., and Clark, B. (2018). Feeding the furnace of information, *Proceedings 22nd Australasian Cave and Karst Management Conference, Margaret River WA May 2018*, 6-10. <http://www.ackma.org/Proceedings/proceed/22/22contents.html>
- Gill, D., (1999). Nomination of the Gunung Mulu National Park, Sarawak, Malaysia for World Heritage Listing. *Report to UNESCO World Heritage Committee*. Sarawak Forestry Department, Kuching.
- Gillieson, D., (2011). *Cave Management*. In *Karst Management* (ed. P. E. van Beynen). Springer, New York.
- Gillieson, D., and Clark, B., (2010). Mulu: The World's Most Spectacular Tropical Karst. In *Geomorphological Landscapes of the World* (ed. P. Migon), Springer, pp311–320.
- Gillieson, D., Silverman, J., Hopkinson, R., Quenzer, M., and Kuna, K., (2011). *Vegetation mapping for the YUS conservation*

- landscape*. Report for Conservation International and KfW Bank, James Cook University, Cairns, 35.
- Goldcheider, N., Chen, Z., Auler, A.S., *et al.* (2020) Global distribution of carbonate rocks and karst water resources. *Hydrogeology Journal* 28, 1661–1677.
- Goldscheider, N. (2012). A holistic approach to groundwater protection and ecosystem services in karst terrains. *AQUA mundi* Am06046, 117–124. <https://groundwaterportal.net/sites/default/files/Holistic%20approach%20-%20groundwater%20ecosystems-%20karst%20terrains.pdf>
- Griffiths, P., and Ramsey, C. (2005). Best management practices for palaeontological and archaeological cave resources. *Journal of the Australasian Cave and Karst Management Association*, 58, 27–31.
- Griffiths, P.A., and Ramsey, C.L., (2009). *Assessment of Forest Karst Resources of Haida Gwaii: A Strategic Overview*. Gwaii Forest Society, Project SFM08–2008.
- Gunn, J. (2021). Karst groundwater in UNESCO protected areas: a global overview. *Hydrogeology Journal*, 29(1), 297–314.
- Gunn, J., Bailey, D., and Handley, J. (1997). *The reclamation of limestone quarries using Landform Replication*. Department of the Environment, Transport and the Regions, HMSO, London.
- Gunn J., and Trudgill, S.T. (1982). Carbon dioxide production and concentrations in the soil atmosphere: A case study from New Zealand volcanic ash soils. *Catena*, 9, 81–94.
- Gutiérrez, F., Parise, M., De Waele, J., and Jourde, H. (2014). A review of natural and human-induced geohazards and impacts in karst. *Earth-Sciences Reviews* 138, 61–88.
- Hamilton-Smith, E., McBeath, R., and Vavryn, D., (1997). Best Practice in Visitor Management. *Proceedings of the 12th ACKMA Conference, 1997 Waitomo, New Zealand*. 85–96.
- Hardwick, P., and Gunn, J. (1993). The impact of agriculture on limestone caves. *Catena supplement*, 25, 235–249.
- Hellstrom, J., Sniderman, K., Drysdale, R., *et al.* (2020). Speleothem growth intervals reflect New Zealand montane vegetation response to temperature change over the last glacial cycle. *Sci Rep* 10, 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58317-8>
- Iván, V., and Mádl-Szönyi, J. (2017). State of the art of karst vulnerability assessment: overview, evaluation and outlook. *Environmental Earth Sciences*, 76. <https://doi.org/10.1007/s12665-017-6422-2>
- Jones, A., Angileri, V., Bampa, F., *et al.* (2013). *CAPRESE-SOIL: Carbon Preservation and Sequestration in agricultural soils, Options and implications for agricultural production*. Final report – EUR 26516. <https://doi.org/10.2788/77068>
- Kieft, T.L., Havlena, Z., and Veni, G. (2021). *An Investigation of Lighting and Chemical Methods to Prevent and Remediate Lampenflora, Carlsbad Cavern, New Mexico*. National Cave and Karst Research Institute Report of Investigation 14, Carlsbad, New Mexico.
- Liu, Z., Dreybrodt, W., and Liu, H. (2011). Atmospheric CO₂ sink: Silicate weathering or carbonate weathering? *Appl Geochemistry* 26, S292–S294. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2011.03.085>
- Manidis Roberts Consultants. (2000). *Gunung Mulu National Park Integrated Development and Management Plan*. Final Report. Sydney, Manidis Roberts Consultants.
- Martin-Sanchez, P.M., Miller, A.Z., and Saiz-Jimenez, C. (2015). Lascaux Cave: An Example of Fragile Ecological Balance in Subterranean Environments. In (*Microbial Life of Cave Systems* (ed. A.S. Engel), Berlin, München, Boston: De Gruyter, 279–302. <https://doi.org/10.1515/9783110339888-015>
- MacGregor, C.L.V., Hellstrom, J.C., Woodhead, J.D., Drysdale, R.N., and Eberhard, R.S. (2022). Low impact of sampling speleothems – reconciling scientific study with cave conservation. *International Journal of Speleology*, 51(1), 1–11. <https://doi.org/10.5038/1827-806X.51.1.2406>
- McNie, P.M. and Death, R.G. (2017). The effect of agriculture on cave-stream invertebrate communities. *Mar Freshw Res* 68, 1999–2007. <https://doi.org/10.1071/MF16112>
- Milanovic, P. (2021). Dams and reservoirs in karst? Keep away or accept the challenges. *Hydrogeology Journal*. <https://doi.org/10.1007/s10040-020-02273-0>
- Milanović, S., and Vasić L. (2021). Review: Methodological approaches and research techniques for addressing construction and remediation problems in karst reservoirs. *Hydrogeology Journal* 29, 101–122.

- National Resources Conservation Centre. (2010). *Conservation Practice Standard*. <https://nrcc.usda.gov>
- Olarinoye, T., Gleeson, T., Marx, V. *et al.* (2020) Global karst springs hydrograph dataset for research and management of the world's fastest-flowing groundwater. *Sci Data* 7, 59. <https://doi.org/10.1038/s41597-019-0346-5>
- Reed, E. H. (2009). Decomposition and disarticulation of kangaroo carcasses in caves at Naracoorte, South Australia. *Journal of Taphonomy*, 7, 265–283.
- Simon, K.S., Benfield, E.F., Macko, S.A., (2003). Food web structure and the role of epilithic biofilms in cave streams. *Ecology* 84, 2395–2406. <https://doi.org/10.1890/02-334>
- Spötl, C., and Matthey, D. (2012). Scientific drilling of speleothems—a technical note. *Int J Speleol* 41(1), 29–34
- Stevanovic, Z. (2019) Karst waters in potable water supply: a global scale overview. *Environmental Earth Science* 78, 662. <https://doi.org/10.1007/s12665-019-8670-9>
- Tattersall, I., and Schwartz, J. H. (2001). *Extinct Humans*, Boulder, CO, Westview Press.
- Tercafs, R. (2001). *The protection of the subterranean environment. Conservation principles and management tools*, P.S. Publishers.
- Thomas, L., and Middleton, J. (2003). Guidelines for management planning of protected areas. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Titus, T., Phillips-Lander, C.M., Boston, P.J., Judson Wynne, J., and Kerber, L. (2020). Planetary Cave Exploration Progresses. <https://eos.org/science-updates/planetary-cave-exploration-progresses>
- Truebe, S. (2015). *Cultivating a climate of cave conservation awareness: a synthesis of current speleothem sampling methods and best practice recommendations*. CLIMAS Climate and Society Fellowship Report. <https://climas.arizona.edu/sites/default/files/pdf2014truebefellowsreport.pdf>
- UNESCO (2018). *UNESCO policy on engaging with Indigenous peoples*, UNESCO, Paris. <https://en.unesco.org/indigenous-peoples/policy>
- United States Environmental Protection Agency (2002). *A Lexicon of Cave and Karst Terminology with Special Reference to Environmental Karst Hydrology*. <https://karstwaters.org/wp-content/uploads/2015/04/lexicon-cave-karst.pdf>
- Urich, P.B. (1989). Tropical karst management and agricultural development: example from Bohol, Philippines. *Geogr Ann Ser B* 71B, 95–108. <https://doi.org/10.1080/04353684.1989.11879589>
- Urich, P.B. (1996). Deforestation and declining irrigation in Southeast Asia: A Philippine case. *Int J Water Resour Dev* 12, 49–64. <https://doi.org/10.1080/713672197>
- Urich, P.B. (2002). Land use in karst terrain: review of impacts of primary activities on temperate karst ecosystems. Science for Conservation 198 (Report). New Zealand Department of Conservation, Wellington.
- van Beynen, P., and Townsend, K. (2005) A disturbance index for karst environments. *Environmental Management* 36, 101–116.
- Veni, G. (1999). A geomorphological strategy for conducting environmental impact assessments in karst areas. *Geomorphology* 31, 151–180. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(99\)00077-X](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(99)00077-X)
- Venter, M., Dwyer, J., Dieleman, W., *et al.* (2017). Large trees and natural disturbances drive forest biomass on a 3000m elevation gradient in Papua New Guinea, *Global Change Biology*, 23, 4873–4883. <https://doi.org/10.1111/gcb.13741>
- Wang, K., Zhang, C., Chen, H., *et al.* (2019). Karst landscapes of China: patterns, ecosystem processes and services. *Landsc Ecol* 23, 4873–4883. <https://doi.org/10.1007/s10980-019-00912-w>
- Watson, J., Hamilton-Smith, E., Gillieson, D., and Kiernan, K. (1997). *Guidelines for Cave and Karst Protection*. IUCN, Gland, Switzerland.
- Williams, P.W. (1993). Environmental change and human impacts on karst terrains: An introduction. *Catena supplement*, 25, 1–20.
- Wood, P.J., Gunn, J., and Rundle, S.D. (2008). Response of benthic cave invertebrates to organic pollution events. *Aquat. Conserv. Mar Freshw Ecosyst* 18, 909–922. <https://doi.org/10.1002/aqc.933>

