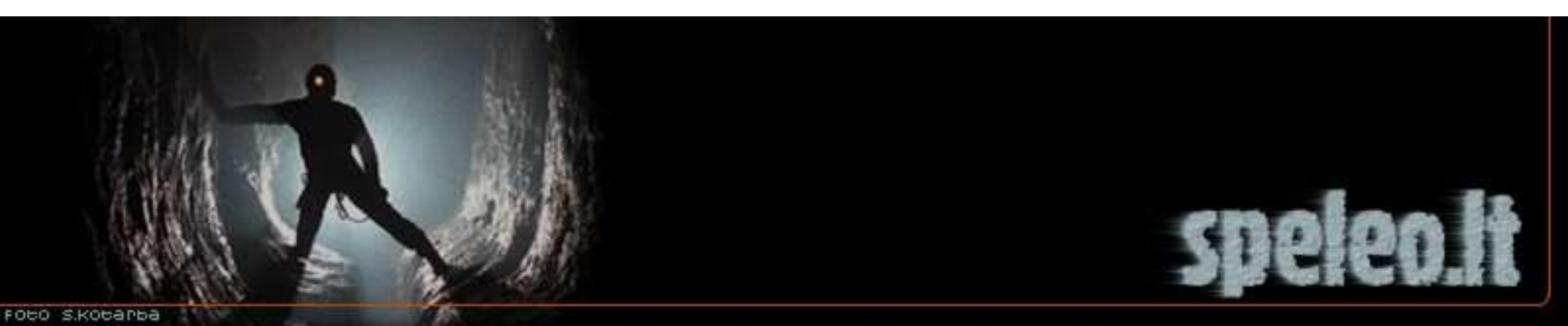




Karstologija

ENIGMA
SPELEOKLUBAS

www.speleo.it

A person is shown in silhouette, standing in a narrow, dimly lit cave passage. They are wearing a headlamp, which is turned on, illuminating the cave walls and floor. The person is leaning forward, possibly examining the ground or a rock formation. The cave walls are rough and textured, and the overall atmosphere is mysterious and dark.

Kas yra Karstas?

- Karstas - tai paviršinių bei požeminių vandenių cheminė ar mechaninė veikla, kuri sukelia uolienuų tirpimą ar dulėjimą.
- Karstu vadinami ir minėtos veiklos padariniai: paviršinės reljefo formos ar požeminės ertmės.
- Karsto terminas kilęs iš Slovėnijos pietvakariuose ir Italijos š.rytuose esančios plynaukštės pavadinimo (Dinarų kalnyno dalis, netoli Triesto). Slovėn. *Kras*, vok. *Karst*. Joje yra garsus Postojnos urvas.



Karsto klasifikacijos

Morfologinė genetinė (Gvozdeckij, 1981):

1. Fosilinis
2. Paslėptas
3. Priepaviršinis
4. Podirvio
5. Pusiau-podirvio
6. Atviras
7. Tropinis
8. Amžinojo įšalo
9. Jūros dugno

A person is shown in silhouette, caving through a narrow, rocky passage in a karst cave. The person is wearing a headlamp and has one leg extended forward to maintain balance on the uneven rock floor. The cave walls are rugged and textured, and a bright light source is visible at the end of the passage, creating a strong backlight effect.

Karsto klasifikacijos

Litologinė:

1. Klinties
2. Dolomito
3. Marmuro
4. Kreidos
5. Gipso, anhidrito
7. Akmens druskos

A person is shown in silhouette, standing in a cave and shining a headlamp. The light from the lamp illuminates the cave walls and floor, creating a bright path. The person is wearing a headlamp and a backpack.

Karstinės uolienos

- Karsriniai procesai vyksta tirpiose ir supleišėjusiose uolienose iš jų pagrindinės:
 - tirpiausios: silvinas (KCl), halitas (NaCl),
 - mažiau tirpios gipsas (CaSO_2), klintys (CaCO_2) dolomitas ($\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$),
 - taip pat karstiniai reiškiniai būdingi kreidai, anhidritui, marmurui ir kt.
- tirpios uolienos dengia ~34% Žemės paviršiaus,
- karbonatinės uolienos ~40mln. km^2 , sulfatinės - ~7mln. km^2 , akmenų druska - ~4mln. km^2



- Карбонатный карст
- u Гипсово-ангидритовый карст
- x Соляной карст (включая выщелачивание)

A person is shown in silhouette, standing in a cave and shining a headlamp. The light from the headlamp illuminates the cave walls and floor, creating a bright path. The person is wearing a headlamp and a backpack.

Karsto įtaka ir reikšmė

- apie ketvirtį pasaulio gyventojų yra aprūpinami vandeniu iš karstinių sistemų (pvz. 51% gėlo vandens Floridoje yra išgaunamas iš karstinių vandeningų horizontų);
- karstinės sistemos yra labai jautrios daugelio ekologinių faktorių atžvilgiu - sąlygoja problemas tokias kaip smegduobių formavimasis, vandens debitų staigus sumažėjimas, prasta požeminio vandens kokybė;
- karstinių paviršių nestabilumas vien tik Šiaurės Amerikoje kasmet atneša milijonus dolerių nuostolių dėl žalos keliams ir kitiems infrastruktūros objektams;
- radono koncentracijos lygiai karstiniame požeminiame vandenyje yra pakankamai aukšti daugelyje regionų.



Klintys

- Klintinės uolienos apima 10% Žemės paviršiaus (pavyzdžiui Italijoje jos apima beveik 20% šalies teritorijos);
- Klintims priskiriamos uolienos, turinčios daugiau, kaip 75% kalcio karbonato (CaCO_3). Jei procentas mažesnis, tokios uolienos priskiriamos mergeliams, kurios atsparios karstiniams procesams.





A person is shown in silhouette, standing in a cave and shining a headlamp. The light from the lamp illuminates the cave walls and floor, creating a bright path. The person is wearing a headlamp and a backpack.

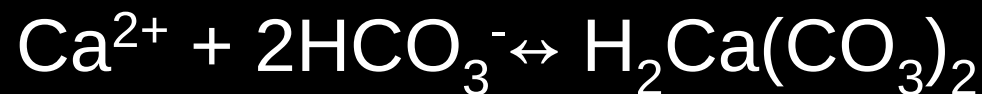
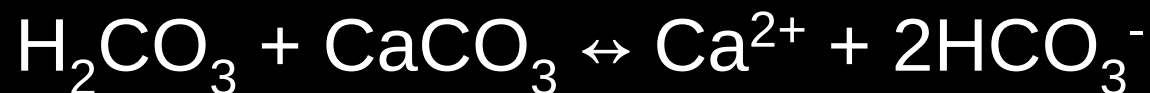
Anglies dvideginis

- Karstinių uolienų tirpumą suaktyvina vandenyje ištirpęs anglies dvideginis (CO_2).
- Vanduo anglies dvigenį gauna iš oro (vid. ore 0,3%, pažemio sluoksnyje iki 10%), augalijos (iš hektaro miško ~600kg CO_2), dirvožemio (iki 5kg CO_2 iš kvadratinio metro per h).
- Ištirpusio CO_2 kiekis vandenyje priklauso nuo temperatūros (0,5°C – 1mg CO_2 /l, 25°C - 0,45mg CO_2 /l).
- Daugiausia CO_2 prisisotina ištirpusio ledo vanduo.

A person is shown in a dark cave, illuminated by a headlamp. The person is standing on a rocky surface, and the cave walls are visible in the background.

