

AZ AGGTELEKI-KARSZT GEOLÓGIAI JELLEMZŐI

I. Általános jellemzők

1. Geológiai, természetföldrajzi és barlangtani alapfogalmak

II. Az Aggteleki-karszt általános jellemzése

1. Az Aggteleki-karszt elhelyezkedése, területe
2. Az Aggteleki-karszt felosztása, kistájai
3. Az Aggteleki-karszt geológiai felépítése
4. Az Aggteleki-karszt éghajlata, vízrajza, talajai

III. Barlangtani alapismeretek

1. A barlangok védelméről
2. Karszt és barlangföldtan
3. Barlangi kitöltések
4. A karsztok hidrológiája
5. Barlangok klímája, barlangterápia
6. Barlangbiológia
7. Barlangok, mint régészeti lelőhelyek

IV. Az Aggteleki-karszt barlangjai

V. Nevezéktan és felhasznált irodalom

I. Általános jellemzők

Geológiai, természetföldrajzi és barlangtani alapfogalmak

- földtan-geológia: A Földkéreg szerkezetével, fejlődésével foglalkozó tudományág
- Földkéreg: A Föld legkülső, szilárd rétege.
- ásvány: tiszta, elemekből vagy molekulákból felépülő anyag. Pl: termésrész - Cu, pirit - FeS₂
- kőzet: ásványokból felépülő általában kristályos anyag. Pl: mészkő, dolomit
- földtörténet: a Földkéreg fejlődésével foglalkozó tudományág
- földtörténeti időskála: a korok millió években értendők.

Idő	Időszak	Egységek kezdete és vége	Egységek időtartama
Kainozóikum	Negyedidőszak	0-2	2
	Harmadidőszak	2-67	65
Mezozóikum	Kréta	67-137	70
	Jura	137-195	58
	Triász	195-230	35
	Perm	230-285	55
Paleozóikum	Karbon	285-350	65
	Devon	350-405	55
	Szilur	405-440	35
	Ordovicium	440-500	60
	Kambrium	500-570	70
	Proterozóikum	570-2500	930
		2500-4600	2100

- ammonitesz: lábasfejűekhez tartozó élőlény, amely a középső devontól a kréta végéig élt. Ma élő legközelebbi rokonai a Nautiluszok.

- diagenézis: kőzetté válás. Az üledékek megszilárdulnak és kőzetté válnak.
- evaporit: túlsós vízből bepárlódó üledék: gipsz, kősó

II. Az Aggteleki-karszt általános jellemzése

II./1. Az Aggteleki-karszt elhelyezkedése, területe

A Borsod-Abaúj-Zemplén megye északi részén elterülő 19 762 ha kiterjedésű Aggteleki Nemzeti

Park két ÉK-DNy-i irányban elnyúló területet foglal magába. Hegyrajzi beosztás alapján a terület főként az alacsonyhegységi-dombsági kategóriába tartozik. A nemzeti park törzsterülete és ÉNy-i része az Aggteleki-hegység, DNy-i szöglete a Putnoki-dombság, ÉK-i része az Alsó-hegy, DK-i része a Szalonnai-hegység, a Bódva-völgy és a Rudabányai-hegység.

A karsztvidék sajátossága, hogy a Pelsőc-Aggtelek-Teresztenye települések között meghúzható vonaltól északra fekvő terület tipikus fedetlen karszt, míg a délre eső hegyvidék fedett karszt.

II./2. Az Aggteleki-karszt felosztása, kistájai

Aggteleki-hegység

Az **Aggteleki-fennsík** a Szilicei-takaró legdélebbi – Hosszúszónál (*Dlhá Ves*) kezdődő és Szőlősdárnál végződő – mészkőszájához kapcsolódik. Alacsony, többsoros aszóvölgyekkel tagolt tetőit (*Domica-tető, 465 m; Poronya-tető, 506 m; Baradla-tető, 484 m*) É-on eróziós völgyek (*Jósva- és Kecső-völgy, Ördöglyuk-víznyelő aszóvölgye*) választják el a Szilicei-fennsík D-i részétől. D-i határa egybeesik a fedett karszttal (*Putnoki-dombság*). A fenti mészkőszáj K-i, nagyobbik részét elfoglaló **Galyaságtól** a Hideg-völgy választja el, melyben a Jósva-fő–Aggtelek közti országút vezet.

A Galyaság területén Ny-ról K felé húzódó mészkőszáj az Égerszögtől a Kecse-kút felé tartó éles törésnél hirtelen megszakad. A Pitics-hegy körül még felszínre emelkedő karbonátos kőzetek az alsópannonban lejátszódó szerkezeti mozgások során mélybe zökkentek, felszínükre a benyomuló felsőpannon tenger és beltő vastag, homok- és kavicspadokkal tagolt tarkaagyag-összletet halmozott fel. A pannon üledékek, valamint az alsótriász palás mészkövek és márgák teljesen körülölelik a Galyaság utolsó karsztos foltját, a 350-370 m magas **Teresztenyei-fennsíkot**.

A Király-kút völgye, a Borzovai-polje (*Brezová*), a Kecső- és a Lófej-völgy által határolt területen emelkedik az átlagosan 500 m magas **Haragistya-fennsík**, amely voltaképpen a Szilicei-fennsík magyarországi nyúlványa. A mészkőből, dolomitos mészkőből és dolomitból felépülő, meglehetősen egyenletes karsztos felszínből alig emelkednek ki legmagasabb tetői (*Lófej-tető 567 m, Káposztás-bérc 539 m, Ocsisnya-tető 535 m stb.*), ellenben mélyen bevágódtak völgyei. Utóbbiak főleg a dolomitból álló területeken alakultak ki, amelyek sokkal tagoltabbak a mészkőfelszíneknél.

A Szilicei-fennsík DK-i szegélyén a Jósva- és Ménes-völgy között három, egymással szoros kapcsolatban álló, de mégis jól elhatárolódó karsztfennsík emelkedik, amelyek a pannon elegyengetett felszín különböző magasságra emelt darabjai. A két magasabbikat, a **Nagy-oldalt** (604 m) és a **Szinpetri-fennsíkot** (481 m) a tektonikus eredetű – kevésbé kiemelt - Szelce-völgy

választja el. A széles talpú, vályoggal, agyagos üledékekkel vastagon borított völgy Ny-on a **Jósvafői-fennsíkba** ((300 m) simul bele.

A három, közös eredetű és hasonló fejlődési utat megjárt mészkőfennsíknek az azonosság ellenére sajátos arculata van. A legfejlettebb karsztos felszínformák a viszonylag kicsiny kiterjedésű Nagy-oldalon alakultak ki, amely a Gömör–Tornai-karszt magyarországi részének legmagasabb tagja (*Fertős-tető 604 m*). Meredek, törésvonalak mentén kialakult karros, sziklagyepes lejtői csaknem 300 m-re emelkednek a szomszédos Jósvafői-fennsík fölé. A kopár, alig tagolt lejtő, sziklás peremmel (*Oltár-kő*) megy át az É felé enyhén lejtő, töbrökkel teleszórt erdős tetőbe. Legnagyobb ürege a Lófej-völgy peremén nyíló *Por-lyuk*. Még meglepőbb, hogy az Alsó-heggyel való morfológiai hasonlóság ellenére itt mindössze egy függőleges rendszer ismert; a 20 m mély *Nagy-oldali-zsomboly*.

A Szinpetri-fennsík erdős-töbrös tetői (*András-galya 439 m, Lipinye 481 m, Őzes-bérc 460 m, Kopolya-tető 446 m, Mohos-galya 464 m stb.*) egy lépcsővel alacsonyabbak a szomszédos Nagy-oldalnál, de ugyanahhoz a pannon korú elegyengetett felszínhez tartoznak, határai pikkelyhatáron alakultak ki. É-i, meredekebb, a Szelce- és a Ménés-völgy felé néző lejtői mészkőben, D-i, a Jósva-völgygel határos, lankásabb lejtői pedig alsótriász palákon fejlődtek ki, amiből az említett pikkelyhatáron nagy lépcsővel emelkedik ki a tulajdonképpeni karszt. Területén számos dolina, néhány nagyméretű uvala (*Nagy- és Kis-Háló-völgy*), aktív (*Nagy- és Kis-Kotyor-víznyelő*) és már inaktívvá vált víznyelők (*Zabföldi-, Csapástetői-barlang*) találhatók, amelyekhez viszonylag kis vízgyűjtőterület tartozik.

A Jósvafői-fennsík völgyekkel (*Kecső-, Tohonya-, Lófej-völgy, Szelcepuszta felé vezető völgy*) tagolt planinája a pannon elegyengetett felszín legmélyebben fekvő, legkevesebbet mozgó darabja. Kiemelkedése kisebb mértékű volt a szomszédos tönkdarabokénál, ezért törésvonalakhoz kapcsolódó peremén fakadtak a jégkorban a magasabb tetőket megcsapoló források. A szomszédos, magasabbra emelt karsztfennsíkok lábánál fakadó forrásoktól (*Tohonya-, Lófej-forrás, Szelce-völgy ősi forrása, a Nagy–Tohonya őse*, amely a mai Szelce-puszta környékén fakadt) kiinduló vizek kezdetben keresztülfolytak a karsztvízszint fölé éppen csak kiemelkedő Jósvafői-fennsíkon.

A korábban egységes Jósvafői-fennsíkot (*Tohonya-bérc, Gerge-bérc, Kuriszlán*), a lassú emelkedését kísérő fokozatos völgybevágódás részekre tagolta. Azok a völgyek, amelyekhez bővizű forrás tartozott (*a Haragistya-fennsík alatt húzódó Vass Imre-barlanghoz tartozó Tohonya-forrás*), vagy nem karsztos kőzetekben alakultak ki (*Törőfej-, Kecső-völgy*) és bevágódásukkal követték a kiemelkedést, míg a kisebb vízutánpótlással rendelkező, mészkőből, vagy dolomitból felépülő területeken áthaladó völgyek fokozatosan elvíztelenedtek a beszivárgás miatt, bevágódásuk lelassult, vagy leállt (*Lófej-völgy, Szelcepuszta felé vezető völgy*).

Alsó-hegy

Az **Alsó-hegy** átlagosan 450-550 m tszf. magasságba emelkedő, keskeny fennsíkja a Mész-hegynél kapcsolódik a Szilicei-fennsíkhoz. A fennsík peremén emelkedő tetők közé zárt részek a Gömör–Tornai-karszt karsztformákban leggazdagabb részei. Az orsószerűen elnyúló fennsíkot a Derenk–bódvaszilasi övben kialakult völgyek három elkülönülő részre osztják. A Ménes- és Torna-völgy felől Vidomáj-pusztá felé hátravágódó völgyek egy kisebb Ny-i részt (**Derenki-fennsík**) és egy nagyobb K-i részt (**Szilasi-, vagy Nagy-fennsík**) határolnak el. Legszembetűnőbb a **Kis-fennsík** (*Dusa*) különállása.

A **Derenki-fennsík** legmagasabb tetői a szinklinális szerkezetnek megfelelően a széleken sorakoznak, a karsztos mélyedések (töbrök) pedig a fennsík hossz tengelyében csoportosulnak. A fennsík K-i, Derenkhez közelebb eső része az erős pikkelyeződés miatt és az alsótriász homokkővek felszínébe bevágódott völgyek révén tagoltabb a Ny-i részénél. Az alsótriász képződményeken nyugvó hallstatti, derenki és wettersteini mészkőből álló pikkelyek képezik a fennsík magasabbra emelkedő tetőit, a köztük lévő vízzáró közetsávok felszínén pedig zárt, felszín alatti megcsapolású medencék, vagy eróziós völgyek (*Derenki-medence, Kecskés-, Mocsolya-völgy, Vár-kert*) alakultak ki.

Nagy morfológiai lépcsővel emelkedik ki a Derenk–bódvaszilasi pikkelyes öv alacsonyabb felszínéből a **Szilasi-fennsík**, amely magasan a környezete fölé emelkedik. Töbrei és töbrorsorai a wettersteini mészkő szerkezeti vonalait és a tektonikai mozgások során kialakult ÉÉNy–DDK-i és ÉÉK–DDNy-i harántvetők irányát követik. A fennsík elegyengetett, hullámos felszínébe a törésvonalak kereszteződésében kialakult sok töbörből álló töbörfészkek (uvalák) akár 40-50 m-re is bemélyednek. A töbrorsorok a törésvonalak mentén beszivárgó víz korróziós tevékenységének kitüntetett irányait reprezentálják, s néha annyira szorosan kapcsolódnak egymáshoz, hogy a köztük lefolyó víz lemossa a talajt, amely alól 60–80 cm magas, karrcsatornákkal elválasztott karrerincek emelkednek ki. A töbrökhöz kapcsolódnak az Alsó-hegy legjellegzetesebb felszínformái, a függőleges aknabarlangok, a zsombolyok. A térségben több mint száz zsomboly ismert, nagyjából fele-fele arányban a magyar és a szlovák oldalon. Legmélyebb a *Vecsembükki-zsomboly*. További három haladja meg a 100 m-es és még további tíz az 50 m-es mélységet. A fennsík D-i peremén, Bódvaszilás közelében a *Kis-vizestöbri-víznyelő* kibontásával tárult fel a *Meteor-barlang*.

A Szilasi-fennsík és a Dusa tömbje között húzódik a Derenk–bódvaszilasi pikkelyes öv tektonikailag, közzettanilag és morfológiailag is erősen tagolt sávja, amelynek felszíne egy lépcsővel alacsonyabb a szomszédos karsztos tetőknél. A mészkőpikkelyek közé becsípődött homokkővek két K–Ny-i irányú sávjának megfelelően a pikkelyes öv eróziós völgyei és víznyelőben végződő vakvölgyei két párhuzamos völgyvonulatot képeznek. Az Acskó-torokkal kezdődő és a Bódvaszilasnál végződő Ménes-völgy erősen deformált antiklinális zóna, s egyben a *Ménes-völgy*

szerves folytatása, amely valószínűleg a Ménes-patak Bódvaszilasi-medencébe vezető alsó szakasza volt. Az alsótriász homokkövek É-i zónáját legszembetűnőbben a két oldalán sorakozó víznyelők rajzolják ki. A legfejlettebb nyelők a Bába-völgy alsó szakaszán alakultak ki (*Bába-völgyi I-IV. sz. víznyelők*), amelyek a völgy szakaszos mélybe-fejeződésével keletkeztek. A völgyi többsorra átalakuló Bába-völgy a Szilasi-fennsík egykori vízlevezetője lehetett.

A Derenk–bódvaszilasi töréses, pikkelyes övtől D-re emelkedő **Dusa tömbje** egy karsztos formákat hordozó, átlag 400 m magasra emelt fennsíkból, és egy alacsonyabb, völgyekkel tagolt, túlnyomó részben márgából és mészkőből felépülő D-i vonulatból áll. A barlangokban szegény terület legjelentősebb felszínalatti értéke a Rejtek-zsomboly.

Rudabányai- és Szalonnai-hegység

Az Aggteleki-hegység D-i határán Rudabánya és Tornaszentandrás között húzódó töréses-gyűrt szerkezetű bonyolult felépítésű sasbércvonulat már csak részleteiben karsztos táj, a Bódva völgyétől D-re eső részét *Rudabányai-hegységnek*, ÉK-i részét *Szalonnai-karsztnak (hegység)* nevezik. Szerkezetét a felsőoligocén és a középsőmiocén között a karsztvidék D-i peremén lejátszódó horizontális elmozdulások alakították ki, amikor is a DNY felől érkező lemeztöredékek ütközése a Szilicei-takaróból kisebb-nagyobb tömböket leszakítva, és azokat ÉK felé elmozdítva létrehozta a hegységeket.