Apendise 1: Karst ug mga Langob sa Non-carbonate Rocks

Ang karst nga talan-awon naglangkob sa usa ka serye sa mga espesyal nga mga porma sa yuta, lakip na ang mga langob, nga resulta sa panguna gikan sa mga proseso sa pagkatunaw. Sa klasikal, ang karst unang gitun-an ug gisabot nga nahitabo sa carbonate nga mga bato, sama sa anapog, dolomite ug marmol. Kini nga mga bato daling matunaw sa acidic nga tubig ug makamugna sa kadaghanan sa mga langob ug karst nga mga talan-awon nga nailhan sa Yuta. Bisan pa, ang mga proseso sa pagtunaw mahimo usab nga molihok sa daghang uban pang mga tipo sa bato, kung adunay igong mga kondisyon. Pananglitan, ang evaporite (gypsum ug asin) nga mga bato mas matunaw kay sa carbonates ug sa ingon mahimo usab nga makamugna og mga karst nga yuta ug mga langob. Ang lainlaing mga bato nga adunay silica, sama sa quartzites ug sandstone, mahimo usab nga makapalambo sa mga karst nga talan-awon. Bisan kung dili kaayo matunaw, ang pagkatunaw sa mga bato nga puno sa silica naglihok kauban ang ubang mga proseso nga dili kemikal. Ang klima mahimong adunay dakong papel sa pagtungha sa mga dissolutional nga langob niini nga mga bato. Ang gypsum ug asin matunaw kaayo nga sila lagmit nga madaot sa umog nga mga klima. Busa, ang mga karst nga yuta niining mga evaporitic nga mga bato kasagaran anaa sa uga nga mga palibot. Sa laing bahin, ang silica mas matunaw ubos sa init nga mga klima ug ang labing representatibo nga karst ug mga langob niini nga mga bato mahitabo sa tropiko.

Ang ubang mga langob bug-os nga gimugna sa mekanikal (erosional) nga mga proseso, nga adunay limitado nga pagkalambigit sa mga kemikal nga ahente. Kini ang kaso sa dagat o littoral nga mga langob nga namugna sa epekto sa mga balod o mga langob sa uga nga mga sona nga mugna sa hangin. Ang dugang nga kategorya sa mga langob naglakip sa mga gimugna uban sa bato diin sila naugmad, sama sa lava tubes, o pinaagi sa tectonic nga mga proseso (crevice caves). Sa katingbanan, adunay daghang mga paagi sa pagmugna og mga langob ug karst ug dili kini limitado sa mga carbonate nga bato. Busa gikinahanglan ang paghupot sa usa ka holistic nga panglantaw sa paghubad sa karst ug mga langob.

Mga langob ug karst sa gypsum

Ang gypsum mas matunaw kay sa anapog ug busa adunay posibilidad nga maporma ang halapad nga mga porma sa yuta ug mga langob. Bisan pa, isip usa ka bato, ang gypsum dili kaayo komon sa ibabaw kay sa carbonates ug busa ang tibuok kalibutan nga pag-apod-apod sa mga gypsum caves ug karst mas limitado. Sa kinatibuk-an, tungod sa taas nga solubility niini, ang gypsum karst lagmit nga mas maayo nga mapreserbar sa uga nga mga klima. Pananglitan, ang Wood Buffalo National Park sa Canada usa ka World Heritage Property nga adunay internasyonal nga hinungdanon nga gypsum karst sa uga nga klima sa boreal. Ang gypsum cave sagad mahitabo diha sa gypsum strata nga nadugtong sa ubang mga bato ug busa adunay limitado o walay outcrops, usa ka sitwasyon nga nailhan nga 'interstratal karst'. Ang pipila sa pinakataas nga mga langob sa kalibotan, sama sa maze caves sa Western Ukraine, naugmad sa medyo nipis nga mga lut-od sa gypsum.

Diyutay ra nga mga gypsum nga langob ang gipahaom sa dinaghang turismo, ang labing nailhan lagmit mao ang mga langob sa Sorbas sa Espanya. Ang gypsum cave ug karst, sa daghang paagi, mas huyang kay sa carbonates. Ang katig-a sa bato medyo ubos, nga nagpasabot nga kini daling madaot o masulat. Ang mga speleothems lagmit dili kaayo komon ug parehas nga huyang. Tungod kay kini nga mga langob kasagaran mahitabo sa uga nga mga sona, adunay limitado nga pagkaanaa sa drainage, nga miresulta sa usa ka ubos nga enerhiya nga palibot nga naglimite sa pagbag-o sa mga epekto sa kinaiyahan. Ang ubos nga mekanikal nga kalig-on sa gypsum rock moresulta sa medyo gagmay nga mga agianan sa langob. Ang pinakataas nga gypsum nga mga langob kasagaran naglangkob sa halapad nga mga maze nga adunay kasagaran nga gagmay nga mga agianan, sama sa 257 km nga gitag-on nga Optymistychna nga langob sa Ukraine. Ang pagkahugno sa mga langob sulod sa gypsum interstratal layers kasagarang moresulta sa mga sinkhole sa ibabaw. Ang paspas nga pag-uswag sa mga agianan sa gypsum mahimo usab nga hinungdan sa mga problema sa engineering.

Mga langob ug karst sa asin

Ang asin usa ka bato nga matunaw kaayo, labaw pa sa gypsum ug anapog, ug sa ingon dali nga mawala. Ang mga langob sa

asin ug karst nagpabilin lamang sa uga kaayo nga mga palibot. Ang hyperarid nga Atacama Desert sa Chile, ang desyerto nga dapit sa Mount Sedom sa Israel ug Qeshm sa Iran nagrepresentar sa mga pangunang pananglitan. Kadaghanan sa mga konsiderasyon nga gibutang sa unahan alang sa gypsum nga mga langob mahimo usab nga magamit sa asin, bisan pa nga ang mga langub lagmit nga mas gamay, nga ang pinakataas, ang Malham Cave sa Israel, nga gibana-bana nga 10 km ang gitas-on. Ang bato medyo humok, dili makapadayon sa dagkong mga pag-abli nga dili mahugno ug tungod sa uga nga klima kulang sa aktibo nga kanal. Ang mga ibabaw sa asin lagmit nga abrasive, bisan kung mahugno. Ang mga speleothem sa asin sagad anaa apan dali kaayong madaot. Ang pagkahamutang sa mapintas ug kasagaran hilit, gamay nga populasyon nga mga palibot nakatampo sa pagpanalipod niini nga mga langob.

Sa Iran, ang pipila sa mga salt caves sa Qeshm Island, nga usa ka UNESCO Global Geopark, giablihan sa turismo, sama sa mga nahimutang duol sa San Pedro de Atacama, sa Chile, bisan tuod walay adaptation o plano sa pagdumala nga gipatuman sa ulahi. kaso. Ang halapad nga mga langob sa Mount Sedom giablihan alang sa adventure turismo ug nakadani sa gatusan ka mga bisita matag tuig.



Mga kristal sa asin sa usa ka langob, Bukid sa Sedom, Israel. Litrato ni Rainer Straub.



Nagtan-aw sa usa ka lawom nga shaft nga naporma sa halite, Colonel Cave, Mount Sedom, Israel. Litrato ni Rainer Straub.