Uolienu tirpimo procesas

- Švarus neprisotintas CO_2 vanduo karstines uolienas tirpdo labai nedaug (iki $0,016\text{g/l}$);
- Jei vandenyje yra pakankamai CO_2 ($0,003\text{g/l}$), vanduo agresyviai tirpdo uolienas
- Vanduo prisotintas CO_2 virsta silpna anglirūkšte H_2CO_3 ;
- Klintinių uolienu tirpimo cheminė reakcija:



A person in a cave, illuminated by a headlamp, standing in a narrow passage. The title 'Klimato įtaka' is displayed in white text on a black background to the right of the image.

Klimato įtaka

- Klimato sąlygos nulemia karsto pobūdį;
- Intensyviausiai karsto reiškiniai vyksta drėgno ir karšto klimato srityse (didžiausias cheminės reakcijos intensyvumas);
- Šalto ir drėgno klimato srityse CO_2 ištirpsta daugiau ir vanduo agresivesnis karbonatinių uolienų atžvilgiu, bet reakcija vyksta daug lėčiau;

A person is shown in silhouette, standing in a narrow cave passage. They are wearing a headlamp, which is turned on, illuminating the cave walls and floor. The person is leaning forward, possibly examining the ground or a rock formation. The cave walls are rough and textured, and the overall atmosphere is dark and mysterious.

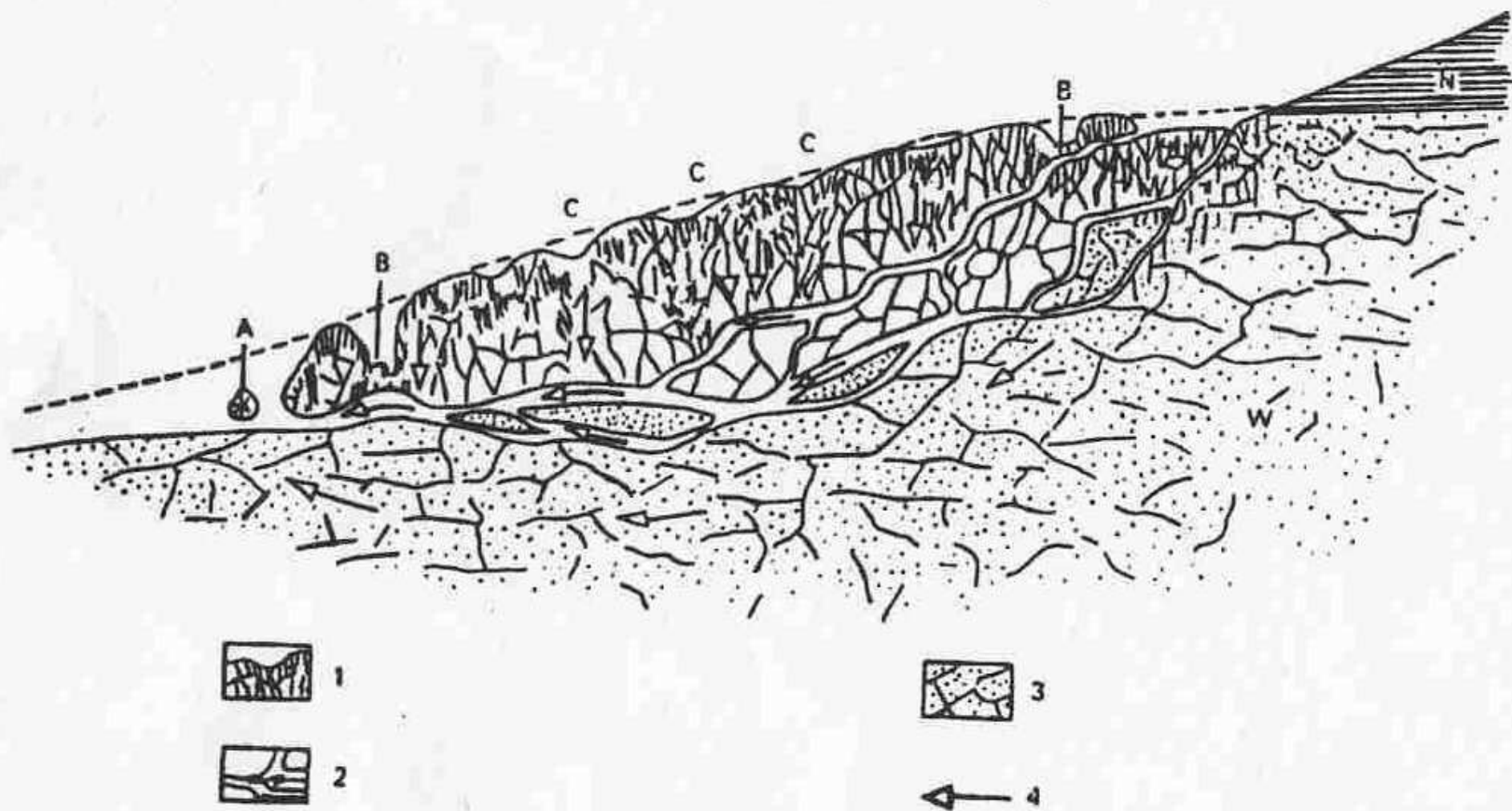
Karstinio proceso greitis

- Karstinio proceso greitis matuojamas denudacijos greičiu - mm per 1000 metų.
- Pvz. Kraso Plato 64 - 129 mm per 1000 m.
- Priklauso nuo kritulių kiekio

A person is shown in silhouette, standing in a cave and shining a headlamp. The light from the lamp illuminates the cave walls and floor, creating a dramatic effect. The person is positioned on the left side of the frame, facing right.

Paviršinis ir požeminis karstas

- Karstiniai procesai skirstomi į: paviršinius ir požeminius;
- Paviršinis karstas formuoja išgraužas, kanjonus, karstines gremžes, arba kares, atskirtas aštriomis keteromis;
- Didėdamos karės virsta duobėmis, plyšiais.
- Tekėdamas paviršinis bei kritulių ar tirpsmo vanduo per plyšius patenka į karbonatinių uolienų storinę, formuojasi hidrografinis požeminio vandens tinklas;



68 pav. Hidrografinės karstinio rajono zonos pagal P. Viljamsą
(P. Williams, 1969): 1 – perkoliacinių vandenų zona, 2 – tėkmių zona,
3 – freacinių vandenų zona, 4 – vandens tekėjimo kryptys; A – karstinis
palikuonis, B – smegduobė, C – karstinė dauba, N – netirpių uolienu
sluoksnis, W – klintys

A person is shown in silhouette, standing in a cave and shining a headlamp. The light from the headlamp illuminates the cave walls and floor, creating a bright path. The person is wearing a headlamp and a backpack.

Požeminį karsta formuojančių vandenų tipai

- Perkoliaciniai vandenys – atsiranda kritulių ir tirpsmo vandenims migruojant į uolienų storymę. Būdinga: gausus prisotinimas CO_2 , siaurais plyšiais sunkdamiesi gilyn greitai prisisotina karbonatų.
- Jei siauri plyšiai atsiveria į stambesnius urvus, krenta slėgis ir skatinama kristalizacija. To pasekmė – įspūdingos akumuliacinės karstinės formos.

A person is shown in silhouette, standing in a cave and shining a headlamp. The light from the lamp illuminates the cave walls and floor, creating a dramatic effect. The person is positioned on the left side of the frame, facing right.

Požeminį karsta formuojančių vandenų tipai

- Tėkmės vandenys – susidaro, kai perkoliaciniai vandenys susijungia į didesnius srautus ar net į požemines upes.
- Tėkmės – įvairaus dydžio, būdingas sezoninis nuotekio svyravimas. Didžiausios tėkmės po lietaus sezonų. Tėkmės – prisotintos anglies dvideginio – dėl to agresyvios. Be to, veikia pačios vandens tėkmės erozija. Dėl to, išplaunami dideli tuneliai ir galerijos.

