

# A BARLANGJÁRÁS ALAPJAI

Szerkesztették:

*Németh Tamás*

*Rose György*

Írták:

*Bajna Bálint*

*Dr. Dénes György*

*Elekes Balázs*

*Galambos József*

*Dr. Lénárt László*

*Molnár Péter*

*Németh Tamás*

*Nyerges Miklós*

*Székely Kinga*

*Takácsné Bolner Katalin*

Budapest, 1995

Szaklektor: Dr. Dénes György  
Maucha László

Kiadja:  
Virág Tibor Egyéni Kereskedelmi és Szolgáltató Iroda  
Budapest, 1701 Pf, 255.

Felelős kiadó:  
Virág Tibor

**Az egyes fejezetek szerzői saját írásuk szerzői és közlési jogát fenntartják.  
A kiadó a könyv teljes terjedelmének, valamint kapcsolt fejezetek  
közlésének és fordításának jogát fenntartja.**

Szedés, korrektúra:

Aranyhajnal Bt.

Korrektúra: Barabás Éva

Tördelés, nyomdai előkészítés:

VIVI Bt.

Grafikákat tervezte:

Rose György

Rajzolta:

Felcser Krisztina

Borító grafika:

Guthy Ágnes

Nyomás: Kel-Print

ISBN: 963 02 9730 2

A Kiadó köszönetét fejezi ki mindazoknak, akik a könyv elkészülését támogatták, munkájukkal elősegítették.  
A Szerzők és Szerkesztők nevében a Kiadó az alábbi címen várja az észrevételeket:

Virág Tibor

Budapest, 1701 Pf. 255.

“Ez a könyv nem jöhetett volna létre, ha...”

## Tartalomjegyzék

Szervezeti ismeretek .....	5
Barlangászfelszerelések .....	6
A barlangi túrázásról .....	7
Biztosítás .....	23
Aknák, szakadékok leküzdése .....	27
Barlangi veszélyforrások, barlangi balesetek, barlangi mentés .....	33
Térképészeti ismeretek .....	40
Barlangföldtan .....	43
Barlangklimatológiai alapismeretek .....	63
Barlangterápia .....	65
A barlangok élővilága .....	67
Óslények a barlangokban .....	68
Régészet .....	69
Magyarország barlangjai .....	71
A magyar barlangkutatók története .....	76
Barlangvédelem .....	80



## BEVEZETÉS

*E kis könyvecske elsődleges célja, hogy írott tananyaggal szolgáljon a Magyar Természetbarát Szövetség és a Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat által jóváhagyott barlangász oktatási rendszer alapfokú tanfolyamához. Ugyanakkor hasznos információkkal szolgál elsősorban kezdőknek, akik érdeklődnek a barlangkutató vagy a sportszerű barlangjárás (barlangtúrázás) iránt, de ez a könyv nem pótolhatja a barlangászegyesületek által szervezett elméleti és gyakorlati tanfolyamokat, amelyek fő célja elsősorban az, hogy a barlang és ember találkozását mindkettő lehetőleg épségben élje túl.*

A barlangi túrázás hobbi és sport, de ha valaki komolyabb szinten végzi, akkor teljesen lekötheti a szabad idejét, azaz életmóddá, sőt akár életcélá is válhat. A gyakorlati barlangkutató nem nélkülözheti a sportbarlangászok tevékenységét, tekintettel a barlangi terep nehézségeire. Sem feltáró kutatás, sem térképezés, kísérletezés, mintavétel nem képzelhető el anélkül, hogy a barlangba bemásszunk, sőt, a feltáró kutatás során egy-egy új szakasz első bejárása (pl. egy kürtő első kimászása) néha komoly sportteljesítménynek számít.

A barlangászat alapvetően társas sport, hiszen egy barlangtúrához biztonsági okokból legalább négy fő szükséges, a túrázó csoport tagjainak egymásra támaszkodása jó közösségformáló erő. A barlangász életmódhoz hozzátartozik a felszíni gyalogtúrázás, sátrazás és a felszíni természettel való "meghittebb" kapcsolat, amelynek sokkal inkább a kaland, mint a kényelem a jellemzője. Ez a könyv nem foglalkozik a felszíni túrázás eszközeivel, felszíni térképek használatával, meteorológiai ismeretekkel stb.; erre bőveges olvasnivalót találhatunk a turista magazinokban, könyvekben.

A barlangi túrázást a kívülállók veszélyesnek tartják, mivel jóformán csak a barlangi balesetek hírein keresztül hallanak erről a sportról. A Magyar Barlangi Mentőszolgálat statisztikái ezzel szemben azt mutatják, hogy amióta a Szpeleológiai Oktatási Rendszer működik, a barlangi balesetek száma minimálisra csökkent, és személyi sérülések ritkán fordulnak elő Magyarországon, és ezek többnyire nem súlyosak. Barlangi körülmények között, pl. egy kartörés már súlyos sérülésnek számít. A balesetek érintettjei többnyire kezdők, akik megfelelő képzés és tapasztalt vezetők nélkül merészkedtek a barlangba. Magyarországon a szervezett barlangászok száma kb. 1100 fő, egyesületen kívül barlangászok még több-kevesebb rendszerességgel kb. 450-500 fő, de az évi átlag 2-3 baleset áldozatának több mint fele nem egyesületi tag. Ezért bárki, aki úgy gondolja, hogy barlangász akar lenni, keressen meg egy barlangász egyesületet, ahol kellő oktatás és vezetés mellett biztonságosan elsajátíthatja a szükséges elméleti és gyakorlati ismereteket ahhoz, hogy "profi" barlangásszá váljon.

A barlangász társadalom az országban elég kis létszámú ahhoz, hogy az aktív tagok személyesen ismerjék egymást, így a barlangász találkozók szinte családias hangulatúak. A barlangász oktatás Magyarországon az egységes Szpeleológiai Oktatási Rendszer szerint több lépcsőben valósul meg. A kezdő barlangászokat a barlangászegyesületek képezik alapfokú barlangjáró tanfolyamokon, amelynek ez a könyv kíván segédletet adni. A második lépcső egy komolyabb kötéltechnikai képzést biztosító ún. technikai tanfolyam, amelyet a Magyar Természetbarát Szövetség szervez. A harmadik lépcsőben kettéágazik az oktatás; a sportvonalat továbbra is az MTSZ viszi; túra- és expedícióvezetői tanfolyamon sajátíthatják el az egyesületek kulcsemberei a vezetés tudományát. A tudományos vonalat az MKBT képviseli, amennyiben a barlangkutatók, ill. kutatásvezetők képzését ellátja, illetve speciális szaktanfolyamokat szervez. A barlangkutatók előbb-utóbb minden sportbarlangászt "megkörnyékezik", hiszen az ember kíváncsi természetű, és nem elégszik meg az általa felfedezett új világ látványával, azt is tudni szeretné, hogyan keletkezik a barlang, a cseppkő és az egyéb képződmények.

A barlangászok sokféle területen dolgoznak, így szinte mindenki tud valami újat adni a szpeleológia interdiszciplináris (tudományok közötti) ismeretanyagához. A barlangászoknak előbb-utóbb igényévé válik a tudományokat segítő tevékenység azért is, hogy legyen valami értelme, célja barlangba járni.

E könyvben viszonylag részletesen foglalkozunk a barlangász felszerelésekkel, a barlangi túrázás alapismereteivel, és áttekintő jelleggel, a teljesség igénye nélkül foglalkozunk a barlangokkal kapcsolatos tudományos ismeretekkel is.

## **SZERVEZETI ISMERETEK (Lénárt László)**

### ***A barlangkutatók hivatalos szervezetei***

*A hazai barlangkutatók egyik részét a különböző állami intézmények, másik részét a több-kevesebb önállósággal bíró barlangkutató csoportok végzik. A hivatalos szervek keretében, azok tevékenységébe hallgatólagosan vagy ténylegesen beépülve csaknem kizárólag tudományos barlangkutatókról beszélhetünk. A hivatalos szervek barlangkutató tevékenysége az országban több helyen és több szinten, különböző intenzitással folyik.*

A hazai tudományos barlangkutató országos főhatósága a Környezetvédelmi és Településfejlesztési Minisztérium Természetvédelmi Hivatal Barlangtani Intézete. Alapvető hatósági feladatai mellett sokirányú szakmai tevékenysége (kataszterezés, szakértői vélemények készítése, szakkönyvtár összeállítása, barlangkutató tevékenység finanszírozása, publikációk kiadása stb.) az, ami nevének megfelelően intézetté emeli.

A különböző kutatóintézetek (Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Központ, Magyar Állami Földtani Intézet, MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Természetudományi Múzeum, Atommagkutató Intézet stb.), oktatási intézmények (ELTE, Miskolci Egyetem, Esterházy Károly, Berzsenyi Dániel és Bessenyei György Tanárképző Főiskolák stb.) kutatói, oktatói, dolgozói tudományos barlangkutató tevékenysége nélkülözhetetlen az ipari kutatói háttér, valamint a koncentrált szakmai tudás miatt. A jelenlegi társadalmi mozgások az alap kutatásokat nehezítik, sok esetben lehetetlenné teszik, s csupán az erősen célorientált részkutatásokat ismerik el az anyagiak juttatásával.

A KTM területi szervei (nemzeti parkok, természetvédelmi igazgatóságok) elsődlegesen kezelési, ill. hatósági feladatokat látnak el, de az ottani szakemberek munkája is része a magyar barlangkutatóknak.

### ***Amatőr barlangkutatók Magyarországon***

Az amatőr barlangkutató tevékenység alapjait a Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat (MKBT) keretében működő helyi csoportokba tömörült barlangjárók, barlangkutatók végzik. (Ez ma Magyarországon mintegy 44 csoport 1100 szervezett és közel ennyi nem szervezett tagját jelenti.) A csoportok tagjainak egy része a csoporton belül, vagy ahhoz kapcsolódóan, esetleg kollektíven alkot gmk.-t, melyben a pénzért végzett barlangi munkatevékenység is szerepel. A csoportok önállóak, iskolai, művelődési, otthoni, sport vagy munkahelyi intézményekhez kapcsolódnak. Emellett a csoportok szinte kivétel nélkül tagjai az MKBT-nek.

A Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat alapszabálya rendkívül széles körű barlangkutató tevékenységet tesz lehetővé. A szűkös anyagi feltételek miatt erejét jelenleg néhány területre kell koncentrálnia. Kiemelkedően fontos terület a szakmai információs rendszer (előadók, rendezvények, rendszeres tájékoztatás, publikálási lehetőség biztosítása, szakkönyvtár, valamint különböző szintű véleményalkotási jogú részintézmények) működtetése. Ezen túlmenően kapcsolatot tart a hivatalos szervekkel általános kérdésekben, országos barlangkutató programokat tervez és hajt végre, valamint szervezi és vezeti a magyar barlangkutató képzést. A Nemzetközi Szpeleológiai Unióban képviseli hazánkat. Az MKBT-nek a barlangkutató csoportok tagjain kívül egyéni tagjai is vannak, akik sok esetben vagy régen folytattak aktív barlangkutató tevékenységet, vagy ma azt elsősorban munkahelyükön (kutatóintézetben, oktatási intézményben stb.) végzik.

A Magyar Természetbarát Szövetség Barlang Bizottsága elsősorban a sportbarlangász tevékenységet fogja össze. Alapvető jelentősége a barlangász utánpótlás-nevelés, amit nyílt túrák és tanfolyamok tervezésén keresztül valósít meg. Ezen felül a túra- és expedícióvezetők képzését végzi.

A Barlangi Mentőszolgálat budapesti és vidéki osztagai a barlangokban szerencsétlenül jártak szakszerű felszínre hozatalát végzik, illetve segítséget nyújtanak az Országos Mentőszolgálatnak és a Rendőrségnek feladatuk ellátásában. Tagjaik közül kerülnek ki a sportbarlangászok oktatói.

### ***A barlangkutatók nemzetközi szervezete***

Az amatőr barlangkutatóknak ma már az UNESCO által elismert "B" kategóriás világszervezete létezik Nemzetközi Szpeleológiai Unió (UIS) néven. A szervezetet 1965-ben alapították, s az alapító tagok sorában ott volt Magyarország is. A tagországok száma ma 51. A szervezet alapvető célja a föld barlangkutatóinak összefogása, elsősorban szakmai rendezvényeken keresztül. Ezek közül a legfontosabbak az 1953-ban indított, 4 évenként rendezett kongresszusok.

A kongresszusoknak többször volt magyar vonzata, hiszen több munkabizottságnak adtunk titkárt, ill. elnököt. 1989-ben az MKBT Budapesten sikeresen megrendezte a 10. Nemzetközi Szpeleológiai Kongresszust a hozzá kapcsolódó barlangi kirándulásokkal. A választás megerősítette az Unió legfelsőbb vezetésében a magyar képviselőt az 1993-ban Pekingben megrendezett 11. nemzetközi kongresszusig.

## BARLANGÁSZFELSZERELÉSEK (*Galambos József, Bajna Bálint*)

*Felszerelési tárgyaink minősége, gondos kezelése biztosítja a kellemes és biztonságos túrázást. Az elhanyagolt, szakadt, koszos ruházat vagy eszköz társaink túráját is megkeserítheti, ezért minden túra után tegyük rendbe a felszerelést, mossuk ki a ruhát, tisztítsuk ki a karbidlámpát, és máris megéri a fáradság, hiszen a nem olcsó felszerelés meghálálja a gondosságot és hosszabb életű lesz.*

### Egyéni alapfelszerelések

Azok a tárgyak tartoznak ebbe a csoportba, amelyek elengedhetetlenül fontosak a túrázáshoz. A két alfejezetbe való osztást indokolja, hogy az úgynevezett egyszerű túrázáshoz szükséges felszerelésen túl (alapfelszerelés) aknák, szakadékok leküzdéséhez további eszközök szükségesek.

### Világító eszközök és használatuk

Bármilyen barlangba megyünk, legfontosabb felszerelés a lámpa. Létfonosságú követelmény, hogy a barlangi tartózkodás teljes ideje alatt megfelelő fényt adjon.

A barlangi világító eszközök hosszú fejlődésen mentek keresztül, és még jelentős változásokat hozhatnak a technikai találmányok. Eleinte fáklyákat és mécseseket alkalmaztak, de körülményes használatuk miatt nem megfelelőek. Hosszú ideig a bányászok jól bevált karbid lámpája volt az egyetlen megbízható világító eszköz. E század elejétől foglalkoznak az elektromos világítással, és egyre jobb eredményeket érnek el. A világító eszközök kiforratlansága miatt egy lámpával ne induljunk túrára. Általánosan egy fő és egy mellék, vagy tartalék világítást használunk. Ennek megfelelően különféle világítórendszerek alakultak ki:

#### FŐVILÁGÍTÁS

1. Kézi vagy fej karbid lámpa
2. Akkumulátoros lámpa
3. Elemes fejlámpa

#### TARTALÉK VILÁGÍTÁS

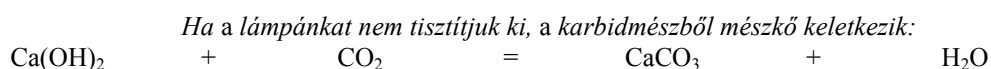
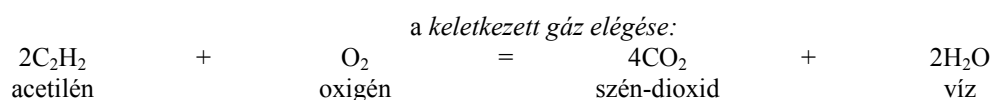
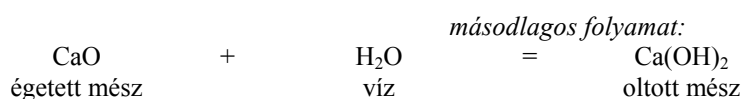
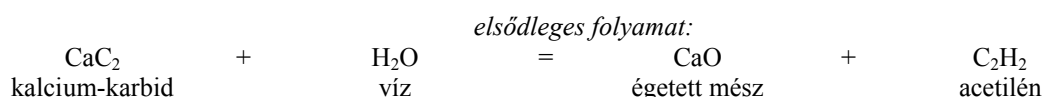
1. Elemes vagy akkumulátoros lámpa egy erős és egy gyenge fényű izzóval
2. Zseblámpa
3. Zseblámpa

Vizsgáljuk meg az egyes lámpatípusokat:

### Karbidlámpák

#### Hagyományos nyitott rendszerű karbidlámpa (1. ábra)

Két részből áll. Alul egy tartály a karbid részére, mely fölött a víztartály van. A két rész légmentes illeszkedését gumigyűrű biztosítja. A víztartályon vízbeöntő nyílás és vízcsap található. A csap kinyitásával a karbidtérbe csöpög a víz. A karbidból a víz hozzáadásával acetiléngáz és mészkő keletkezik:



Ha a lámpánkat nem tisztítjuk ki, a karbidmészből mészkő keletkezik:

A keletkezett gázt egy csövön keresztül vezetjük az égőhöz. Az égőben két 0.3 mm-es furaton távozik a gáz, mely meggyújtva fehér fényt ad. Az eltömődések megakadályozására a vízcsap végén tisztító, és a pipa előtt vattával, vagy filccel töltött szűrőkosár van. 1 kg karbidból a tisztaságtól függően 270-300 l acetiléngáz keletkezik. Ez 21 l/óra áteresztő képességű égővel kb. 10-12 órai világításra elegendő.