Mga langob ug karst sa mga bato nga daghag silica

Ang mga bato nga puno sa silica, sama sa sandstone, quartzite, o bisan ang pipila ka mga igneous nga bato sama sa granite, mahimong matunaw. Niini nga mga bato, dili sama sa carbonates, ang solubility nagdugang sa temperatura ug sa ingon ang pagkatunaw lagmit nga gipaboran ubos sa mainit nga tropikal nga mga klima. Tungod sa mas mubu nga rate sa dissolution, kinahanglan nga adunay taas nga magamit nga mga timescales alang sa proseso nga mahitabo. Ang karaan nga mga talanawon nga milambo ubos sa mas lig-on nga tectonic nga mga kondisyon adunay angay nga mga kondisyon alang sa pagpakita sa kini nga matang sa langob. Ang mga dissolutional nga langob sa mga bato nga puno sa silica kaylap sa daghang mga lugar sa South America (kadaghanan sa Brazil ug Venezuela), Africa, Australia ug Asia (India ug Thailand). Sa South America, tungod kay ang mga quartzite tigulang na (Mid-Proterozoic) ug dili makasugakod sa kemikal, kini lagmit nga mahimong taas nga mga tagaytay.



Caverna Aroe Jari, usa ka sandstone nga langob sa Chapada dos Guimarães National Park, Brazil. Litrato ni Csaba Egri.

Pipila ka kilometro ang gitason nga quartzite ug sandstone nga mga langob ang gimapa ug gitun-an, ang kinadak-an nahimutang sa Canaima National Park World Heritage Property sa habagatan-sidlakang Venezuela. Sa Brazil, kini nga mga langob mahitabo sa daghang bukirong dapit sa sidlakang bahin sa nasod, maingon man sa ubos nga mga dapit sa Amazon basin. Kini nga mga langob nagrepresentar sa usa ka bag-ong natad sa pagtuon ug daghang mga lugar ang nagpabilin nga igo nga pagpangita alang sa mga langob. Adunay daghang mga sandstone karst ug mga langob sa Proterozoic sandstones sa amihanang Australia, nga ang labing inila nga anaa sa Purnululu National Park (usa ka World Heritage Property), ang Kimberley sa Western Australia ug Kakadu National Park sa Northern Territory.

Ang mga quartzite ug mga sandstone maoy mga bato nga nagpakita sa nagkadugtong nga mga lugas sa quartz nga adunay o walay siliceous matrix. Ang mga conglomerates nga naglangkob sa mga tipik sa silica-rich nga mga bato nga gisemento sa silica-rich matrix mahimo usab nga mahitabo. Ang kemikal nga pagbag-o sa kini nga mga bato sa sinugdan nagbulag sa mga lugas, usa ka proseso nga nailhan nga arenization. Ingon usa ka sangputanan, ang mga bato sa bato sa kini nga mga langob lagmit nga labi ka mabuak. Sa Ibitipoca State Park sa habagatan-sidlakang Brazil, ang kanunay nga pag-agi sa mga turista sa mas hugot nga mga lugar sa 2.7 km nga gitason sa Bromélias Cave nahibal-an nga permanente nga nagbag-o sa profile sa pipila ka mga agianan. Ang pagkahugno sa atop sa agianan, tungod usab sa mga turista nga wala tuyoa nga nahikap ang dili lig-on nga mga bahin sa langob, nga misangpot sa pagsira niini nga langob sa mga turista. Ang huyang kaayo nga kinaiya sa mga bungbong sa langob daw naghatag ug insentibo sa pagkulit sa mga inskripsiyon sa mga langob. Daghang sandstone nga mga langob nagpakita sa intensive abrasional graffiti.

Ang mga langob sa mga bato nga adunahan sa silica mahimo nga magtago sa lainlaing troglobitic fauna; pananglitan, adunay duha ka langob nga gipahiangay nga mga espisye sa catfish sa Chapada Diamantina National Park sa amihanang-sidlakang Brazil. Kini nga mga langob kadaghanan walay mga talan-awon nga speleothems nga komon sa carbonate nga mga bato. Bisan pa, daghang mga langob sa South America ang kanunay nga nakadawat mga turista, bisan kung wala, sa pagkakaran, ang husto nga gipahiangay sa mass turismo nga adunay artipisyal nga suga ug giplano nga mga ruta. Ang mga plano sa pagdumala sa langob giaprobahan na alang sa pipila ka langob, sama sa Saltire Cave sa Diamantina, sa habagatan-sidlakang

Brazil, ug kini nga mga dokumento lagmit makaila sa huyang nga kinaiyahan sa mga langob ug limitahan ang pagbisita sa mas dako ug mas dali nga mga bahin sa mga langob. Ang quartzite ug sandstone, kay kasagarang mga bato, adunay limitado nga ekonomikanhong bili. Dugang pa, tungod sa dili maayo nga balason nga yuta nga nalangkit niini nga talan-awon ug sa kanunay nga taas nga lokasyon, ang trabaho sa tawo kasagarang gamay. Gilimitahan niini ang pagduaw sa tawo ug lagmit nga mopabor sa pagpreserbar sa langob. Tungod sa mga talan-awon nga talan-awon, ang presensya sa mga busay ug ang kasayon sa pag-apod-apod, daghang mga lugar ang nahimo nga mga yunit sa konserbasyon sa nasyonal, estado ug lokal nga lebel.



Chamber sa usa ka libo nga mga haligi sa Auyan tepui, usa ka quartzite nga langob sa Canaima National Park World Heritage Property, Venezuela. Litrato ni Vittorio Grobu.

Mga langob sa puthaw nga pormasyon

Ang mga kweba sa Iron Formation una nga natala sa speleological nga literatura sa 1960s, apan nahimo nga spotlight sukad sa 2014 tungod sa talagsaon nga pagpalapad sa mga minahan sa puthaw tungod sa pagtaas sa panginahanglan sa tibuok kalibutan. Sa pagkakaran, libolibo ka mga langob ang nailhan diha sa puthaw nga mga porma, ilabina sa Brazil, apan usab sa Australia ug Aprika. Bisan kung gamay ang dimensyon, panagsa ra nga molapas sa 100 m ang gitas-on, nag-host sila usa ka talagsaon nga fauna sa langob nga nagpuyo dili lamang sa kweba mismo kondili usab sa interstitial rock porosity. Gatasan ka bag-ong mga espisye sa troglobitic ang bag-o lang natala.

Ang orihinal, unweathered iron formation rock, nga nailhang Banded Iron Formation naglangkob sa alternatibong mga layer sa silica ug iron. Ang iron kay mas makasugakod sa kemikal kay sa silica, mao nga ang silica una nga ma-leach, nga mosangpot ngadto sa taas nga grado nga iron ore. Ang genesis sa kuweba naglangkit dili lamang sa kemikal nga mga proseso, kondili usa usab ka komplikadong interplay sa geomicrobiological nga mga mekanismo diin ang iron reducing bacteria nag-usab sa dili matunaw nga Fe (III) ngadto sa matunaw nga Fe (II). Tungod kay kini nga mga langob sagad nga adunay kalabotan sa taas nga grado nga mga lawas nga puthaw, nag-atubang sila sa ekonomikanhong presyur gikan sa pagmina tungod kay kasagaran walay mga alternatibo sa lokasyon alang sa pagkuha sa puthaw. Daghang mga lugar sa pagporma sa puthaw nga adunay mga langob ang legal nga gimina sa Brazil, nga nagdala sa daghang bayad sa kalikopan nga may kalabotan sa mga langob, sama sa mga bag-ong nasyonal nga parke, panukiduki sa pondo, mga publikasyon. Apan,

tungod sa limitado nga tibuok kalibutan nga panghitabo sa niini nga matang sa bato, ug sa kamatuoran nga ang kadaghanan sa puthaw nga mga dapit na-incorporate na ngadto sa mga plano sa pagmina, kadaghanan niini nga bayad gipadapat sa mga langob sa ubang mga bato, nga nagbilin sa usa ka imbalance sa conservation units.

Sa Australia, ang usa ka taas nga profile nga pagkaguba sa usa ka arkeolohiko nga lugar nga adunay kalabotan sa usa ka langob nga pormasyon nga puthaw misangpot sa kusog nga mga protesta sa publiko. Ang site sa Juukan Gorge adunay mga materyales gikan sa trabaho sa tawo nga gipetsahan sa 46,000 ka tuig ang milabay, apan hingpit nga naguba sa pagmina. Adunay kusog kaayo nga reaksyon gikan sa mga Tradisyonal nga Tag-iya, ang Puutu Kunti Kurrama ug Pinikura nga mga tawo, ingon man ang mga grupo sa kinaiyahan. Ang misunod nga parliamentary inquiry nagpasiugda sa kakulang sa estado ug federal nga mga balaod sa pagpanalipod sa kabilin. Sa pagkakaran adunay ubang mga dapit sa rehiyon nga ubos sa hulga gikan sa giaprobahan nga mga kalihokan sa pagmina ubos niini nga balaod.