A két hegység alapvető morfológiáját a lemeztöredékek DDNY–ÉÉK-i irányú mozgása alakította ki. A keskeny hosszú vonulat meredek lejtői a fő törésvonalak mentén alakultak ki és egybeesnek a blokkok határaival. A fő völgyek tektonikus preformációról árulkodnak, amelyek a fenti mozgásokra vezethetők vissza. Különösen szembetűnő a **Rudabányai-hegységben**, ahol a Telekesi-völgy a Telekesi-blokk eltolódási vonala mentén alakult ki. A horizontális eltolódásokkal együttjáró nyíróerő keskeny sziklás gerinccé formálta a hegység felszínét, hiányoznak a karsztfennsíkok és a tetőkre jellemző felszínformák. A hegység legfejlettebb víznyelője a *Telekesi-völgyben* nyílik, amelynek alsó szakasza éppen ezért száraz. Az elszivárgó víz a mélykarszt felé áramlik. A hegység felszínalaktanilag legérdekesebb része a Telekesi-völgy középső része az *Ördög-gát-kerengővel*, amely a *Telekesi-patak* mészkőbe vésett kényszer meandere. A közeli *Ördög-gát-barlanggal* együtt a terület gyors kiemelkedését bizonyítja.

A **Szalonnai-karszt** az öt felépítő különböző eredetű lemeztöredékek és takarók miatt nagyon változatos, jóllehet a tipikus karsztos fennsíkrészletek csak foltokban jelennek meg (*Dunna-tető, Nagy-parlag, Szarukő-tető*). A tetők nagy méretű oldásos töbrei között feltűnnek a karrmezők, a Dunna-tetőn madáritató formák is. A töbrök egy része a hegység peremétől hátravágódó völgyek völgyfőiben sorakoznak (*Rahozna-kút és a Dobódél feletti völgy*), amelyek a jelenlegi eróziós völgyekről fűződtek le. A Szalonnai-karszt időszakosan aktív víznyelői (*Szár-tetői-, a Szarukő-tető*

alatti völgyben a Sivák tanya mellett nyíló víznyelő stb.) a felszíni vízfolyások mélybefejeződéséről árulkodnak. A karszt túlnyomó nagy részét alkotó nem karsztosodó kőzeteinek felszínén eróziós-deráziós formák uralkodnak. A különböző eredetű völgyek erősen felszabdadják a hegységet, amelynek központjában jellegzetes hármashalomként emelkedik a Szár-hegy (521 m).

Esztramos

A Rudabányai- és Szalonnai-hegység főtömegétől elkülönülve, magányosan emelkedik a *Bódvaszilasi-medence* peremén a barlangokat rejtő Esztramos, amelyet a külszíni bányáskodás jelentősen megcsonkított. A kis alapterületű, 380 m-re kiemelt, felszíni karsztformákban szegény steinalmi mészkőrög bányaművelése során különböző szintekben (320 m, 305 m tszf, valamint a *jelenlegi karsztvíz szintjén*) feltárt üregei az Aggtelek-Rudabányai-hegység fejlődéstörténetének számos részletét világították meg. A lépcsőzetesen művelt bánya egymás fölötti szintjeiben nyíló barlangok, továbbá az üledékekkel kitöltött üregek és hasadékok a hegység középsőpliocén és középsőpleisztocén közti szakaszos kiemelkedését és a nyugalmi szakaszban végbemenő üregképződést bizonyítják. Az üledékekben talált ősmaradványok nagymértékben hozzájárultak a terület ösföldrajzi viszonyainak, klímájának, faunájának ismeretéhez.

II./3. Az Aggteleki-karszt geológiai felépítése

- **Perkupati Evaporit Formáció:** elsősorban evaporitokból (anhidrit, gipsz), dolomitból és agyagból álló összletek. Eredeti vastagsága 250 m lehetett. Perm és triász határán keletkezett. Típusfeltárása a perkupai volt gipsz bánya.
- **Wettersteini Formáció:** mészkőből és dolomitból álló összlet. Vastagsága 1000 m. Eredetileg lagúnákban képződött, a triászban. Típusfeltárása Aggteleken a Baradla-völgyben található, a barlang Csipke-termi kijáratától 300 m-re.
- **Gutensteini Formáció:** Sötétszürke vagy fekete színű mészkő. Triászban keletkezett összlet, melynek vastagsága 250 m. Típusfeltárása a Baradla-barlang jósvafői bejáratától az Óriások terme K-i faláig.
- **Steinalmi Formáció:** Fehér, világosszürke dolomitosodott mészkő, amely a triászban képződött lagúna környezetben. Vastagsága átlagosan 200-400 m közötti. Típusfeltárása a Baradla-barlang Óriások terme és a Vöröstói bejárat között található.
- **Borsodi Kavics Formáció:** 0,1-2 m vastagságú, ferde rétegzettségű kavicsos-homokos rétegek váltakoznak. Az ős-Sajó egyik hordalékkúpja lehetett. Keletkezését a Pleisztocénre, azaz a Jégkorszakra teszik. Átlagos vastagsága 50 m. Típusfeltárásai Trizstól Ény-ra a műút K-i oldalában

lévő kavicsfejtésekben található.

- **Vörösagyag:** Pleisztocénben keletkezett. A karsztfennsíkokon és a töbrökben akár 5-10 m vastagságban is előfordul. Jellemző előfordulásai Aggtelek (Vörös-tó, Sárga-tó), Jósvalő (Gergész-lápa) környékén találhatók.

- **Mésztufa:** Hidegvizes karsztosodás során keletkezett meszes képződmények (travertino), amelyek a karsztforrások környékén válnak ki. Pl.: Jósvalő- és Tohonya-patak mésztufagátjai.

Az Aggtelek-Rudabányai-hegység fejlődéstörténetét a földtörténeti ókor (paleozóikum) legvégén, a késői-permtől tudjuk részletesebben rekonstruálni.

Az ekkor induló alpi-tektogenezis (hegységképződés) során a perm közepén még szárazföldi terület fokozatosan süllyedni kezdett, először túlsós lagúnák alakultak ki, melyekben gipsz és anhidrit (Perkupa Evaporit Formáció) képződött. A triász elejétől a tenger egyre nagyobb területet öntött el. A középső-triász elejére a mai Bahámok vidékére jellemző karbonátplatform alakult ki, melyen a Steinhalmi Formáció mészkőve rakódott le. Ezután az egységes platform ketté vált, elsodródott egymástól. A kettéválás helyén megsüllyedt a kéreg és mélytenger alakult ki. Az északra sodródott részen megmaradt a karbonátplatform és terjeszkedni kezdett. Ekkor képződött a Wettersteini Formáció. Ezután folyamatos és lassú süllyedés jellemezte a területet. A jurától kezdődően megindult a térrövidülés, melynek hatására elkezdődtek a kiemelkedések. Ekkor keletkezett a Szilicei-takarórendszer, illetve a helyközi vonulatok rendszere. Ezután a terület többször megsüllyedt, elborította a tenger, illetve kiemelkedett, azaz szárazföldé vált. A hegység legutóbbi kiemelkedése a pliocén végétől kezdődött és több ciklusban azóta is tart. A már előzőleg is karsztosodott mészkőfennsíkokon a Kárpátok felől lezúduló Borsodi Kavics is aktív szerepet játszott a nagy barlangrendszerek kialakulásában.

A kiemelt területek helyi pusztulása, a kialakult patak- és folyóvölgyekben a folyóvízi üledékek akkumulációja (felhalmozódása) a mai napig is tart.

Az Aggteleki Nemzeti Park területén számos fossziliára (megkövesedett őslény vagy lenyomata) lelhetünk. Ezen leletek alapján számos formáció kora határozható meg. Általában azok az állatok tudtak jól fosszilizálódni, amelyek valamilyen vázzal rendelkeztek. Ez lehet külső váz (pl.: csigák, kagylók), vagy belső váz (pl.: ember).

A legfontosabb leletek Rudabányáról kerültek elő. A rudabányai hominoida lelőhely az emberré válás korai szakaszának világviszonylatban is jelentős területe. Az itt talált leletről kiderítették, hogy az emberszabású majmokhoz tartozik és *Rudapithecus hungaricus*-nak nevezték el. 10 és 11,5 millió évvel ezelőtt éltek.

II./4. Az Aggteleki-karszt éghajlata, vízrajza, talajai

A nemzeti park éghajlatának sajátosságait a terület földrajzi fekvése és domborzati viszonyai határozzák meg. Átlagos tengerszint feletti magassága , valamint az északra elhelyezkedő, néhol 1000 m-nél magasabb közeli hegyvidék (Gömör-Tornai-karszt, Szlovák-Érchegység) következtében hazánk egyik leghidegebb tájegysége. Az évi középhőmérséklet $9,1^{\circ}\text{C}$, a havi átlagos hőmérséklet $-4,0$ és $20,3^{\circ}\text{C}$ között alakul. Az évi napfénytartam nem haladja meg az 1900 órát. A fagyos napok száma 120-130, a hótakarós napok száma évente 40, az átlagos hóvastagság 50 cm. Az uralkodó szélirány Ény-i. A hegység területére hulló csapadék átlagosan 672 mm.

Az Aggteleki Nemzeti Park éghajlata nedves kontinentális, hosszú nyárral és a Kárpátok közelsége miatt erős hegyvidéki hatással. E sajátos természetföldrajzi adottságok határozzák meg a terület természetes növény és állatvilágának arculatát is.

A terület legjelentősebb vízfolyása a Szlovákiában eredő Bódva, mely Hídvégardónál lép Magyarország területére. A folyó átlagvízhozama $3 \text{ m}^3/\text{s}$ a felső szakaszokon. Az alsóbb részeken, Szendrőnél a közepes vízhozam $0,08\text{-}43,6 \text{ m}^3/\text{s}$. A völgyi síkságon kiszáradt morotvák jelzik egykori kanyarulatait.

Karsztterületről lévén szó, az egyes nagyobb patakvölgyek vízgyűjtője nehezen határolható el, mivel a vízválasztó vonalakat nem tudjuk biztosan meghúzni. A terület vízfolyásait számos karszt- és rétegforrás táplálja vizével. A Jósua-patak a karsztterület legnagyobb hozamú vízfolyása. A Ny-K folyásirányú völgy a Szlovákiában induló Kecő-völgyel kezdődik, melyben a völgy felső szakaszának egykori állandó vízfolyását jelentő Kecő-forrás fakad. Napjainkban ezen a szakaszon már csak árvizek idején találunk vízfolyást. Állandó vízfolyást csak a Babot-kút túlfolyó vize biztosít, mely Jósvafőtől Ny-ra fakad. Jósvafőn a terület legnagyobb forrásai táplálják a Tohonya- és Kajta-patak által. A fővölgybe jelentős mellékvölgyek kapcsolódnak be É-ről a Bolyamér- és Kopolya-völgy, D-ről a Kecse-kút-völgy.

Az Aggtelek-Rudabányai-hegyvidék és a környező területeken levő természetes tavak kis területűek, vízfelszínük néhány ezer m^2 . Különleges a Jósvafő határában töbörben kialakult Vörös-tó, mely az utóbbi évek csapadékszegénysége miatt részben kiszáradó kis mocsárrá vált.

Az Aggtelek község szélén lévő tó helyén a korabeli leírások szerint egy víznyelő működött, amelynek letörmődésével keletkezett a tó. A mesterséges tavak közül a legismertebb a Törő-fej-völgyben levő Tengersizem-tó, melyet 1942-ben létesítettek a mellette levő kis vízerőművel a Tengersizem Szálló áramellátása érdekében.

Az Aggtelek-Rudabányai-vidék földtani tagoltságának következménye, hogy a karsztvidéken 90 kisebb-nagyobb karsztforrás fakad.

Vörösföldek: Közepes földrajzi szélességek meleg éghajlatú, kontinensperemi területein, ahol száraz-meleg és nedves-hűvös évszakok váltakoznak, a tömör mészkövek felszínén keletkezett talajtípus. A talajok vastagsága általában nem haladja meg az 1 m-t. A kilúgozott talajtípus gyakran nem folyamatos takaróként, hanem mélyedések, üregek kitöltéseként jönnek létre, amelyeket a karsztosodó mészkő oldásos formái vesznek körül. A vörös talajok kevés humuszt tartalmaznak.

Rendzina talajok: Tömör, szilikátos szegény karbonátos kőzeteken kialakult, erőteljes humuszszódást mutató talajtípus.

Barna erdőtalajok: A területen igazi kifejlődésben nem jellemzőek.

Köves, sziklás váztalajok: A természetes és az erdőirtások után megindult gyorsított talajerózió következtében a karbonátos kőzetfelszín számos területfolton talajtakaróját elvesztette. A terület jelentős részén megtalálhatók, főleg a sziklaszirteken, falakon, meredek lejtőszakaszokon, a maradványtetőkön, a töbrök, uvalák oldalfalán.

Kavicsos váztalajok: Az Aggteleki kavicsháton található talajforma. Többnyire vályogos-agyagos fedővel, kavicsos váztalaj foltok figyelhetők meg.

Öntéstalajok: A jelentősebb vízhozamú kis folyók völgyében és árterületein található talajtípus.

III. Barlangtani alapismeretek

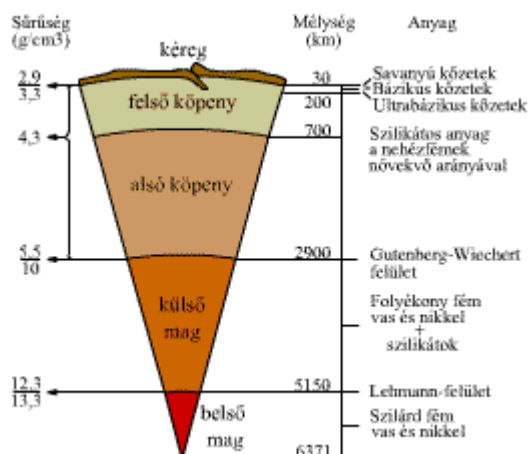
III./1. A barlangok védelméről

A barlangok a természet oly különleges adományai, melyek látványukkal nemcsak gyönyörködtetnek és egy, életre szóló élményt nyújtanak, hanem *információkat is szolgáltatnak a föld felépítésének, az éghajlat változásának, a földfelszín, az élővilág, az emberi kultúra fejlődésének megismeréséhez.* Természettudományos, történeti és gazdasági jelentőségük alapján, 1961 óta általános védelmet élvezzenek. A védelme kiterjed a bejáratától a barlang egészére, a befoglaló kőzetre, formákra, forma-együttesekre, a képződményekre a szilárd, a folyékony és a légnemű kitöltésre, a bejárat növényzetére a sötétflórára, a barlangkedvelő és barlanglakó állatokra, függetlenül azok külön védettségétől, valamint a mesterségesen létrehozott bejárat, vagy barlangrészeket összekötő mesterséges szakaszára. Védett barlangnak minősül a földkéreg alkotó kőzetben kialakult minden olyan természetes üreg, amelynek *hossztengelye meghaladja a két métert* és - jelenlegi vagy természetes kitöltésének eltávolítása után - mérete egy ember számára lehetővé teszi a behatolást..

Minden olyan tevékenység, ami a barlangok természetes állapotának változását idézheti elő engedélyköteles. A barlangokkal kapcsolatos természetvédelmi kérdések a Környezetvédelmi Minisztérium, a környezetvédelmi, természetvédelmi és vízügyi igazgatóságok, valamint a *nemzeti park igazgatóságok* feladatkörébe tartoznak.