### Zárt rendszerű karbidlámpa

Többféle zárt rendszerű karbidtartályt fejlesztettek ki. Előnyük, hogy tetszőlegesen szabályozható és növelhető a fényerő, valamint nem folyik ki belőlük a víz, és kevesebb karbidot fogyasztanak. Hátrányuk, hogy még nem kiforrott konstrukciók, és így nem teljesen megbízhatóak.

### 1. Gázkiegyenlítő tartály (2. ábra)

A hagyományostól annyiban különbözik, hogy víztöltő nyílása és a csap menetes része légmentesen záródik. A karbidtartály gázteréből a víztartály vízszintje fölé érő pár mm átmérőjű cső vezet. Az összeköttetés azonos gáznyomást biztosít a víz fölött és a gáztartályban. A lecsöpögő víz mennyisége csak a gravitációtól és a csap állásától függ. A csepegő víznek nem kell a gáznyomás ellenében haladnia, mint a hagyományos lámpánál, így tetszőleges gázmennyiség - fény - állítható elő. A vékony gázkiegyenlítő cső hajlamos az eldugulásra, ilyenkor légmentes tömítését megszüntetve nyílt rendszerű tartályként használhatjuk.

### 2. Vízbefecskendezős tartály (3. ábra)

Ennél a megoldásnál a vizet egy dugattyú segítségével egy gumis szelepen keresztül, közvetlenül a karbidra spricceljük. Hátránya, hogy a szelep és a dugattyúgumi gyakran meghibásodik, valamint a két tartályrész összeszorítása körülményes, ezért meghibásodásra hajlamos. Barlangban körülményes a javítása.

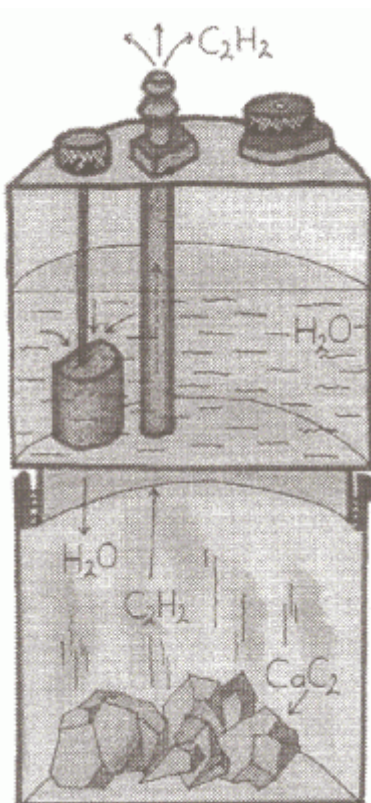
### 3. Levegőpumpás tartály (szögletes szlovák tartály) (4. ábra)

Ennél a típusnál a víztartályba kis pumpával levegőt nyomunk, és így állítunk elő túlnyomást. A pumpa meghibásodása esetén hagyományos nyitott rendszerű lámpaként is működtethető. Ennek a típusnak is hátránya a nehézkes tartály összeszorítás, de gondos bánásmóddal igen jól használható. Egy töltéssel 8-10 órát is folyamatosan világít jó fényel.

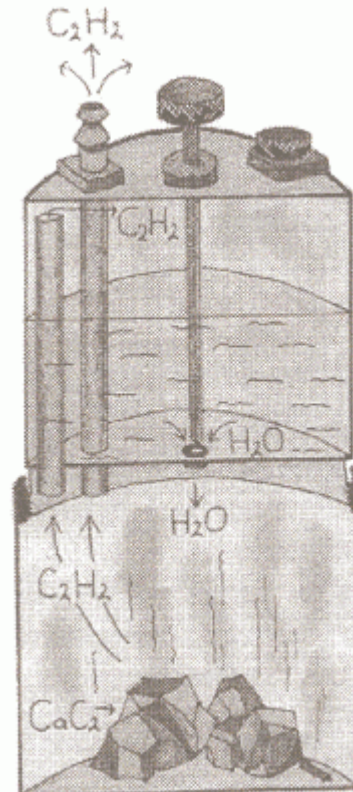
Néhány fej lámpa hibája, hogy a gázkivezetőcső átmérője túl kicsi (7 mm alatt), és ezeknél nagy a buborékosodás veszélye a gázcsőben, ami egyenetlen égést okoz, "pislálkolás" (az acetilénből kicsapódó pára vízbuborékokat képez). A lámpák használatakor az esetleges eltömődő égő tisztítása jelent problémát. E művelet során láthatjuk hasznát mellékvilágításunknak. A tisztítást 0,3 mm átmérőjű acélszállal végezhetjük. Erre ideális a szétvágott tübefűző acélszála. Amennyiben az égőfejben a lyuk kitágul (pl. vastag dróttal tisztítottuk), a lámpánk kormozó sárga fényel fog világítani. Az újragyújtás hagyományos eszköze a gyufa, de a barlangi nedves levegő miatt még a vízhatlan zacskóban tartott gyufával is csak 2-3 alkalommal lehet a lámpát meggyújtani. Sokkal célszerűbb a gázöngyújtó használata. A gáz kifogyása esetén a tüzkő szikrája is elég a gáz belobbantásához.

Amennyiben a tüzkő, illetve a dörzskerék vizes lesz, nem tudunk annak megszáritásáig tüzet csiholni vele. Mindig legyen nálunk légmentesen leforrasztott tartalék öngyújtó! Fejlámpánk meggyújtására jelenleg a Petzl-rendszerű piezo- elektromos gyújtás a legmegbízhatóbb. Lámpánkat még kifogástalan működés esetén is 4-5 óránként tisztítsuk ki! A karbidot vízhatlanul szállítsuk. Erre a célra két végén legumizott autógumi belső a legcélszerűbb megoldás. Egyes karbidlámpák több, mások kevesebb gondozással is beérik, de csak gondosan karbantartott lámpánk lesz megbízható társunk. A gázfejlesztő tartályt csak 2/3 részig töltsük karbiddal, helyet biztosítva a keletkező nagyobb térfogatú karbidmésznek. Ezt a karbid meszet még kifogástalan működés esetén is 4-5 óránként távolítsuk el. A salakot ne szórjuk szét a barlangban, hanem nejlon zacskóban vigyük ki onnan!

Mindig legyen nálunk tartalék égő és az égő tisztításához vékony acélhuzal (dűznipucoló)! Hosszabb túrára vigyünk tartalék karbidot, száraz barlangban tartalék víz is kell! Barlangi körülmények között is újratölthetjük vízzel lámpánkat vékony műanyag cső (szívócső) segítségével.

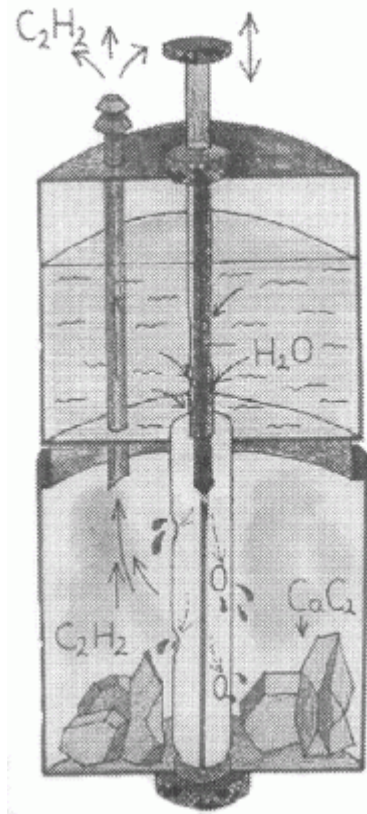


1. ábra

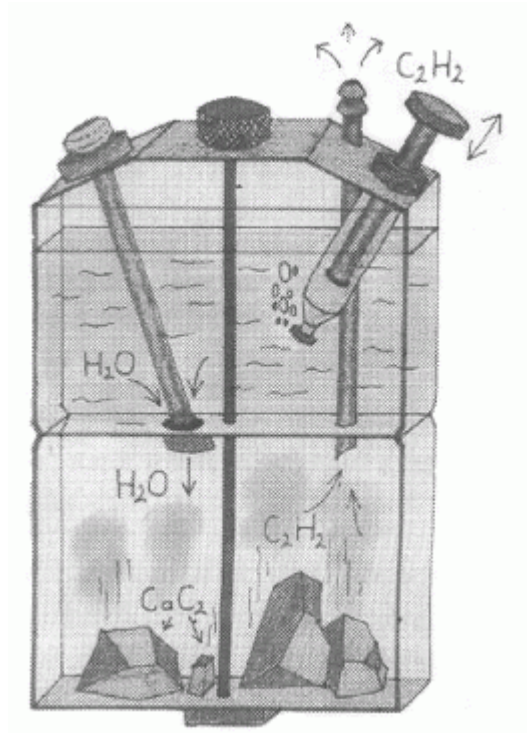


2. ábra





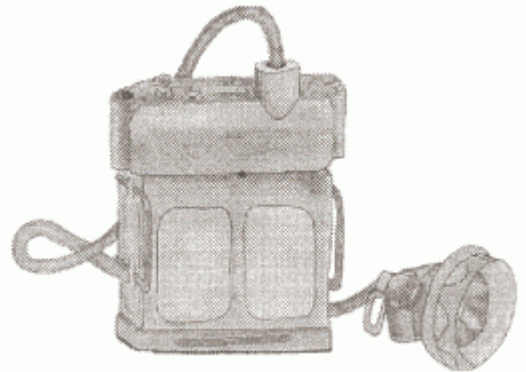
3. ábra



4. ábra

#### **Elektromos lámpák Bányász akkumulátoros lámpa (5. ábra)**

Egynapos túrákhoz jól alkalmazhatók. 2,4 és 3,6 voltos kivitelben, 13-16 Ah kapacitással gyártják. Félfényben 26, teljes fényben 13 órát világítanak. Biztonsággal csak egynapos túrára alkalmasak; teljes fényben 8, félfényben 15 órás túraidőre. Csak a saját töltésű lámpában bízhatunk meg! A töltést nagyon gondosan kell végezni! Saját lámpánkat lássuk el össze nem téveszthető jelzéssel! A 2,4 voltos akkumulátort 3,6 volttal, a 3,6 voltos akkumulátort 5,4 volttal kell tölteni, mindkét lámpatípust 2 amperrel 8-10 órán keresztül. A lámpa csak úgy hosszú életű, ha sohasem sűtjük ki egészen. Az akkumulátort a derekunkon hordjuk, a lámpatestet sisakunkhoz kapcsoljuk. Gondos kezelés mellett eléri a karbid lámpa üzembiztonságát. Tekintettel arra, hogy két izzószálas, pótalkatrészeket nem igényel. Egyetlen nagy hátránya az igen nagy súlya.

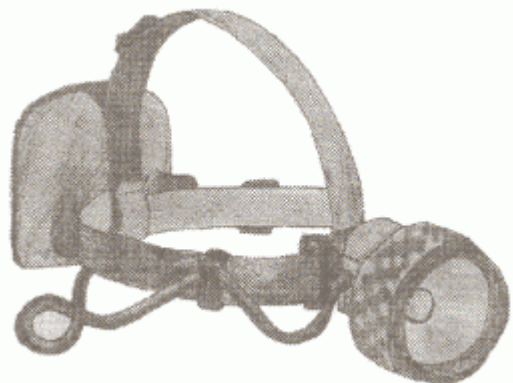


5. ábra

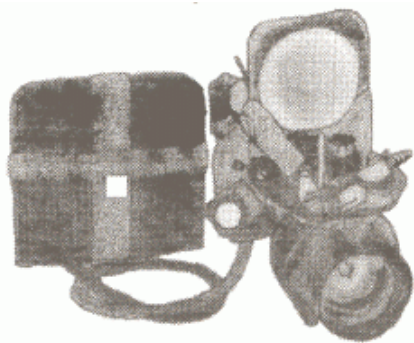
#### **Fejlámpák (6. ábra)**

Az elemes fejlámpák vagy igen hosszú idejű túrára, vagy tartalék világításnak terjedtek el. Elemcserével tetszőleges ideig világítanak. A pótelemeket egyenként nejlon zacskóban, vízhatlanul leragasztva szállítsuk. Elemlámpáknál csak a legprimitívebb megoldások váltak be. Az elemnek elhelyezése derékszíjon, mellzsebben vagy a sisak hátsó részén kívül történik. 3 voltos elemhez 2,5 voltos, 4,5 voltos elemhez 3,6- voltos izzót használjunk! Izzókat is ennek megfelelően tartalékoljunk! A halogénizzók nagyobb fényhatásfokúak, de igen hamar lemerítik az elemet!

Mintegy fél óra alatt lemerítik a 4,5 voltos elemet. Halogénizzót ne használjunk tartalék világításra! Az elemes lámpák előnye, hogy igen könnyűek, de üzembiztonságuk még nem megfelelő. Terjedőben van a tartós alkáli elemek használata. Élettartama többszöröse a hagyományosnak (és az ára is!). Hátránya, hogy a még jól világító, de már elhasználódott elem pillanatok alatt lemerül. Csak hosszú túrákon célszerű használni és csak az új elemet. Elemek helyett használhatunk elem méretű akkumulátorokat is. Előnyük a hosszabb



6. ábra



7. ábra

világítási idő és hosszú távon gazdaságosságuk. Ma már széles körben elterjedt a fejkarbid égővel kombinált elektromos lámpa (Petzl laser) (7. ábra), mely minden körülmény között sokoldalúan használható. Kezdő barlangászok első túráikon kézi elemilámpát használnak általában. Ebben az esetben is csak "lapselem-lámpát" érdemes használni zsinórral nyakba lógatva, de a felfüggesztő részt és az összezáró kapcsot meg kell erősíteni (pl. kerékpárbelső gumigyűrűjével).

### Barlangi világítórendszerek összehasonlítása

	KARBIDLÁMPA	AKKUMULÁTOROS LÁMPA (bányász)	ELEMES LÁMPA
<b>Előny:</b>	Szórt fényt ad, ezért jobb a térérzékelés. Nagy tereket is bevilágítani. Utántölthető. Üzembiztos. Általában barlangban is javítható. Olcso használat. Baleset esetén melegítésre is használható.	Nagy távolságra is világít. Víz alatt is világít. Nem égeti el a kötelet. Nem fogyasztja a levegőt. Olcso használat. Barlang- és környezetkímélő. Igen könnyű.	Nagy távolságra is világít. Vizesésben is képes világít. Utántölthető. Nem égeti a kötelet. Nem fogyasztja a levegőt.
<b>Hátrány:</b>	Vizes, huzatos járatban elalszik. Fogyasztja a levegő oxigénjét. Megégetheti a felszerelést vagy testünket. Kormoz.	Nem állapítható meg a feltöltöttsége. Rosszabb térérzékelés. Nem tölthető barlangban.	Üzembiztonsága nem megfelelő. Rosszabb térérzékelés. Drága használat.

### A barlangi világítás tervezése

#### Cél szerint:

A túracél meghatározza a világítás milyenségét. Térképezésnél mágnesezhető anyagú tárgy nem lehet nálunk, így vas karbid lámpát nem vihetünk. Réz-, alumínium- vagy egyéb, nem mágnesezhető anyagú lámpával vagy elektromosan világíthatunk. Új feltáráskor egy nagy fényerőjű elektromos reflektorra is szükségünk van a magasan fekvő járatok bevilágításához. Erősen csöpögő járatoknál vagy vizeséseknél, vagy ahol a karbidlámpát a víz eloltaná, elektromos lámpára is szükség van.

#### Időtartam szerint:

Legkisebb tervezhető túraidő 4 óra. Fővilágításunknak legalább a tervezett barlangi idő **másfélszeresére teljes fényt kell biztosítania**. Mellék vagy pótvilágításunknak a fővilágítástól függetlennek kell lennie, és legalább a tervezett barlangi idő **felég fényt kell biztosítania**.

A túrán ne sajnáljuk a fényt! A barlangtúrát jó kivilágítással, nagyobb élménnyel és jobb kedélyállapotban teljesíthetjük.

### Ruházat

#### Lábbeli

Barlangtúrához legszélesebb körben a gumicsizmát használják számos jó tulajdonsága és egyszerűsége miatt. Méretválasztásnál célszerű úgy eljárni, hogy két vastagabb zoknival a láb teljesen kitöltse a csizma fejét, mert ellenkező esetben nehézséget okoz a kisebb lépéseken való megállás a felhajló részek miatt.