Ang puthaw nga pormasyon nga langob, Southern Espinhaço range, Brazil Litrato ni Luciana Alt ug Vitor Moura.



Usa ka pormasya sa puthaw sulod sa langob nga nagpakita sa canga (iron-rich conglomerate) sa atop ug Banded Iron Formation (BIF) sa mga bungbong. Kabukiran ang Southern Espinhaço sa Brasil. Litrato ni Luciana Alt ug Vitor Moura.

Ang mga kweba nga pormasyon sa puthaw kadaghanan wala’y mga talan-awon nga speleothems ug ang ilang sulud nga sulud, nga naglangkob sa makitid nga mga agianan, wala maghimo kanila nga madanihon nga mga kandidato alang sa turismo. Tungod niana sila sa kadaghanan wala panumbalinga sa mga kalingawan nga langob, bisan pa ang ilang importansya gipasiugda pinaagi sa pagkonsulta sa kalikopan. Pipila lang sa maong mga langob ang kanunay nga gibisitahan ug walay usa nga adunay tukma nga mga plano sa pagdumala ug imprastruktura. Ang uban permanenteng napreserbar sa Brazil, uban sa a

panalipod buffer. Daghan niini nga mga langob, bisan pa, nahimutang sa sulod sa mga lugar sa pagmina, busa ang pagpadayon sa ilang integridad lisud. Tungod kay gamay ra ang nahibal-an bahin sa kini nga mga langob, labi na ang paglihok ug gilay-on sa mga langob nga fauna sulod sa porous nga bato, dili sigurado kung giunsa ang epektibo nga pagpanalipod sa ilang ekosistema.

Non-karstic nga mga langob

Daghang mga langob wala magpakita sa dominasyon sa kemikal nga mga proseso sa ilang genesis, apan sa baylo, naporma sa lain-laing mga geological ahente ug mekanismo. Tungod sa pagkawala (o gamay nga papel) sa mga proseso sa pagtunaw, kini nga mga langob dili kasagaran nga nahisakop sa usa ka klasikal nga karst nga talan-awon. Ang kasagarang mga bahin sa karst, sama sa dolines ug karren, lagmit wala diha. Ang ingon nga mga talan-awon usahay gilakip ubos sa medyo kaduhaduhaan nga kahulugan sa 'pseudokarst'. Bisan pa niana, kini nga mga dili-karstic nga mga langob mahimong adunay talagsaon nga siyentipikanhon ug aesthetic nga mga bili.

Ang ubang mga langob mahimong maporma nga dungan sa bato diin sila gisal-ot. Ingon niana ang kaso sa lava tubes, diin ang lava nga nag-agos paubos pagkahuman sa pagbuto adunay mga limitasyon sa gawas sa pagkontak sa atmospera o sa silong, nga una nga nagpalig-on, samtang ang sulod nga bahin nagpabilin nga natunaw. Kung mahurot na ang suplay sa lava, usa ka taas nga tubo nga nagsunod sa bakilid magpabilin. Kini nga mga langob kasagaran sa mga aktibo nga bulkan nga mga lugar sa tibuuk kalibutan ug daghan ang gipahiangay sa turismo. Sa Lanzarote, Canary Islands, Spain, ang Jameos de Água maoy usa sa maong lava tube nga giablihan sa dinaghang turismo. Ang mga tubo sa lava adunay intrinsic nga geological ug biolohikal nga kantidad, ug bisan kung daghang mga kweba ang bata pa sa geologically (kasagaran adunay labing taas nga edad nga pipila ka gatasan ka libo ka tuig) sila gi-kolonya ug nagpakita sa usa ka adunahan nga gipahiangay sa mga langob nga fauna. Adunay mga lava caves sa onse ka UNESCO Global Geoparks ug upat ka UNESCO World Heritage Properties: Galapagos, Ecuador; Rapa Nui, Chile; ang Jeju Volcanic Island, South Korea; ug Hawaii Volcanoes National Park, USA.



Pagpatong sa lava sa Kazumura Cave, Hawaii, USA. Kining komplikado nga langob nga adunay daghang entrada nahimutang sa kilid sa Kilauea volcano, ug sa pagkakaroon mao ang pinakataas (65.5km) ug pinakalawom (1100m) nga lava tube sa kalibutan. Litrato ni Philippe Crochet.

Ang mga langob mahimo usab nga mahitabo sa tufa, nga usahay gitawag nga travertine - bisan kung kana nga termino labing maayo nga gitagana alang sa mga deposito gikan sa init nga tubig. Ang tufa ug travertine parehong mga bato nga naporma pinaagi sa pag-ulan sa calcium carbonate, kasagaran sa o diha-diha dayon sa ubos gikan sa mga tubod. Sa kasagaran sa mga langub sa lava, ang mga langob sa tufa nag-una nga naporma dungan sa pagdeposito sa bato. Kadaghanan pipila lang ka metros ang gitason ug gilapdon, bisan pa ang uban mas taas. Sa Europe, adunay labing menos pito ka turista nga langob sa tufa, ang pinakataas mao ang Olga's Cave sa Honau, Germany (170 m).

Ang mga langob nga giablihan kasagaran pinaagi sa tectonism, nga nagrepresentar sa gipadako nga mga lutahan, mahitabo sa daghang mga dapit sa tibuok kalibutan. Kini nga mga langob usahay gitawag nga crevice o fissure cave. Mas komon kini sa mas bugnaw nga mga klima ug tectonically active nga mga lugar diin ang pagkabungkag usa ka gamay nga proseso, sama sa Tibetan Plateau ug sa Greenland. Kining gagmay nga mga langob mahimo nga adunay dako nga biolohikal nga interes ug adunay mga karaang speleothems. Ang kinahiladman nga quartzite nga langob sa kalibutan, ang Centenário Cave sa habagatan-sidlakang Brazil, naglangkob sa lawom nga mga lutahan nga giablihan sa ibabaw sa ibabaw sa usa ka patag, nga hiktin ngadto sa dili maagian nga mga dimensyon sa giladmon nga 484 m.

Ang mga langob nga gihimo sa mga proseso sa erosional abunda bisan asa sa kalibutan ug mahimong mahitabo sa pipila ka matang sa mga bato. Daghang dagat o littoral nga mga langob ang namugna sa erosional nga aksyon sa mga balud. Ang maayo kaayong mga pananglitan mahitabo sa baybayon sa California, USA, ug sa kasadpang baybayon sa Waitakere Ranges, New Zealand. Usa ka ilado nga dapit mao ang Fingal's Cave, sa baybayon sa Scotland, nga gibisitahan sa mga turista sulod sa daghang siglo ug nakadasig sa usa sa mga symphony ni Mendelssohn. Ang hangin makamugna og mga langob, ilabina sa 'humok' nga mga bato sama sa sandstone sa desyerto nga palibot. Ang mga lingin nga mabaw nga mga lungag nga lainlain ang gidak-on nga nailhan nga tafoni sagad makita sa mga granite, sandstone ug sa pipila ka metamorphic nga mga bato. Mopatim-aw nga kini namugna pinaagi sa kombinasyon sa mekanikal, tectonic ug kemikal nga mga proseso. Ang lihok sa paglubong sa mga mananap, lakip na ang napuo nga mga armadillos, nakamugna ug mga langob nga kapin sa 1 km ang gitason, sumala sa naobserbahan sa Brazilian Amazon basin. Ang pagbanlas sa mga outcrop pinaagi sa naglikoliko nga mga suba mahimong moresulta sa mga langob, ingon usab ang pag-agos sa tubig sa sulod sa dili managsama nga mga bato o yuta, nga makamugna og mubo nga kinabuhi ug kasagaran gagmay nga mga langob. Nailhan sila nga mga tubo ug lagmit nga kasagaran nga mga bahin, labi na sa mga arid zone. Ang maayong mga pananglitan gilangkit sa topograpiya sa 'Badlands' sa Kasadpang Amerikano.



Mga langob sa dagat sa Gennargentu National Park sa sidlakang baybayon sa Sardinia, Italy. Litrato ni Csaba Egri.

Ang usa ka partikular nga grupo sa mga langob naporma sa yelo. Kini nga mga glacier nga mga langob kasagaran naporma pinaagi sa pagtunaw ug mahimong bug-os nga masakop sa yelo o mahimutang sa kontak sa basement. Mas paspas ang pagkatunaw sa panahon sa ting-init, kung kini nga mga langob lagmit nga makasinati og mas taas nga rate sa pag-uswag. Ang kainit nga gikinahanglan sa pagtunaw sa yelo mahimong gikan sa friction tali sa tubig ug sa yelo o tungod sa gawas nga mga tinubdan sama sa tubig nga gipainit sa mga proseso sa bulkan. Ang mga kweba sa yelo mahimong dali nga molambo, labi na sa ilawom sa kusog nga pagbag-o sa klima, nga nahitabo tungod sa mga epekto sa anthropogenic. Daghang mga langob sa glacier, uban sa mga glacier diin sila nahimutang, nag-atubang sa usa ka dili sigurado nga umaabot. Ang mga langob sa glacier nahimong sentro sa turismo sa adventure sa Iceland.