A barlangok tudományos és feltáró kutatásával társadalmi szinten foglalkozó személyek és csoportok tevékenységét az 1910-ben megalakult *Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat* fogja össze. A több mint 1500 főt számláló társadalmi szervezet előadásokat, konferenciákat, tanfolyamokat szervez, kiadványokat jelentet meg, szakkönyvtárat, tudománytörténeti gyűjteményt működtet. A barlangjárás speciális technikai követelményeivel kapcsolatos képzési-továbbképzési feladatokat a *Magyar Természetbarát Szövetség Barlangbizottsága* fogja össze. A barlangokban eltévedt, balesetet szenvedett emberek felkutatását, mentését, az 1961-ben alakult budapesti székhelyű *Barlangi Mentőszolgálat* látja el.

III/2. Karszt és barlangföldtan



A Föld nagyjából gömb alakú, sugara 6371 km. Belső felépítését a földrengéshullámok segítségével tanulmányozhatjuk, gömbhéjas szerkezete van. Legkülső része a szilárd halmazállapotú **kéreg**, amelynek vastagsága az óceánok alatt 5-10 km, a szárazföldek alatt pedig többnyire 30-50 km. A kéreg alatt található a köpeny, amelynek külső részét sűrű, izzón folyós kőzetolvadék, a magma alkotja. A magmában fellépő áramlások hatására a kéreg hatalmas darabjai, lemezei távolodnak, elcsúsznak egymás mellett, vagy éppen összeütköznek, egymás alá buknak.

A földkéreg felépítésében résztvevő elemi részek az **ásványok**. Az ásványok szilárd halmazállapotúak, természetes folyamatok révén jönnek létre. Szigorúan megszabott, többnyire kristályos belső szerkezettel, valamint meghatározott vegyi összetétellel rendelkeznek. Ennek következtében meghatározott alkatuk, fizikai és kémiai tulajdonságaik (pl. szín, keménység, oldékonyság) vannak. Összesen mintegy 2500 féle ásványt ismerünk, közülük azonban csak néhány száz fordul elő gyakrabban.

A földkéreg nagy kiterjedésű és nagy tömegű alkotórészei a **kőzetek**, amelyek szintén természetes úton keletkeztek. A kőzet ásványok összessége. Vannak olyan kőzetek, amelyek nagyrészt csak egyféle ásványból állnak, de a kőzetek többsége az ásványok meghatározott társulása, amelyet az ásványos összetétel, az ásványok alakja, mérete, illeszkedése jellemez. A változatos összetétel miatt az egyes kőzetek fizikai és kémiai tulajdonságai is sokkal változékonyabbak.

Keletkezésük szerint megkülönböztethetünk magmás, üledékes és átalakult kőzeteket.

A **magmás kőzetek** a köpeny kőzetolvadékának lehűlése, kikristályosodása során keletkeznek. Ha a kőzetolvadék a kéregben több ezer méter mélységben megreked, akkor csak lassan, évmilliók alatt hűl ki, és ezért teljesen kristályos, nagyméretű ásványokból álló kőzet képződik, amelyet *mélységi magmás kőzetnek* nevezünk (pl. gránit, diorit, gabbró). A Föld felszínére ömlő kőzetolvadékból, a lávából *vulkáni kőzetek* képződnek. A gyors lehűlés miatt a lávakőzetekben csak apró kristályok találhatók, amelyeket üvegszerű alapanyag vesz körül (pl. riolit, andezit, bazalt). Ugyancsak vulkáni kőzet a vulkán működése során szerteszórt porszerű tufa, valamint a durvább törmelékből álló agglomerátum.



Gránit



Bazalt



Riolit

Az **üledékes kőzetek** más kőzetek lepusztulása, áthalmozódása és lerakódása során jönnek létre. A törmelékanyag áthalmozását a szél, a jég, a víz és a gravitációs tömegmozgások végzik, de a szállítás történhet vízben oldott formában is. A *törmelékes üledékes kőzetek* szinte mindenütt megtalálhatók. Lazább változataik (pl. kavics, homok, lösz, agyag) cementálódása, kőzetté válása során keményebb kőzetek keletkeznek (pl. konglomerátum homokkő, agyagpala). A *vegyi eredetű üledékes kőzeteknek* a vízben oldott anyagból válnak ki, elsősorban a tengerek medencéiben. Ilyen kőzet például a mészkő, dolomit, kősó, gipsz, anhidrit. Az üledékes kőzetek harmadik típusa a *szerves eredetű (biogén) üledékes kőzetek*. Ezek növényi és állati szervezetek életműködésének termékei, illetve az élőlények pusztulása következtében jönnek létre. Ide sorolható a mészkövek egy része, valamint a tőzeg, lignit, kőszén, kőolaj és földgáz. Az üledékes kőzetek rendszerint rétegzettek, gyakran tartalmaznak növényi és állati maradványokat. A földkéregnek kevesebb, mint 5%-át teszik ki, a Föld felszínének viszont háromnegyedét üledékes kőzetek borítják.



Konglomerátum



Homokkő



Agyagpala



Mészkő



Dolomit



Gipsz

Az **átalakult (metamorf) kőzetek** a földkéreg mélyebb régióiban keletkeznek, ahol a nagy nyomás és magas hőmérséklet hatására a már korábban létrejött kőzetek átkristályosodnak, anyaguk differenciálódik, esetleg részben megolvadnak. Az átalakult kőzetek szerkezetét rendszerint a jól látható irányítottság, palásság jellemzi. Az átalakult kőzet összetétele elsősorban az eredeti kőzet anyagától és az átalakulás mértékétől függ. Például a gránitból fokozatosan gneisz, majd granulit, a gabbróból kloritpala, amfibolit, serpentin, a homokkőből kvarcit, az agyagpalából fillit, csillámpala, a mészkőből márvány, a kőszénből pedig antracit keletkezik.



Gneisz



Csillámpala



Márvány

A Föld kérgé állandó, differenciált mozgásban van. Tengeri üledékek előfordulnak több ezer méter magasságban is, másutt jelentős szárazföldi kéregdarabok találhatók mélyen az óceán felszíne alatt. Egyes helyeken a korábban vízszintesen települt rétegek kibillentek eredeti helyzetükből vagy meggyűrődtek, máshol pedig meredek törések mentén hatalmas tömbök mozdultak el függőlegesen akár több száz méterre vagy csúsztak el több száz kilométerre egymás mentén.

Mindezeket a Föld belső erői által előidézett mozgásokat (kiemelkedéseket és süllyedéseket, gyűrődéseket, vetődéseket) tektonikus mozgásoknak nevezzük.

A földkéregben felhalmozódó feszültségek következtében a kőzeteket számtalan repedés járja át, amelyek mentén forró oldatok, gőzök és gázok áramlanak. A földkéreg belső feszültségei okozzák a földrengések kipattanását is. A tektonikus mozgások igen lassúak, csupán évi pár milliméteres vagy annál is kisebb nagyságrendűek. Ezek a lassú változások azonban a Földtörténet évmilliói során hatalmas átalakulásokhoz vezettek.

Karbonátos kőzetek

Jóformán mindenféle kőzetben képződhetnek barlangok. A kőzetek anyagi és szerkezeti különbségei miatt azonban egyesekben könnyebben, másokban nehezebben alakulnak ki és maradnak fenn az üregek. Barlangképződés szempontjából a karbonátos kőzetek a legkedvezőbbek: habár a földkéregnek csak **1 %-át** teszik ki, a barlangok **95%-a** mégis karbonátos kőzetben található. A karbonátos kőzetek anyagának több mint a fele karbonát ásvány: aragonit, ill. kalcit CaCO_3 , dolomit $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, magnezit MgCO_3 vagy sziderit FeCO_3 . A legfontosabb karbonátos

kőzetek a mészkő, dolomit, márga és a márvány. Mészkőnek nevezzük azt a kőzetet, aminek legalább 90%-át kalcit és aragonit alkotja. A fennmaradó rész főleg más karbonát ásvány, kvarc vagy kova, agyag és szerves anyag. A mészkő színe nagyon változatos, elsősorban anyagi összetételétől függ. A magas karbonáttartalmú, tiszta mészkövek fehér színűek. A szürkés árnyalatot az agyag vagy a szerves anyag okozza. Előfordulnak magas szervesanyag-tartalmú, fekete színű mészkövek is. Az ugyancsak gyakori sárga, vörös, barna színű mészköveket a vas-III-ion színezi ilyenre.

Karsztosodáson az oldható kőzeteken (mészkő) lejátszódó olyan folyamatokat értjük, amelyeket az oldódás hoz létre vagy vezérel. E folyamatok eredményeként kialakult sajátos formakincset a Karszt-hegységben ismerték fel, innen kapta a nevét.

Az oldódás a kőzet (mészkő) szilárd felületén és az oldószer (szénsavas víz) érintkezési felületén lejátszódó jelenség. A kőzettel érintkező vízbe a levegőből vagy a talajból kerül a széndioxid. Ez mint gyenge sav oldja a mészkövet. Ha a kioldott mészsanyag kellő mennyiségben feldúsul a vízben, akkor az kiválik. Így keletkeznek az épüléses karsztformák (mésztufagát, cseppkő).

A karsztosodás kémiai alapegyenletei

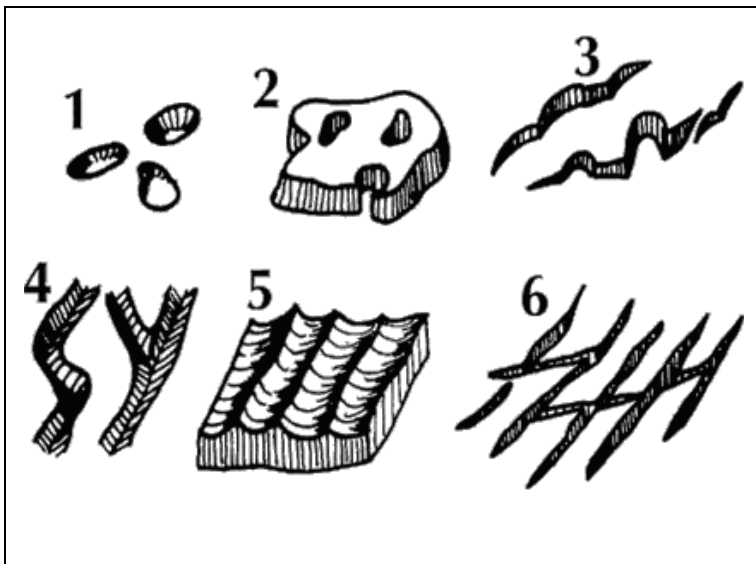


Pusztulások (oldódásos) karsztformák

Felszíni karsztformák:

- **karrok:** A karrok a karsztok mikroformái. Létrejöhetnek talaj alatti vagy talaj nélküli térszíneken. Kialakulásukat nemcsak a szénsav, hanem egyéb savak pl.: a gyökerek által termelt savak is okozhatják. A gyökerek által létrejött oldási formákat *gyökérkarr*nak nevezzük. A talajból kibukkanó kőzetben alakulnak ki a **sziklakarrok**. Az egymásra merőleges és egymással párhuzamos, keskeny, mély hasadékok alkotják a *rácskarrokat*. Lejtős felszínen leggyakoribb karrforma a *lejtőkarr*.

1. madáritató



2. gyökérkarr

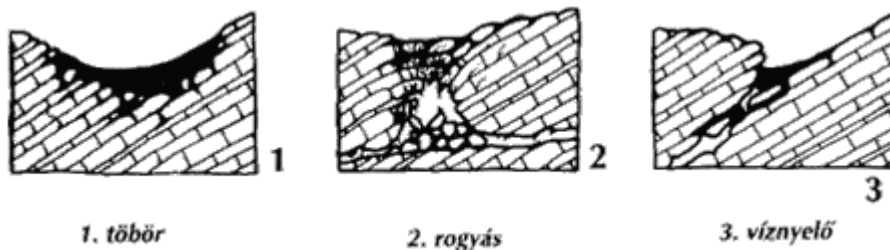
3. meanderkarr

4. karrvályú

5. rovátkakarr

6. rácskarr

- **töbör, töbrörsor:** A *töbör* lapos, többnyire csésze vagy tál alakú bemélyedés, amelynek mélysége pár métertől néhányszor tíz méterig terjed, átmérője pedig akár több száz méter is lehet. A töbrök elsősorban a mérsékelt és szubtrópusi éghajlaton, az alacsonyabb hegységekben alakulnak ki. A töbör talaj alatt fejlődő, oldásos képződmény, amely keletkezését két fontos tényezőnek köszönheti. Egyrészt a kőzetfelszín mélyedéseiben mindig vastagabb a talajtakaró, ezért az itt beszivárgó víz szénsavtartalma és oldóképessége is magasabb. Másrészt záporok vagy hóolvadás után a víz a mélyebb térszíneken hosszabb-rövidebb időre összegyülekezik, és onnan szivárog el a kőzet repedésein. Tehát a kőzetfelszín kezdeti kisebb mélyedései fokozatosan egyre nagyobbá és mélyebbé válnak. A töbör növekedése, mélyülése szinte soha nem egyenletes: lejtőin más-más időpontban olvad meg a hó, eltérő mértékben vannak kitéve a szél szárító hatásának stb. Emiatt a töbör kialakulása során oldalirányban is "vándorol", valamelyik lejtője meredekebb a többinél. Igen gyakran megfigyelhető, hogy a töbrök sorokba rendeződnek.



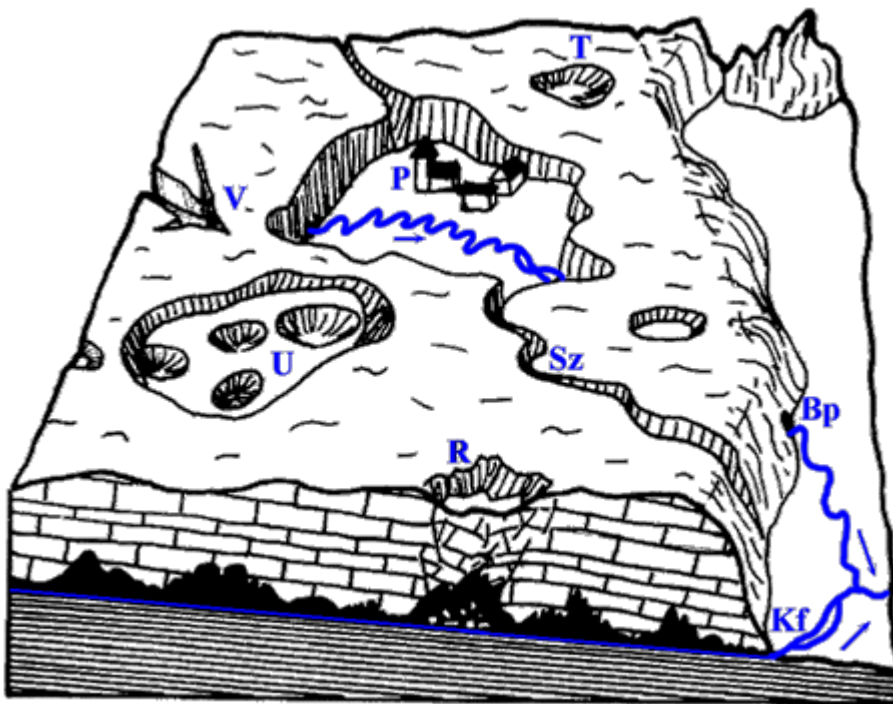
- **rogyás, beszakadás, szurdokvölgy:** Habár a mészkő meglehetősen szilárd, állékony kőzet, a benne kialakult üregek mégsem örök életűek, hanem mennyezetük előbb-utóbb felszakadozik. A mélyben bekövetkezett omlások hatására a felszínen lapos, egyenetlen aljú mélyedés; ún. *rogyás* jön létre. Előfordul, hogy az omlás egészen a felszínig felharapódzik. Ilyenkor meredek, esetleg aláhajló falú, omladékkal borított fenekű *beszakadás* jön létre. Hosszabb járatok beomlásakor *szurdokvölgyek* keletkeznek, amelyek egykori barlangfolyosó múltjáról csak a fennmaradt köhidak, sziklakapuk árulkodnak.