A person is shown in silhouette, standing in a cave and shining a headlamp. The light illuminates the cave walls and floor, creating a dramatic effect. The person is wearing a headlamp and a backpack.

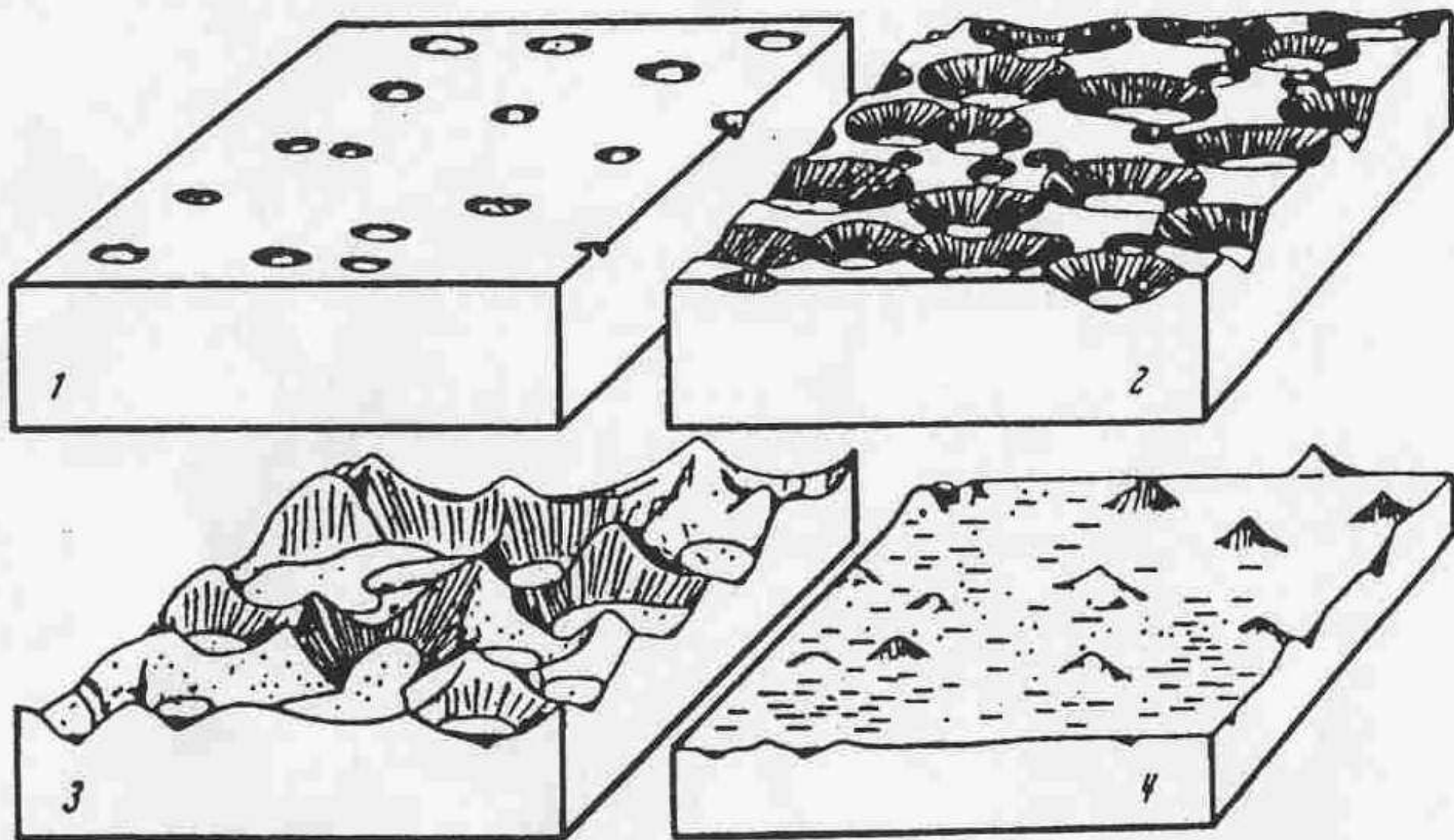
Požeminį karsta formuojančių vandenų tipai

- Freaciniai vandenys – karbonatinių uolienų horizonte vertikalčiai cirkuliuojantys vandenys, turi mažai anglies dvideginio, juda labai lėtai, stipriai prisotinti karbonatais. Jų tirpinamoji galia nėra didelė.



Karsto formavimosi stadijos

- Jaunas karstas
- Brandos stadija
- Vėlyva brandos stadija
- Senatvės stadija



84 pav. Karstinio reljefo raidos ciklas pagal A. Grunda (A. Grund, 1914):
1 – jaunystės stadija, 2, 3 – brandos stadijos, 4 – senatvės stadijos

A person is shown in silhouette, standing in a cave and shining a headlamp. The light from the headlamp illuminates the cave walls and floor, creating a bright area in the center of the frame. The person is positioned on the left side of the image, facing right.

Karstinės reljefo formos

- Skiriami du tipai (pagal uolienų sudėtį):
- holokarstinis (kai karbonatų daugiau nei 90%, o storis nuo keliasdešimt metrų);
- mezokarstinis (daugiau netirpių uolienų, formuojasi ne tik karstinės bet ir erozinės formos reljefai);
- įtakos turi reljefo padėtis. Pvz. kalnuose – plyšiais vanduo gali sunktis gan giliai – formuojasi vertikalios reljefo formos.

A person is shown in silhouette, standing in a narrow cave passage. They are wearing a headlamp that illuminates the rocky walls of the cave. The person is leaning against the left wall, looking towards the right.