Ang gubot nga pagkahan-ay sa nahulog nga mga bloke nga panguna nga nakit-an sa tiilan sa mga bukid (o kauban sa mga glacier) mahimong adunay mga talus nga langob. Kini ang laing pananglitan sa gigikanan sa langob nga dungan sa deposito diin kini nahimutang. Daghang mga matang sa bato ang makamugna og talus cave, apan kini makita nga mas komon sa igneous nga mga bato nga gipailalom sa exfoliation. Ang Talus caves sa New Hampshire, USA, kay sikat nga mga atraksyon sa turista. Sa Australia, ang talus nga mga langob sa Black Mountain, duol sa Cooktown sa amihanang Queensland, kay daghan ug nag-host sa mahinungdanong populasyon sa kabog. Kung diin nahitabo ang lawom nga panahon, mahimong maporma ang dagkong mga langob. Kini lahi sa talus caves sa diwa nga kini namugna pinaagi sa subsurface weathering, nga adunay mga corestones o mga bato nga gilibutan sa grus o weathering residue. Ang pagtangtang sa ulahi sa nahabilin nga panahon (regolith) tali sa mga dagkong bato pinaagi sa pagkalunod sa mga sapa mahimo'g makapatunghag daghang mga langob.

nga adunay amorphous silica speleothems ug makapaikag nga biota. Sa Australia, adunay mga dokumentado nga granite boulder nga mga langob sa Labertouche, Victoria, ug Wyberba, Queensland. Ang rehiyon sa Galicia sa amihanang Espanya nagpakita ug talagsaong mga bato nga langob nga kapin sa 1 km ang gitas-on.

Sa kinatibuk-an, ang mga langob sa mga bato gawas sa carbonates lagmit nga dili kaayo maayo nga gitun-an, bisan kung kini parehas nga hinungdanon sa geological ug biolohikal nga termino. Tungod kay sila kasagaran nahimutang sa hilit nga mga dapit, kasagaran mas gamay ug kulang sa detalyado nga aesthetic nga bili nga gihatag sa dagkong mga lawak, ilalom sa yuta nga mga suba ug ilabi na sa mga speleothems, sila dili kaayo maduaw ug dili kaayo maladlad sa bandalismo. Ang mga tubo sa lava usa ka eksepsiyon niini tungod kay kini maayo nga dokumentado sa tibuok kalibutan, importante sa rehiyon alang sa turismo ug adunay usa ka halapad nga siyentipikong literatura nga gipahinungod niini.

Bibliograpiya

- Auler, A.S., Parker, C.W., Barton, H.A., and Soares, G.A. (2019). Iron Formation caves: Genesis and ecology. In *Encyclopedia of Caves* (eds. W. B. White, D. C. Culver, D. C., and T. Pipan). Academic Press: 559–566.
- Frumkin, A. (1994). Morphology and development of salt caves. *National Speleological Society Bulletin* 56: 82–95.
- Kempe, S. (2019). Volcanic rock caves. In *Encyclopedia of Caves* (eds. W. B. White, D. C. Culver, D. C., and T. Pipan). Academic Press: 1118–1127.
- Klimchouk, A. (2019). Gypsum caves. In *Encyclopedia of Caves* (eds. W. B. White, D. C. Culver, D. C., and T. Pipan). Academic Press: 485–495.
- Palmer, A.N. (2007). *Cave Geology*. Dayton, Ohio: Cave Books. Persoio, A. and Lauritzen, S.E. (2018). *Ice Caves*. Amsterdam: Elsevier.
- Wray, R.A.L., and Sauro, F. (2017). An updated global review of solutional weathering processes and forms in quartz sandstone and quartzites. *Earth Science Reviews* 171: 520–557.

Apendise 2: Kompleto nga mga Giya

Pipila ka mga bili sa karst ug mga langob

- (1) *Ang epektibong pagplano alang sa mga rehiyon sa karst nanginahanglan ug bug-os nga pagdayeg sa tanan nilang ekonomikanhon, siyentipiko ug tawhanong mga mithi, sulod sa lokal nga kultural ug politikanhong konteksto.*
- (2) *Kinahanglang ilhon sa mga manedyer nga sa mga karst catchment, ang mga aksyon sa ibabaw moresulta sa direkta o dili direkta nga mga epekto sa ilawom sa yuta o sa unahan sa suba.*
- (3) *Ang maayong pagsabot sa mga kinaiya sa langob ug ang ilang talagsaon nga mga bili hinungdanon sa pagpauswag sa pagdumala sa bisan unsang karst nga lugar.*

Ang espesyal nga kinaiya sa mga karst nga palibot ug mga sistema sa langob

- (4) *Ang pag-amping sa natural nga mga proseso, labi na ang hydrological system, hinungdanon sa pagpanalipod ug pagdumala sa mga karst landscapes.*
- (5) *Ang nag-una taliwala sa mga proseso sa karst mao ang kaskad sa carbon dioxide (CO₂) gikan sa ubos nga konsentrasyon sa gawas nga atmospera pinaagi sa hilabihan nga pagpauswag sa mga konsentrasyon sa atmospera sa yuta ngadto sa pagkunhod sa konsentrasyon sa mga agianan sa langob. Ang taas nga konsentrasyon sa carbon dioxide sa yuta resulta sa pagginhawa sa gamot sa tanom, kalihokan sa mikrobyo ug himsog nga invertebrate nga mananap sa yuta. Kini nga kaskad kinahanglan nga mamentinar alang sa epektibo nga operasyon sa mga proseso sa solusyon sa karst.*
- (6) *Ang panginahanglan alang sa kinatibuk-ang pagdumala sa catchment mas importante alang sa mga karst landscape kay sa uban pang mga lithologies.*
- (7) *Adunay karon medyo gamay nga limpyo nga mga karst nga talan-awon ug ang mga nahabilin kinahanglan nga mapreserbar ug mapadayon ingon usa ka taas nga prayoridad. Sa bisan diin, ang pagtutok kinahanglan sa pagtul-id sa bisan unsang negatibo nga epekto gikan sa nangagi ug karon nga mga gawi sa pagdumala.*

Mga timbangan sa pagdumala sa mga lugar nga karst

(8) *Ang usa ka reseta sa pagdumala nga gipadapat sa usa ka komplikadong karst hydrological system (o complex integrated cave system) lagmit dili igo nga makapanalipod sa nagpadayon nga geomorphological ug ecological nga proseso sa lain-laing bahin sa sistema. Busa, ang pagplano sa pagdumala kinahanglan nga tagdon ang mga hinungdan sa gidak-on sa sistema sa karst.*

(9) *Ang biology sa kadaghanan sa mga langob nagdepende sa mga tinubdan sa pagkaon nga gidala gikan sa ibabaw nga palibot. Ang pag-abut sa pagkaon ug enerhiya gikan sa gawas nga mga tinubdan hinungdanon sa pagpadayon sa mabuhi nga mga populasyon sa mga organismo, ug ang kasubsob ug kadako sa mga input sa enerhiya sa ekosistema sa langob hinungdanon sa pagpadayon sa mga populasyon sa organismo.*

(10) *Ang usa ka indibidwal nga karst hydrological system (o cave system) mahimong adunay daghang mga sangkap o tipo sa agianan, gikan sa aktibo nga mga agianan sa sapa hangtod sa dili aktibo, mas taas nga lebel, ingon man ang dili maayo nga konektado nga mga agianan sa relict. Ang matag usa magkinahanglan ug lahi nga reseta sa pagdumala.*

(11) *Sulod sa usa ka karst nga lugar, ang ubang mga seksyon mahimong sensitibo kaayo sa mga kontaminado sa tubig sa yuta, samtang ang ubang mga lugar mahimong dili kaayo sensitibo. Busa gikinahanglan ang komprehensibo nga pagplano sa paggamit sa yuta aron mapanalipdan ang mga kahinguhaan sa tubig sa yuta sa karst.*

Recreational ug adventure caving

(12) *Ang usa ka imbentaryo sa mga langob tilinguhaon isip basehan sa pagdumala. Ang mga bahin sa partikular nga interes sa matag langob kinahanglan nga mailhan sa usa ka mapa.*

(13) *Ang usa ka pagtasa sa risgo kay maayo ug kinahanglan nga maglakip sa mga grupo sa mga langob, indibidwal nga mga langob, o mga seksyon sulod sa usa ka langob nga angay sa dapit. Ang assessment kinahanglang maglakip sa risgo sa mga tawo nga eksplorador ug sa risgo sa mga tawo nga eksplorador ngadto sa langob. Ang kahuyang sa matag matang sa feature kinahanglang tukion aron mapadali ang pag-ila sa mga langob, o mga sona sulod sa mga langob nga haom sa partikular nga gamit.*