- **uvala, lápa, polje:** A karsztfennsíkokon nagy kiterjedésű, olykor több kilométer átmérőjű mélyedések is kialakulhatnak, amelyekben kisebb töbrök helyezkednek el. Ezeket a többszörösen egymásba ágyazott töbröket nevezzük *uvalának*, vagy másképpen *lápának*.

A karsztvidékek sajátos képződményei a *poljék*. A polje nagyméretű, gyakran több négyzetkilométer kiterjedésű beszakadás, amelynek nincsen felszíni lefolyása. A poljében összegyűlő vizek a felszín alatt, barlangjáratokon keresztül jutnak el a karsztvidék peremére. A kopár és száraz karsztfennsíkokon csak a poljékban van vízfolyás és a földműveléshez megfelelő talaj, ezért a falvak is a poljékba települtek. Időnként előfordul, hogy a hirtelen hóolvadás, zápor következtében összegyűlő nagy mennyiségű vizet a barlangjáratok nem győzik elvezetni, ezért a polje árvízveszélyes terület.

- **víznyelő (ponor):** A karsztvidékek talán legérdekesebb jelenségei a víznyelők. A *víznyelő* rendszerint csésze vagy tölcsér alakú, többnyire elnyújtott mélyedés, amelynek átmérője néhányszor tíz métertől pár száz méterig terjed. Míg a töbrök alja többnyire sík, egyenetlen, addig a víznyelő talpa határozottan lejt. A töbrökben a záporok után összegyűlő víz apró repedéseken keresztül lassan szivárog el, ezzel szemben a víznyelőkben rendszerint határozott vízmosás figyelhető meg, amely az időszakosan vagy állandóan folyó vizet a víznyelő legmélyebb pontjához vezeti. A nyelő szája még a nagyobb vízmennyiséget is hangos "szürcsöléssel, kortyolással" elnyeli, és csak ritkán fordul elő, hogy a nyelőszájnál megtorlódó víz rövidebb ideig tóvá duzzad. A víznyelők általában a karsztos és a nem karsztosodó kőzetek határánál alakulnak ki. A víznyelő tulajdonképpen olyan váltópont, ahol a felszíni vízfolyás a karbonátos kőzetekben kialakult üregrendszerbe lép, és - hordalékát s magával szállítva - a föld alatt folytatja útját.

- **karsztforrás, búvópatak:** A *karsztforrás* bizonyos szempontból a víznyelő ellentéte: olyan váltópont, ahol a felszín alatti vízfolyás a karsztterület peremén a felszínre lép. Más forrásoktól eltérően a karsztforrás általában egy meghatározott pontban, koncentráltan fakad. Többnyire bővizű, de vízjárása és a víz minősége szélsőségesen ingadozó. Szárazabb időszakokban kristálytisztá vize igen sok oldott meszet tartalmaz, amely a CO₂ elillanása miatt kicsapódik, és forrásmészkö, mésztufa képződik. Csapadékos időszakokban vagy hirtelen hóolvadás után a karsztforrásból előtörő víz mennyisége akár a több százszorosára növekedhet. Ilyenkor a karsztos üregeken keresztül folyó zavaros, barna áradat oldottmész tartalma erősen lecsökken. A karsztforrás vízhozamának és a víz vegyi összetételének változásából, a víz által szállított hordalékból következtetni lehet a forrás mögötti üregrendszer méretére, tágasságára is. A karsztvidékek érdekes jelensége a *búvópatak*. Gyakran előfordul, hogy a nem karsztos kőzetből vagy a talajból fakadó kisebb forrás vize néhány száz méterrel odébb víznyelőben tűnik el. A poljékra is jellemző, hogy a polje egyik szélén feltörő karsztforrás vize a poljén keresztül folyva a másik szélén újból a föld alá bújik. A búvópatak népi neve "visszafolyó".



T=töbör

U=uvala

R=rogyás

Sz=szurdokvölgy

P=patak

V=víznyelő

Kf=karsztforrás

Bp=búvópatak

- **trópusi karsztformák:** kúparszt (K) és toronykarszt (T). A trópusi területeken a mérsékelt égövénél sokkal gyorsabb karsztosodás miatt sajátos karsztformák jönnek létre. Az intenzív karrosodás szinte járhatatlanná teszi a felszínt. Igen gyors az üregképződés, de az üregek rövid életűek, viszonylag hamar beomlanak, ezért sok a meredek falú beszakadás. A hirtelen, nagy esőzések miatt a mállás során feloldódó anyag nagyobb része a felszíni lefolyással szállítódik el, így nem a mérsékelt égövre jellemző egységes karsztfennsík, hanem egy erősen feldarabolt *kúparszt* alakul ki. A karsztosodás előrehaladtával a mélyedések sík lapállá egyesülnek, amelyből magányos mészkőkúpok meredeznek (*toronykarszt*). A lapályt a mészkő oldódási maradékából kialakuló vasban dús talaj borítja, amely jellegzetes vörös színéről a terra rossa ("vörös föld") nevet kapta. A környező területekről a karsztfelszínre mosódó, és ott a töbrökben és rogyásokban, mint csapdákban felhalmozódó agyagok a trópusi éghajlaton sajátosan átalakulnak. Bizonyos kémiai elemek kioldódnak belőlük, mások feldúsulnak. Így jönnek létre az alumíniumban dús karsztbauxitok, illetve az oxidos mangánérccek.



A földkéreg lemezeinek vándorlása és a Föld éghajlatának változása miatt Magyarország területe sem mindig a mérsékelt égövhez tartozott. A kréta időszak során és a paleocén korban hazánkban trópusi éghajlat uralkodott, amikor felszínen lévő mészköveink intenzíven karsztosodtak. A trópusi karsztformák a Villányi-hegység és a Bakony külszíni bauxitfejtéseiben és mangánbányáiban figyelhetők meg, amelyek egy része ma természetvédelmi terület (nyirádi Darvas-tó és úrkúti Csárda-hegy).

A felszín alatti karsztformák:

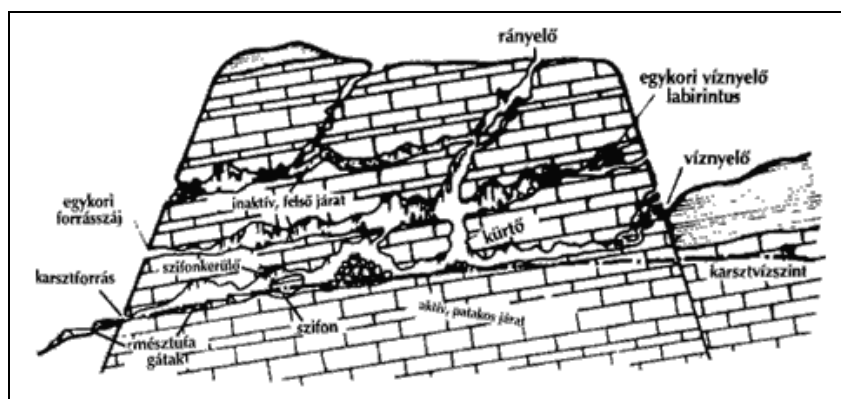
Felszín alatti karsztformák a barlangok. A karsztos barlangok eredetük szerint oldódásos és eróziós eredetűek lehetnek.

Korróziós barlangok: Az oldódásos (korróziós) eredetű barlangok a szénsavval telített víz oldó hatására alakulnak ki a felszín alatt. A folyamatot, amelynek hatására kialakulnak az üregek, keveredési korróciónak nevezzük. Az oldódás során gömb, illetve félgömb, üst alakú képződmények keletkeznek. Ezeket gömbüstöknek nevezzük.

Eróziós barlangok: Az eróziós barlangok felszín alatti erózióval alakulnak ki. Eróziósnak nevezzük a folyóvíz romboló munkáját. Ezeket a barlangokat is a föld alatt folyó patakok, folyók romboló munkája alakította ki.

Zsombolyok: Függőleges akna-barlangok.

A barlang többnyire folyosók és járatok rendszere, amelyek időnként termékké szélesednek. A járatok formája és mérete általában szélsőségesen változik a befoglaló kőzet repedezettségétől és oldhatóságától függően. A járatok igen gyakran egymás fölött több szintben húzódnak. A különböző `szinteket aknák és kürtők kötik össze. Az ilyen *emeletes barlangrendszer* kialakulásának részben közettani, részben éghajlati-tektonikai okai vannak. Közettani ok lehet például, ha a mészkőrétegek közé kevésbé oldódó dolomitos vagy márgás szintek települnek. Ilyenkor a kőzetrepedések elsősorban a mészkővekben tágnak, itt alakulnak ki a vízvezető járatok. Az emeletes barlangrendszerek kialakulása sok esetben az éghajlati változásokkal magyarázható.



Az utóbbi 2 millió év, a pleisztocén kor során a hűvös és száraz jégkorszakok valamivel enyhébb és csapadékosabb időszakokkal váltakoztak. A csapadékosabb periódusokban a földfelszín lassan emelkedő területein hirtelen felgyorsult a lepusztulás, a völgyek kimélyültek, és a karsztvidék peremén a karsztforrások mélyebb szintre kerültek. Ezért a vízvezető barlangjáratok is mélyebb szinten kezdtek kialakulni. A hideg és száraz időszakokban viszont a felszíni lepusztulás és a

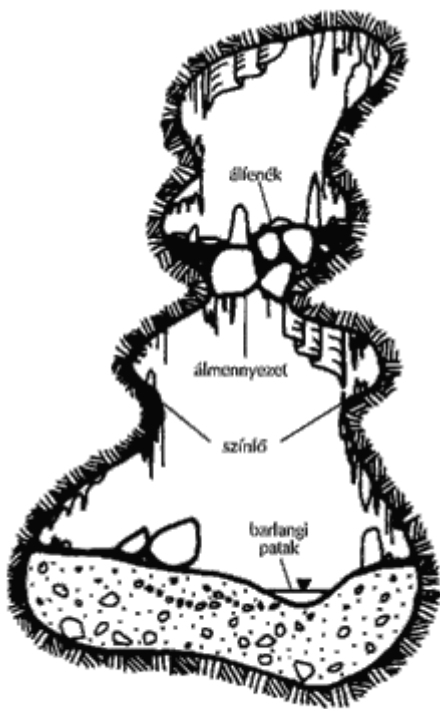
karsztosodás is lelassult, a járatok részben kiszáradtak, a források elapadtak. Az újbóli felmelegedés nyomán a járatok képződése ismét mélyebb szintre helyeződik. Hazánkban a legtöbb patakos karsztbarlang kétemeletes, de a mérsékelt égöv más területein ismerünk 3-5 emeletes barlangrendszereket is.

Az emeletes barlangrendszer alsó szintjét, amelyben a barlangi patak folyik, *aktív járatnak* nevezzük. Ezt a szintet a patak hordalékával még ma is koptatja, tágítja - különösen áradások idején. Azt a szakaszt, ahol a járat mennyezete a barlangi patak szintje alá bukik, szifonnak hívjuk. A *szifon* rendszerint a kevésbé oldódó kőzetben alakul ki, és az aktív járat legfiatalabb része. A barlangászok szerencséjére a szifonon való túljutást számos esetben egy magasabb helyzetű szifonkerülő járat könnyíti meg.

A felső, *inaktív járatokba* már csak elvétve vagy egyáltalán nem emelkedik fel az árvizek szintje, ezért ezek a járatok sokkal agyagosabbak és dúsabbak cseppkőképződményekben. A felső járat az egykori forrásszájhoz vezet. Nagy esőzések után, amikor a barlangi árvíz szintje egészen a felső járatokig emelkedik, az akár több évtizedig is száraz árvízi forrásszáj hirtelen működni kezd. Számos barlangrendszerbe ilyen időszakosan megnyíló forrásszájon keresztül sikerült bejutni.

Mivel a térszín változása a karsztos terület peremén a leggyorsabb, ezért a víznyelők és a karsztforrások közelében gyakran alakulnak ki szűkebb járatokból álló, bonyolult térbeli *labirintusok*. A víznyelőhöz közeli szakaszok magasan a karsztvízszint fölött húzódnak, ezért ezekben a többnyire omladékos járatokban csak a víznyelő működése idején folyik patak. Ilyenkor viszont szinte teljesen kitölti a járatokat a víz. A barlang alsó, a karsztforráshoz közeli szakasza viszont számos esetben a karsztvízszint alá mélyül, ezért ott állandó a vízborítás, amit csak súlyosbítanak a barlangi patakot visszaduzzasztó mésztufagátak.

A karsztbarlang folyosója lehet egyenes vonalú különösen, amikor valamilyen nagyobb kőzethasadék mentén alakul ki, és jelentős az esése. Jóval gyakoribb azonban a térbeli repedéshálózat mentén kifejlődő, szabálytalanul zezugos járat. Azonban rendszerint ilyenkor is felismerhetők a járatok irányát megszabó hasadékrendszerek. Ha a barlangi patak jelentős mennyiségű kavicsos hordalékot szállít magával, erősen kanyargó, *meanderező* barlangfolyosó alakulhat ki (Béke-barlang). A barlangfolyosóban számos helyen a falakon végigfutó hosszanti párkány, ún. *színlő* figyelhető meg.



*Feltöltődő jellegű, időszakosan aktív
eróziós barlangfolyosó keresztmetszete*

A színlő kialakulásának lehetnek közettani okai, mint például egy kevésbé oldható közetréteg, vagy egy keményebb, a koptatásnak jobban ellenálló kőzetpad kipreparálódása. A színlő kialakulása ennél gyakrabban vezethető vissza éghajlati okokra. A barlangfolyosó mélyülése, bevágódása során ugyanis a szárazabb időszakokban szűkebb járatszelvény alakul ki. Amikor több a csapadék és gyakoribbak az árhullámok, megnövekszik a barlangi patak hordalékának koptató hatása, és a patak meanderező jellege miatt szélesebb barlangfolyosó alakul ki. A vízhozam periodikus változása egymás fölött több szintben futó színlőket eredményezhet. A folyosó szűkebb részein, a színlők között megrekedhet az omladék, és cseppkővel cementált *álmennyezet*, ill. *álfenek* alakulhat ki. Felületi oldásos képződmények, azaz karrok a barlang falán is kialakulhatnak; főleg árkos és barázdás *barlangi karrok* fordulnak elő.

Számos helyen figyelhetők meg a falakon az örvénylő víz által kialakított, pár centimétertől 20-50 cm-ig terjedő méretű homorú mélyedések, ún. *hullámfodrok*, valamint a járat talpán kimosott *örvényüstök*. Ugyancsak a felszín alatti karsztképződmények közé tartoznak a barlangi üledékek és a cseppkőképződmények, amelyeket a barlangi kitöltéseknél fogunk részletesen megismerni.