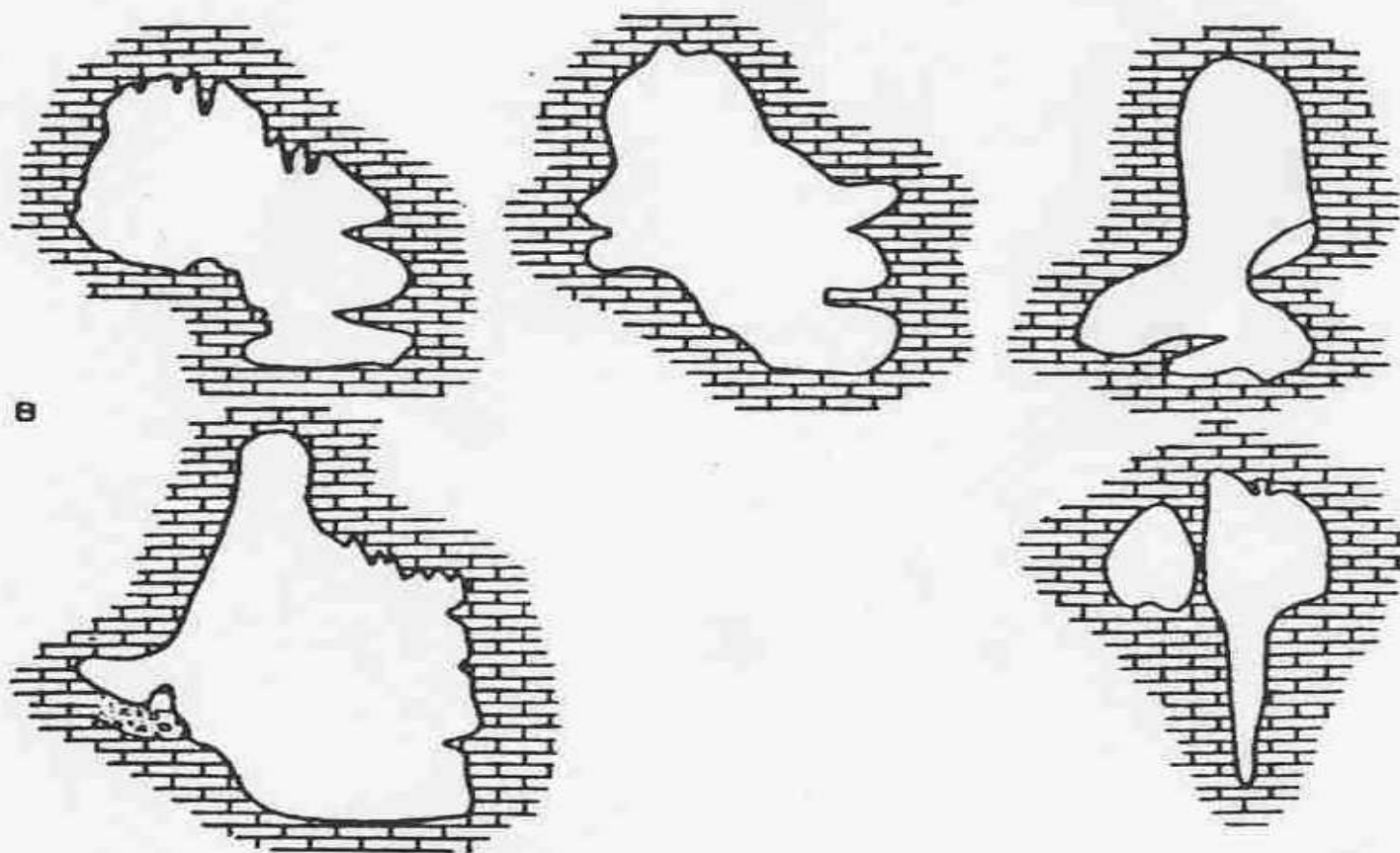
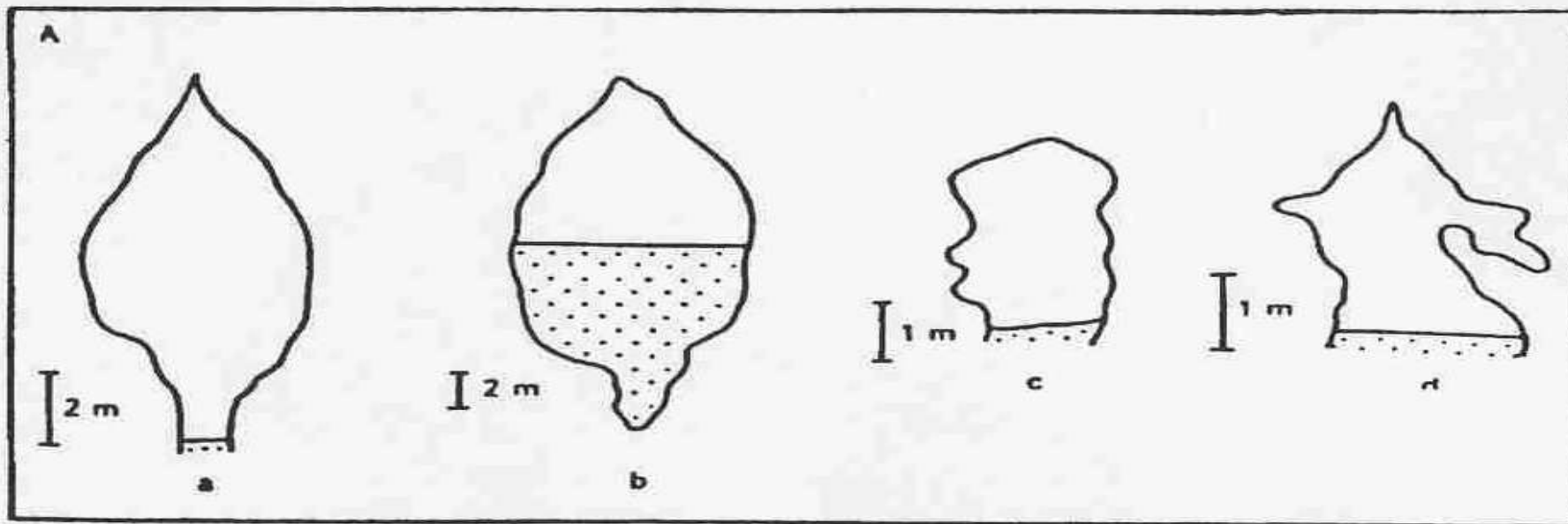
Karstinės reljefo formos

- Skiriami tokie reljefo formų tipai pagal formavimosi vietą:
- atviras karstas - formuojasi ant neprisidengtų uolienų;
- povelėninis karstas – kai dengia dirvoženis;
- uždaras karstas – kai dengia storoka, bet vandeniui laidžių uolienų danga;
- požeminis – kai dengia mažai laidžių uolienų danga (formuoja perkoliaciniai ir freaciniai vandenys).



Požeminis karstas

- Susidaro ten, kur tinkamos litologinės, klimatinės ir hidrologinės sąlygos;
- Yra speleologijos tyrimų objektas (pradėta tyrinėti XIXa. antroje pusėje, pradininkas - Édouard-Alfred Martel, 1859 - 1938);
- Požeminio karsto reljefo formos skirstomos į erozines ir akumuliacines;
- Žinomiausios požeminio karsto reljefo formos: grotos, urvai, olos, šuliniai, koridoriai, galerijos, meandrai, salės.



A person is seen from behind, walking through a narrow, dimly lit cave passage. The walls are rough and textured, and the light is soft, creating a mysterious atmosphere.

Požeminis karstas

- Urvais vadinamos požeminės ertmės, į kurias gali patekti žmogus, susijungiančių urvų tinklas vadinamas urvų sistema arba urvynu.
- Ilgiausia urvų sistema – Mammoth Cave (Kentukio valstija, JAV) 591 km,
- Gyčiausia urvų sistema - Kruberio-Voronja (Abchazija) -2190m
- Didžiausias (plačiausias) urvas - Sarawak urvas, (Gunung Mulu Nacionalinis Parkas (Borneo sala, Malajzija) 700m ilgio, 400m pločio ir 80m aukščio.



Giliausi pasaulio urvai

1 Krubera (Voronja) Cave,	Abchazija,	-2191m
2 Illyuzia-Mezhonnogo-Snezhnaya,	Abchazija,	-1753m
3 Lamprechtsofen Vogelschacht Weg Schacht,	Austrija,	-1632m
4 Gouffre Mirola / Lucien Bouclier	Prancuzija,	-1626m
5 Reseau Jean Bernard	Prancuzija,	-1602m
6 Torca del Cerro del Cuevon (T.33)	Ispanija,	-1589m
7 Sarma	Abchazija,	-1543m
8 Shakta Vjacheslav Pantjukhina	Abchazija,	-1508m
9 Sima de la Cornisa - Torca Magali	Ispanija,	-1507m
10 Cehi 2	Slovenija,	-1502m
11 Sistema Cheve (Cuicateco)	Meksika,	-1484m
12 Sistema Huautla	Meksika,	-1475m
13 Sistema del Trave	Ispanija,	-1441m
14 Evren Gunay Duden	Turkija,	-1429m
15 Boj-Bulok	Uzbekistanas,	-1415m
16 Sima de las Puertas de Illaminako (BU.56)	Ispanija,	-1408m
17 Kuzgun Cave	Turkija,	-1400m
18 Sustav Lukina jama – Trojama	Kroatija,	-1392m
19 Abisso Paolo Roversi	Italija,	-1350m
20 Sistema Aranonera (Sima S1-S2)	Ispanija,	-1349m

A person is shown in silhouette, standing in a narrow cave passage. They are wearing a headlamp that illuminates the rocky walls of the cave. The person is leaning against the left wall, and the light from the headlamp creates a bright spot on the wall behind them.