(14) *Ang pagdumala sa mga epekto sa caving labing maayo nga maduol pinaagi sa estratehikong proseso sa pagplano uban ang pag-apil sa stakeholder. Ang usa ka angay nga pamaagi lagmit nanginahanglan usa ka kombinasyon sa mga inisyatibo, diin ang palisiya sa pag-access kanunay adunay hinungdanon nga papel.*

(15) *Bisan kinsang magtutudlo nga nagtanyag ug adventure caving kinahanglang makahatag ug ebidensiya nga nakadawat sila ug igong pagbansay sa mga aspeto sa kaluwasan ug sa konserbasyon sa langob.*

(16) *Ang tanan nga mga langob kinahanglan nga gilauman nga pamilyar, ug mosunod, sa usa ka minimum nga epekto sa caving code (MICC). Kung walay nasyonal o rehiyonal nga MICC nga magamit sa usa ka protektadong lugar, usa ka espesipikong kodigo kinahanglan nga himuon base sa gipatik nga mga kodigo.*

(17) *Ang pagkalot, orihinal nga eksplorasyon ug pagpanukiduki sa mga langob sulod sa protektadong mga lugar kinahanglang kontrolahon pinaagi sa mga espesipikong kasabotan o pinaagi sa pagpangayo ug mga permiso.*

(18) *Ang mga tagdumala sa giprotektahan nga lugar girekomendar nga maghimo ug plano nga mahimong ipatuman kung adunay mahitabo nga aksidente sa langob sa lugar. Ang plano kinahanglang himoon uban ang pag-apil gikan sa rehiyonal o nasyonal nga caving body ug sa estado nga mga lawas nga responsable sa aksidente ug emerhensya nga mga sitwasyon, ug kinahanglan nga maglakip sa mga giya aron mamenosan ang epekto sa pagluwas sa langob ug sa ibabaw.*

(19) *Kini mao ang hingpit nga dili angay sa pagtugot sa bisan unsa nga matang sa de-motor nga transportasyon ngadto sa ihalas nga mga langob ug ihalas nga mga langob kinahanglan nga dili gayud gamiton alang sa running event o alang sa ubang mga matang sa sporting event.*

Ipakita ang mga langob

(20) *Ang mga naglungtad nga show caves kinahanglan nga madumala sa labing taas nga posible nga mga sumbanaan ug kinahanglan molihok padulong sa pagsunod sa Girekomenda nga Mga Giya sa ISCA, ingon man ang mga panudlo nga gihatag dinhi.*

(21) *Ang usa ka bug-os nga pagtuon kinahanglan nga himuon aron mahibal-an ang pagpadayon sa kalikopan ug ekonomikanhon sa dili pa maghimo usa ka langob nga usa ka pasundayag nga langob.*

(22) *Ang kaluwasan kinahanglang maoy numero unong prayoridad sa matag pasundayag nga langob.*

(23) *Ang pagtino sa kapasidad sa pagdala sa bisita sa usa ka piho nga pasundayag nga langob mao ang balanse tali sa paghatag og luwas, informative ug makalingaw nga kasinatian sa paglibot sa langob alang sa mga bisita ug pagpamenos sa epekto sa palibot sa langob, samtang nakakab-ot sa mga tumong sa ekonomiya. Ang tanan nga tulo - kasinatian sa bisita, epekto sa kinaiyahan ug mga katuyoan sa ekonomiya - kini nga mga hinungdan kinahanglan nga tagdon.*

(24) *Kinahanglan nga adunay plano sa lugar nga naghulagway sa detalye sa ibabaw ug sa detalye sa ilawom sa yuta sa usa ka langob aron maanalisa ang posibleng epekto sa mga buhat sa ibabaw sa usa ka langob.*

(25) *Ang angay nga imprastruktura sa entrada sa usa ka pasundayag nga langob kinahanglanon alang sa pagmintinar sa natural nga langob nga palibot.*

(26) *Sa tanan nga bag-ong kalamboan, bisan sa kasamtangan nga show caves o sa bag-ong mga site, ang mga panginahanglan sa imprastruktura kinahanglan nga mabinantayon nga susihon, gidisenyo ug i-install, nga gikonsiderar ang labing maayo nga mga gawi karon.*

(27) *Ang network sa mga suga sa kuryente sa usa ka langob kinahanglan nga labing maayo nga bahinon sa mga sona, sa ingon makahimo lamang sa mga bahin sa kweba nga karon giokupar sa mga bisita nga epektibo nga mapasiga. Ang paggamit sa kahayag kinahanglan nga maminusan aron madan-agan lamang ang pipila ka mga bahin ug maghimo usa ka atmospera nga makapauswag sa kasinatian sa bisita.*

(28) *Ang epektibo nga pagdumala sa pasundayag sa langob gipaluyohan sa pagmonitor aron tugotan ang mapahiangay nga pagdumala sa site. Sa labing gamay, ang bata kang pagmonitor sa mga langob, fauna, klima ug konsentrasyon sa carbon dioxide kinahanglan nga himuon sumala sa iskedyul sa pagmonitor.*

(29) *Ang mga tagdumala sa show cave kinahanglan nga may katakus sa pagdumala sa negosyo sa show cave ug sa pagpanalipod sa kinaiyahan niini.*

(30) *Ang mga giya sa bisan unsang pasundayag nga langob adunay importante kaayo nga papel isip sumpay tali sa langob ug sa bisita. Importante nga ang mga giya husto nga nabansay sa mga mithi sa partikular nga langob ug sa ilang interpretasyon alang sa mga bisita.*

(31) *Ang tanan nga show caves kinahanglan nga maghimo ug taas nga kalidad nga interpretive nga impormasyon aron matabangan ang publiko nga mas masabtan ug mapasalamatan ang palibot sa langob.*

Mga kalihokan sa adventure ug turismo sa surface karst

(32) *Ang bastos ug hilit nga mga puy-anan sa karst sa ibabaw mahimong adunay wala mailhi nga biodiversity ug geodiversity nga mga kantidad nga kinahanglan nga usisahon ug susihon ingon bahin sa proseso sa paghimog desisyon kung tugutan ba ang mga kalihokan sa adventure ug turismo sa kanila, sa ilawom sa unsang mga kondisyon ug asa.*

(33) Ang imprastruktura nga gikinahanglan sa pagsuporta sa mga kalihokan sa ibabaw nga karst kinahanglan nga gidisenyo ug gibutang sa ingon nga kini adunay gamay nga epekto sa karst, sa pagtan-aw ug sa mga termino sa integridad niini ug, kon gikinahanglan, mahimong daling makuha sa umaabot, ibalik ang karst halos sa natural nga kahintang niini.

Siyentipikanghong panukiduki

(34) Ang tanan nga gipanalipdan nga mga lugar nga adunay mga langob ug karst kinahanglan nga maghimo mga palisiya alang sa pagdumala sa panukiduki, nga kinahanglan tugutan lamang pagkahuman sa pagkadawat ug pag-apruba sa usa ka aplikasyon.

(35) Kadtong gusto nga mohimo ug panukiduki sa mga langob kinahanglan nga makapakita nga pamilyar sila sa mga palibot sa langob ug sa lokal nga *Minimal Impact Caving Code*, o nga sila nagtrabaho kauban ang mga eksperyensiyado nga mga siyentipiko sa langob nga magsiguro sa pagsunod sa code.

(36) Alang sa mga langob nga adunay plano sa pagdumala, kinahanglan adunay usa ka seksyon sa mga kalihokan sa panukiduki.

(37) Ang tanan nga mga tigdukiduki nga nagtrabaho sa mga langob o sa karst bisan sa sulod o sa gawas sa mga protektadong lugar girekomenda nga susihon pag-ayo ang ilang mga sugyot, lakip ang pagtandi sa mga potensyal nga benepisyo nga adunay peligro nga makadaot sa kalikopan o mga kantidad sa kultura.

(38) Kinahanglan adunay paghatag gibug-aton sa gamay nga pamaagi sa sampling alang sa fauna, speleothems ug sediments, ug ang mga tigdukiduki kinahanglan nga mopasalig sa pagmantala sa mga resulta sa porma nga dali masabtan sa publiko ingon man sa akademikong media. Ang mga tigdukiduki kinahanglan nga mopasalig sa pagtangtang sa kagamitan ug rehabilitasyon sa lugar (kon gikinahanglan) sa pagkompleto sa proyekto.