A barlangok különleges fajtája a *zsomboly*, azaz a nagy függőleges kiterjedésű aknabarlang. A zsomboly szó már az üreg keletkezésének módjára is utal, 'ért a meredek víznyelőjáratokat, az omlással a felszínig felszakadó üregeket vagy hévizes kürtöket helytelen így nevezni! A valódi zsomboly másképpen keletkezik. A zsomboly rendszerint több aknából áll, amelyek egymással különböző magasságban, gyakran egészen kis nyílással érintkeznek. Az aknák felfelé vakon végződnek, lefelé tágulnak, és az aljukon sem lehet patakos járatra bukkanni. Az aknák vízszintes

metszete egy vagy több irányban elnyújtott, zabszem vagy csillag szelvényű, mindig jól felismerhetőek az akna kialakulásában fontos szerepet játszó tektonikus repedések. A legtöbb zsomboly bejárata egy töbör oldalában található, és a bejárat akna felső része általában beszakadással nyílik meg. A zsombolyok oldódás útján keletkeznek. A zápornyelőként működő töbrök alján a csapadékvíz lefelé szivárog a karsztvízszint irányába. Főleg a hűvösebb éghajlatú területeken a víz oldóképességét nagyobb mélységig is megőrzi, és a táguló hasadék lefelé egyre több rés vizét csapolja meg. Az akna lefelé legfeljebb a karsztvízszint eléréséig mélyülhet. Mint korábban említettem, a töbör oldalirányban vándorolva mélyül, ezért a fő beszivárgási terület fokozatosan arrébb helyeződik. Így alakul ki az egymás mellett lépcsőzetesen elhelyezkedő aknasorozat. A töbör mélyülésével a legfelső akna a töbör oldalában a felszínre lyukadhat. Az aknák összeszűkülő részein megrekedő, cseppkövel cementált omladékból álfenék képződhet.

III/3. Barlangi kitöltések

Míg a barlangok életében a születést az üregesedés folyamata jelenti, addig halálukat a kitöltődés okozza. Az üregesedés és a kitöltődés folyamata időben nem különül el élesen - míg a barlang egyes részei, például az aktív járat napjainkban is tágul, addig a felső inaktív járatokra már a feltöltődés túlsúlya jellemző. A két folyamat aránya a barlang élete folyamán is többször megváltozhat. Előbb-utóbb azonban minden barlang vagy teljesen feltöltődik, vagy olyan nagy méretűvé válik, hogy beomlik. A barlangi kitöltések halmazállapotuk szerint lehetnek légneműek, cseppfolyók vagy szilárd halmazállapotúak. Ez utóbbiak között megkülönböztetjük a barlangban képződött, ún. *autochton kitöltéseket*, valamint a barlangba a felszínről bekerült *allochton kitöltéseket*. A számunkra bejárható üregeket természetesen levegő tölti ki, azonban a barlangi levegő néha jelentősen különbözik a normál felszíni levegőtől. A barlangi levegőben rendszerint sokkal több a *szén-dioxid*, átlagosan 0,3%. Ugyancsak megnövekedett a szén-dioxid mennyisége a barlang rossz szellőzésű részein a barlangi túra következtében. Az ilyen üregek bejárása kellő óvatosságot igényel, mert a magas CO₂-koncentráció légszomjat, fáradékonyságot okozhat, ami képességeink túlbecsüléséhez vezethet. A barlangi levegő másik sajátossága a magas *páratartalom*. Számos barlang levegőjének vízgőztartalma a telítettségi érték közelében van. Egyes barlangok levegőjében feldúsul a földkéreg mélyéről felszivárgó *kénhidrogén* és *metán*. A nyitott szájú aknabarlangokba hulló, ott elrothadó állati tetemek növénymaradványok ugyancsak veszélyessé tehetik a barlangi levegő belélegzését. Szerencsére a legtöbb barlang levegője tiszta, pormentes, nem tartalmaz virágporokat, így tehát gyógyító hatású. A barlangok cseppfolyós halmazállapotú kitöltése a víz. A víz számos formában fordul elő a barlangban: mint a hűvös falakon a párák levegőből kicsapódó kondenzvíz, a falakról és a mennyezetről csepegtető-szivárgó vizek, a barlangi patak folyóvize, vagy a

mésztufagátak által visszaduzzasztott medencék és a tavak állóvize. A karsztos kőzetek hasadékait, üregeit kitöltő vizet összefoglalóan karsztvíznek nevezzük. Azt a szintet, amely alatt minden hasadékot és üreget teljesen kitölt a karsztvíz, karsztvízszintnek nevezzük.

A barlangban képződő (autochton) kitöltések

A barlangban képződő szilárd kitöltések közül legfontosabbak a *mész kiválások*, amelyek természetesen elsősorban a karbonátos kőzetekben képződött barlangokban fordulnak elő. A mész kiválások anyaga *kalcit*, azaz trigonális kristályrendszerben felépülő CaCO_3 , ha a kiválás 20-25 °C alatti hőmérsékleten történik. Ennél magasabb hőmérséklet esetén - főleg a hévizekből - rombos rendszerben kristályosodó CaCO_3 , azaz *aragonit* képződik. Az aragonit idővel kalcitá kristályosodik át, miközben térfogata 8,35%-kal növekszik. A mész kiválások létrejöhetnek csepegő-szivárgó vizekből, folyó- vagy állóvízből. A szilárd autochton kitöltések további fajtái az egyéb ásványkiválások, az omladék, a valódi barlangi agyag, a guanó és a jég.

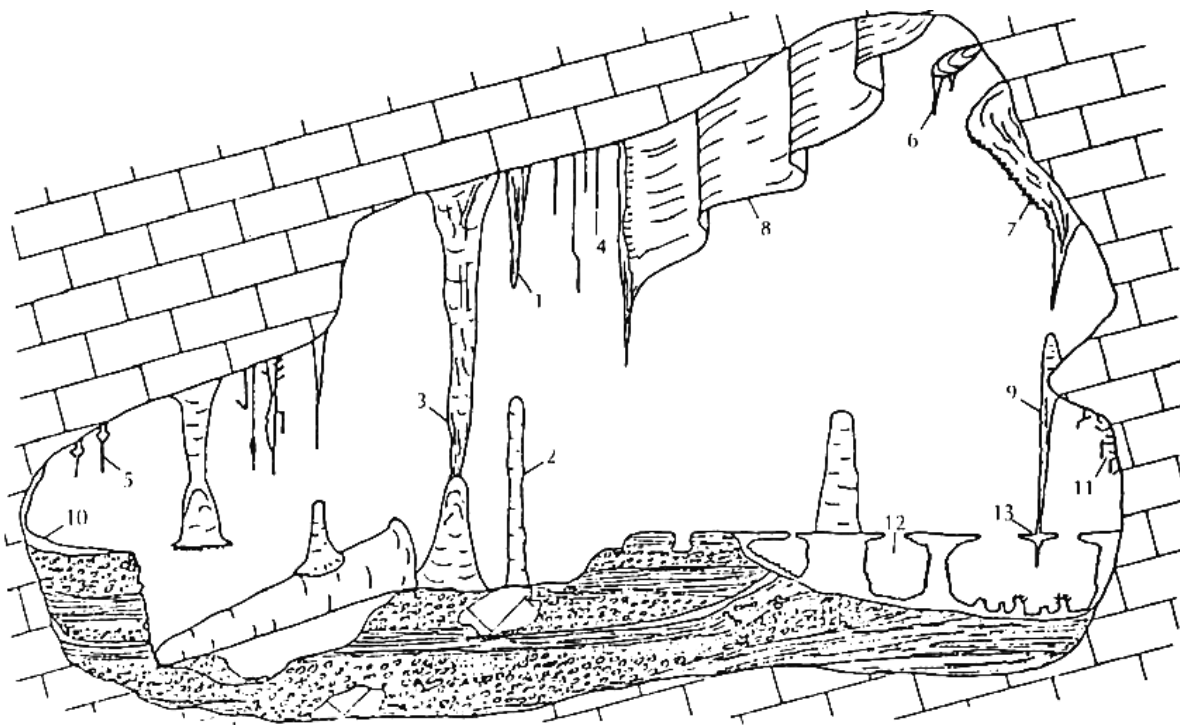
- csepegő-szivárgó vizek mész kiválásai

Ezeket a képződményeket összefoglalóan **cseppköveknek** nevezzük. A *cseppkőképződés legfontosabb oka*, hogy a barlangi levegő CO_2 -tartalma alacsonyabb, mint a talajban lévő levegőé. Ezért amikor a talajon keresztülszivárgott vízcsepp a barlang légterébe ér, szén-dioxid-tartalmának egy részét leadja. A falon alászivárgó, vagy a földre cseppenve szétfröccsenő víz megnövekedett felületén keresztül további CO_2 illan el - egészen addig, amíg a víz CO_2 -tartalma egyensúlyba nem kerül a barlangi levegő CO_2 -tartalmával. A szén-dioxid elillanása minden esetben az oldott mésztartalom egy részének kicsapódásával jár. A *cseppkőképződés sebessége* nagyon kicsi: a cseppkövek éves növekedése 12 tized mm-től pár milliméterig terjed. Minél nagyobb a talajlevegő és a barlangi levegő CO_2 -tartalma közötti különbség, annál intenzívebb a cseppkőképződés. Ez az oka, hogy a trópusi barlangok legfeljebb néhány száz tízezer évesek, ugyanis igen gyorsan telecseppkövesednek. Ezzel szemben a magashegységi, hideg égvői barlangokban a cseppkőképződés jóval lassabb. A *cseppkövek* színe anyagi összetételüktől függ. Az üvegszerűen tiszta, átlátszó cseppkövek tiszta kalcitból állnak. A tejszerűen fehér színt a cseppkőben rekedő gázzárványok okozzák. A sárga, narancssárga és barna színt a vas, a rózsaszín és vörös árnyalatokat a mangán adja. A cseppkövek zöldes színét a réz okozza. A sötétbarna és fekete cseppköveket agyagásványok, vas- és mangánbaktériumok, vagy pedig korom színezi. A különböző helyekről szivárgó vizek tarka cseppköveket eredményeznek.

A *cseppkövek formája* nagyon változatos. A mennyezeten belépő vízcsepp mésztartalmát már az üreg tetején lerakja, így lefelé növekvő *függőcseppkő*, *sztalaktit* keletkezik. Ha a beszivárgó

vízcseppek mésztartalmukat gyűrű alakban mindig az előző kiválás peremén rakják le, akár méteres hosszúságú *szalmacseppkő* jöhet létre. Rendszerint azonban a függőcseppkő a mennyezet nagyobb részéről gyűjti össze a vizet, amely a cseppkő felszínén végigfolyva folyamatosan vastagítja azt. A sztalaktitok belsejében mindig felismerhető a kezdeti vízvezető cső. A túl nagyra növekedett sztalaktit saját súlya alatt leszakadhat.

A lecseppenő és szétfröccsenő vízből is kicsapódik a mész, így felfelé növekedő *álló cseppkő*, *sztalagmit* épül. Az állócseppkő a függőcseppkőnél rendszerint jóval vastagabb, és sosincs a belsejében vízvezető cső. A sztalagmitok teteje általában lapos, amelybe a magasról hulló vízcsepp kis mélyedést is vájhat. A nem egyenletesen növekvő sztalagmit alól kipréselődhet a talaj, vagy alámosódhat, s ezért megbillen vagy fölborul. Az eldőlt sztalagmiton újabb állócseppkő növekedhet.



- | | | |
|-------------------------------|------------------------|------------------------------|
| 1. függőcseppkő (sztalaktit) | 6. dobcseppkő | 11. görbe cseppkő (heliktit) |
| 2. állócseppkő (sztalagmit) | 7. farkasfogas cseppkő | 12. tetarátá medence |
| 3. cseppkőoszlop (sztalagnát) | 8. Cseppkőzászló | 13. galléros cseppkő |
| 4. szalmacseppkő | 9. baldachin | |
| 5. retek cseppkő | 10. cseppkőkéreg | |

A laza talajra csöppenő víz kisebb krátert váj ki, amelynek a falát bekérgezi a kicsapódó mész. Ilyen módon *cseppkőcsésze* képződik. A cseppkőcsészében lévő kavicsra, szemcsére is kiválik a mész. A

lecsöppenő víz a szemcsét forgatja, így az teljesen szabályos gömb alakúvá növekszik. Ezeket a koncentrikus belső felépítésű kiválásokat *barlangi gyöngynek*, *pizolitnak* hívjuk.

Ha a függőcseppkő és az állócseppkő növekedésük során összeér, *cseppkőoszlop* (*sztalagnát*) képződik. Néha előfordul, hogy az oszlop alól kimosódik a talaj. Ilyenkor a mennyezetről lógó *cseppkőlámpáról* beszélünk. A barlang falán vagy talaján végigszivárgó víz *cseppkőkérget* hozhat létre. Ha kéreg alól kimosódik a talaj, és mindkét oldala szabaddá válik, *cseppkőbaldachin* keletkezik. Egyes esetekben a repedésből belépő víz mindig ugyanazon útvonal mentén szivárog végig, és így vékony, hullámos *cseppkőzászló* (*drapéria*) alakul ki. A cseppkőzászló peremén végigszivárgó víz nem egyenletes vastagságban folyik, hanem kisebb hullámokban. Ez eredményezi a cseppkőzászlók élén olykor megfigyelhető *farkasfogakat*.

A cseppkővek különleges fajtái a *görbe cseppkővek*. Mindig olyan esetben képződnek, amikor a barlang légterébe lépő vízcseppet valamilyen erő eltéríti függőleges pályájától. Ilyen lehet például a tartós egyirányú légáramlás, aminek következtében a huzat által elgörbített cseppkő, *anemolit* jön létre. Igen érdekesek az opálos színű, fogas, dugóhúzó stb. alakú, szabálytalanul görbülő szálak, a *heliktitek*. Ezek úgy keletkeznek, hogy a vízcsepp nagyon szűk vízvezető járatokból, kapillárisokból préselődik elő, és a vékony filmszerű vízbevonatból nem a gravitáció, hanem a kristálynövekedés szabályai szerint következik be a mészkiválás. A heliktitek egy másik típusa hosszú, tűszerű kristályokból álló pamacsok formájában jelenik meg. Ezeknél a mészkiválás az áramló párák barlangi levegőből történik, és a gravitáció helyett az elektromos töltéseloszlás, az ún. aeroszolhatás befolyásolja a kristályok növekedését.

- folyó, áramló vizek mészkiválásai

A barlangon végigfolyó patak vizéből azokon a helyeken, ahol folyása meggyorsul, felszíne megnövekedik, a szén-dioxid egy része elillan. A patak vizéből kicsapódó mészből egyre magasodó *mésztufagát* épül. A mésztufagát peremén átbukó, domború hátán lefolyó vízből egyre intenzívebb a mészkiválás, így a gát magassága több métert is elérhet. A mésztufagatról a víz nem egyenletesen, hanem kisebb hullámokban folyik le. Emiatt a gát felületén apró fodrok, tetaráták medencék alakulnak ki.

A víznyelőknél a barlangba lépő patak vize rendszerint még nem telített mésszel, csak fokozatosan válik azzá, ahogyan növekedik a csepegésből-szivárgásból hozzákeveredő vizek aránya. Emiatt a mésztufagátak inkább a patakos barlangok alsóbb szakaszán, vagy a főként szivárgó vízből táplálkozó oldalágakban épülnek. A barlangi mésztufagát rendszerint meglehetősen tömör. Ezzel szemben a karsztforrásoknál a növényzetre kicsapódó mésztufa erősen likacsos, üreges.