Természetesen a túl szoros csizmát is kerülni kell, mert ez a vérkeringést rontaná. A különböző kivitelek közül a mélyebb barázdákkal ellátott talpú, bélés nélküli kivitelek a megfelelőek, mert ezekkel a sáros helyen jobban boldogulunk, és ha víz kerül a csizmába, nem kell arra várni, míg a bélés megszárad. További gondot jelent, hogy a bélés összegyűrődhet, elszakadhat, és

így a lábat jobban feltöri. Mivel a csizma szára a lábszár felső harmadáig felér, ezen rész védelmét is biztosítja vízzel és kisebb sérülésekkel szemben.

A másik gyakran használt lábbeli a bakancs, amely a gumicsizmához képest jobban tartja a bokát és könnyebb a kis lépéseken megállni, azonban nehezen szárad ki és sérülékenyebb, drágább, mint a gumicsizma. Az agyagos, vizes környezetben a bakancs gyorsan tönkremegy.

### Overáll

Célszerű az alsó és a felső ruházatot is overáll szabás szerint elkészíteni, mert ez egybefüggően biztosítja a test védelmét a hideggel, a horzsolásokkal és a zúzódásokkal szemben. További előny, hogy nem kell a ruhát állandóan a helyére rángatni, és a szükületekben sem fenyeget az a veszély, hogy azért nem jutunk tovább, mert a ruha lemaradt vagy feltorlódott valahol.

### Alsó overáll

Meleget biztosító és a vizet minél kevésbé magában tartó műszörme a legmegfelelőbb. Közkezdvelt elnevezése ennek az anyagnak a "műnyúl". Az ilyen típusú ruhák alá általában elegendő egy alsónadrág és egy póló. Megválasztásuknál mindenképpen figyelembe kell venni, hogy az anyagok vastagsága – ezzel együtt a meleg biztosítása – különböző, így előfordul, hogy egy budai "meleg barlangban" használt ruha egy patakos, vagy egy Alsó-hegyi barlangban hidegnek bizonyul. Hazai barlangokban általában a célnak megfelel egy gyapjú vagy pamut overáll vagy melegítő is.

### Felső overáll

Leginkább vízlepergető vagy mérsékelten vízálló műszálból készül, de elterjedt a természetes alapanyagú munkásoverallok használata is. A műanyag alapú overáll nagy előnye, hogy jobban ellenáll a kopásnak. A csepegő, freccsenő vizeket – amennyiben impregnálták – nem engedi át, és a szükületek leküzdése is könnyebb, mert nem tapad annyira, mint a hagyományos munkásoverall. A vászonoverallok előnye a műszálással szemben, hogy szellőzésük jobb. Ez az egy előny azonban ritkán ellensúlyozza hátrányait és azt, hogy sokkal lassabban szárad meg. A külső overallokat érdemes a kopásnak leginkább kitett helyeken (a fenék részen, a könyöknél és a térdnél) már előre folttal ellátni. Mivel a kopásokon túl szakadások is előfordulhatnak, olyan alapanyagú ruhát kell választani, amely egy-egy sérülés után nem hasad tovább. Az ujj és szár végeinél előnyös a gumis vagy tépőzáras szükítés, amely jó anyag esetén még a csizmaszárnál valamivel magasabb víz bejutását is megakadályozza egy rövidebb vizes szakaszon való átkelésnél. Hasonló előnyökkel jár az overáll szárát a csizmára szorító autógumi belsőből vágott gyűrű használata is. Nem praktikus, ha az overáll szárát a csizmába gyűrjük, mivel így mind a víz, mind a sár könnyebben jut a csizmába. Jó kiegészítő még a gallérba rejthető kapucni, amely kisebb folyó vagy csepegő vizű helyeken kényelmesebbé teszi az átkelést. Gyártanak különleges vízhatlan overallokat, amelyek tökéletesen biztosítják a víz elleni védelmet. Ezen előnyük ellenére ezeket csak rendkívül vizes helyen használjuk, mivel a rossz szellőzés miatt belülről szinte ugyanolyan vizes lesz, mintha beázott volna, lévén a barlangászat intenzív mozgással járó sport. További gondot jelenthet a fagyra érzékeny anyag, ami hideg időben egyszerűen eltörik, és mindezt tetézi a kivitel igen drága beszerzési ára.

Az overallok kiválasztásánál fontos szempont a bőség, ami a megfelelő alsóöltözetet is figyelembe véve akkora legyen, hogy kényelmesen le lehessen guggolni és fej fölé nyújtott kézzel le lehessen hajolni. A kellemes közérzet alapja a se nem szűk, se nem bő öltözet, amelyben a levegő tud mozogni és mászás során sem akadozik be, nem csúszik le. A barlangok, nálunk átlagos 10 C°-os hőmérsékletéhez alkalmazkodva célszerű a ruházatot megválasztani, a túra sebességét és a barlangban töltött időt ismerve.

### Sisak

A sisak nélkülözhetetlen eszköz barlangászatkor. Egyrészt védi a fejet, másrészt a lámpa szilárd rögzítésére szolgál. Felépítését tekintve egykoron bőrből, fémből készítettek, azonban a műanyagok térhódítása lehetővé tette könnyű és egyben hathatós védelmet nyújtó sisakok kialakítását, amelyek egy kemény külső héjből és egy belső hevederből, valamint ezt az egészet a fejre rögzítő hevederből állnak (8. ábra). A sisakkal szemben is érdemes igényesnek lenni, hiszen ez biztosítja a fej védelmét. Feltétlenül érdemes az UIAA által tesztelt és jónak minősített típusokat vásárolni, mert ezeknél a használó biztos lehet a körültekintő minőségellenőrzésben. A megfelelő sisaknak minimálisan három tulajdonsággal kell bírnia:

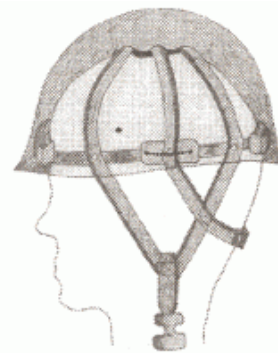
- Y alakú rögzítő heveder, amely biztosítja, hogy a sisak ne billenjen le a fejről.
- Megfelelő méretű és kiképzésű kontakt zóna, amely a koponya és a sisak szilárd héja közötti szabad tér. A kontaktzónát kialakító hevederek egy nagy ütésnél megnyúlásukkal, szakadásukkal elnyelik a terhelés energiájának jelentős részét, így mentesítve a koponyát és a csigolyákat az elviselhetetlen terheléstől. A kontaktzónába soha ne tegyünk kemény tárgyat!
- A sisakra erősített lámpa rögzítésénél körültekintően kell eljárni, a csavarok semmiképpen sem lóghatnak a sisak belsejébe, mert ezzel megsérthetik a fej vékony bőrét, rosszabb esetben a koponyát.

A sisak használata hosszú túrákon igen terheli a nyakizmokat, ezért érdemes a közel azonos védelmet nyújtók közül a könnyebb kivitelűt választani.

### Elsősegély-felszerelés

Minimális elsősegély-felszerelésnek mindig mindenképpen kell lennie. Ez – még ha egy nagyobb sérülés is történik – elegendő lehet a főbb vérzések csillapításához, megállításához, ha az egész csoport által vitt kötszermennyiséget vesszük figyelembe. Főbb alkotórészei ennek a csomagnak:

- kötszerek: gyorstapasz, mullpólya, fásli, ragtapasz, esetleg szigetelőszalag,



8. ábra

- gyógyszer: erős fájdalomcsillapító (pl. antidolor),
- izolációs fólia: kényszerű lenttartózkodás esetén a használatával a test védhető a gyors hővesztéstől, több fóliából sátrat is kialakíthatunk, amely a karbid lámpával fűthető.

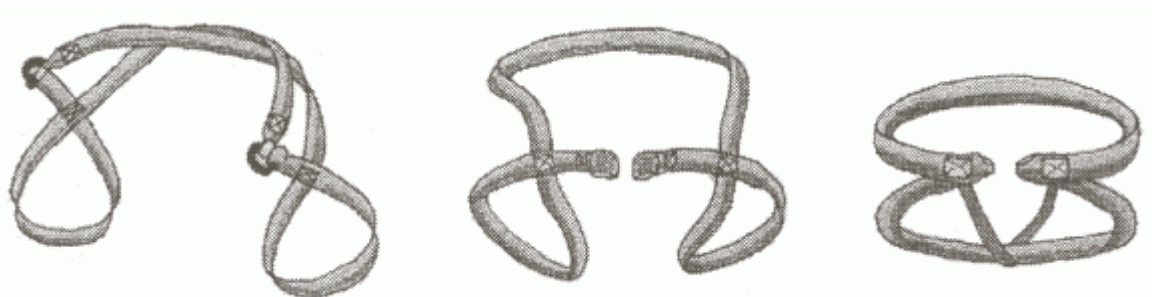
Hosszabb túrán célszerű közös zsákban elhelyezni gyógyszereket és teljesebb elsősegély-felszerelést. Ha van állandóan vagy időszakosan szedett gyógyszer, azt se felejtjük ki a személyi elsősegélycsomagból.

## Egyéni kiegészítő felszerelések

A kötéltechnika már egy kiterjesztése a barlangi túrázásnak. Enélkül is szép és nehéz túrákat lehet tenni. Amikor azonban az ember elkezd érdeklődni az aknák, kürtők iránt, hogy hova is vezetnek, vagy az aknabarlangok rejtelmekre kíváncsi, elengedhetetlen a kötélszerezzel való barlangjárás. Ekkor a gondosan vezetett kötélszerezzel a közlekedési útvonal. Ez a fejezet nem a vertikális technika történetével, típusaival, e típusok összehasonlításával, hanem a hazánkban eddig előforduló technikákhoz alkalmas eszközök ismertetésével foglalkozik.

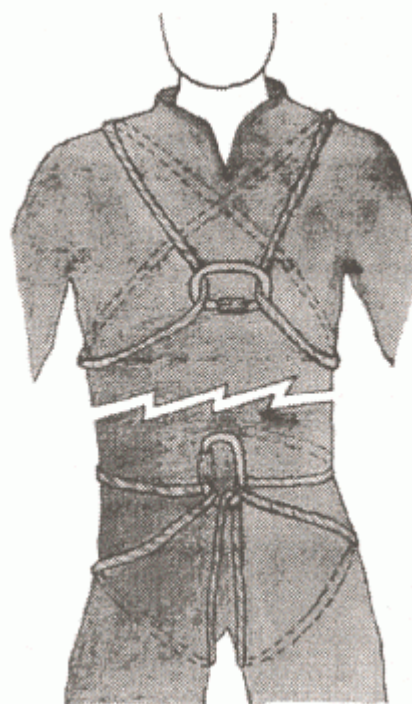
### Beülőhevederek

A beülőnek használt hevederek közül mindenképpen barlangi célokra gyártottat kell vásárolni, vagy ahhoz hasonlót kell varrni (9. ábra).



9. ábra

Kialakításuk szerint – a kisebb csoportoktól eltekintve – két nagy csoportba oszthatók a beülőhevederek. Az egyik csoportot a sziklamászáshoz, hegymászáshoz, a másik csoportot a barlangászathoz használt beülőök alkotják. Míg az első csoportba tartozók a nagy esések elviselését teszik könnyebbé és az ülésnél kissé feszített állapotban van a mászó, addig a második csoportba tartozók a kötélben kényelmesebb haladást biztosítanak, azonban nagyobb beleesések megtartására alkalmatlanok. A barlangászbeülőök a sziklamászó beülőöktől abban különböznek, hogy az összekötőpontjuk a lehető legmélyebben (kb. köldökmagasságban) van. Ez biztosítja azt, hogy mászás közben a kéz alacsonyan dolgozhat. Fontos tudnivaló, hogy a beülőheveder nem arra való, hogy az ember abban a kötélben lógva ücsörögjön, hiszen a viszonylag keskeny (4-5 cm) heveder ekkor folyamatosan ugyanazon a helyen szorít, így a vérkeringésnek gátat szab. Ezért is szükséges például az esetleg megsérült társunkat a kötélről minél hamarabb – lehetőleg 5 percen belül – lesegíteni, lehozni. Ha valaki házilag készít beülőhevedert, akkor feltétlenül műanyag alapú, minimálisan 1200 kp szakítóerővel rendelkező hevedert válasszon. A házi varrást géppel, műanyag cérnával kell végezni minimum a szél mentén és X alakban oly módon, hogy az esetleges varrás-szakadás ne okozhassa a barlangász kiesését a hevederből. Alapvető hátránya a házilag készített beülőöknek, hogy fix kivitelűek, szemben a gyáriakkal, amelyeken a comb- és a derékrész is állítható. Figyelembe véve, hogy az alsó öltözet vastagsága változhat, a házi beülő néha szűk vagy éppen laza lehet, ami a mászásnál kellemetlenségeket okozhat, viszont kétséget kizáróan olcsóbb. Csak ebben jártas barlangásztársunk segítségével varrjunk házilag beülőt, ellenkező esetben esetleg csak az anyagot pocsékoljuk. Ha valami oknál fogva beülőhevederünk nincs, és mégis szükségünk van egy alkalmatosságra, egy hevedert végtelenítve gyorsan magunkra csatolhatunk egy rögtönzött beülőt. Mindössze annyit kell tenni, hogy a végtelenített hevedergyűrűt a hátunk mögé véve egy-egy részét jobb és baloldalon, egy részét pedig a lábunk között előrehúzzunk és az így kapott három fület összezsákoljuk (10. ábra).



10. ábra



11. ábra

### Maillon rapide

Ezek az eszközök a karabinerek közé tartoznak. Az általunk használt maillon rapide-ok közül most e fejezetben kettővel foglalkozunk (11. ábra), tekintve, hogy ezek úgynevezett centrálkarabinerként használatosak leginkább, vagyis a beülőheveder füleit fogjuk ezekkel össze. Formája háromszögű vagy "D" alakú lehet, melyek a vertikális technikában használatos eszközök elhelyezéséhez van kialakítva. Akar alumínium, akár acél maillon rapide-ot használunk, gondosan ügyeljünk a zárására. A nyitott maillon rapide használata – azon túl, hogy balesetveszélyes – maradandó alakváltozást okozhat az eszközön, ami a későbbi zárást teszi kétségesé. Az acél anyagú maillon rapide zárt állapotban 900 kp-dal terhelhető anélkül, hogy alakváltozást szenvedne, a maximális terhelhetőség zárt állapotban 4500 kp, nyitott állapotban 800 kp. Az alumíniumból gyártott esetében ezek az értékek: 350 kp, illetve 1750 kp és 300 kp. Ezeket az eszközöket a beülők összecsatolására gyártották azon jó tulajdonságuknál fogva, hogy az adott terheléértékek minden irányban érvényesek, nem úgy, mint egy hagyományos nyelves karabinernél, amelynek terhelhetősége más kereszt-, és más hosszirányban.

### Kantár

A barlangász biztosítására szolgál a manőverek közben és mászásokkor. Egy rövidebb és egy hosszabb szárból áll, amelyeket egy 2,5 m hosszú, 9 mm átmérőjű dinamikus kötélből célszerű megkötöni. Mérete a felszerelés kialakításától és a testmagasságtól függ. A hosszabb élettartam érdekében ajánlatos a pereccsomót hurokszerűen rögzíteni a maillon rapide-ra (12. ábra). A kantárhoz szervesen kapcsolódnak a szárok végén levő karabinerek, amelyek lehetőleg asszimmetrikus alakúak legyenek, a rövid kantárba a könnyebb kezelhetőség és a sok használat miatt zár nélkülit, a hosszú kantárba expressz- vagy bajonettzáras karabinert érdemes használni. A karabinerek kiegészíthetők a kantárt rögzítő gyűrűvel ("okosítóval"), amely a használatot jelentősen megkönnyíti.