Agrikultura ug kalasangan

(39) Ang kalihokang pang-agrikultura adunay potensyal nga makapahinabog dagkong dili maayong epekto sa mga karst geoecosystem. Ang mga tagdumala sa protektadong lugar kinahanglang (a) maghatag ug partikular nga pagtagad sa bisan unsang gisugyot nga kausaban sa paggamit sa yuta ug (b) maghatag ug giya nga angay sa matang sa pagpanguma ug sa partikular nga mga kondisyon sa yuta aron mamenosan ang mga epekto sa gidaghanon ug kalidad sa tubig.

(40) Mahitungod sa paggamit sa yuta, ang yuta nga arable nagkinahanglan og maampingong pagdumala sa yuta aron mamenosan ang pagkawala sa erosive ug pag-usab sa mga kabtangan sa yuta sama sa aeration, aggregate stability ug organic matter content, ug aron mamentinar ang himsog nga biota sa yuta. Ang sibsibanan nga yuta kinahanglan nga madumala aron mapadayon ang tabon sa mga tanum, nga maghatag partikular nga atensyon sa lebel sa stocking. Ingon nga ang mga dolines naghatag ug punto nga pag-recharge, kini kinahanglan nga ibilin sa ilang natural nga kahintang ug dili kinahanglan nga pun-on o gamiton alang sa paglabay sa basura.

(41) Kung mahimo, ang mga buffer zone kinahanglan nga matukod sa palibot sa mga lugar nga adunay konsentrasyon nga recharge, sama sa pagkalunod sa mga sapa, doline o uban pang natural nga mga pag-abli, tungod kay kini mga agianan sa paglihok sa mga kontaminant ug mga hugaw ngadto sa ilawom sa yuta nga karst nga palibot. Sa yutang pang-agrikultura, kinahanglan nga walay pagdaro sa mga buffer zone ug ang kompletong tabon sa mga tanom kinahanglang mamentinar aron masala ang bisan unsang linugdang sa tubig gikan sa nadaro nga yuta. Sa kalasangan, ang pagpreserba ug potensyal nga pagpauswag sa lumad nga mga tanum sa mga buffer zone hinungdanon

(42) Mahitungod sa gidaghanon sa tubig, ang mga kontrol kinahanglang ibutang sa gidaghanon sa tubig sa yuta nga makuha para sa irigasyon. Ang pag-ani sa tubig sa ulan kinahanglan nga gamiton kutob sa mahimo.

(43) Mahitungod sa kalidad sa tubig, ang paggamit sa pestisidyo ug herbicide kinahanglan nga dili kadasig gawas kung gikinahanglan kaayo aron makontrol ang mga peste ug mga sagbot. Ang paggamit sa abono kinahanglan nga pakunhuran ug, kung mahimo, kinahanglan nga gamiton ang natural nga mga abono. Ang mga buffer zone sa palibot sa mga lugar nga adunay concentrated recharge kinahanglan nga respetuhon ug ang paggamit sa kemikal kinahanglan dili mahitabo sa mga panahon nga ang mga yuta anaa sa o duol sa saturation ug adunay risgo sa pag-agos sa yuta nga naghugas sa mga kemikal ngadto sa karst.

(44) Sa wala pa ang bisan unsa nga logging o forestry nga mga kalihokan sa karst nga mga lugar, gikinahanglan ang usa ka pamaagi sa pag-imbentaryo ug pagmapa sa lugar, pag-assess niini alang sa pagkasensitibo ug/o pagkahuyang, ug paghimo og angay nga mga reseta sa pagdumala. Kinahanglang hatagan ug konsiderasyon ang usa ka una nga pagtuki sa tipo ug kadako sa kalihokan sa kalasangan sulod sa usa ka piho nga karst catchment, apil ang pag-follow up nga pagmonitor aron masiguro kung giunsa ang pag-implementar sa mga reseta ug kung unsa ka maayo ang pagprotekta sa sensitibo nga mga lugar sa karst.

(45) Ang mga natural nga kalasangan nga naugmad sa mga karst terrains, lakip ang mga hingkod nga kahoy ug naglabaw nga kakahoyan, kinahanglan nga dili tin-aw nga giputol, gi-log, o gipailalom sa bisan unsang epekto sa tawo. Hinuon, kini nga mga kalasangan kinahanglan nga higpit nga panalipdan pinaagi sa igong pagdumala sa konserbasyon, aron ang mga palibot ug ilawom sa yuta nga karst magpadayon nga makatagamtam sa mga benepisyo sa ilang mga serbisyo sa ekosistema.

(46) Sa mga dapit diin ang lumad nga kalasangan gihawanan ug gipulihan sa ubang mga espisye, ang mga manedyer kinahanglang magplano sa pag-ilis sa dili lumad nga mga espisye pinaagi sa matang sa kalasangan nga labing maayo nga mohaum sa ekolohikal nga kahimtang sa dapit.

Mga industriya nga ekstraktibo

(47) Kinahanglan adunay usa ka presumption batok sa mga bag-ong minahan o quarry sa mga lugar nga giprotektahan sa karst gawas kung kini mapakita nga wala'y alternatibo nga gigikanan sa usa ka mineral nga kulang sa suplay ug adunay taas nga ekonomikanhon o estratehikong kantidad.

(48) Ang bisan unsang sugyot alang sa bag-ong minahan o quarry sa karst kinahanglan ipailalom sa usa ka detalyado nga pagsusi sa kinaiyahan nga nagkonsiderar sa duha ka bahin sa ug sa utlanan sa lugar, ingon man ang potensyal alang sa layo nga mga epekto pinaagi sa tubig sa ibabaw ug tubig sa yuta sa karst.

(49) Ang pagtasa sa kinaiyahan kinahanglang maghulagway ug magsusi sa bili sa mga langob ug karst nga mga porma sa yuta ug ekosistema. Kinahanglan nga susihon niini kung adunay mga alternatibong mga lugar alang sa pagkuha diin adunay dili kaayo hinungdanon nga mga epekto. Kung wala'y alternatibo nga mga lugar, kinahanglan adunay usa ka mabinantayon nga gidisenyo nga buffer protection zone, kung mahimo, palibot sa hinungdanon nga mga langob ug mga bahin sa karst aron mapanalipdan ang integridad sa ekosistema sa langob, ingon man ang pagpadayon sa mga proseso sa hydrological.

(50) Diin walay alternatibo sa kalaglagan, ang mga bahin kinahanglan nga irekord ug, kon may kalabutan, tangtangan alang sa siyentipikong pagtuon - i.e., irekord ug tangtangan ang speleothem ug linugdang alang sa palaeo-environmental nga pagtuon.

(51) Kung gitugutan ang pag-uswag, kinahanglan adunay usa ka maayong pagkadisenyo nga sistema sa pagpanalipod sa kinaiyahan, ingon man usa ka protocol sa pag-monitor aron marekord ang mga kahimtang sa panahon sa operasyon ug ang pagkaepektibo sa sistema sa pagpanalipod aron mahimo ang mga pagbag-o kung kinahanglan. Kinahanglan usab nga adunay usa ka detalyado nga plano sa pagsira nga naglakip sa angay nga pagpahiuli ug dugay nga pag-monitor, lakip ang usa ka bugkos nga gibayran nga daan aron masiguro nga ang pondo alang sa pagsira magamit.

Pag-uswag ug imprastruktura

(52) Ang tanan nga feasibility studies para sa construction projects sa karst areas kinahanglan nga maglakip sa

mainampingong pagsusi sa giplano nga lokasyon, usa ka detalyado nga environmental assessment ug ang gidak-on sa protective buffer zone. Diin posible nga ibalhin ang usa ka proyekto o kalamboan sa kasyudaran gikan sa usa ka karst nga lugar mahimo kini nga usa ka ekonomikanhon ug positibo nga desisyon sa kalikopan.

(53) Ang mga protocol kinahanglan nga pauswagon ug magamit sa pag-atubang sa paglabay sa atmospera, likido ug solidong mga basura nga namugna sa panahon ug pagkahuman sa pagtukod. Kinahanglang moabot kini sa tibuok karst critical zone, nga naglakip sa atmospera, yuta, epikarst ug ibabaw nga sona sa karst aquifers.

(54) Ang mga kodigo sa pagtukod alang sa karst kinahanglang ipatuman sa samang paagi sama sa mga dapit nga daling mahitabo sa linog o baha. Ang pag-zoning sa kasyudaran sa mga rehiyon sa karst kinahanglan nga tagdon ang mga espesipiko ug kahuyang nga kinaiyanhon sa karst nga palibot.

(55) Kinahanglang ipatuman ang lig-on nga gambalay sa pagplano sa lehislatibo nga nakabase sa syensya sa lokal, rehiyonal ug nasyonal nga lebel.

(56) Ang mga inisyatibo sa edukasyon kinahanglan nga ibutang sa praktis, ilabi na sa dili kaayo ugmad nga mga nasud, aron sa pagpahibalo sa mga tag-iya sa yuta o mga lumulupyo sa siyudad sa mahuyang nga kinaiya sa mga karst terrains.