- álló vizek mészkiválásai

A barlangüregeket kitöltő telített oldatból a mész nem egyenletesen válik ki a falakra, hanem egyes

kristályosodási gócnál alakul ki gyors növekedés. A víz alatt a mészkiválást nem befolyásolja a gravitáció, ezért néhány milliméter átmérőjű, gömbölyű kinövésekből álló, szőlőfürtszerű képződmény, ún. *borsókő* jön létre. Tartós vízborítás esetén kisebb méretű, ritkás borsókővek hideg vízből is kiválhatnak, de az igazán szép ágas-bogas, nagyméretű kiválások, a *karfiolok* a hévizes kitöltésű üregek falán képződnek, ahol szinte nincsen vízáramlás. Hideg vizes barlangokban is előfordulnak nagy töménységű csepegő vizekből összegyűlő cseppkőmedencék, amelyek vizének felszínén a szén-dioxid elillanása miatt *kalcitkéreg* válik ki. Sokkal intenzívebb azonban ez a folyamat a hévizek esetében, ahol a kalcithártya vastagra hízhat, majd összetöredezve és a víz fenekére süllyedve egyre vastagodó, *kalcitlemezekből* álló kitöltés képződik. Különösen intenzív a kalcitkéreg képződése a medencében álló vagy abba felülről belógó cseppkővek körül. Ilyen módon keletkeznek a *galléros* és *nyakkendős cseppkővek*. A cseppkőmedencék alján sok esetben figyelhetők meg szabályosan fejlődő, tiszta *kalcitkristályok*, amelyek kisebb csomókat, pamacsokat alkotnak. A mészkiválások különleges fajtája a hegyi tej vagy *montmilch*. Ez szárazon lisztszerű, nedvesen pedig túró állagú anyag, amely a CaCO_3 rendkívül megnyúlt 1-2 cm hosszú, de csak pár mikron vastagságú - kristályaiból, a lublinitből áll. egyes helyeken megfigyelhető, hogy a barlang falai vagy a cseppkővek felpuhulnak, túroszerűvé válnak. A montmilch keletkezéséről még nem sokat tudunk - kialakulásában valószínűleg szerepet játszik a tartós vízborítás és a szén-dioxid különösen gyors eltávoztása is.

- egyéb ásványkiválások

A barlangok falait gyakran borítják különféle ásványkiválások. Különösen a lávahólyag barlangok és a telérekben kialakult barlangok rejtenek ritka és különleges ásványokat, amelyek a magmás és vulkáni működéshez kapcsolódó forró oldatokból, gőzökből és gázokból válnak ki. A karsztbarlangokban kevesebbféle ásványkiválással találkozhatunk, de ezek formakincse, megjelenése így is csodálatosan gazdag. Közülük a legfontosabbak a karbonátok (a már tárgyalt kalciton s aragoniton kívül a dolomit, sziderit és a magnezit), a szulfátok (anhidrit, gipsz, barit), a hematit, pirit és a fluorit. Utóbbiak elsősorban a meleg vizes hatásokat is mutató hévizes, ill. keveredési korróziós barlangokban fordulnak elő.

- omladék

A vékonyan rétegzett vagy erősen repedezett kőzetekben gyakran előfordul, hogy a kialakult üreg mennyezete felszakadozik, kisebb-nagyobb kőzetdarabok válnak le és töltik ki alulról az üreget. A lazább térkitöltés miatt a leesett kőtömbök mindig több helyet foglalnak el, mint eredeti helyzetükben, ezért az omladék egész üreget is elfoglalhatja. Előfordul, hogy az omladék a folyosó vagy a somboly szűkebb részén megreked, és álmennyezet, ill. álfenék alakul ki, amelyet gyakran cseppkő cementál össze. A laza barlangi omladék meglehetősen veszélyes, könnyen mozgásba jön.

- valódi barlangi agyag

A valódi barlangi agyag a karsztosodó kőzetek oldási maradéka, amely a kőzet kioldódása után visszamarad és az üregek alján összegyűlik. Főleg a kőzetbe annak képződése során bekerült agyag ásványokból áll, rendszerint sárgásbarna agy vöröses színű a benne feldúsuló vastól. Ez a kitöltés nemcsak az eredetileg az üregek helyén lévő kőzet kioldásából maradt vissza, hanem a repedéseken beszivárgó vizek is hoznak magukkal egy kevés oldási maradékot. A valódi barlangi agyag nagyobb mennyiségben csak a korróziós barlangokban és az eróziós karsztbarlangok felső, inaktív járataiban tud felhalmozódni, mert a barlangi patak az oldási maradékot könnyedén elszállítja.

- guanó

A guanó egyes barlangkedvelő, hosszabb ideig az üregekben tartózkodó állatok - denevérek, madarak - ürüléke. Az évszázadok alatt meglehetősen nagy mennyiségben gyűlhet össze, egyes helyeken több méter vastagságban boríthatja az üregek alját. A guanót korábban bányászták, magas foszfáttartalma miatt puskapor gyártásához használták fel alapanyagként.

- jég

A mérsékelt és hideg éghajlaton a téli időszakban majd minden barlang bejáratí szakaszában kialakulnak jégcseppkövek, jégfelhalmozódások. A télen befelé tartó huzat ugyanis lehűti a barlang falait, és az üregekbe szivárgó víz megfagy. A nyáron kifelé tartó huzat azonban a jégképződményeket rendszerint elolvasztja. Egyes zsákszerű aknabarlangokban a jégfelhalmozódás egész éven át megmaradhat, ugyanis a télen befolyó hideg levegő erősen lehűti az üregek falát, a hűvös barlangi levegő pedig nyáron nem tud a kinti melegebb levegő helyébe felemelkedni. A barlangot körülvevő kőzetek hőmérséklete tartósan fagypont alá süllyed. Az ilyen barlangok mikroklímája azonban nagyon érzékeny: újabb járatok megnyitása, a huzat megváltozása a jégképződmények megolvadásához vezethet.

- a barlangba a felszínről bekerült (allochton) kitöltések

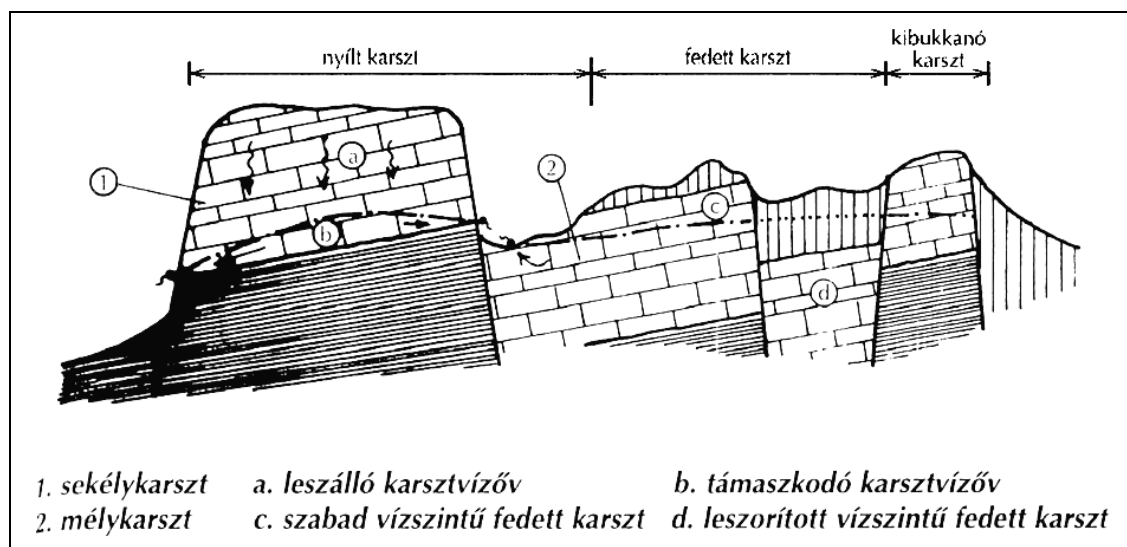
A felszíni eredetű anyagok beeshetnek, behullhatnak a felszínre nyíló aknába, zsombolyokba, azokat beszállíthatja a víz, a huzat vagy az élőlények (köztük a barlangászok).

A legnagyobb tömegű allochton kitöltés rendszerint a *kavics, homok és áradmányos iszap*, amelyet a felszínről a víznyelőkön át befolyó víz szállít magával és rak le a járatokban. A víz kisebb állatokat, *növényi maradványokat* is magával sodor, amelyek a barlangban rekednek. Egyes állatok (pl. a békák, rágsálók, rókák, korábban a barlangi medve) téli időszakban rendszeresen felkeresik a barlangot, és gyakran ott pusztulnak el. Ezek a *csontmaradványok* jó tájékoztatást adnak a barlang környezetének korábbi éghajlatáról. Az ősember is gyakran talált menedéket a barlangokban, de még századunkban is háborúk idején az emberek sok helyen a barlangokba húzódtak. A magukkal vitt *eszközök, szerszámok maradványai* jól megőrződnek a barlangi üledékekben. Az allochton kitöltések között sajnos meg kell említeni azt a szemetet (konzervdobozt, zacskót, mindenféle

táblát, karbidmeszet) is, amelyet a "barlangászok" hagynak maguk után. Ne feledjük, hogy mindez a kívülről behordott és sokszor nagyon lassan elbomló hulladék - mellett, hogy elcsúfítja a barlangot - megzavarja és tönkreteszi a barlangok különleges, a külső hatásokra fokozottan érzékeny növény- és állatvilágát!

III/4. A karsztok hidrológiája

A karsztvíz



A karsztterületeket aszerint csoportosítjuk, hogy a karsztosodó kőzet a felszínen található, vagy vízzáró képződmények fedik.

- **Nyílt karsztnak** hívjuk azt a területet, ahol a karsztos kőzet a felszínen található. A nyílt karszton a karsztvíz szabad tükrű, és közvetlenül a karsztra hulló csapadékból is táplálkozik. A nyílt karszt fokozott védelmet érdemel, mivel a felszíni szennyeződés a repedéshálózaton keresztül gyorsan és megakadályozhatatlanul lemosódik, elszennyezve a teljes karsztvízkészletet.

- A **fedett karszton** a felszín alatti karsztosodó kőzeteket vízzáró képződmények borítják, ezért kevésbé érzékeny a szennyeződésre. A fedett karszt karsztvíze lehet **szabad vízszintű**, amikor a karsztvízszint a vízzáró képződmények talpánál mélyebben húzódik. Ha azonban a vízzáró fedőkőzetek alja a karsztvízszintnél mélyebben van, **leszorított vízszintű** karsztról beszélünk. Számos bauxit- és szénbányánk karsztvízveszélyes, mivel leszorított vízszintű karszt fedőjében található. Ha a vágatokkal karsztos üregeket vagy tektonikus hasadékokat kereszteznek, a karsztvíz betör a bányába. A karsztvízbetörés ellen a karsztvízszint csökkentésével, a karsztvíz szivattyúzásával védekeznek. Ez okozta számos karsztforrásunk elapadását a Dunántúli-középhegységben. A fedett karszton kis területen felszínre emelkedő karsztos kőzetet **kibukkanó**

karsztnak nevezzük. A karsztvíz típusait a karsztban való elhelyezkedésük és áramlási viszonyaik alapján szoktuk megkülönböztetni.

- **Sekélykarszt** esetében a karsztvidék peremén a völgyek a karsztosodó kőzetek alatt települő vízzáró képződmények felszíne alá mélyültek. A karsztforrások a völgyek oldalában, a vízzáró képződmények felszínre bukkanása mentén fakadnak. A sekélykarszton belül elkülönítjük a leszálló karsztvízövet, ahol a beszivárgó víz a nyílt hasadékokban főleg lefelé folytatja útját, valamint a közvetlenül a vízzáró képződmények fölött elhelyezkedő támaszkodó karsztvízövet, amelyben viszont az üregrendszereket teljesen kitölti a víz, és főleg oldalirányba áramlik a karsztforrások irányába. Egyes vízzáró betelepülések fölött a leszálló karsztvízövben is kialakulhatnak kisebb helyi, összefüggő karsztvíztestek - ezeket függő karsztvízövnek nevezzük. Összefüggő karsztvízszintről csak a támaszkodó karsztvízöv esetén beszélhetünk. A leszálló karsztvízövben csak elkülönült vízszállító járatrendszerek léteznek, amelyek térben akár keresztezhetik is egymást.

- **Mélykarszt** esetében a karsztosodó kőzetek jelentős része a völgytalpak szintje alatt található. A mélykarszt üregrendszerét teljesen kitölti a karsztvíz, amely alig áramlik. A karsztforrások "túlfolyóként" működve a völgyek talpán fakadnak, vagy tektonikai repedések mentén törnek a felszínre.

A sekélykarszt és a mélykarszt karsztosodása jelentősen különbözik:

sekélykarszt

- * karsztvíz főleg csapadékból pótlódik
- * víztároló képessége kicsi, a víz részlegesen kitöltött üregeken keresztül rövid úton a felszínre jut
- * a karsztforrások vízminősége és hozama szélsőségesen ingadozó, elsősorban a csapadéktól függ, a csapadék késleltetése kicsi
- * legfontosabb üregképző folyamat a hideg vizes korrózió és erózió
- * legjellemzőbbek a nagy függőleges kiterjedésű aknabarlangok, zsombolyok és a többemeletes patakos eróziós karsztbarlangok

mélykarszt

- * a karsztvíz csapadékból és a mélység felől pótlódik
- * víztároló képessége nagy, a víz teljesen kitöltött hasadékokban nyomás alatt lassan szivárog
- * a karsztforrások vízminősége és hozama kevésbé ingadozik, vizük szinte mindig telített, a csapadék késleltetése nagy
- * a legfontosabb üregképző folyamat a hévizes és a keveredési korrózió
- * legjellemzőbbek a gyakran hálózatos alaprajzú, jelentős függőleges kiterjedésű bonyolult térbeli járatrendszerek, labirintusok, gyakoriak a gömbfülkék

III/5. Barlangok klímája, barlangterápia

A barlangi klíma elemei

A huzat A levegő mozgásának meghatározó szerep jut a barlangklíma sajátos jellegének kialakításában, s talán a legfontosabb a feltáró kutatások szempontjából - hiszen mindenféle bonyolultabb ismeret nélkül már régen felismerték, hogy a huzat mutatja a legjobban a továbbjutás útját. Fontos tudni, hogy a barlangi légmozgás végzi el az emberi és állati szennyező anyagok elszállítását a barlangi levegőből, azaz többek között az általunk és a karbidlámpánk által termelt szén-dioxidét is. Egyes barlangok sajátos alakjuknál fogva rosszul szellőznek, s itt a behordott szerves anyagokból eredően komoly mértékű szén-dioxid-feldúsulás is előfordulhat. A hazai barlangok közül a legismertebb példák az Alba Regia, a Lengyel-barlang és Csereszegtomaji-kútbarlang. Az 1 % feletti szén-dioxid-tartalom az arra érzékeny személyeknél már komoly fejfájást, rossz közérzetet okozhat. Ilyen helyeken a karbidlámpa semmiképpen nem mondható célszerű világító eszköznek, tekintve, hogy az az emberénél sokszorosán nagyobb szén-dioxid-termelése mellett itt már gyakran elalszik, nem könnyen gyűjthető meg. Ugyanakkor a karbidlámpa

lángja jelzi a magasabb szén-dioxid-koncentrációt azoknak, akik egyébként erre nem túl érzékenyek, és csak későn vennék észre a szén-dioxid feldúsulását. Hosszasabb egyhelyben tartózkodás mellett olyan rosszul szellőző járatokban is felgyűlhet széndioxid, amelyben eredetileg még nem volt (szűk kuszoda stb.). A barlangi huzat alapvető oka a barlangi és a felszíni levegő hőmérséklet-különbsége. A melegebb levegő ritkább, a hidegebb sűrűbb, a légáramlást a kétféle levegő fajsúlykülönbsége okozza (kéményhatás). A barlangi levegő áramlásának iránya és sebessége elsősorban a felszíni hőmérséklettől függ, s azt az egyéb felszíni klímaparaméterek (légnyomás, szél stb.) csak kevéssé befolyásolják, inkább csak zavarják. Mérésekkel igazolták azt is, hogy a barlangi huzat a hőmérséklet-különbség növekedésével csak egy bizonyos határig fokozódik, ennek oka a súrlódási ellenállásban keresendő, ami a huzaterősséggel rohamosan nő. Ha a felszín és a barlang között kicsi a hőmérséklet-különbség, a barlangi huzat akár teljesen leállhat, ez az átmeneti időszak veszélyes is lehet a szén-dioxid feldúsulása miatt.