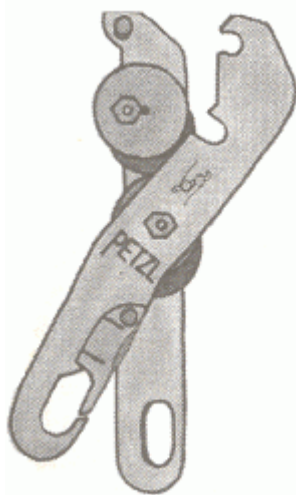
12. ábra



13. ábra

### Ereszkedőeszközök

Aki már egyszer dülferezett (13. ábra), bizonyára megfordul a fejében, hogy másképp is lehetne ereszkedni. A kis átmérőjű kötél, a mind nagyobb mélységek és a kötélvezetésben bekövetkezett változások szükségessé tették olyan eszközök kifejlesztését, amelyek nem az emberi testet terhelik a fékezéssel és nem csavarják a kötelet. Az ereszkedőeszközök ennek megfelelően két csoportra oszthatók. Az egyik csoportba azok az eszközök tartoznak, amelyek a kötelet **síkban törik**: csiga (14. ábra), stop-csiga (15. ábra), szilofon (16. ábra), grigri (17. ábra). A másik csoportba azok az eszközök tartoznak, amelyek **térben törik** a kötelet: ereszkedő nyolcas (18. ábra), szarvacska (19. ábra). Számunkra a síkban törő eszközök jöhetnek szóba, mert a térben törők a kötelet megcsavarják, ami miatt a kötél az alsó nittnél úgy összeugorhat, hogy a későbbi ereszkedők nem tudnak átvergődni rajta. A kötelet síkban vezető eszközök – különbözőségüknél fogva – más-más előnyös és hátrányos tulajdonsággal bírnak. A szimpla csiga és a szilofon használata nem célszerű biztosítás nélkül. Ezt pruszik csomóval vagy shunt-el tehetjük meg. Az előbbi problémát iktatja ki a stop rendszerű csiga,



14. ábra

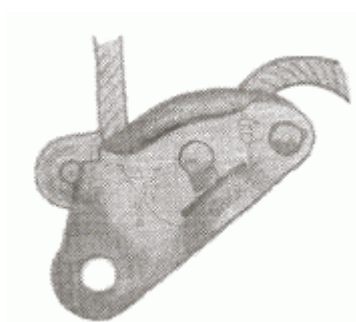


15. ábra



16. ábra

amellyel ha ereszkedni akarunk, a kart lenyomott állapotban kell tartani, ami előnyös egy véletlen hulló kő által okozott vagy egyéb baleset esetén. Természetesen ez a stop funkció ki is iktatható. A csigák inkább rövidebb ereszkedésre valók (80-100 méterig), mert egyrészt a fékerejük sem szabályozható olyan jól, mint a szilofoné, másrészt felmelegedésük is jelentősebb. Továbbá a csigák csak egykötteles ereszkedésre használhatók, nem úgy a szilofon, amelybe két kötélt párhuzamosan berakható, természetesen a kötélzárak azonos átmérőjére ügyelve. Az ereszkedőgépeket sokféle szempont szerint tartunk jónak vagy rossznak. Ezek közül csak az egyik a kötél törése.



17. ábra



18. ábra



19. ábra

További szempontok még:

- a kötél befűzése mennyire egyszerű,
- a kötél berakásához le kell-e venni a gépet a beülőről (elejthető-e az eszköz),
- a fékerő milyen határok között szabályozható (a szilofonnál menet közben is szabályozható, ez hosszabb ereszkedésnél előnyös!),
- milyen mértékben melegszik az eszköz ereszkedés közben,
- lezárható-e a gép, hogy mindkét kéz szabaddá váljon (20. ábra).

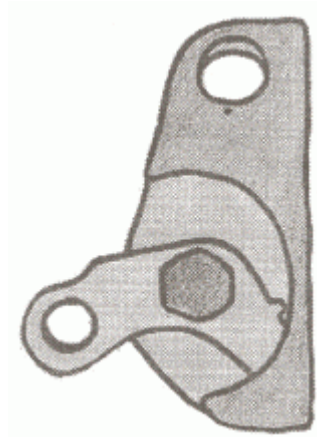
### Mászóeszközök

A mászógépek az utóbbi 15 évben nagy fejlődésen mentek keresztül. Ezeket az eszközöket is két nagy csoportba oszthatjuk. Az egyik csoportba azokat az eszközöket soroljuk, amelye **nyelvre terhelők**: kanyú (21. ábra), gibbs (22. ábra), shunt (23. ábra). A másik csoportba azokat az eszközöket soroljuk, amelyek **házzaterhelők**: jumár (24. ábra), croll (25. ábra), dressler (26. ábra), poignée (27. ábra). Természetesen más csoportosításra is van lehetőség, mint például a nyeles és nyél nélküli kialakítás.

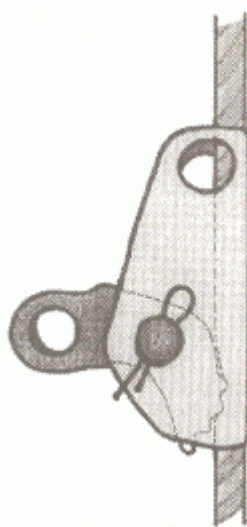
A kanyú két kivitelben készül: zárt vagy nyílt házzal, aminek anyaga a kedvező súly érdekében alumínium. Az egyszerűen átmenő csappal rögzített fog mintegy mérleg nyomja a ház falához a kötelet, ha ráterhelünk. A terhelés megszűntével az eszköz szabadon mozoghat a kötél felé és lefelé is szemben az összes általunk továbbiakban tárgyalt mászógéppel, amelyek a kötélén csak akkor mozognak lefelé, ha azt mi szeretnénk. Ezt egy rugó beépítésével érik el, amely a gépek fogazatát állandóan a kötélhez nyomja. A shunt egy különleges, önbiztosításra alkalmas eszköz. A "fogazatot" – ami nem más, mint egy henger – rugó feszíti elő, azonban a teljes szorítóerőt nyelvre



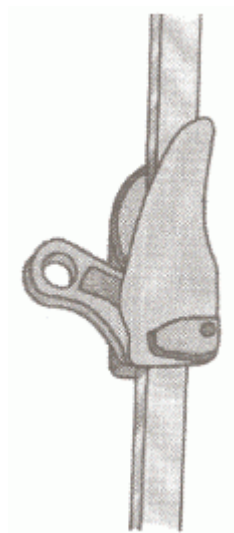
14 20. ábra



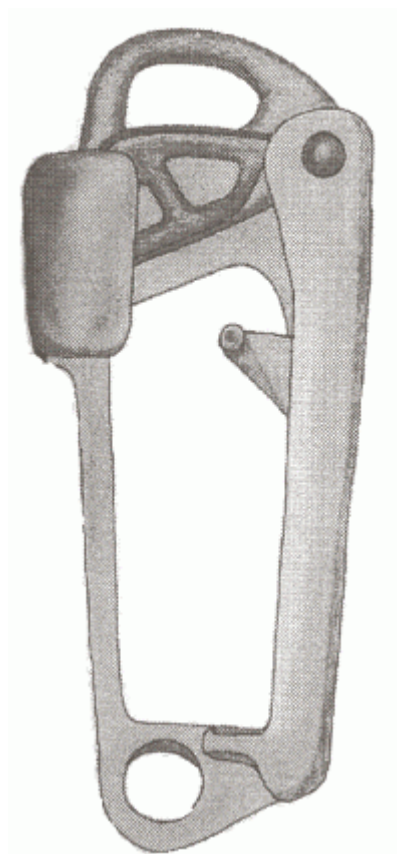
21. ábra



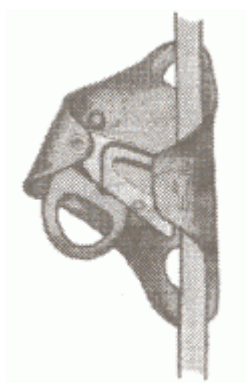
22. ábra



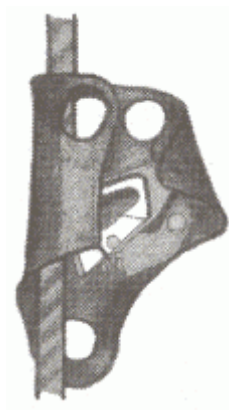
23. ábra



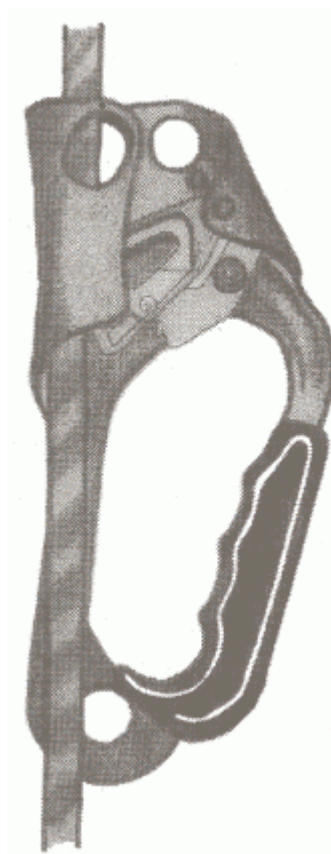
24. ábra



25. ábra



26. ábra



27. ábra

való terheléssel érnük el. A shunt pont a fogazta speciális kiképzése miatt alkalmas biztosítóeszköznek, hiszen a hengeres fog kb. 400 kp terhelésig áll a kötélben és nagyobb terhelés esetén nem a kötelet roncsolja, mint a házra terhelő eszközök, hanem megsűszik. A poignée, a dressler és a croll lényegében azonos kiképzés eszközök. A dressler egy nyél nélküli mászó gép, a croll pedig ennek a mellkasra fekvő, tehát cél szerint kialakított változata. A jumár és a poignée két hasonló nyeles mászó gép, amelyek a fogazat kialakításában térnek el egymástól. Míg a jumár fogazata kis gömbökből áll, addig a poignée fogazata kis tüskékből épül fel. A két eszköz ennek megfelelően eltérő terhelésnél roncsolja a kötelet. Ez a roncsolás kritikus esetben lehet a kötélnél szakadása, amely leginkább a vékonyabb (8-9 mm) átmérőjű köteleknél fordulhat elő. Poignée-nél 400 kp, jumár-nál 600 kp ez az érték.

Ezen tulajdonságok miatt a poignée, a jumár, valamint a hasonló eszközök nem vagy csak jelentős megkötésekkel használhatók önbiztosításra. Ilyen szigorítás például a poignée használata esetén, hogy a biztosított személy dereka nem kerülhet az eszköz fölé, pl. a kötélnél létrás biztosítás (28. ábra). Az eszközök biztonságos kezelését segíti a nyelven lévő kis fogantyú, amely a nyelv rossz terhelés által esetleg bekövetkező teljes nyitástól, így a kötélnél házból való kiszabadulástól véd.

Az összes hátra terhelő mászóeszköz közös jellemzője, hogy a nyelv kitörés elősegítő kötélterheléseket kerülni kell. A poignée helyes használata ferde vagy vízszintes kötélhídon (29. ábra). A poignée-n és a dressleren elhelyezett lyukak sokoldalú felhasználást teszik lehetővé.



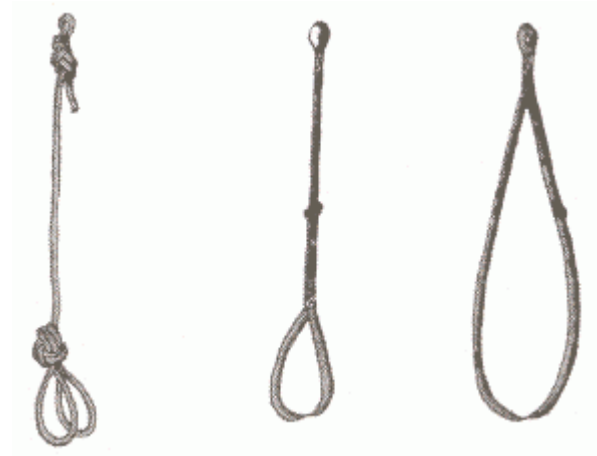
28. ábra



29. ábra

**Lépő**

A lépőhurok 6-7 mm átmérőjű kötélgyűrűből vagy 25-30 mm széles hevederből készül, többféle kialakításban (30. ábra). A lépő használatával a láb munkája kerül előtérbe, ami igen előnyös, hiszen, a kezek mentesülnek a fárasztó húzó és tartó munka alól. Ennek mértéke az egyes technikáknál más és más, azonban abban minden kötéltechnikai típus egyező képet mutat, hogy a kezek munkáját igyekeznek a minimumra redukálni, illetve a haladáshoz szükséges emeléseket teljes mértékben a lábra terhelni.



30. ábra



31. ábra

**Mellheveder (31. ábra)**

A mellhevederek a barlangász biztos testhelyzetének megtartását segítik, illetve az eszközök rögzítésére szolgálnak. Az egyes technikák által használt mellhevederek igen különbözhetnek egymástól. A hagyományos hegymászó jellegűtől az egyszerű csatos hevederig széles skálát találunk attól függően, hogy a mellhevedernek milyen funkciót szán használója.



## Speciális felszerelések

A kiegészítő eszközök között olyat is találunk, amelyek nagyobb túrákon már feltétlenül szükségesek, de olyat is, amelyeket csak egy-egy túrán használunk előzetes információk alapján.

### Barlangi zsák (bag)

Anyaga erős műanyag ponyva (kamionponyva), melyet erős műszál cérnával a lehető legegyszerűbbre varrnak, mentesen a hagyományos hátizsákokra jellemző lógó hevederektől és fűzőlyukaktól. A zsák alapja kör vagy téglalap alakú, ehhez varrják a palástot, amelyen két vállpántot, egy vagy két oldalsó fogantyút és egy felső fület helyeznek el. Előfordulhat, hogy az előzőeket kiegészíti egy alsó fogantyú, amely segítségével a zsák visszafelé is könnyen húzható, illetve a felső fül helyettesíthető a két vállpánt között elhelyezett kisebb akasztóval, amely ugyan a fül beakadását megszünteti, de a zsák lógatás vagy húzás közben könnyen keresztbe fordul és elakad a szűkületekben. A méreteket tekintve célszerű mindig akkora bag-et használni, amely majdnem tele van a szállítandó holmikkal, úgy rendezve, hogy a kemény tárgyak a zsák belsejében legyenek. Ezzel elkerülhetjük a zsák gyors kopását. Természetesen a méretnek felső határt szab a szállíthatóság. A kialakult legnagyobb méretek a 70 centiméteres magasság és a 26-27 cm átmérőjű, illetve a kb. 16x25 centiméteres alj.



32. ábra



33. ábra



34. ábra

Funkciók szerint a barlangi zsákok lehetnek:

- kisebb személyi bag-ek, "kisbágy" (32. ábra), amelyeken csak egy oldalsó fül van, amivel derékra lehet akasztani;
- köteles bag-ek (33. ábra), amelyeken alul egy lyuk van a víz távozásának elősegítésére (így amikor a vizes kötelet berakjuk a zsákba, a víz kifolyik ezzel a szállítást könnyítve);
- nagyobb személyi bag-ek és transzport zsákok, "bivakzásbágy" (34. ábra), amelyek egy felső nyelvvvel rendelkeznek a felülről érkező vizek támadásának kivédésére.

Érdemes akkora kisbágy-et beszerezni, amelybe pl. a személyes kötéltechnikai eszközök is beférnek, így ez használható külön a technikai eszközök szállítására, de arra is, ha nagyobb zsákkal kell menni, ez külön egységként kezelhető könnyítve a pakolást. A zsák súlya akkora legyen, hogy barlangban lehessen szállítani, ez reálisan 10-15 kg. A felső fülbe vagy akasztóba egy olyan hosszúságú, 6-7 mm átmérőjű kötélgyűrűt kössünk, hogy a lógó bag lábbal elérhető legyen.

Érdemes a kötélgyűrűre 3-4 sima csomót kötni a könnyebb kezelhetőség érdekében. A beülőben lévő maillon-hoz sima karabinerrel jó csatlakoztatni, így gond nélkül leakasztható bármelyik pillanatban. A zsák szállítása során ezt a karabinert nem szabad leakasztani, mert ez a zsák leejtéséhez, elvesztéséhez, baleset okozásához vezethet. A túra során a szabad folyosókban mint egy hátizsákot, a kuszodákban magunk után húzva, mászásokkor magunk alá lógatva szállíthatjuk.

Nagyobb mennyiségű zsákok kettesével, hármasával egymás alá lógatva is szállíthatók, azonban ehhez már szükséges lehet húzórendszer kiépítése és egy kísérő is, aki szabadon lógó zsákokat az aknában vezet.

### Kesztyű

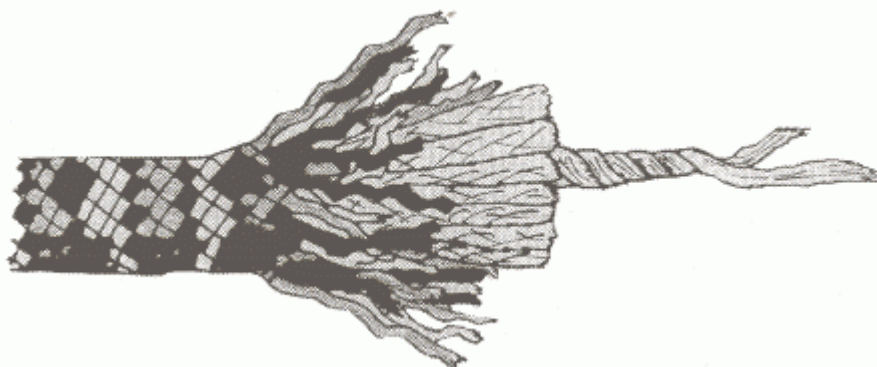
A kesztyű használatával elkerülhetjük az éles peremek fogások által okozott sérüléseket; és védelmet biztosítunk a kéznek a víz hűtőhatása ellen. A gumicsizmához hasonlóan itt is a béleletlen gumikesztyű a megfelelő. Legjobb a vegyipari célra készült vászonbetétes, hosszabb szárú kivitel, a kézen nem is lötyögő, nem is feszülő méret. Tekintettel arra, hogy a kesztyűben való mászást külön meg kell tanulni, célszerű egy-egy edzőtúrán a friss kesztyűt bejáratni.