(57) Sa mga protektadong lugar, ang imprastruktura kinahanglan nga huptan sa labing gamay ug, kung mahimo, mahimutang layo sa mga langob ug mga bahin sa karst.

(58) Ang usa ka tukma nga giprotektahan nga plano sa pagdumala sa lugar kinahanglan nga mainampingon nga magtimbang sa mga kaayohan ug kadaut sa mga istruktura sa pagtukod sa sulod sa lugar, nag-atiman sa kalikupan ug proteksyon sa bisita imbis nga maghatag dili kinahanglan nga kahupayan. Ang mga dagkong proyekto sa imprastruktura sa mga langob, gawas kung gikinahanglan, kinahanglan nga mawad-an sa kadasig.

(59) Ang mga delikado nga materyales kinahanglan nga dumalahon nga adunay maayo nga pag-amping ug husto nga pag-regulate aron maminusan ang mga pagpagawas. Ang mga unang responder sa insidente sa HazMat kinahanglang mabansay sa partikular nga mga pamaagi sa pagtubag alang sa karst.

(60) Ang mga delikado nga materyales, ma-gasoline man o uban pang sugnod, solvent, hugaw o uban pang delikado nga mga basura kinahanglan dili gayud i-flush sa ilawom sa yuta. Ang imbestigasyon ug remediation sa tubig sa yuta hilabihan ka lisud ug mahal. Sa labing kadaghan nga mahimo, ang mga peligro nga mga materyales kinahanglan nga ibutang ug tangtangon sa ibabaw. Ang mas detalyado nga imbestigasyon sa posibleng epekto sa kinaiyahan kinahanglang himoon sa eksperyensiyadong mga propesyonal sa karst.

Suplay sa tubig

(61) Ipasabot ang mga buffer sa pagpanalipod alang sa mga tinubdan sa tubig sa karst, sama sa mga tubod, atabay ug mga langob. Niining mga protektadong lugar, ang mga protocol kinahanglan nga maestablisar sa mga pamaagi sa agrikultura, nga adunay husto nga paggamit sa mga abono ug kontrolado nga pagbomba sa tubig. Daghang mga laraw alang sa pagpatuman sa mga zone sa pagpanalipod sa mga tubod ang gisugyot, apan kaylap nga gigamit sa Europe ug USA.

(62) Ang mga inisyatibo sa edukasyon kinahanglan nga magpasiugda sa kahibalo sa mga tag-iya sa yuta ug ordinaryong mga lungsuranon kalabot sa mga espisipiko sa mga karst nga palibot aron malikayan ang dili husto nga paglabay sa solid, sanitary ug peligro nga basura.

(63) Ang usa ka lig-on nga sistema sa pagmonitor kinahanglan nga matukod sa mga mayor nga tubod ug pinili nga mga atabay sa daling madutlan ug gigamit kaayo nga mga sistema sa tubig sa yuta sa karst. Ang taas nga termino, taas nga resolusyon nga remote monitoring usa na ka posibilidad sa daghang mga tubod ug kinahanglang ipatuman sa mas kaylap nga paagi.

(64) Kinahanglang tagdon sa mga nasud ang tubig sa karst isip mahuyang ug may kinutuban nga kapanguhaan, magpatuman sa mga balaod aron makontrol ug madisiplina ang pagkuha sa tubig, ingon man tugotan ang tukma nga pondo alang sa dali nga reaksyon kung adunay kontaminasyon. Sa partikular, ang mga rekomendasyon bahin sa husto nga disenyo ug pagpatuman sa mga septic tank ug ang lokasyon sa mga landfill kinahanglan nga ipatuman.

(65) Tungod kay gamay ra ang nahibal-an bahin sa pamatasan sa daghang mga kontaminado sa mga karst nga palibot, kinahanglan nga magamit ang husto nga pondo aron mapauswag ang pagsabot sa siyensya sa kini nga hilisgutan.

Pagpalambo og epektibo nga pagmonitor ug pagpaminus

(66) Ang pagmonitor maoy usa ka mahinungdanong himan sa pagdumala ug pagpanalipod sa mga langob ug mga kahinguhaan sa karst, ilabina sa mga protektadong lugar. Ang mga resulta gikan sa padayon nga pagmonitor mahimong magamit sa pagpahibalo sa pagdumala ug sa pagpagaan sa mga epekto.

(67) Ang mga paningkamot sa pagmonitor kinahanglang ipunting pinaagi sa pag-una sa natural nga kahinguhaan base sa ilang bili o kamahinungdanon, ang ilang pagkahuyang o pagkahuyang ug ang kagrabe sa aktuwal o gipaabot nga mga hulga o mga epekto.

(68) Ang polusyon sa tubig sa yuta naghatag ug espesyal nga mga problema sa karst ug kinahanglan kanunay nga maminusan ug bantayan. Kini nga pagmonitor kinahanglan nga base sa panghitabo imbes sa regular nga mga agwat lamang, tungod kay ang mga konsentrasyon sa mga solute ug kemikal nga mga pollutant kasagaran labing taas sa panahon sa ubos nga pag-agos, bisan pa, kini sa panahon sa pag-ulan ug pagbaha nga ang pinakadako nga karga sa mga hugaw madala pinaagi sa karst system.

(69) Likayi ang taas nga frequency nga pagmonitor sa mga lugar nga huyang, gawas kung gikinahanglan kaayo, tungod kay kini makamugna og mga epekto sa iyang kaugalingon. Ang awtomatik nga pagmonitor, kung mahimo, kinahanglan unahon.

(70) Samtang nag-ila sa dili mabag-o nga kinaiyahan sa daghang mga bahin sa karst, labi na sa sulod sa mga langob, ang maayong pagdumala naghango nga ang mga nadaot nga bahin ipahiuli kutob sa mahimo.

(71) Kutob sa mahimo, ang mga natural nga sistema ug proseso sa mga lugar nga karst kinahanglang huptan o ibalik. Kung gikinahanglan ang interbensyon, gipalabi ang paggamit sa mga solusyon nga nakabase sa kinaiyahan, labi na kadtong nagtrabaho sa simpatiya sa natural nga mga proseso ug labi nga malungtaron sa kalikopan kaysa mga solusyon sa engineering.

Pag-apil sa mga Lumad sa pagdumala sa karst

(72) Para sa bisan unsang protektadong lugar diin adunay mga Lumad, kinahanglan adunay legal ug polisiya nga basehan para sa pag-establisar ug usa ka sistema sa pagdumala sa pagtinabangay, uban sa lokal nga komite sa pagdumala. Ang mga nag-unang stake-ug-right-holders sa komite mao ang mga lokal nga residente ug giprotektahan nga mga awtoridad sa pagdumala sa lugar, nga ang mga sekondaryang stakeholder mao ang mga hingtungdan nga ahensya sa gobyerno.

(73) Alang sa mga lugar nga giprotektahan sa karst diin adunay mga Lumad, kinahanglan adunay usa ka partisipasyon nga zonasyon sa yuta base sa tradisyonal nga kahibalo ug naandan nga katungod. Kini kinahanglan nga labing maayo nga maglakip sa kontroladong mga sona sa paggamit diin ang pipila ka mga kalihokan sa ekonomiya gipraktis, ug hingpit nga gipanalipdan nga mga sona diin ang pagkonserba sa kinaiyahan mao ang panguna nga katuyoan.

(74) Ang mga tagdumala sa mga parke diin adunay mga Lumad kinahanglan maghimo ug mga kasabutan sa pagdumala sa mga lokal nga komunidad, nga gisulat sa angay nga lengguwahe, aron ang matag komunidad adunay tin-aw nga gitakda nga lugar alang sa pagdumala ug mga kalihokan sa ekonomiya.

(75) Ang mga tagdumala sa mga parke diin adunay mga Lumad kinahanglan nga mag-apil sa lokal nga mga tawo sa mga kalihokan sa pagdumala sa giprotektahan nga lugar. Ang mga kalihokan sa mga ranger ug paggiya sa turista sa mga langob ug sa mga karst nga paglakaw naghatag hinungdanon nga mga oportunidad sa panarbaho ug makatabang sa paghatag gahum sa lokal nga komunidad. Ang mga programa sa pag-edukar sa mga tanod ug mga giya sa pinulongan nga lagmit gamiton sa kadaghanan sa mga bisita ug sa natural nga kasaysayan kinahanglanon.

(76) Usa ka mahinungdanong kinahanglanon alang sa pagdumala sa pinakamaayo nga praktis mao ang panginahanglan sa paghatag og husto, tukma sa siyentipikanhong impormasyon ngadto sa mga bisita ug aron mapadali ang may kalabutan, ubos nga epekto nga panukiduki.