Požeminis karstas

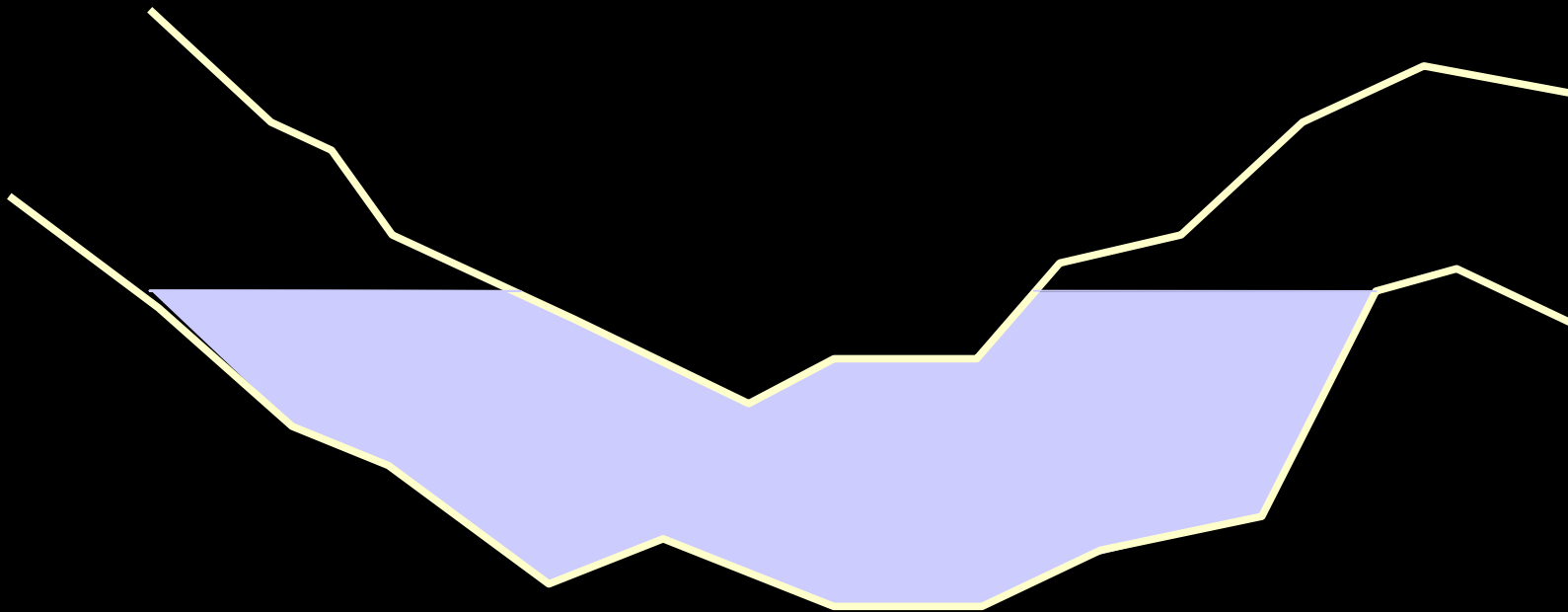
- Šuliniai – formuojasi urvuose, tektoninių plyšių vietose, varijuoja nuo kelių iki kelių šimtų metrų (gyliausia vertikalė – 603m šulinys Vrtoglavica urve, Slovėnijos alpe), ten kur vandens tėkmė pastovi skersmuo mažai kinta (taip būna retai).
- Kiti požeminio karsto objektai: upės, ežerai, sifonai, grifonai.



Požeminis karstas

Sifonai

Apsemtos urvo dalys – sifonai pati sudėtingiausia bei sunkiausiai įveikiama požeminio pasaulio erdvė.



A person is shown in silhouette, standing in a cave and shining a headlamp. The light from the lamp illuminates the cave walls and floor, creating a bright path. The person is wearing a headlamp and a backpack.

Akumuliacinės formos

- Kalcitinės medžiagos akumuliacija vyksta stabiluose, susiformavusiuose urvuose. Plyšiais patenkantis prisotintas karbonatais vanduo išgaruoja ir vyksta ištirpusių karbonatų kristalizacija;
- Esant žemai temperatūrai kristalizuojasi kalcitai, aukštesnei – aragonitai;
- Karstinės akumuliacijos metu formuojasi stalaktitai ir stlagmintai, jiems susijungus susformuoja stalagmatai arba kolonos;
- įvairios formos: makaronai, rutuliški, vamzdeliai, pluoštiniai, skydai, būgnai, užuolaidos etc.

A person in a dark cave, illuminated by a headlamp, standing on a rocky surface. The scene is dimly lit, with the light from the headlamp creating a strong contrast against the dark surroundings.

Akumuliacinės formos

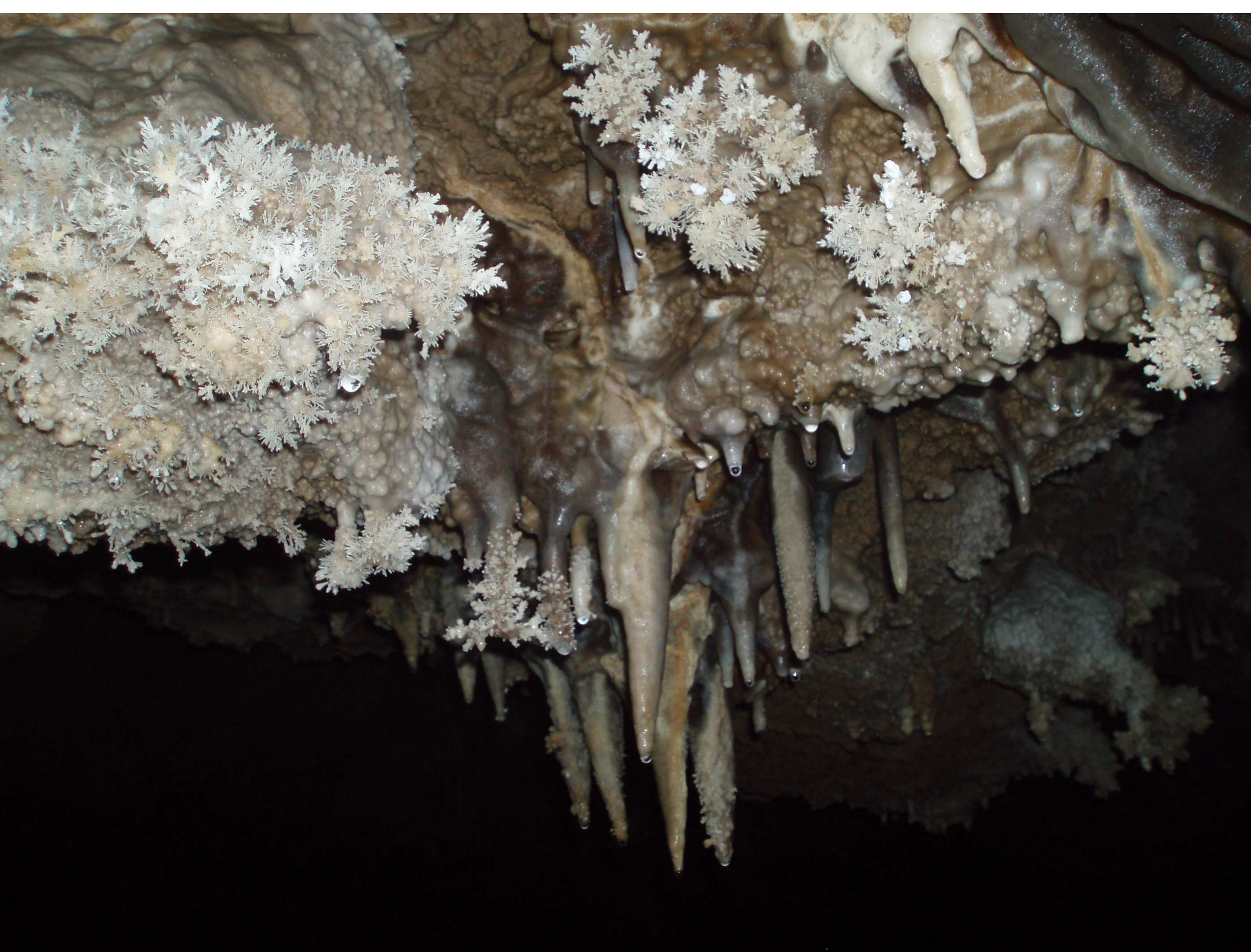
- Heliktitai – stalaktitai, kurių centrinė augimo linija daro posūkį ir stalaktitas auga prieštaraudamas žemės traukos dėsniams (lyg gravitacija būtų nulinė), manoma, kad tai vyksta dėl kapiliarinių ar vėjo reiškinių, nors nėra tiksliai mokslo paaiškinta;
- Urvų perlai – susidaro nedideliuose vandens telikiniuose, patekus nenidelėm smiltelėm, kurios pasidengia kalcitu, būtina sąlyga pastovus vandens maišymasis telkinyje;