## Kollektív felszerelések

### Kötelek, hevederek

A kötelek kivitele a barlangászat története során igen megváltozott. A kezdetben használt sodrott kenderkötélet követte a spirálszövött műanyag kötél, majd ezeket teljesen kiszorította a több pászmából álló és körszövött köpennyel ellátott poliamid vagy poliészter alapanyagú kötél, amit napjainkban az UIAA ellenőrzési rendszere szerint minősítenek. A korai időszak kenderkötélinek nagy hátránya volt a tetemes súly, rossz kezelhetőség és a nagy terhelés hatására való ki tekeredés mellett a természetes alapanyag magában hordott tulajdonsága, hogy nedvesség hatására elkezdett rothadni. Ez jelentősen csökkentette a használat biztonságát, azzal nem is számolva, hogy az anyag korhadása leginkább belülről indult. A spirálszövött kötelek

anyaga már nem ennyire érzékeny a vízre, azonban ennél a megfelelő nagyságú nyúlást adó szövési módszernél az elemi szála mindegyike kijut a kötélszál külső felületére. Ez a kötélszál koptató igénybevételénél jelent problémát, aminek az összes elemi szál ki



35. ábra

van téve. A ma használatos kötelek az előbbi hátrányokat igyekeznek kiküszöbölni azzal, hogy a magot alkotó igen sok, műszál alapanyagú elemi szálat pászmákká sodorják, amelyeket egy más mellé fektetve egy köpenyvel vesznek körül (35. ábra). A pászmák sodrás iránya rendre ellentétes, amivel minimálisra csökkenthető a kötélszál terhelés hatására való elcsavarodása. A köpeny a szennyeződésektől és a nagy mechanikai igénybevételtől védi a kötelet, és egyben biztosítja a használhatóságot.

#### A kötelek kezelése, élettartama

Figyelembe véve, hogy a kötelek jelentős mechanikai és vegyi igénybevételnek vannak kitéve, különös gondot kell fordítani használatukra, tisztításukra, tárolásukra. A használatban lévő kötélszálból mindig csak annyit vegyünk ki a zsákból amennyi szükséges. Ha nem megoldható a maradék kötélszál zsákban hagyása, akkor tekerjük fel a felesleget, semmi esetre se hagyjuk a földön hányódni, mert rátaposás, az éles kövek sérülést okozhatnak a köpenyen. Amennyiben a kötelet barlangi zsákba tesszük, mindig kössünk az utolsó 1 méterre egy egyszerű csomót. Ennek legfontosabb oka a barlangi ereszkedés során a baleset elkerülése. A zsákba mindig szedjük a kötelet és ne összetekerve tegyük bele. Egyrészt több fér a zsákba, másrészt használatkor csomómentesen fut ki a zsákból. A zsák mind külszíni, mind barlangi szállítás közben védi a kötelet. A felszínen leginkább a savak, a lúgok, az alkáliak, valamint a nap ultraibolya sugárzása veszélyezteti a kötelet.

A barlangi szállítás és használat során az éles kövek, a súrlódás okozta kopás és a vízfelvétel okozza a legtöbb problémát. A kötelek vízfelvétele elérheti a 35%-ot, ami nem csak a súly megnövekedését okozza, hanem a kötélszál szilárdsági jellemzőinek csökkenését is. A csomózás és az ereszkedés, mászás is koptatja a kötélszál felületét. Különösen ügyelni kell a gyors ereszkedések elkerülésére, mert ez a kötélszál megégéséhez vezet. Minden túra után mossuk ki a kötelet, hiszen a használatkor rákerült anyagok (agyag, sár) a következő használatkor mélyebbre nyomódnak, előbb-utóbb kimoshatatlanná változtatva a kötelet. Ezekkel a kötélszál felületén átjutott szemcsékkel, melyek az elemi szálatokat kezdik roncsolni, már semmit sem tudunk kezdeni. A tisztítást végezhetjük tiszta vízű patakban, vagy akár otthon is két kefe között többször áthúzával a kötelet. A lényeg az, hogy a mosáshoz ne használjunk – a kötélszál anyagát roncsoló – tisztítószeret. Ha sokszor kell kötelet mosni, előnyös egy tisztító kalodát barkácsolni, amivel a művelet egyszerűvé válik. A vizes kötelet, egy ereszkedő gépen áthúzával, a víz nagy részétől megszabadíthatjuk.

Száritásra mindig egy száraz, nem túl meleg, sötét helyiséget válasszunk, ahová a kötelet sose teljesen összecsomagolva, hanem mindig lazán feltekerve tegyük. Száradás után a kötélszál teljes hosszát végig kell nézni, mert a hibákat csak így tudjuk felfedezni. Ha hibát vagy hibás szakaszt találunk, a kötelet vágjuk el a hiba két végénél. Az így kapott kötéldarabokat továbbra is tudjuk használni, a rossz kötélszálrészeket pedig kicselezhetjük. A biztonságos használat részét képezi a kötélszálhosszak pontos ismerete, ennek jelölését a kötélszál két végére húzott úgynevezett zsugorcső vagy rátekert szigetelőszalag segítségével végezhetjük, amire alkoholos filctollal a hosszakat rá lehet írni. A kötelek élettartama több tényező ismeretében határozható csak meg. Alapszabály, hogy a köteleket használatuktól függetlenül 4 évente le kell cserélni. Ennek legfőbb oka a kívülről nem látható anyagszerkezeti változás. A kötélszál korának megállapításához biztos segítséget adnak a gyártó cégek. Egyrészt a kötélszálhoz csatolt ismertetőn szerepel a gyártás dátuma, másrészt a kötélszál színösszeállítását és/vagy a belül elhelyezett jelzőszálak színkombinációját változtatják évről évre. Selejtezésre ad okot a kötélszál nagy kopottsága, vagy ha ellenőrzés során a tisztítás ellenére a kötélszál keményedik vagy nagy mértékben "macskásodik", vagy dinamikus kötélnél a megengedett extrém esszámot elértük, továbbá bármilyen sérülés, ami a kötélszál folytonosságát megszakítja.

#### A kötelek csoportosítása

A köteleket két nagy csoportba osztjuk a terheléssel szemben való viselkedés alapján. A dinamikus kötelek csoportjába a kötélszálbiztosításra alkalmas nagy nyúlású köteleket, a statikus kötelek csoportjába azokat a kis nyúlású köteleket soroljuk, amelyeket a barlangászat során használatos egyköteles technikákhoz (SRT Single Rope Techniques) fejlesztettek ki. A két kötélszálcsoport közötti alapvető különbséget, mint látjuk, a nyúlás okozza. Ezt, a felhasználási területet döntően befolyásoló tulajdonságot és a hozzá tartozó megfontolásokat, ebben a fejezetben tárgyaljuk.

### **Dinamikus teherviselés (biztosító kötelek)**

A dinamikus kötelek a terhelés hatására való nagy megnyúlással (10-35%) teszik lehetővé a biztosított személy védelmét a károsan nagy megtartási rántással szemben. Mivel az emberi szervezet 1200 kg-nál nagyobb terhelést nem képes elviselni, az eséskor bekövetkező kötélnyúlás nyeli el a terheléstöbbletet. A dinamikus köteleket ennek megfelelően gyártják. A kötelek és a különböző mértékű esések minősítésére kidolgoztak egy egységes rendszert, amelyben a dinamikus köteleket a megtartott esések számával, az eséseket pedig az eséstényezővel lehet jellemezni.

Az eséstényező (jelölése:  $f$  vagy FF) 0-2 közötti érték, melyet az eséshossz és kiengedett kötélhossz hányadosaként számíthatunk ki. Kitüntetett értékei az  $f=1$  (FF1) és az  $f=2$  (FF2), vagyis amikor az esés a kikötési pont magasságából, illetve a kikötési pont felett egy kötélhosszúságnyi magasságból történik. Az egész köteleket 80 kg, a félköteleket 40 kg súllyal és FF1, illetve FF2 tényezővel addig terhelik, míg el nem szakadnak. A szakadás előtti esések száma a kötél fontos jellemzője. Mászáskor mindig arra kell törekedni, hogy az eséstényező érték minél kisebb legyen. Ezért raknak mászás közben köztéseket, amelyek segítségével az esés hossz jelentősen rövidülhet a kiengedett kötélhosszhoz képest.

### **Statikus kötelek (barlangáskötelek)**

A statikus kötelek gyártása a vertikális technika előrehaladtával alakult ki előzőleg kötéltechnikai célokra használt dinamikus kötelek használatával felmerült problémák kiküszöbölésére. A dinamikus kötél jelentős nyúlása a barlangász "jojózását" eredményezi, ami akár egy-egy kiálló sziklához való erőteljes ütődését és a kötél nagymértékű kopását is okozhatja, valamint a beszerelést teheti bizonytalaná. A kis nyúlású (2-6%) kötelekkel e hátrányok megszűntek. A nyúlásból eredő fontos tulajdonságot, a biztosításra való használhatóságot azonban elvesztettük. Az SRT módszerekhez használt kötelekkel szemben támaszt minimális követelmények a következők:

- körszövött kivétel,
- statikus teherbírása haladja meg az 1500 kg-ot,
- nyúlása 80 kp terhelés hatására 1,5-4% között legyen,
- olvadáspontja legyen nagyobb 200 C°-nál,
- átmérője 8-11 mm között legyen,
- kettő vagy több FFI esést viseljen el,
- UIAA általi ellenőrzés.

Az előzőek alapján a legfontosabb gondolat, hogy a statikus köteleket biztosításra használni tilos, mert a mászó halálos sérüléseihez vezethet akár egy kisebb esés. Dinamikus köteleket vertikális technikához szabad használni, de mindenképpen számolni kell a fenti tulajdonságokkal. Semmiképpen nem helytálló az a gondolat, hogy a barlangban csak statikus köteleket használjunk. Két helyzet is ez ellen szól. Az első az egyszerű barlangi sziklamászás esete, ahol alulról kell a mászó személyt biztosítani, ehhez pedig csak dinamikus kötél használható. A másik a vertikális technikánál használt kantár esete, ahol előfordulhat olyan helyzet, hogy a kantárt a kikötési pontba akasztva a pont fölé kerülünk, ahonnan leesve máris előállhat az FF2 tényezőjű esés, így megint kizárólag a dinamikus kötél használata jöhet szóba (48. ábra).

### **Kötélgyűrűk, hevederek**

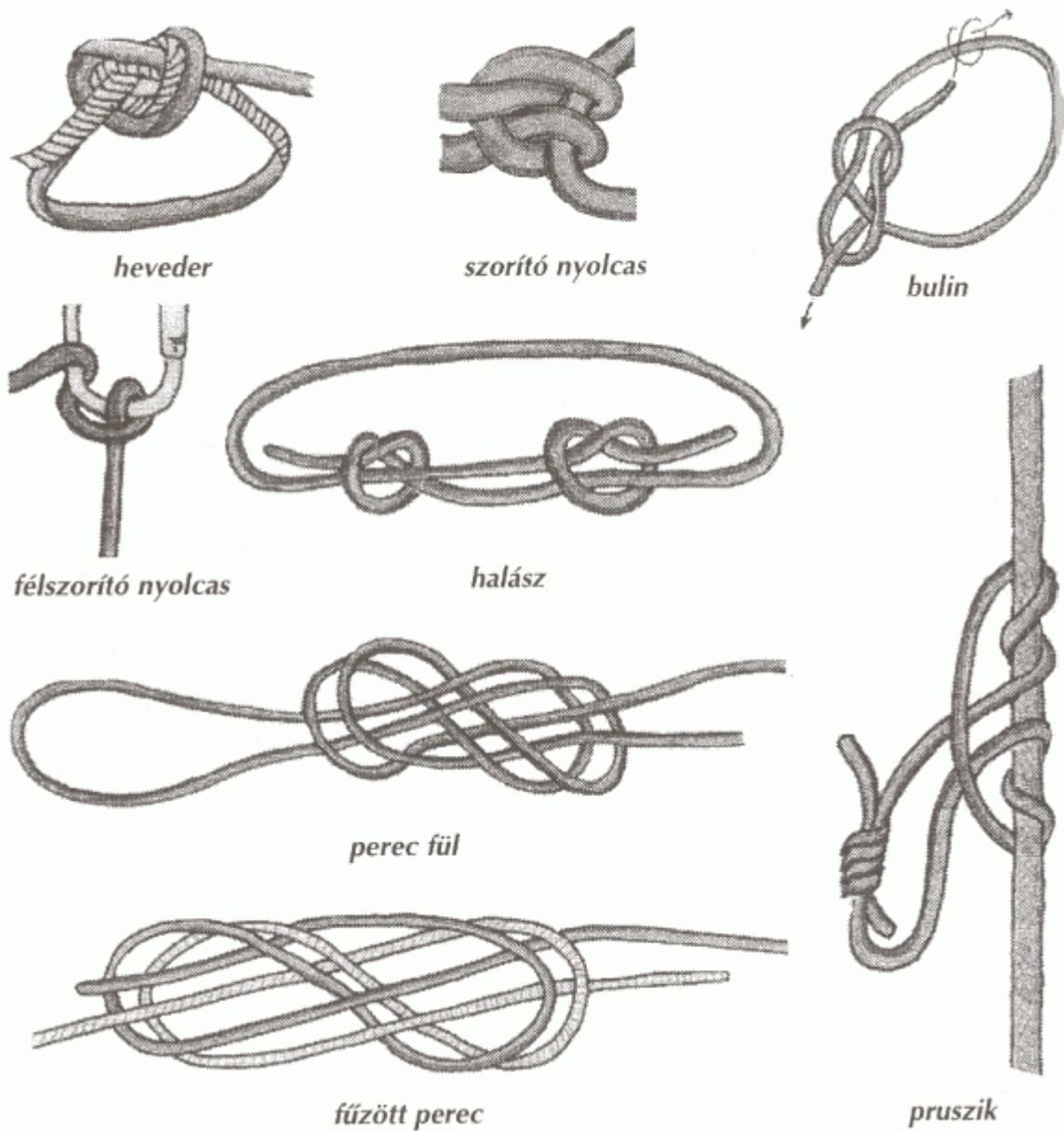
A kötelek és kötélgyűrűk között nem lehet éles határvonalat húzni. Használat szempontjából az összes olyan kötélrészletet, melyet nem főkötélként használunk, kötélgyűrűként tartunk számon. A használatos kötélgyűrűk általában 2-9 m közötti átmérettartományba tartoznak. Természetesen ezeknél nagyobb átméretűek is előfordulnak - általában a szétvágott főkötelekből kerülnek ki, azonban használatuk csak nagy terhelések esetén indokolt. A ritkább használat mellett szól a nehezebb kezelhetőség is, ami nagyobb vastagságukból ered. A kötélgyűrűk felhasználási területe igen széles, a zsák összefogásától a főkötél vezetéséig, köztések alkalmazásáig terjed. A felhasználás helyét a kötélgyűrű két legfontosabb jellemzője, az átméret és a teherbírás dönti el. A hevederek mérete 10-55 mm közötti tartományba esik, a legkeskenyebbeket mellhevedernek alkalmazza több technika, a közepes tartománya lépők és köztések készítését szolgálja, míg a legszélesebbekből beülő- és mellbekötő hevederek készülnek.

### **Csomózás**

A köteleket, kötélgyűrűket, hevedereket különböző csomókkal, hurkokkal tesszük számunkra használhatóvá. A jó csomót három tulajdonság jellemzi:

- helyes kötélvezetés,
- a párhuzamos kötélszárak rendezettsége,
- a csomó meghúzott állapota.