A nagyjából vízszintes, a hegytetőnél jóval lejjebb nyíló barlangbejáratokat a huzat szempontjából az alábbi típusokba oszthatjuk:

- a. normál (téli befelé húzó)
- b. inverz (nyári befelé húzó)
- c. mellékbejárat (érdeemi szellőzésben nem vesz részt)

Kellő hosszúságú barlang esetén az egymástól távol levő bejáratok egymásra semmilyen hatással nincsenek. Zombolyok, felső bejáratok esetén alapvetően más lehet a helyzet, elsősorban télen, mikor is a hideg levegő egyszerűen csak "befolyik" a bejáratban eljegesedést okozva. Ezek a jégdugók sokszor nyáron sem olvadnak ki, gondos expedíciószervezőnek gondolni kell az ilyen természetű akadályok elhárítására is. Az alpesi barlangokban a bejárat közelében nem számíthatunk nyáron sem kényelmes alvóhelyre. A függőleges barlangbejáratok általában hidegebbek, mint a vízszintesek.

A barlangok hőmérséklete, a barlangok klímaszakaszai A barlang levegőjének a hőmérséklete tehát a közet hőmérsékletétől, valamint az adott helyen uralkodó levegő- és vízforgalomtól függ. Ez utóbbi két tényező miatt tapasztalható ingadozás a barlangok levegőjének hőmérsékletében, a felszíni hőmérséklettől függően. A huzat jelentőségét bizonyítja az a tény, hogy mérések szerint a Béke-barlang levegőjének teljes mennyisége kicserélődhet egy nap alatt! Így a barlang léghőmérsékletének átlaga mindig valamivel a felszín évi átlaghőmérséklete alatt kell lennie, hiszen télen a behúzó légáramlás lehűti a barlangot, míg nyáron a repedéshálózaton keresztül közet hőmérsékletű levegő érkezik a barlangba. Az ingadozások természetesen a barlang belsejében nem túl nagyok, eltekintve természetesen a bejárat zóna térségétől, és a kettő között kialakul az

úgynevezett hidegpont, melynek hőmérséklete télen-nyáron alacsonyabb a barlangi hőmérsékletnél, mivel itt van az a pont, ahol a téli befelé húzó hideg levegő hűtő hatását a nyári kifelé húzó barlangi "meleg" nem tudja kompenzálni. Ettől eltérő képet mutathatnak azok a barlangok, amelyekben hévizek hatásával kell számolni (pl. Beremendi-kristálybarlang), valamint amelyekben jelentős hozamú vízfolyással kell számolni árvizek esetén, amely hóolvadáskor akár 3-4 fokkal is csökkentheti, míg nyári zápor esetén 2-3 fokkal emelheti a barlangi levegő hőmérsékletét.

A barlangok egyes részeit a klíma szerint az alábbi szakaszokra bontjuk:

1. Bejárat szakasz, ahol a napi hőmérséklet ingadozás meghaladhatja a napi 1 C°-t. Ez három alszakaszra osztható:

- a) **hűlési** (télen melegedési) szakasz
- b) **örvénylési** szakasz
- c) **melegedési** (kiegyenlítődési) szakasz

2. Barlangi szakasz: ahol a hőmérséklet napi ingadozása kisebb 1 C° -nál.

A bejárat szakasz hossza erőteljesen függ a bejárat alakjától, elhelyezkedésétől, s a barlang méretétől. A bejárat szakasz hőmérsékletére döntő hatással lehet a huzattal kapcsolatban már említett hideg levegő "befolyás" amely az olyan helyeken, ahol az évi átlaghőmérséklet nulla fok alatt van (északi hegyoldalak), jégbarlangok kialakulását eredményezheti. Az évről évre felhalmozódó hó, jég nyáron is hűti a barlangot (jégverem hatás). A két szakasz között található a fentebb már említett hidegpont, amelynek alacsonyabb az átlaghőmérséklete mind a felszíni, mind a barlangi átlagnál.



Jégbarlangok (jeges barlangok) Jégbarlangoknak azokat a barlangokat nevezzük, amelyeknek (vagy egyes szakaszaiknak) hőmérséklete 0 C° alatti, így a barlangban tartósan megmarad a jég. Ennek oka rendszerint az, hogy a bejárat körzetének évi középhőmérséklete fagypont alatti, lehet ez egy magashegyi barlang (pl. Eisriesenwelt - Ausztria), vagy egy északra nyíló völgy zsákszerű meredek barlangbejárata, ahova télen a hideg levegő könnyen befolyik, de nyáron huzat hiányában bentreked (pl. Dobsinai-jégbarlang, Szilicei-jégbarlang - Szlovákia).

A Dobsinai-jégbarlang jó példája az érzékeny klimatológiai egyensúlynak: mikor a jégbarlangot összekötötték a Stratenai-barlangrendszer járataival, a megváltozott huzatviszonyok miatt a hosszú idő alatt felhalmozódott jégtömeg olvadni kezdett, s mikor az átjárót ajtóval lezárva megszüntették

a huzatot, a jelenség megszűnt, visszaálltak a jól ismert régi viszonyok.

A barlangi levegő páratartalma A barlangi levegő relatív páratartalma (a levegő víztartalma összehasonlítva az adott hőmérsékleten vízgőzzel telített levegőével) általában 95-100% közötti, amely a bejárattól való távolság és a huzatviszonyoktól függően lehet csak kevesebb (normál csapadékviszonyok esetén). Ingadozásának mérését nagyban megnehezíti az a tény, hogy a használható mérőműszerek hibája nagyobb, mint a várható ingadozás, s bár sokan sok ilyen adatot tesznek közzé, ezeket megfelelő kritikával kell kezelni. Sokak számára megtévesztő a relatív páratartalom magas értéke, a barlangi levegő abszolút páratartalma (egy liter levegőben levő vízpára mennyisége grammokban) jóval alacsonyabb, pl. a nyári felszíni levegő abszolút páratartalmánál, így nem csoda, ha egy hosszabb barlangtúra után szomjasabbak vagyunk, mintha ugyanolyan teljesítményt követelő felszíni túrán vettünk volna részt. A víz nagy részét a kilélegzett levegővel veszítjük el.

A barlangi levegő összetétele A barlangok levegőjének oxigén- és nitrogéntartalma általában megegyezik a felszíni levegőével, az eltérés általában kis koncentrációban jelenlevő gázok esetében tapasztalható, melyek közül a legfontosabb a szén-dioxid.

A barlangban található szén-dioxid eredetét tekintve elsősorban a talajban található mikrobák tevékenységének köszönhető. Az általuk termelt gázok a barlangi vizekkel a repedéshálózaton keresztül jutnak a barlangba, s közismerten jelentős szerepük van a karsztkorrózióban, valamint a cseppkőképződésben. Mennyisége nagyban függ a barlangi huzatviszonyoktól (ahogy ezt ott már megjegyeztük), s értéke normál esetben 0,1-1% között ingadozhat. A hazai rekorder barlangokban (Lengyel-barlang, Alba Regia-barlang) azonban mértek már 5% körüli értékeket is.

Igen érdekes, bár csak elméleti jelentőségű a barlangi levegő radontartalmának a felszínit meghaladó értéke, amely a közet kismennyiségű nehézfémtartalmának radioaktív bomlása során keletkezik, és a barlangi légtérbe jutva a normál felszíni értékeknél nagyobb 5-10-szeres aktivitást okozhat. Fontos azonban leszögezni, hogy ez semmilyen körülmények között nem okozhat egészségkárosodást!

A barlangok gyógyhatására hazánkban dr. Dudich Endre hívta fel a figyelmet, és javasolta vizsgálatok indítását a honi barlangokban. Véleménye szerint a barlangok elsősorban az aerosolterápia (belégző terápia) révén kapcsolódhatnak a gyógyászatba. A barlangi levegőről

megállapította, hogy annak „mag”-tartalma – amely parányi kőzetporból, növényi pollenből, rostból, baktériumokból áll – rendkívül alacsony. Lényegesen kisebb a városi levegő „mag”-tartalmánál, és kisebb a „tisztá” hegyi levegőénél is. A teljes pormentességet azzal magyarázhatjuk, hogy a magas nedvességtartalom miatt a levegőben levő vízmolekulák – valószínűleg elektromos hatásra is – körülveszik, beborítják a porszemet és lecsapják a barlang falára. A levegőt kondenzációs készülékben is megvizsgálták, magas kalcium- és magnéziumtartalmat találtak. A párás levegő belégzésével a tüdőbe jutott kalcium kedvező biológiai hatást fejt ki, amit a magnézium is támogat. Fontos eredményre vezetett a levegő redukcióértékének meghatározása. A redukcióérték megadja azt az oxigén-mennyiséget, ami szükséges ahhoz, hogy a levegő szerves anyagait oxidálja. Ilyen szerves anyag a virágpor, a rostok és más allergiás porok mellett a betegségek okozócsírák, baktériumok.

A nagyvárosok levegőjének redukcióértéke 2000- 3000 mg/m³, a szabad területek, erdők jó levegőjében is 500 mg/m³-es ez az érték. Ezzel szemben a legtöbb vizes-barlangban a redukcióérték a mérhetőség alsó határa, 5 mg/m³ alatt van. Érdekes eredményre vezetett a barlangi levegő lepárolt vize pH-értékének vizsgálata is. A pH-érték jelzi az oldat savas vagy lúgos voltát. Az alacsony pH-érték nem kedvez a betegségek okozó csíráknak. 4,2 alatt elhalnak, 4,2 és 5,5 között megbénulnak, de 5,5 és 8,2 között, a gyengén savas vagy a lúgos oldatban már fertőző képesség észlelhető. Ez is igazolja az alacsony redukcióérték alapján megállapított feltevést, hogy a barlang levegőjének csíratartalma rendkívül alacsony.

III/6. Barlangbiológia

A barlangban előforduló növényeket a megtelepedési helyük szerint három csoportba soroljuk:

Bejárati flóra Elsősorban árnyékos helyet és párás levegőt igénylő növényfajok találják meg az életfeltételeiket a barlangokban. Ezek között gyakoribbak a virágtalan, alacsonyabb rendű fajok, amelyek jobban alkalmazkodnak a fényszegény körülményekhez. A nagyobb szájú barlang- vagy zsombolybejáratokban a növényvilág a bejáratától távolodva jellegzetes övezetekre osztható: páfrányok, mohák, zöld- és kovamoszatok, kékmoszatok. A fény csökkenésével természetesen csökken a fajok száma is. A legigénytelenebb kékmoszatok számára a felszíni fénynek 1/2000 része is elegendő. Érdekes, hogy a hűvös, nedves mikroklíma következtében alhavasi fajok is megtalálhatók egyes barlangok bejáratában. (Pl. a Dobsinai-jégbarlang bejárati tölcserében a nyár nagy részén dúsan virágzik a harangrojt, ami egyébként a magas hegyek jellegzetes, nyár elején 2-3000 m magasan nyíló szép virága).

Sötétflóra

A barlangok belső, sötét szakaszán is megélnek bizonyos algafajok, gombák és baktériumok, amelyek fény hiányában szerves anyagok lebontásából (heterotróf életmód) vagy szervetlen anyagok oxidálásából (kemoszintézis) nyerik az élethez szükséges energiát. Az előbbinek természetesen feltétele a felszínről bekerülő szerves anyagok jelenléte, amely lehet víz által besodort szerves törmelék vagy barlangban megforduló állatok ürüléke, esetleg elpusztult állatok teteme.

Lámpaflóra

Mintegy 3-4 évtizede világszerte új probléma került előtérbe. A turizmus fejlődésével egyre nő az idegenforgalmi célokra kiépített barlangok látogatóinak száma. Ennek következtében növekszik a barlangi képződmények megvilágításának időtartama is. Az egyébként is igénytelen alga és mohafajok számára a lámpák környezetében ideálisak az életfeltételek, így gyakran a zöld növényzettől már nem is látni a képződmények eredeti színét. Természetesen fő célunk a barlangok természetes állapotának megőrzése, hiszen barlangjainkat természetvédelmi törvény is védi. A lámpaflóra elleni védekezés leghatásosabb módja a megelőzés. Ez megoldható a világító testek típusának helyes megválasztásával, de a megvilágítás időtartamának és a fényerőnek minimálisra csökkentésével érhetjük el a legjobb eredményt.

A barlangok állatvilágát a barlangban eltöltött idő alapján szokták csoportosítani:

Barlangidegenek (trogloxének)

Ide azok az állatok (vagy akár növények is!) tartoznak, amelyeket a víz, szél, egyéb állat vagy ember hurcolt be a barlangba, és életük hátralevő részét kényszerűen a barlangban töltik. Használják a "barlangi vendég" kifejezést is velük kapcsolatban, de ez nem utal arra, hogy a számukra ellenséges környezetben ezek előbb-utóbb elpusztulnak. Gyakoriak ezek közül a víznyelőbarlangokba beesett vagy besodort békák, de nem ritkán látunk barlangba sodort magvakból kicsírázott pusztulásra ítélt növényeket is.

Barlangkedvelők (troglófilek)

Ide tartoznak azok az állatok, amelyek életükben többször is felkeresik a barlangokat, némelyikük lakóhelyet talál a barlangban, mint egyes medvefajok, pl. a ma már kipusztult barlagi medve. Az állatok egy része gyakran megfordul egy-egy barlangban, ezek egyike-másika életének hosszabb szakaszát rendszeresen barlangban tölti, pl. téli álmat alszik, mint a denevér, amely az egyik legismertebb képviselője a barlangkedvelő állatoknak. Ez az egyetlen repülni is tudó emlős állat. A mellső végtagjának hosszúra nyúlt ujjai közötti bőrredők segítségével repül. A tájékozódása is szokatlan: a gégefőben létrehozott ultrahangokat egyes fajok az orrukon keresztül, más fajok a szájon keresztül bocsátják ki. A visszavert hangokat nagy teljesítményű hallórendszere analizálja, megállapítva belőle az akadályok, valamint a táplálékát képező rovarok irányát és távolságát. Szürkületben, és az azt követő egy-két órában szeret rovarokra vadászni, elsősorban ehhez szükséges a tájékozódó szerve. A közhiedelemmel ellentétben a denevérek életének nem kizárólagos feltétele a barlang, fák odvában vagy épületek padlásán, templomtornyokban is meg tudnak húzódni. A hazánkban élő denevérfajok mindegyike rovarévó, így az emberekre teljesen veszélytelenek, csak furcsán csapongó repülésükkel készítetik sikoltozásra az ijedősebb barlangászokat. A denevérek téli álmat alszanak, ha ilyenkor ébresztjük fel őket, az akár az életükbe kerülhet, mivel télen táplálékhoz nem jutnak, így ébrenlétük alatt gyorsan felélik a tartalékaikat. Az emlősök további képviselői azok az állatok, amelyek egyébként maguk vájta föld alatti üregekben élnek, rókák, menyétek, kisebb-nagyobb rágcsálók, pl. a pele. Szívesen keresik fel a természetes föld alatti üregeket egyes kétélűek is, mint pl. a foltos szalamandra, bár nem mindig élnek túl a látogatást. Érdekes példája a barlangkedvelő állatoknak még a Tapolcai-tavasbarlangban élő fürge csele, amely a Malom-tóból a barlangba gyakran beúszik. Gyakoriak még barlangokban a különféle rovarok, amelyek napközben vagy télire szívesen húzódnak be a barlangokba.