A person is shown in silhouette, standing in a cave and shining a headlamp. The light from the lamp illuminates the cave walls and floor, creating a bright path. The person is wearing a headlamp and a backpack.

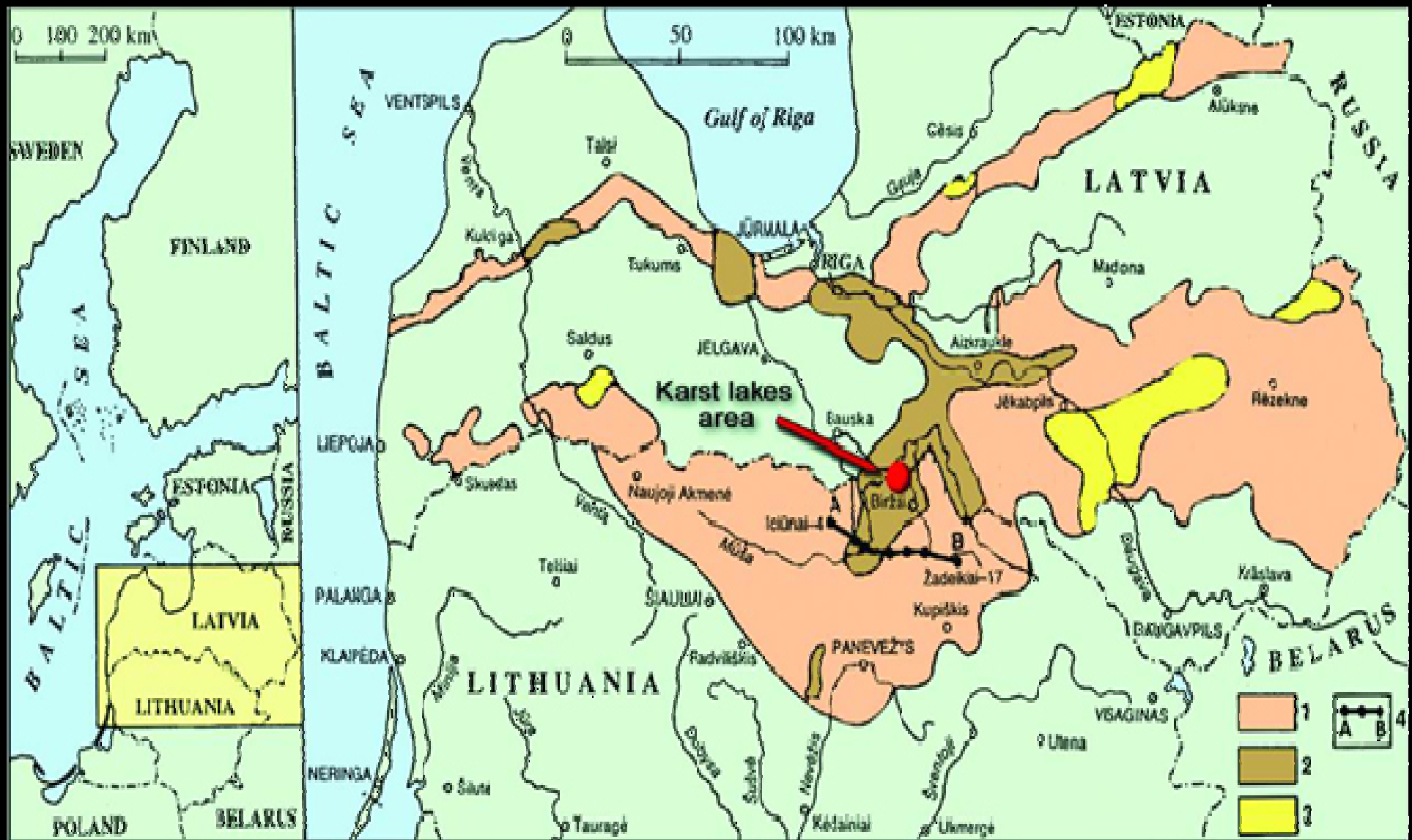
Akumuliacinės formos

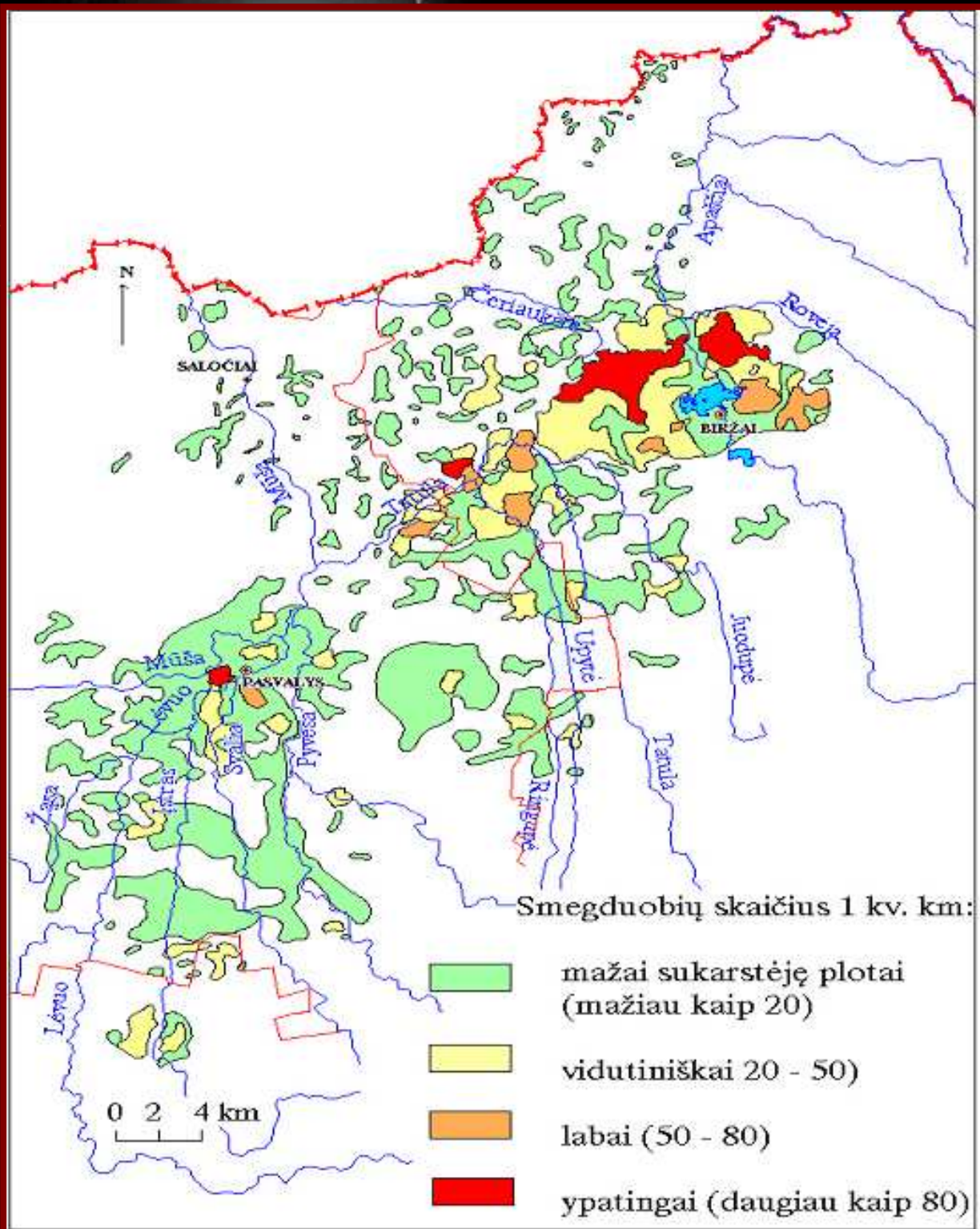
- Menulio pienas (Moonmilk) sūrio/varškės pavidalo balta konsistencija, nuo kitų depozitų skiriasi