A rossz kötélvezetéssel kötött csomók a köteleket nagyon gyengítik, rosszabb esetben kibomolhatnak terhelés hatására. A rendezetlen csomó a terhelés után nehezebben bontható, és a terhelhetőséget jelentősen csökkentheti az egymáson feleslegesen futó szálak nyíró hatása. Ha a csomó nincs terhelés előtt meghúzva, szinte biztos, hogy terheléskor az elrendeződés nem lesz kielégítő, és előfordulhat dinamikus terhelés hatására a kötél roncsolódása, égése. Megemlítendő a csomók két különleges felhasználási területe. Az egyik az ékként való használat, a másik az extra könnyű beszerelési módszernél a rántáskiegyenlítő csomók használata, amelyek a köteleket érintő esetleges dinamikus terhelésből adódó igénybevételt hivatott csökkenteni. Igen sok csomót sajátít le az ember barlangász pályafutása alatt, de 5-6 csomóval tulajdonképpen minden feladat megoldható (36. ábra)



36. ábra

### Karabinerek

A karabinereket több szempont szerint csoportosíthatjuk. A legszembevetőbb az alaki adottság, mely szerint megkülönböztetünk szimmetrikus és asszimmetrikus karabinereket: (37. ábra). A szimmetrikus csoport számunkra legfontosabb tagja az "O" alakú karabiner. Ezeket használjuk a barlangi célokra kifejlesztett nitffülekhez, mivel így érhető el a nitffülek ideális terhelése. Az asszimmetrikus karabinerek leginkább vese vagy "D" alakúak, vagy ezek módosított változatai. Kedvező tulajdonságuk a kézbe illeszkedő alakból adódó könnyű nyithatóság és az, hogy a nyelv nyitásával nagyobb öble lesz a karabinernek, mint egy hasonló méretű szimmetrikus kialakításúnak. Ennél lényegesen fontosabb célja az alakjuknak az, hogy a hosszirányú terhelést nagyrészt az erősebbik – nyelv nélküli – szár veszi fel, ezáltal ezeknek a karabinereknek nagyobb lehet a hosszirányú teherbírása. A nitffülekbe azonban ezek a karabinerek nem mindig illenek jól, ezért nem szoríthatók ki a hagyományos "O" alakú változatokat. A karabinereket sok esetben kell a véletlen nyitás ellen biztosítani.

A következő csoportosítási szempont a karabinerek zárját tárgyalja.

Három csoportot különböztetünk meg:

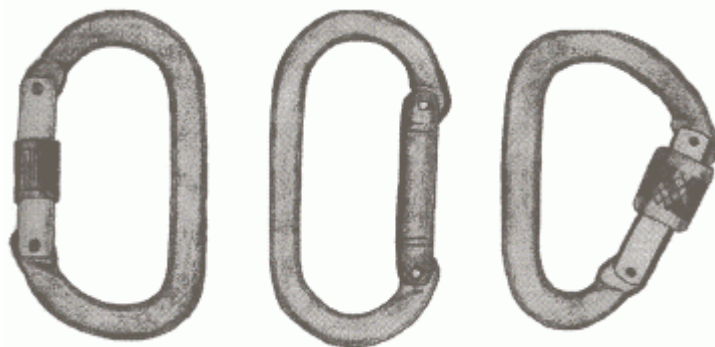
- csavaros-záras,
- bajonettzáras,
- expressz-záras.

Az első két csoportba tartozó karabinerek olyan helyen használatosak, ahol ritkábban fordul elő a karabinerek nyitása-zárása. Például az aknák beszereléséhez használatos karabinereknél vagy az ereszkedőeszköz karabinerénél. Az expressz-zár egy viszonylag új megoldás, ahol a zárógyűrűt egy rugó tartja a helyén, amely ellen a gyűrűt elmozdítva a karabiner

nyithatóvá válik. A harmadik csoportosítási szempont a karabinerek anyaga szerint tesz különbséget. Három különböző alapanyagtypust tárgyalunk:

- alumíniumötvözetből,
- titánból,
- acélból.

Az alumíniumból gyártott karabinerek könnyűek és ellenállnak a korrózióknak, azonban kopásállóságuk kicsi. A titán karabinerek valójában vas-titán főkomponensű ötvözetek, amelyeket a köznap nyelvben nevezünk titánnak. A titán alapanyag igen drága, így ebből csak az orosz „D” alakú karabiner különböző változatai terjedtek el. Könnyűek, kopásállóak és ellenállnak a korrózióknak. Használatukat az egyféle alak határolja be. Az acélkarabinerek nehezek és a korrózióra érzékenyek,



37. ábra

azonban kopásállóságuk nagy. Használat során a karabinerek súlya a nagy darabszámnál jelentkezik élesen, a kopásállóság pedig az agyagos kötelek miatt fontos követelmény. E kettő között kell egyensúlyt teremteni. A karabinerek teherbírása szintén fontos követelmény. Általánosságban elmondhatjuk, hogy az acélkarabinerek nagyobb terhelést bírnak el, mint az alumíniumból készütek, de a két halmaznak nagy a közös része. A hosszirányú terhelhetőségi értékek 1600-5000 kg között mozognak, és minden karabineren fel vannak tüntetve.

Azok a karabinerek, amelyeken nincs a terhelhetőség feltüntetve, biztonsággal nem használhatók. Előfordul, hogy a gyártó megadja a keresztirányú terhelhetőséget, ebben az esetben a karabiner nyelve ezt az értéket garantáltan elviseli károsodás nélkül. Nagyon fontos, hogy a keresztirányú terhelhetőséget csak tájékoztató értéknek tekintsük, és kerüljük el a karabinerek ilyen irányú terhelését. Az ilyen kereszt- vagy többirányú terhelés esetére a maillon rapide-okat használjuk. Erről az előző fejezetben már volt szó, most kiegészítjük azzal, hogy ezeket az eszközöket is gyártják „O”, valamint a centrálkarabinertől eltérő alakban és vastagságban, amelyek így használhatóvá váltak karabinerek helyettesítésében. Terhelhetőségüktől és alakjuktól függően az eszközök rögzítésétől a beszerelőkarabinerek helyettesítéséig. A karabinerek és a maillon-ok a túra után gondozás kívánnak. Ez általában egy vízsugaras mosást, és azt követő gyors szárítást és enyhe olajozást jelent. Olajozni csak a rugót és a zárat kell pár csepp műszerolajjal.

### **Egyéb felszerelések**

Ebbe a kategóriába azokat az eszközöket soroljuk, amelyeket nem feltétlenül használunk minden túrán, de használatukat érdemes megismerni.

### **Létra, kötélletra**

A barlangban fixen beépített létrával találkozunk. Kialakítása szerint lehet szilárdan rögzített vagy függesztett. Használatával a bejárás kényelmesebbé és gyorsabbá tehető. A kötéllétra mindig függesztett elhelyezésű, mivel nincs merev váza. A két eszközön való közlekedési mód jelentősen eltér egymástól. A létrákon szokványosan hassal a létra felé lépkedünk fokról-fokra. A kötéllétrának viszont az élén szokás mászni oly módon, hogy az egyik lábbal a lábfejjel, a másik lábbal a sarokkal lépkedünk. A hosszabb és kitett szakaszokon biztosítás alkalmazása célszerű. A fokok terhelése előtt sose felejtünk el megbizonyosodni a fokok fix rögzítéséről. A rögzítést két ponton kell végezni, a létrát a két oldalsó váznál fogva, a kötéllétrát pedig úgy, hogy a bowdent a két kikötési ponthoz kötjük. Használat során számítani kell a fokok lazulására és a kötéllétra drótkötélnak rojtosodására.

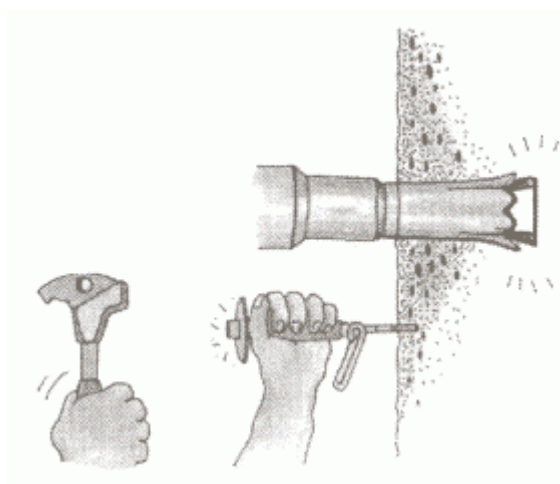
### **Mászórúd**

Egy 5-6 darab kb. 2 méteres tagból álló teleszkópos rúd, amelynek legfelső tagján van a kötéllétra rögzítve. Ezt kitolva juttatjuk a kötelet 8-10 méter magasra, majd felmászva és "standot" létesítve a rudat újból feljebb toljuk, az alját a standhoz rögzítve. Ezzel az eljárással leginkább kúrtók mászhatóak ki első bejárás alkalmával. Használatos az úgynevezett mászókeret, amely a hegymászásban kialakult mesterséges mászáshoz hasonlít, de lehetővé teszi az egyedül álló falak oly módon való megmászását, hogy kevesebb nittet kell használni.

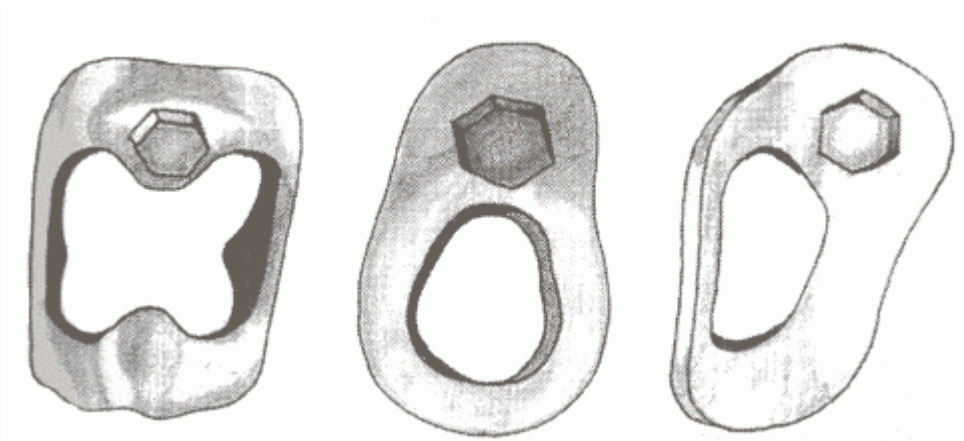
### Nittek, nittfúró, kalapács

A nittek lényegében fémtiplik, amelyeket egy a nit átmérőjénél 1-2 tized milliméterrel nagyobb előfúrt lyukba feszítünk be, egy ék segítségével.

Az önfúró nit vége úgy van kiképezve, hogy a telepítéshez szükséges lyukat saját magának előfúrhatta, a nitfúró és kalapács segítségével, mint egy ütvefúrófej (38. ábra). A nittekhez tartoznak különféle nitfülek is (39. ábra), amelyekkel a kötelet rögzíthetjük a "falhoz", így létesíthetünk a barlangban szinte bárhol fixpontokat.



38. ábra



39. ábra

## A BARLANGI TÚRÁZÁSRÓL (Németh Tamás)

### EGYÉN MOZGÁSA A BARLANGBAN

#### Mozgás a barlangban

A biztonságos közlekedés megkívánja a bejárás során a jó mászó tudást. A járatok a mászások szempontjából terepalakzatokra oszthatók. A barlangok sokfélesége számtalan variációt kínál ezeknek az alakzatoknak a leküzdésére. Mindenki saját magának kell, hogy kialakítsa a neki legjobban megfelelő stílust. Itt csak néhány alapvető rögzíthetünk, és néhány terepalakzat leküzdésének – szerintünk legjobb – módját adhatjuk meg.

Alapelvként elmondható, hogy a barlangokkal csak a lehető legkisebb felülettel érintkezzünk. Ez érvényes mind a mászásokra, mind a szükületekre, ahol a falakkal való érintkezés elkerülhetetlen. A legkisebb felületnek fogadjuk el a cipőtalpat. Általában kerüljük a ruha falakon való súrlódását, mivel az sok energiánkat emészti fel, ráadásul eláztatja és rongálja a drága külső overallt.

Súlyunkat lehetőleg mindig a lábunk viselje, kézzel csak az egyensúlyunkat tartjuk meg. Kézzel segítéskor lehetőleg csak támaszkodjunk, mert a húzózkodás fárasztó és komoly fizikai erőt igényel. Ha egy akadályon való átjutáshoz több módszer kínálkozik, akkor általában a gyorsabb módszer kevésbé fárasztó még akkor is, ha ahhoz nagyobb erő szükséges, ugyanakkor a lassabb módszer biztonságosabb lehet, pl. egy egyfalas mászásnál több apróbb lépés fárasztóbb, de biztonságosabb lehet, mint két-három nagy lépés megtétele. A közlekedésnél lehetőleg a sziklamászásnál jól bevált módszereket alkalmazzuk.

A barlang talaja a legritkább esetben vízszintes, és felegyenesedni sem mindig tudunk a járatban. Ennek ellenére, ameddig csak lehet, igyekezzünk két talpon járni, még akkor is, ha ez nehéznek tűnik, mivel így gyorsabban haladhatunk, mint négykézláb vagy kúszva. Mindig figyeljük az előttünk haladót és a járatot, hogy előre felkészülhessünk az akadályokra, de ez nem jelenti azt, hogy mindig feltétlenül utánoznunk kell a társunkat. Mindig kellemesebb, ha mi várunk a társainkra, mintha ők várnak ránk. Ha szükséges, segítsük társainkat az egyes akadályok leküzdésében (edzőtúrákat kivéve). Mászásnál vegyük figyelembe, hogy a falak nedvesek, a fogások és lépések csúszósak lehetnek. Tartsuk be a "több pont" szabályt, mindig legalább két ponton támaszkodjunk a falra. Egyenes járatban könnyedén haladhatunk. Szűk kanyarban a domború fal felé fordulva haladjunk, bármilyen térbeli elrendezésű kanyarról van szó. Mindig csak olyan sebességgel haladjunk, hogy a lendületünket azonnal vissza tudjuk fogni, mert még ismert járatban is változhat az alakzatoknak a nedvessége.

#### Támaszkodás

Ha támaszkodni kell, lehetőleg húsos felülettel tegyük: ujjhegygel, a tenyér ujj felőli húsos párnájával, az alkar belső oldalával, az alsó lábszár külső oldalával stb. Még a puha agyagban is alattomosan megbújhatnak apró kövek, amely csontos testfelületen sérülést okozhatnak.

#### Mászás a lejtőn

A barlangi járatok a legritkább esetben vízszintesek. Kb. 60°-ig lejtő - e fölött falmászásról beszélünk. Figyeljünk rá, hogy lehetőleg függőlegesen álljunk, és a kezünkkel csak az egyensúlyunkat tartjuk meg. Meredekebb falon törekedjünk arra, hogy a falra merőlegesen terheljük a lábunkat, mert így a legkisebb a lecsúszás veszélye. Különböző mászási technikák, mint a reibungolás (40. ábra), traverzálás (41. ábra), terpeszmászás (42. ábra) és hidalás (43. ábra) igyekeznek ezt a célt megvalósítani.

Merdek falon a kezdők ösztönösen a falhoz lapulnak, csökkentve ezzel a látható terepet, és fokozva a lecsúszás veszélyét. Igyekezzünk erről mielőbb leszokni. Egyfalas mászások esetén a támaszkodással csak fokozzuk a lecsúszás veszélyét, ilyenkor inkább a húzófogások használata célszerű. Állásra, támaszkodásra a vízszinteshez közel álló felületeket válasszuk, ha erre van mód, illetve az érdekesebb felületeket.



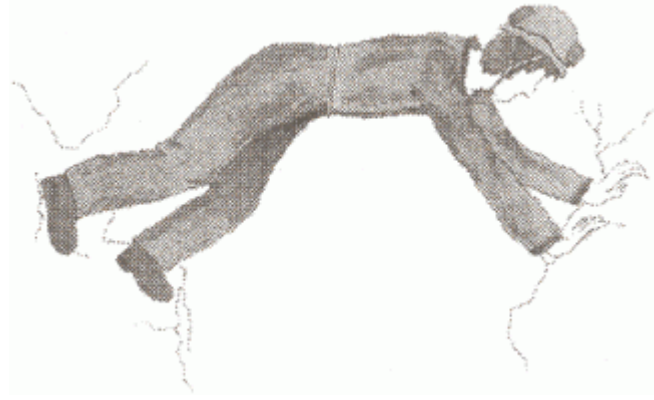
40. ábra



41. ábra



42. ábra



43. ábra

### Fogások

Fogásnak nevezünk mindent, amibe a kéz megkapaszkodhat vagy megtámaszkodhat. Ezek a legkülönbözőbb formájúak és állásúak lehetnek. Ilyenek a repedések, párkányok, kérgeződések, tarajok és szegélyek, lyukak és zsebek, stb. Cseppköveket lehetőleg ne használjunk fogásoknak, csak ha elkerülhetetlen. Minden kiálló alakzat, így a cseppkő is töben terhelhető a legbiztonságosabban.

### Lépések

Általában a legtöbb fogást lépésnek is használhatjuk. Ezeken kívül a ferde, sőt függőleges felületek is használhatók lépésnek ellentámaszok és kéménymászások esetén.

### Kéménymászási technikák

#### Traverzálás

Hátunk az egyik falon, két lábunk a másikon. Haladáskor kézzel tartjuk el a hátunkat a faltól. A kéménymászás biztonságos, de lassú és fárasztó módja, zsákok csak magunk alatt lógatva tudunk szállítani (41. ábra).