Rhinolophus ferrumequinum (Schreber, 1774) - nagy patkósorrú denevér



Rhinolophus hipposideros (Bechstein, 1800) - kis patkósorrú denevér



Myotis myotis (Borkhausen, 1797) - közönséges denevér

Barlanglakók (troglóbiontok)

A barlanglakó állatok zömében alacsonyabb rendű fajok, így az egysejtűek a legfajgazdagabbak. A többi faj is a laposférgek, villásférgek, gyűrűsférgek, ízeltlábúak, puhatestűek törzséből kerülnek ki, míg a gerincesek (halak, kételtűek) csak néhány fajjal képviseltetik magukat. Ezek közül ismert a Postojnai-barlangban élő barlangi göte. A barlanglakó állatok közös jellegzetessége, hogy - a fénymentes környezethez alkalmazkodva - testük nem tartalmaz pigmentet, ennek következtében színük fehér. A látószervük teljesen elcsökevényesedett, tapogatóik megnyúltak és szaglásuk rendkívül jó. Táplálékukat a felszínről bekerült szerves maradékok képezik. Egész életükben keveset mozognak, és sokat éheznek. Az időben egyenletes barlangi környezetben nincsenek "tüzelési" időszakok, bármikor képesek a párzásra, ha erre nagy ritkán alkalom nyílik. További jellemzőjük a zajokra és mozgásra való nagyfokú érzékenység, ezért nyugalmuk megzavarása könnyen az életükbe kerül.

A barlangok élővilágának védelme

A barlangokban uralkodó "biológiai egyensúly" szinte mindegyik barlangban egyedi sajátossággal bír, és meglehetősen kevés növény- és állatfaj együttélésén alapul, ezért rendkívül törékeny, nem is igazán nevezhető egyensúlynak. Sajnos, a legkisebb beavatkozás is drasztikus változást idéz elő a barlangok élővilágában, ezért természetes állapotuk megőrzése szinte csak úgy lehetséges, ha a barlangokat egyáltalán nem látogatjuk. Különösen nagy veszélyt jelent az élővilágra a barlangban hagyott szerves szemét, amely olyan növény- és állatfajok elszaporodását teszi lehetővé, amely hamar kiszorítja a nála kevésbé életképes barlangi flórát vagy faunát.

III./7. Barlangok, mint régészeti lelőhelyek

Az ősember a mostanít közvetlenül megelőző földtörténeti korban, a pleisztocén korszakban, más néven jégkorszakban élt. A jégkorszak hosszabb-rövidebb **eljegesedések** (glaciális szakaszok) és ezek közötti **felmelegedések** (interglaciális szakaszok) egymás utáni sorozata volt, aminek főbb szakaszait Günz, Mindel, Riss és Würm szakaszokra osztjuk. A lehűlések és felmelegedések klímaváltozása magával hozta a növényzet és az állatvilág jelentős átalakulását, ezzel a vadászat módjának a változását is. Az archeológusok (régészek) a "jégkori ősember" korát nemzetközi kifejezéssel **paleolitikumnak (őskőkor)** nevezik az ebben az időszakban pattintással készített kőeszközök után.

Az alsó paleolitikumból az ember elődjének (**homo erectus**) tábora hazánkban nem barlangból került elő, hanem a **vértesszőlősi**, egykori meleg források mésztufájából. Előemberünk **350 ezer** évvel ezelőtti a Mindel két hideghulláma közötti meleg időszakban mintegy 30 ezer éven belül négyszer lakott itt hosszabb-rövidebb ideig, négy településszintet hagyva maga után. Már ismerte és használta a tüzet, de még nem vadászatból, hanem elsősorban gyűjtögetésből és az elhullott állatok teteméből élt (dögevő). Eszközeit kavicsból pattintotta, s a néhány centiméteres hasítókat, kaparókat valószínűleg csak az élelem feldolgozásánál használta. Fegyvere vélhetően a fabunkó volt. Előemberünk ezen a helyen "hátrahagyta" a régészek nagy öröme néhány fogát és tarkócsontját, sőt még a lábnyomát is.

A középső paleolitikum elejéről hosszú időtartamon keresztül alig van nyomunk.

A Riss-Würm közötti meleg időszakban a бүккi **Lambrecht Kálmán-barlangban** megfordult az ősember. Tábornüzében megégett állatcsontok társaságában néhány nem jellegzetes kőeszköz maradt utána.

A jégkorszak utolsó, legerősebb lehűlését, a Würm-korszakot közvetlenül megelőző interglaciális korszakban egy "demográfiai robbanás" zajlott le. Megsokasodtak az egymástól különböző, életmódban, eszközkészítésben eltérő kultúrák. Ez az első vadásznépek virágkora. Eszközeik sokfélék, és most már tömegesen kerülnek elő. A **Suba-lyukban** Dancza János 1932-ben a homo sapiens egyik alfajához, a **Neander-völgyi ősember** típusához tartozó gyermek és nő részleges csontvázára lelt ásatás közben. (Ez az embertípus leszármazottak nélkül kihalt.) Az itt talált kőből készült kaparók, ékek, árák, kőkések, lándzsahegyek ugyanabba a nagy körbe tartoznak, mint a franciaországi Le Moustier-barlang ipara, ahonnan ez az ipar a nevét kapta. Lényegében ez annak egy távolra szakadt, és időközben kissé átalakult és "helyi" színezetű rokona. A Suba-lyuk a **közép-európai tipikus mousteriennek** (ejtsd: musztérien) elnevezett kultúra népének vadásztanyája volt. Ebben a barlangban kétszer élt ugyanahhoz a kultúrához tartozó embercsoport huzamosabb ideig. Az alsó réteg alapján a melegebb éghajlatot kedvelő barnamedve, barlangi medve, orrszarvú, barlangi oroszlán mellett elsősorban a nagy szakértelmet kívánó, nehezen elejthető kőszáli kecske vadászata volt jellemző. A felső rétegből a lehűlő klímára jellemző mamut, gyapjas orrszarvú maradványai is előkerültek. A zergék vadászata mellett a szintén nehezen elejthető vadló részaránya is megemelkedik. Az egyelőre még durva kidolgozású levél alakú lándzsahegyek aránya jelentősen megszorodik. Mousterien eszközök kerültek elő többek között a Kecskés-gályai-barlangból, a Súlyom-kúti-sziklaüregből, a Szeleta-barlang alsó kultúrrétegéből. A Bűdöst-pestben talált nagyszámú kőszilánk eszközkészítő műhelyükre utal. Nagyméretű lándzsacsúcsok a fő jellemzőjük. Vadászszakmányuk elsősorban erdei vadakból állt.

A **neolitik (újabb kőkor)** embere már csak ritkán kereste fel a barlangokat. Már növényt termeszt, állatokat tenyészt, agyagból hűálló edényeket készít. Mintegy 5000 évvel ezelőtt a **бүккi kultúra**

embere cölöpökből, ágakból a barlangban kunyhót épített magának (**Baradla-barlang, Hilleband Jenő-barlang**), kőeszközeit, kőbaltáit csiszolással dolgozta ki. Cserépedényeit vonalakkal díszítette. A Büdös-pest felső, barna rétegéből női csontváz került elő. A Hilleband Jenő-barlangban medvekaparást utánzó karcokat találtak, illetve karcokat utánzó medvekaparást. A bronz- és vaskorszak közötti átmenet időszakának **Halstatti kultúrája** is barlangban lakott, sőt temetkezett is, mint ezt a **Baradla** ásatásai is bizonyítják. Most már csak i. e. mintegy 500-1000 évvel ezelőtt járunk. A Baradla-barlangból fekete külsejű díszített cserépedényeiket is ismerjük.

IV. Az Aggteleki-karszt barlangjai

Az Aggteleki Nemzeti Park területén jelenleg 260 barlang van nyilvántartva, melyből 25 db fokozottan védett, 29 megkülönböztetett védelmet igénylő, 1 gyógybarlang és 4 élvezet régészeti védettséget. Leghosszabb a Baradla-barlang (20.196 m), legmélyebb a Vecsem-bükki-zsomboly (236 m). A barlangok összhossza 50188 m, átlagos hosszuk 199 m, össz. vertikális kiterjedésük 4347 m, átlagos vertikális kiterjedésük 17 m. A Zempléni TK területén 129 barlang ismert, a leghosszabb 54,6 m, itt azonban a barlangok átlagos kiterjedése csupán 6 m. A barlangok nyilvántartásba vétele gyakorlatilag befejeződött a fent említett két területen, a kataszter csupán az új felfedezésekkel, feltárásokkal bővül.

V. Nevezéktan és felhasznált irodalom

Nevezéktan

Ammonitesz: lábasfejűekhez tartozó élőlény, amely a középső devontól a kréta végéig élt.

Anemolit: tartós egyirányú légáramlás által elgörbített cseppkő.

Aragonit: 25 C° feletti hőmérsékleten történő rombos rendszerben kristályosodó CaCO_3 kiválás.

Árok: A mélybeszakadt rög neve.

Ásvány: tiszta, elemekből vagy molekulákból felépülő anyag.

Diagenézis: közettéválás. Az üledékek megszilárdulnak és közetté válnak.

Dolina (töbör): lefolyástalan, zárt mélyedés, amely vízelszivárgás során alakul ki, ill. fejlődik.

Evaporit: túlsós vízből bepárlódó üledék: pl. gipsz, kősó.

Fedett karszt: a felszín alatti karsztosodó kőzeteket vízzáró képződmények borítják.

Formáció: A rétegtani osztályozás alapegysége, amelyet világszerte használnak.

Fosszília: megkövesedett őslény vagy annak lenyomata.

Földkéreg: A Föld legkülső, szilárd rétege.

Földtan-geológia: A Földkéreg szerkezetével, fejlődésével foglalkozó tudományág.

Földtörténet: a Földkéreg fejlődésével foglalkozó tudományág.

Gyökérkarr: gyökérsavak hatására keletkező, különböző vastagságú, csőszerű formák.

Gyűrődés: A viszonylag plasztikus kőzetek nyomás hatására bekövetkező alakváltozása.

Heliktit: áramló párás barlangi levegőből történő kiválás, ahol a gravitáció helyett az elektromos töltéseloszlás, az ún. aeroszolhatás befolyásolja a kristályok növekedését.

Kalcit: 20-25 C° alatti hőmérsékleten történő trigonális kristályrendszerben felépülő CaCO_3 kiválás.

Karr: (a magyar népnyelvben: ördögszántás) a kőzetfelületek oldódásos kisformái. Sekély (legfeljebb néhány cm) vízelborítás vagy vízbevonat alatt, ill. mentén keletkeznek.

Karsztosodás: az oldódásos felszínformálódás sajátos, érdekes módja: a kőzet – kevés mállási maradék kivételével – feloldódik. A folyamat nevét a szlovéniai Karszt (Kras) hegységről kapta, ahol először ismerték fel a karszt jellegzetes formáit.

Keveredési korrózió: különböző koncentrációjú vagy hőmérsékletű oldatok keveredéskor keletkező új oldat ismételt oldóképessé tud válni.

Kibukkanó karszt: fedett karszton kis területen felszínre emelkedő karsztos kőzetrész.

Korrózió: oldódás folyamata.

Kőzet: ásványokból felépülő általában kristályos anyag.

Kőzetrés (litoklázis): A kőzeteket átjáró olyan törések, amelyek mentén nem történt elmozdulás.

Lemeztektonika: A lemezek (kontinens, óceánfenék) vándorlásával, mozgásával foglalkozó tudományág.

Madáritató: többnyire enyhe lejtőkön, talajfoltok alatt oldódással képződő karros tálszerű mélyedések.

Magmás kőzet: a köpeny kőzetolvadékának lehűlése, kikristályosodása során keletkező kőzettípus.

Metamorf kőzet: nagy nyomás és magas hőmérséklet hatására a már korábban létrejött kőzetek átkristályosodnak, anyaguk differenciálódik, esetleg részben megolvadnak.

Montmilch: rendkívül megnyúlt 1-2 cm hosszú, de csak pár mikron vastagságú, lublinitből felépülő, puha, kenhető kiválási forma.

Nyílt karszt: olyan területet, ahol a karsztos kőzet a felszínen található.

Paleokarszt: földtörténeti múltban alakult ki, ma már nem aktív, felismerhető formái főleg karrok, dolinák, trópusi karsztos szigethegyek, üregek, barlangok.

Polje: több km-es átmérőjű, zárt medencék, amelyek elsősorban a mediterrán éghajlatú karsztokon a legjellemzőbbek.

Redő: A gyűrődés alapegysége, lehet álló, ferde, fekvő vagy takaró redő.

Réteg: azonos környezeti körülmények között felhalmozódott vagy képződött üledék.

Réteglap: az egymásra települő rétegeket elválasztó sík.

Rög: vetők által közrefogott nagy kiterjedésű kőzettömeg.

Sasbérc: az alacsonyabb rögök által közrefogott, kiemelt helyzetű rög neve.

Terra rossa (vörösföld): olyan talajtípus, amely mediterrán vagy száraz nyarú szubtrópusi éghajlaton, mészkőfelszíneken képződik, ahol nagy a kőzet vízáteresztő képessége.

Tetaratta: a barlangban áramló vízből történő mészkiválás.

Travertinó: karsztforrásoknál, vagy felszíni patakok áramló vizéből történő mészkiválás.

Uvala: dolinák összeoldódásával kialakult, több száz méteres átmérőjű, lefolyástalan (zárt) mélyedések.

Üledékes kőzet: más kőzetek lepusztulása, áthalmozódása és lerakódása során keletkező kőzettípus.

Vető: A kőzeteket átjáró olyan törések, amelyek mentén a kőzettömegek olykor sok száz méter nagyságrendű függőleges, ferde vagy vízszintes mozgása zajlott le.

Vetőbreccsa: Vetődés során a kőzet szétmorzsolódásából vagy a súrlódás okozta hő miatti

részleges olvadásból keletkező átalakult kőzet.

Víznyelő (ponor, ravaszlyuk) olyan lefolyástalan karsztos forma, amelynek kialakulása és főleg továbbfejlődése vízáramlással és nem szivárgással történik. A felszíni (állandó vagy időszakos) vízfolyás itt jut a karszt belsejébe. Általában fedett és fedetlen karszt határán alakulnak ki.

Zsomboly: Függőleges kiterjedésű, aknákból, azok sorozatából álló barlangtípus.

Felhasznált irodalom

Báldi T. (1991): A történeti földtan alapjai. Tankönyvkiadó. Budapest.

Baross G. szerk. (1998): Az Aggteleki Nemzeti Park. Mezőgazda kiadó, Budapest.

Borsy Z. szerk. (1998): Általános természetföldrajz. Nemzeti tankönyvkiadó, Budapest.

Jakucs L. – Dénes Gy. (1975): Aggteleki karsztvidék. Útikalauz. Sport. Budapest.

Jakucs L. (1971): A karsztok morfogenetikája. A karsztfejlődés variációi. Akadémiai kiadó,

Németh T. - Rose Gy. szerk. (1995): A barlangjárás alapjai. Budapest.

Nyerges M. – Börzsök P. szerk. (2002): Barlangi túravezetői ismeretek. MKBT, Budapest.

Sásdi L. (1992): Az Aggtelek-Rudabányai-hegység vízrajzi és vízföldtani viszonyai. Kézirat,
Aggteleki Nemzeti Park.

Szederkényi T. (1992): Ásvány – közettan. JATEPress, Szeged.

Székely K. szerk. (2003): Magyarország fokozottan védett barlangjai. Mezőgazda kiadó,
Budapest.

Veress M. (2007): Általános természeti földrajz. BDF, Szombathely.