tuo, kad nesukietėja ir nevirsta kieta būseną, sudaro įvairūs karbonatai;
- Menulio pieno kilmę aiškina įvairios hipotezės. Yra argumentų, kad tai biologinės (bakterinės) veiklos pasekmė. Viena iš teorijų teigia, kad šią medžiagą sukūrė bakterija *Macromonas bipunctata*.



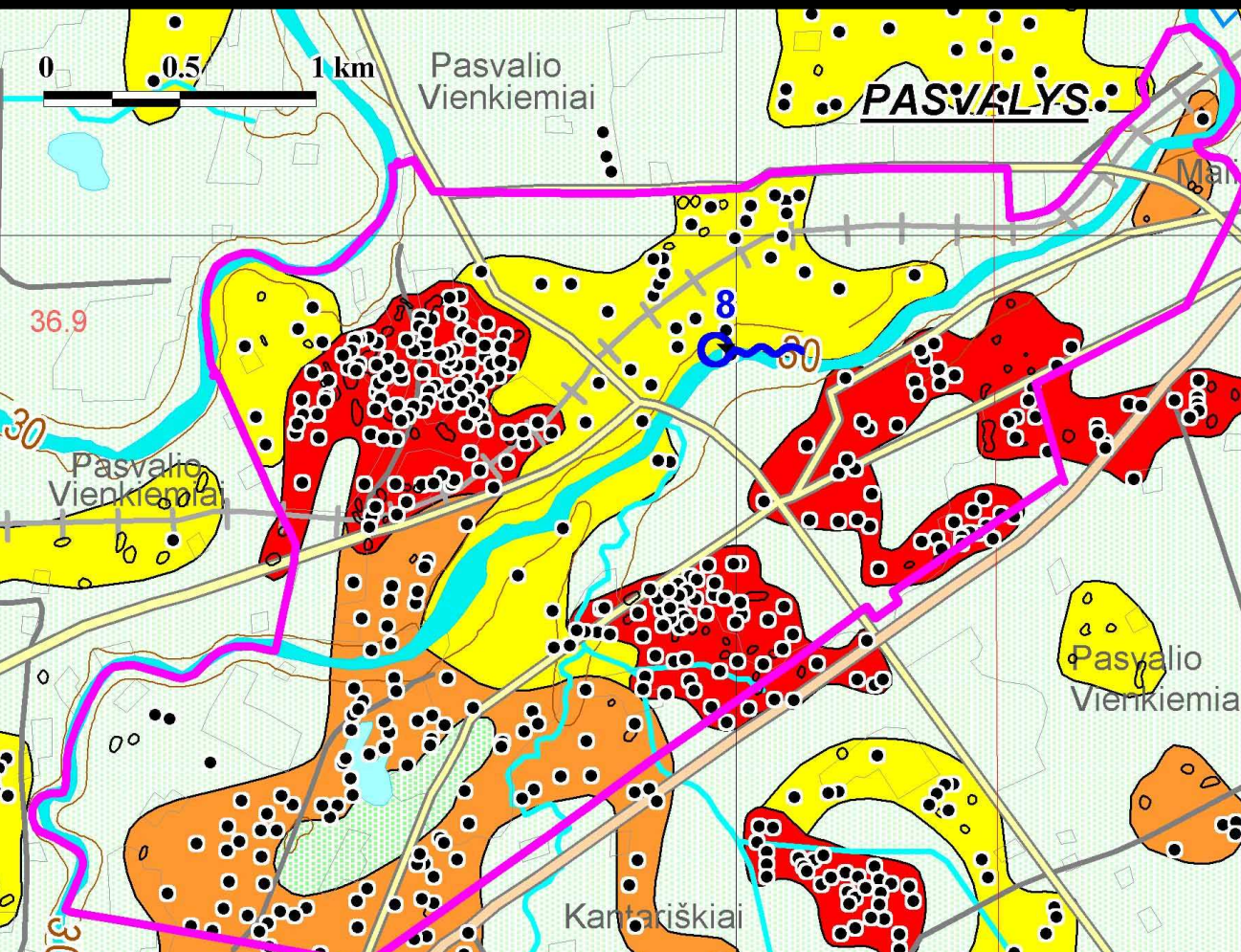


Karstinis Lietuvos ir Latvijos regionas (1000 km²)





Šiaurės Lietuvos
sukarstėjimo
žemėlapis.