#### Terpeszmászás

Jobb kéz és jobb láb az egyik falon, bal kéz és láb a másikon. Testünk függőleges testhelyzetben a haladás irányába néz. Lábunkkal, kezünkkel ellennyomást gyakorolunk a falra. Gyors és biztos haladást tesz lehetővé, akár háton viselt zsákkal is. A legtöbb traverzálható helyen terpeszmászással is át tudunk jutni jóval kisebb erőfeszítéssel. Adott esetben kombinálhatjuk a traverzással oly módon, hogy hátunkat nem fordítjuk a fal felé (42. ábra).

#### Hidalás

Igen ritkán előfordul olyan széles hasadék, amelyet csak úgy tudunk átérni, hogy két kézzel az egyik falon, két lábbal a másik falon mászunk. Ilyenkor a test vízszintesen lefelé néz. Ez az egyik legnehezebb és legbizonytalanabb mászás, különösen a ki- és beszállás veszélyes. Ha lehetséges, kerüljük az ilyen mászásokat, általában egy-egy széles terpeszmászással kiválthatjuk ezeket a veszélyes manővereket (43. ábra).

#### Repedésmászás

Barlangban ritkán előforduló mászási forma. Egyik lehetőség az, hogy valamely testrészünket szorítjuk a repedésbe, így jutunk fogáshoz. (44-45. ábra) Ennek megfelelően létezik ökőkulcs, karkulcs, lábkulcs, sőt tüdőkulcs is. Másik lehetőség a sziklafalon alkalmazott bajor technika, amelyet barlangban nagyon ritkán használunk, mivel kötélbiztosítás nélkül veszélyes, és általában van egyszerűbb megoldás is.

#### Húzódzkodás

Ha mellmagasság fölötti párkányra kell feljutni, a tenyerünket szélesen a párkányra téve felhúzzuk magunkat, majd ha a párkány mellmagasság alá ért, tenyerünket kifordítva tovább toljuk súlypontunkat. Lábunkkal a falra lépve segítsünk, toláskor a párkányra lépve felállunk. Ha mindezt egy gyors lendülettel tudjuk végrehajtani, akkor minimális fáradtsággal gyorsan feljutunk. Ha a párkány magasabban van, akkor a megkapaszkodás után a függőleges falon lépdeljünk fel majd a könyökünket egyenként kifordítva toljuk fel magunkat.



44. ábra



45. ábra



## Bak

Ha a húzódkodó részen gyorsan, egyszerűen akarunk átjutni, tartsunk bakot egymásnak, majd az utolsó embert ketten húzzuk fel.

## Lemászás

Lefelé ugyanúgy kell mászni, mint felfelé, de jóval nehezebb a fogások, lépések megkeresése, mivel általában nem látjuk azokat. Szűkebb repedésekben, hasadékokban létezik egy speciális barlangi módszer, a "liftezés", amikor két kezünket és lábunkat szétfeszítve óvatosan csúszunk lefelé a járatban. Másszunk mindig megfontoltan, szabadon. Egy-egy függőleges szakasz leküzdése szabad másszással mindig nagyobb élmény, mint kötélén, hágcsón vagy létrán. Mindig csak képességeink határáig másszunk, és ne feledjük, hogy ha egy felfelé másszásból vissza kell fordulnunk, a lefelé út nehezebb lesz. Nehezebb másszás esetén használjunk biztosítást, ez nem csökkenti a másszás örömét, mivel biztosítással olyan szakaszon is túljuthatunk, amelyet anélkül nem mertünk volna megkockáztatni.

Minél jobban mászik valaki, annál egyszerűbben, kisebb fáradtsággal tudja pótolni ügyességgel a hiányzó fogásokat és lépéseket. Falmászaskor alapszabály, hogy három ponton tartjuk magunkat, mialatt a negyedik végtaggal keresünk lépést vagy fogást. A lépéseket igyekezzünk teli talppal terhelni, különösen ferde vagy függőleges falakon. Igyekezzünk folyamatosan haladni, és a húzódkodást igénylő helyzetekben minél rövidebb időt eltölteni. A jó mászók sok energiát meg tudnak takarítani a túra során.

Jó fantáziával, gyakorlattal pótolhatjuk a hiányzó erőt, de az is igaz, hogy az erősebbek jobban tudnak takarékoskodni a lépésekkel, fogásokkal, így az energiájukkal.

Összességében a másszás friss szellemi tevékenységet igénylő változatos, kellemes sport.

## CSOPORT MOZGÁSA A BARLANGBAN

### *A barlangi túra fogalma*

A barlangi túrázás társas sport, egyedül senki sem mehet barlangba. A barlangi túrázásnak megvannak a maga biztonsági szabályai. Elsőként határozzuk meg, hogy mit tekintünk barlangi túrának. Ezt a kérdést legjobb onnan megközelíteni, hogy milyen barlangi tevékenységet nem tekintünk barlangi túrának. Nem tekintjük barlangi túrának a kutatást, habár gyakran komoly sportteljesítmény egy-egy új szakasz első bejárása (pl. egy kürtő első kimászása). Mindazonáltal a barlangkutatásnak pl. erre a részére érvényesnek tekintjük a barlangi túrázás szabályait.

Ugyancsak nem számít barlangi túrának az idegenforgalmi barlangok látogatása sem, ide nem vonatkoznak a fent említett szabályok, és túrateljesítmény szempontjából sem tekinthetjük azonosnak egy valódi kúszós-mászós barlangi túrával. Barlangi túrának tekintjük a **sport célú barlangjárást, amelynek minimális időtartama fél óra**. Ha még ennél is szigorúbbak akarunk lenni, akkor mondhatjuk azt is, hogy a túra "idealizált túraideje" legalább fél óra. Akkor viszont meg kell magyaráznunk az idealizált túraidő fogalmát. Idealizált túraidő alatt azt az időt értjük, amennyi idő alatt egy adott túraszakaszt öt jól képzett barlangász pihenő nélkül be tudja járni. Így tehát nem tekintjük pl. a Holdvilág-árokából nyíló egyik kisebb-nagyobb üreg bejárását barlangtúrának (habár ezek az üregek kétségtől barlangok), még akkor sem, ha a turistacsoport fél óránál többet tölt el bennük.

### **A barlangi túravezető szerepe**

A barlangi túrának mindig kell, hogy legyen vezetője, aki egy személyben felelőssé tehető a túra során bekövetkező esetleges balesetekért. A felelősséghez természetesen jogok is tartoznak, így a túra során a túravezető szinte "élet és halál ura" a túratársak kötelesek a vezető – túrára vonatkozó – utasításait betartani. Ellenvetésnek, vitának a túra során helye nincs, csak a túra után történő közös megbeszélésen. A túratársak kötelesek a túravezetőt segíteni és minden információval ellátni. A túravezetőnek joga van a túratársak felszerelését ellenőrizni, és emiatt vagy egyéb okból a túrából bárkit (persze még a túra előtt) kizárni. Ez elég ijesztően hangzik persze, de a túratársaknak viszont nem kötelességük senkivel sem elmenni barlangi túrára, és az a jó túravezető, akivel legközelebb is szívesen száll le a barlangba az adott csoport.

A barlangi túrának mindig egy vezetője van, ha több egyforma képességű csoporttag is szóba jön egy-egy túra esetén, akkor is előre ki kell jelölni, hogy az adott túrát ki vezeti. Ennek természetesen csak akkor van komoly jelentősége, ha baleset történik, de utólag már nem etikus a "bűnbakkeresés".

A barlangi túra vezető feladata a barlangi túra megfelelő előkészítése, az utazás, szállás, engedélyek és esetleg a balesetbiztosítás megszervezése, a sikeres túrához szükséges információk megszerzése, a barlangba való bejutásról gondoskodni (ha a barlang kulcsra van zárva). Egy-egy komolyabb expedíció esetén az ételmezés megszervezése is a túravezető feladata lehet, sőt akár a túra lebonyolításához szükséges anyagi források "felhajtása". A vezető természetesen nem köteles ezeket a feladatokat mind egyedül ellátni, kiadhatja bármelyiket, vagy akár mindegyiket is, de öneki kell irányítani, ellenőrizni a túra feltételeinek meglétét.

### **A barlangi túrázás hármas alapszabálya**

A barlangi túrázás szabályainak összefoglalásaként az alábbi hármas alapszabályt érdemes megjegyezni.

#### **Legnagyobb biztonság elve:**

A túrát úgy kell megtervezni, előkészíteni, lebonyolítani, hogy az esetleg bekövetkező baleset kockázata minimális legyen.

Ennek eszköze a **célok és lehetőségek összhangja**:

Az előkészítés során még lehetnek a célok a meghatározóak, de a lebonyolítás szakaszban már a céljainkat kell a lehetőségekhez igazítani, ez adott esetben a túra lerövidítését jelenti. Ez a lépés is a **túravezető egyszemélyi felelőssége**:

Aki a túra balsikeréért éppúgy, mint a túra során bekövetkezett balesetért felelősségre vonható.

## **A barlangi túra minimális létszáma**

A barlangi túra minimális létszámát a barlangi túrázás biztonsági szabályai írják elő. Eszerint a barlangi túra minimális létszáma általában négy fő, ennek az oka az esetleg bekövetkező balesetnél szükséges teendők: a baleseti sérültet egyedül hagyni nem szabad, viszont egyedül senki nem közlekedhet a barlangban, különösen olyan felfokozott idegállapotban, amikor egyetlen hibás mozdulat egy újabb sérülést okozhat, és ha a mozgásképtelenné vált túratárs nem képes segítséget hívni, az végzetessé teheti az egyébként esetleg könnyen megoldható helyzetet.

### **A fenti szabály alól két esetben tehető kivétel:**

1. Háromfős csoport mozoghat egy barlangban, ha a barlang bármelyik pontjáról könnyen bejárható útvonalon legfeljebb fél óra alatt ki lehet jutni a felszínre, és túrázó csoport mindhárom tagja jól ismeri a barlangot.
2. Kétfős csoport mozoghat a barlangban, ha több egymást követő csoport azonos útvonalon járja be a barlangot (tipikus zombolybejárás mód), legfeljebb egy óra követési távolsággal. Ez a kivétel nem vonatkozik az utolsó induló csoportra.

### **Az optimális létszám**

Nem adhatunk általános szabályt a túra optimális létszámára, mivel az a barlangtól és a túrázó csoporttól is függ. Általában kevesebb ember gyorsabban képes haladni a barlangban, mivel egy-egy akadálnál (pl. szűkület) egy nagyobb csoport feltorlódik, ráadásul a csoportnak együtt kell maradnia (legalább hangtávolságra), de egy komolyabb expedícióhoz rengeteg kőeltechnikai felszerelés is szükséges, ennek szállítását több ember gyorsabban képes végrehajtani.

Általában azt a létszámot tekintjük optimálisnak, amely az adott túrát a lehető leggyorsabban képes lebonyolítani, de ez sem tekinthető általános érvényű szabálynak, hiszen pl. egy Baradla-barlang túra sokkal hangulatosabb 8-10 fővel, mint pl. 4 fővel. Egy-egy nagyobb termet több ember jobban be tud világítani stb.

### **Sorrend**

Ha olyan barlangban túrázunk, ahol a mozgás nem lehetséges egy tág folyosóban egymás mellett (kötetlen sorrend), akkor a túravezető határozza meg a haladás sorrendjét is. Itt általában az a törekvés a jellemző, hogy a túra haladási sebessége minél nagyobb legyen. Ez úgy érhető el, hogy a csoport tapasztaltabb, gyorsabb tagjai a csoport végén haladnak, a kezdők pedig előrébb. Másik törekvés, hogy egy kezdő előtt és mögött is gyakorlottabb személy legyen, aki segíteni, világítani tud, mivel a kezdőknek általában a lámpájuk is kevésbé hatékony. A túravezető rendszerint a csoport élén halad, hogy az utat és az akadályokon való átjutás technikáját mutassa, de vannak esetek, amikor ez szükségtelen, így pl. egy aknabarlangból felé haladva a túravezető gyakran a "kiszereelőcsapat" (esetleg egyetlen) tagja. Egy csoport akkor képes együtt maradni, ha a túratársak a mögöttük levővel tartják a kapcsolatot. Ez vízszintes, labirintusos barlang esetén látótávolságot jelent, csak kötéllal bejárható aknabarlang esetén hangtávolságot. A nagyobb követési távolság csökkenti az akadályoknál történő torlódási késedelmet, de fokozza a szétszakadás veszélyét. Általánosságban elmondható, hogy minél tapasztaltabbak a csoport tagjai, annál nagyobb követési távolság tartható a túra során. Magától értetődik, hogy az elágazásoknál és az akadályok után különösen fontos a hátrafigyelés. Ez rendszerint azt jelenti, hogy a csoport eleje bevárja, amíg mindenki átjut az akadályon.

Természetesen lehetnek speciális esetek, amikor a követési távolságot tudatosan fokozzuk vagy éppen minimálisra csökkentjük, pl. egy törmelékletűn, ha különösen nagy a veszélye annak, hogy egymásra köveket gurítunk.

## BIZTOSÍTÁS (Németh Tamás)

### A biztosítás fogalma és fajtái

*Biztosításon mindazon eljárások összességét értjük, amelyek a lezuhanást megakadályozzák, vagy a már bekövetkezett zuhanás következményeit csökkentik. A hegymászók plasztikusabban fogalmazzák: azért biztosítunk, hogy ne essünk akkorát, amekkorát megérdemelnénk! Biztosítási módszerek alapján megkülönböztetünk háromfajta biztosítást:*

1. defenzív biztosítás
2. önbiztosítás
3. társbiztosítás

#### Defenzív biztosítás

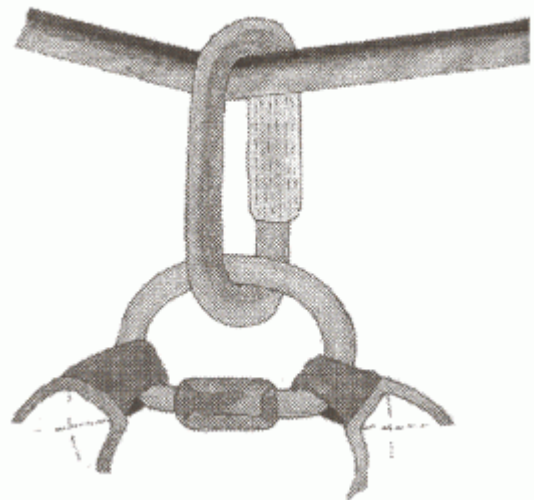
Ezzel a módszerrel is gyakran elkerülhetjük a baleseteket. Ilyenkor kötelet nem használunk, egyszerűen a kített helyeken társunk alá mászunk, világítunk, fogást vagy lépést adunk neki, vagy csak felhívjuk a figyelmét lépésekre, fogásokra, ezzel pszichikailag és fizikailag megkönnyítjük a mászást. A lezuhanás ellen ez alig véd, hiszen fél méternél magasabbról leeső társunkat aligha tudjuk "elkapni".

Ennek ellenére ez a módszer csökkenti a leesés kockázatát, ezért (ha nem is teljes értékű) biztosításnak tekintjük. A defenzív (megelőző) név az esés megindulásának megakadályozására utal. Néhányan ide sorolják (mivel valódi hatásossága minimális) a kötéllel történő biztosítást is, ha nem megfelelő helyről, nem biztonságos módon végezzük, valamint a kötéllel segített mászást (húzással vagy kötélhurok leengedésével lépés-fogás adása kített helyen). A defenzív biztosításnál elsősorban a biztonságérzet fokozódik, nem a mászás valódi biztonsága, mégis hasznos, és nagy előnye, hogy eszköz nélkül is megvalósítható. Leggyakrabban kevésbé tapasztalt társunkat segítjük át nehezebb, kittedebb helyeken defenzív biztosítással.