LEGENDA

Smegduobių skaičius 1 kv. km:

- Itin sukarstėję (daugiau kaip 80)
- Labai sukarstėję (50 - 80)
- Vidutiniškai sukarstėję (20 - 50)
- Mažai sukarstėję plotai (mažiau kaip 20)



karstinis šaltinis ir jo numeris

Smegduobės

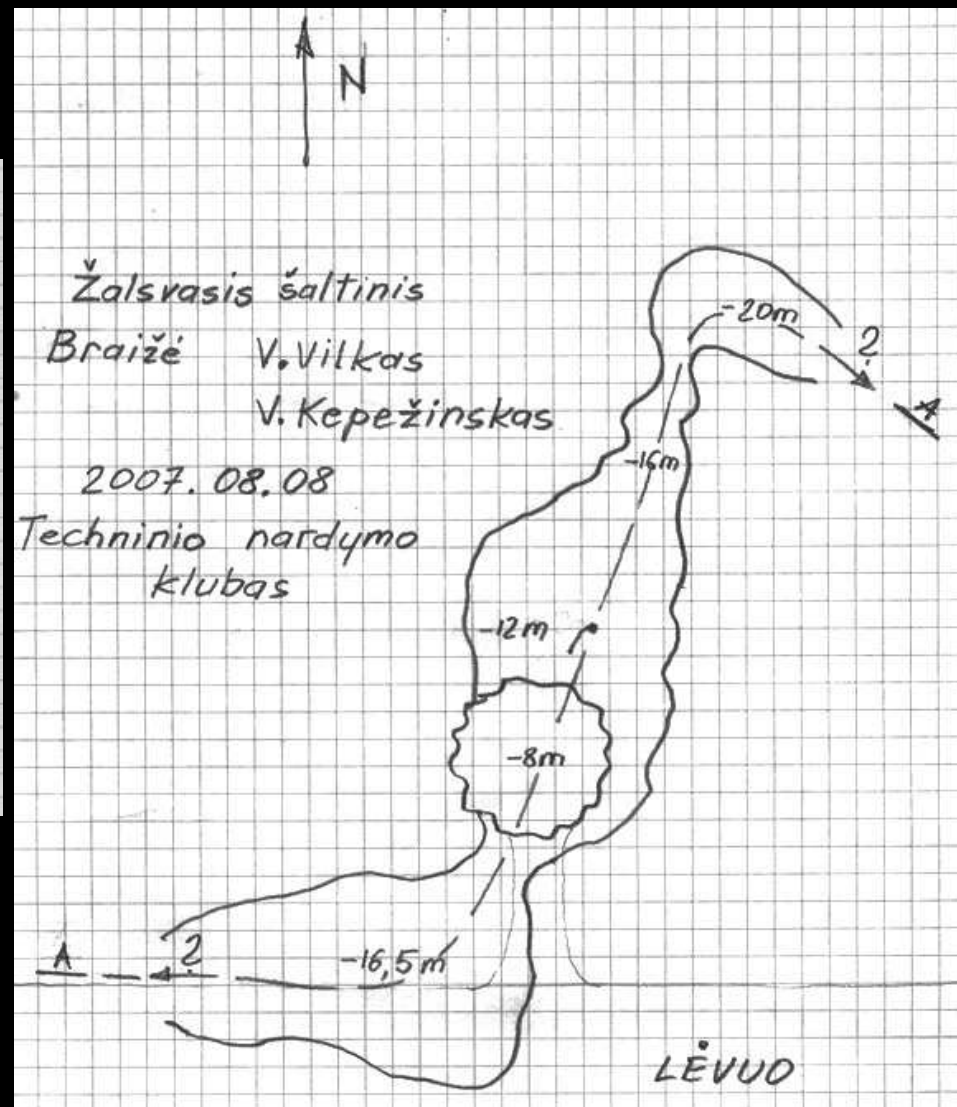
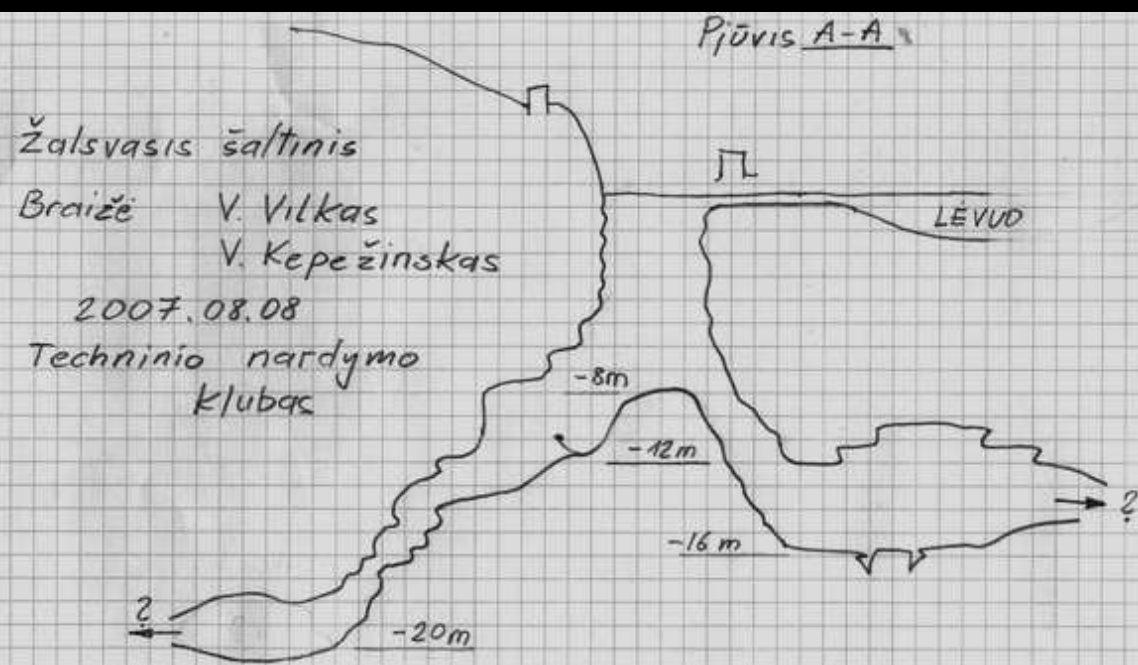


Nemastelinės



Mastelinės











URVO SCHEMA

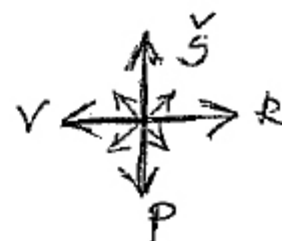
LAIDŲ
OLA

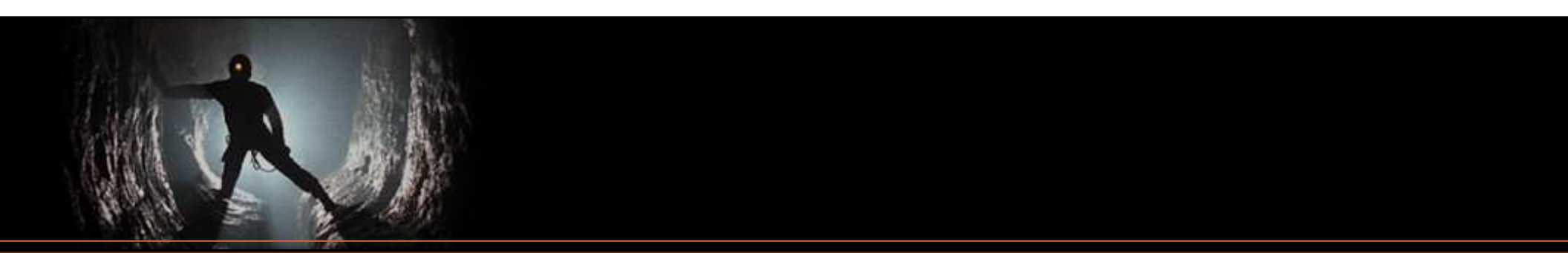
SIAURŲ
LANDA

BLIZGANČIOJI
LANDA

RUPURŽĖS OLA SU
POŽEMINIŲ EŽERU

ŠIKŠNOSPARNIŲ
LANDA















**9 m skersmens ir 6 m gylio karstinė įgriuva
atsirado Biržų rajone Šlepščių kaime 2005 m.
gegužės mėn.**

**6,5 m gylio smegduobė surasta Pasvalio
raiono
Toliūnų kaimo ūkininko žemėje 2005 m.**





**Karstinė įgriuva 2005-šiais metais atsivėrė Biržų
mieste Sąjungos g. 28 po gyvenamo namo kampu
gruodžio 31 d.**