#### Önbiztosítás

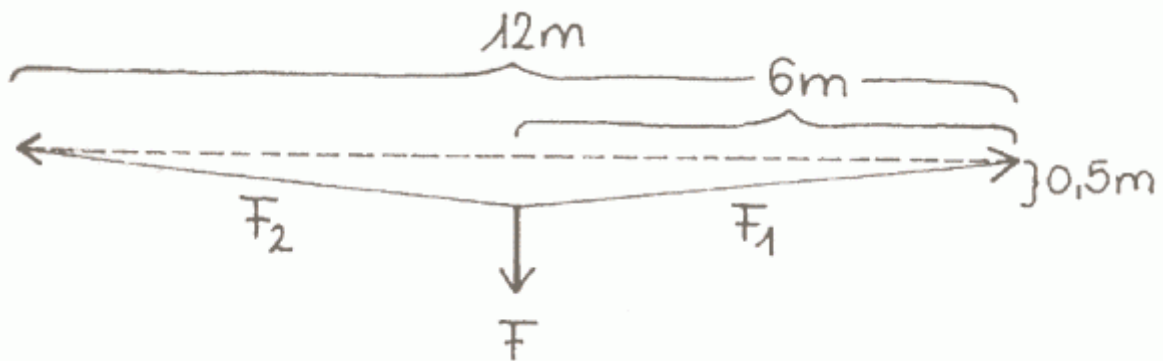
Önbiztosítást alkalmazunk a következő esetekben:

- a) Ha társunkat biztosítjuk (még akkor is, ha külső fix pontról tesszük kített helyen).
  - b) Mesterséges mászás esetén (hágcsón, létrán stb.) különösen, ha nem bízunk meg az eszközben (pl. beépített hágcsók használata esetén).
  - c) Vertikális technikában, amíg csak a kötél közelében vagyunk.
  - d) Kített vagy nehéz klasszikus mászás esetén, ha a társ általi biztosítás valamilyen okból nem megoldható vagy előnytelen (pl. vízszintes kötél v. drótkötélhíd, beépített kötél kített aknában stb.).
- a) Az első esetet a későbbiekben tárgyaljuk részletesen.
  - b) A beépített hágcsók, létrák állapota az idők során folyamatosan romlik, és sajnos szinte biztosra vehető, hogy addig beépítve marad, amíg valaki súlyától előbb vagy utóbb tönkremegy egy-egy ilyen eszköz. (A beépített kötelekkel hasonló a helyzet.) Ezért ezeken legalább az önbiztosítás alkalmazása fokozottan ajánlatos. Kevésbé tapasztalt társunkat ilyen helyen inkább vegyük kötélvégre, mivel az önbiztosítás alkalmazása bizonyos jártasságot igényel a kötélkezelésben, különösen akkor, ha pl. a hágcsószakadás valóban bekövetkezik. Az "akasztott" személy csak úgy tud segíteni magát, ha van nála egy lépőpruszik vagy mászógépjel, amellyel tehermentesítheti az önbiztosítását (feltéve, hogy nem tud kilépni a falra) és ez bizony nem könnyű feladat egy kezdőnek. Beépített létránál a biztosítókötelet külön fixpontra rögzítjük, ne a létra rögzítésére.
  - c) A kötélmászásnál mindig használunk önbiztosítást, amely egyben a kötélben való pihenést is többé-kevésbé lehetővé teszi. Kötélereszkeszkedéskor amennyiben önzáró ereszkedőt használunk, kötelező az önbiztosítás, mert ha az ereszkedőt bármilyen baleset éri, amely esetleg eszméletvesztéssel jár, semmi nem védi fokozódó sebességű leereszkedéstől. Önzáró ereszkedőgépjel használata eseté (jelenleg a stop-petzl az egyetlen ilyen ismert eszköz) sem ártana az önbiztosítás alkalmazása, de mindkét kezünket az ereszkedőgépjel foglalja le, így ez megoldhatatlan. A külföldi balesetek tapasztalata az, hogy a sima ereszkedőcsiga önbiztosítással nagyobb biztonságot nyújt, mint a stop-petzl, ezért ennek használatát fokozott óvatosságot igényel.
  - d) Nehéz vagy kített mászásoknál gyakran alkalmazunk önbiztosítást, mivel minden mászót külön biztosítani sok idővesztéssel jár, nem is mindig megoldható a kötél visszajuttatása és felesleges is. Ilyen esetben is egy kötéllel egyszerre csak egy ember mozogjon, mivel a kötél mozgatásával zavarják egymást, másrészt pedig beleesés esetén egy ember kiránthatja a többit a mászásból. Függőleges vagy ferde falon, illetve kéményben való mászásnál ugyanúgy kell az önbiztosítást végezni, mint a beépített létrákon, hágcsókon. Egy kb. fél méter hosszú száron lévő eszköz vagy egy félméteres pruszik hurok segítségével rögzítjük magunkat a kötélhez. Mászás közben gondoskodjunk róla, hogy az önbiztosításunk haladjon a kötéllel, ne húzza magával a kötél végét, mivel így beleesés esetén a kötélben ébredő erő meghaladhatja az önbiztosító eszközünk szakítószilárdságát. Ereszkedéskor arra kell vigyázni, hogy az önbiztosító eszköz meg ne szoruljon a kötéllel, mert akkor csak az eszköz tehermentesítése után tudjuk utunkat folytatni.



46. ábra

Vízszintes kötélhidak esetén a biztosítóeszközünk akár egy csavaros karabiner is lehet (46. ábra). Az ilyen kötélhidakról azt kell tudni, hogy minél nagyobb a kötel "belógása", annál kisebb erők ébrednek egy-egy beleesés esetén a kötélhidban és az azt rögzítő fix ponton. Az istvánlápai drótkötélhíd kb. 12 m hosszú, a kötel belógása terhelve kb. 0,5 m. A barlangász súlyának a drótkötelet húzó erők vektoriális összege tart ellent (47. ábra),  $F=erő$ ,  $F=F_1 +F_2$



47. ábra

A paralelogramma élhosszaiból következik, hogy a fenti adatokkal számolva egy 80 kp súlyú barlangász a kötélen állva 480 kp erővel húzza a drótkötelet és a nitteket is. Ha a kötelet megfeszítenénk és csak fele belógása lenne, ez az erő megduplázódna! Biztosítás esetén, ha beleesünk, a kötelet nem csak statikus erők érik, egy-egy rántás ereje meghaladhatja a rögzítő fixpont szilárdságát (különösen drótkötél esetén, mivel az gyakorlatilag nyújthatatlan). Ebből az a tanulság, hogy laza kötélhidakkal való biztosítás megbízhatóbb, annak ellenére, hogy a feszes kötélhídon jobb a biztonságérzet. A kötélhidak biztonságossága és a biztonságérzet egyszerre fokozható azzal, ha a híd több részre van megosztva. Ilyenkor a mászónak legalább két karabinerre van szüksége az önbiztosításnál, hogy a köztes rögzítési pontoknál az önbiztosítás megszüntetése nélkül átakaszthasson. Kiválóan alkalmazható a francia-technikában használatos kettős kantár.

Az önbiztosításra használt eszközök a következők lehetnek. Felfelé és lefelé haladásnál egyaránt az eddig ismert legkényelmesebb eszköz a shunt. Nagy előnye, hogy beleeséskor 400 kp esetén kismértékben megcsúszik a kötélen, ezáltal a rántás energiájának nagy része elnyelődik. További előnye, hogy beleesése után terhelt állapotban is le tudjuk húzni, így könnyen folytathatjuk utunkat. Nagy figyelmet kell fordítani a shunt-el való önbiztosítás (főleg ereszkedésnél) begyakorlására, mivel ha a házat fogjuk eséskor, könnyen végigszaladhat a kötélen. Ez tulajdonsága tulajdonképpen megkérdőjelezi a shunt biztosítóeszközként való használhatóságát is, hiszen működése pontosan a legkritikusabb pillanatban a mászó lélekjelenlétén múlik. Használhatunk még pruszikot, de csak jó minőségű kötélgűrű fog biztonságosan, és gyors ereszkedésnél a kötélgűrű eléghet. A pruszik széles körben több célra használható, de ügyelni kell a kötélgűrű minőségére, mert barlangi viszonyok között gyorsan megkeményedik, és így már nem szorul meg a főkötélen, ezért idejében cseréljük. Felfelé mászáshoz esetleg még használható bármely rugós mászó gép (poignée, dressler, croll). Tudnunk kell azonban, hogy ezeket a mászó gépeket max. 450 kp erőre garantálják, ez 80 kg-os személy esetén mindössze 0,1- 0,2-es esésviszony (lásd a statikus biztosítás elméletét) megtartására elegendő. Különösen veszélyes tehát a kiszállás közelében a beleesés (48. ábra). A gyárilag rendszeresen tesztelt mászó gépekre rá van írva a terhelhetőség. Ha ez nincs ráírva, a gépet biztosításra ne használjuk!

A rugós gépeket ereszkedéshez soha ne használjuk önbiztosításra, mert a gép fókai könnyen beakadnak a kötel körszövésébe, így hirtelen befog, és ilyenkor a kötel, valamint a rugós gép veszélyes mértékben megsérülhet. A nem rugós mászó gépek használatától óvakodjunk, mivel beleeséskor néha csak 2-5 méter után fog, és előfordulhat, hogy ilyenkor a nagy ébredő erő miatt "elharapja" a kötelet.

A nyitott bogibbs használata önbiztosításként szigorúan tilos! Ez a gép amilyen könnyen betehető-a kötelbe, ugyanolyan könnyen ki is esik, és a szilárdsága is messze alatta marad a zárt gibbs-nek.



48. ábra

### Társ biztosítása

Ha mászó társunkat kötéllal biztosítjuk, akkor az esetleges leesés energiája a kötel nyúlásában emésztődik fel – ez a statikus biztosítás –, vagy a biztosító valamilyen kötel féken keresztül kissé utánaenged a kötelnek, megakadályozva ezzel hogy túlságosan nagy rántásnak legyen kitéve a mászó és a kötel-, ez a dinamikus biztosítás. Önbiztosítás esetén csak statikus biztosítást alkalmazunk, mivel itt nem történnek nagy beleesések. (A shunt biztosítókapocs egy kis mértékben képes megcsúszni a kötélen kb. 400 kp erő esetén, így az többé-kevésbé dinamikus önbiztosítást is ad.)

## A statikus biztosítás elmélete

Kötélbe való beleeséskor a kötélben ébredő maximális erő:

(Levezetése Lukács László: *Barlangjárás c. könyvében található*)

A képletben

$F_m$ =maximális erő

Q=barlangász súlya

E=kötél rugalmassági modulusa

q=kötél keresztmetszete

h/l=esésviszony

$$F_m = \left(1 + \sqrt{1 + \frac{Eq}{Q} \times \frac{h}{l}}\right) \times Q$$

**Esésviszony=esés magassága/esést felfogó kötél hossza**

Ebből a képletből látható, hogy a rántás nagysága csak az eső súlyától, a kötél tulajdonságaitól és az esésviszonytól függ, nem függ az esés magasságától, vagyis azonos esésviszony mellett 5 méteres esés és 40 méteres esés esetén egyforma lesz a kötélben ébredő maximális erő. Ez a számítás csak 4 m-nél nagyobb esésekre igaz, ennél kisebb esés esetén a barlangász nem tekinthető "merev testnek". Természetesen a sérülés veszélye nagyobb esés esetén nagyobb, többek közt azért is, mert nem mindegy, hogy mennyi ideig tart a rántás. Az E, Q értéket együtt nevezhetjük a kötél merevségének (vagy a kötél 1% nyúlásához szükséges erőnek), értékegysége: kp erő / % nyúlás.

Tudjuk, hogy megfelelő beülőrendszerben az ember maximálisan 1200 kp rántást képes elviselni komolyabb sérülés nélkül, ezért a biztosítókötélet úgy kell méretezni, hogy ennél nagyobb erő ne ébredhessen benne. Ahhoz, hogy kiszámíthassuk, milyen legyen az ilyen kötél merevsége meg kell vizsgálnunk, hogy milyen lehet az esésviszony legrosszabb esetben.

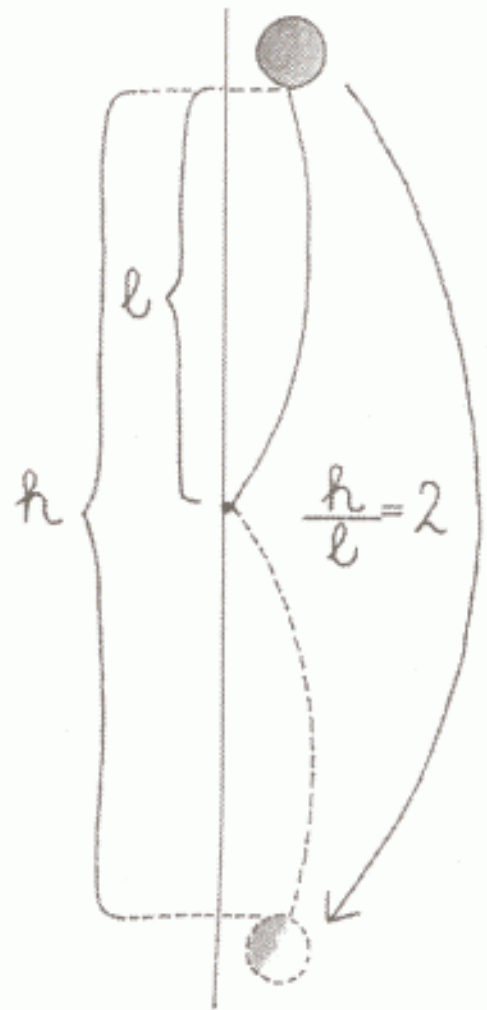
Az, elképzelhető legrosszabb eset a 49. ábrán látható: a mászó fölfelé halad, majd leesve kétszer olyan hosszút esik, mint a biztosítókötél hossza így az esésviszony 2.

Ha ezeket az adatokat behelyettesítjük a képletbe, akkor megkapjuk, hogy a biztosítókötél egy százalékos nyújtásához szükséges erő (80kp súlyú barlangász esetén) kisebb, mint 43,7 kp.

Egy-egy ilyen beleesés esetén komoly a falhoz csapódás vagy egyéb ütközés veszélye, ezért a kötélgyártó cégek arra törekednek, hogy a kötél merevsége maximális legyen. A barlangban főként használt köteleknél minél merevebb a kötél, annál kényelmesebb a mászás, ezért léteznek ún. speleokötelek, amelyek merevsége a fenti értékeknél nagyobb. Az ilyen köteleket biztosításra használni tilos!

A biztosító- és speleokötelek előnyeit próbálták egyesíteni az ún. sztatadinamikuskötelekben, melyek 200-300 kp erőig merevek, azon túl dinamikusan nyúlnak. Ezek a kötelek nem váltak be, mivel barlangi körülmények között gyorsan felkeményednek. A kötelek szakítószilárdsága mindig meghaladja az 1200 kp-ot.

A kötelek merevsége az elhasználódás során nő, míg a szakítószilárdsága csökken, ezért régi köteleket biztosításra használni kétszeresen is veszélyes, mivel a szakadás veszélye is fennáll, és a kötélbeeséskor a merev kötél rántása halált okozhat. A biztosításra már nem használható kötél egy ideig még főként használatos, de 3-4 évesnél régebbi kötél már legfeljebb munkakötélnek alkalmas.



49. ábra

## A statikus biztosítás gyakorlata

Ha a mászót felülről biztosítjuk, akkor az esésviszony gyakorlatilag nulla, ezért komolyabb erőre nem kell számítanunk, ilyenkor statikus biztosítást alkalmazunk. A statikus kötél használatát ilyenkor is kerüljük. Ha a mászót alulról biztosítjuk, akkor az esésviszony csökkentéséért köztéseket kell a falba rakni. [ez a köztés lehet egy szeg, nitt vagy egy cseppkő (sztalagnát!) köré kötött kötélgyűrű]. Itt egy karabinerrel vezetjük keresztül biztosítókötélünket, csökkentve ezzel az esés hosszát. A felfelé mászás elején a kiengedett kötélhossz rövidebb, ezért itt sűrűbben kell elhelyeznünk a köztéseket. Ne feledjük, hogy beleesés esetén a biztosítási lánc "leggyengébb láncszeme" fog elszakadni, erre legnagyobb esélye a köztésnek van, mivel ezeknek a várható rántás kétszeresét kell kibírni. Egy jól bevett sziklaszeg maximum 1 000-1500 kp-ot bír ki, egy M 6-os nitt kb. 600-800 kp-ig terhelhető, egy M 8-as nitt kb. 1000-1500 kp-ig jó, egy M 10-es kb. 1500-2000 kp-ig, de csak abban az esetben, ha az minden szempontból jól telepítve, és 1-2 évnél nem régebbi.

Figyelembe véve, hogy ezeket az erőket még felezni is kell, egy 1000 kp-os szakítószilárdságú köztes esetén 500 kp maximális erő ébredhet a kötélben, ehhez 80 kp-os mászó esetén kb. 0,5-es eséstényező tartozik, ebből kiszámíthatjuk, hogy milyen sűrűn kell elhelyezni a közteseket. Ezeket kiszámítva a köztesek helye a kiindulási ponttól számított magasság szerint: függőleges mászás esetén méterben: 2; 3; 5; 7; 10; 14; 19; 25 stb. (A számok fölfelé vannak kerekítve! Az első köztes helyét önkényesen választottam 2 m-nek, mivel kezdetben elvileg végtelen sűrűn kéne közteseket alkalmazni, aligha képzelhető el, hogy valaki még el sem indult, máris betesz egy köztest.) Látható, hogy a mászás elején nagyobb a köztes túlterhelésének a veszélye, ezért a standolás helyét lehetőleg ne egy nehéz szakasz előtt válasszuk meg, hanem inkább utána. Azt a nittet, amelyet a fenti értéknél nagyobb terhelés ért, többet használni nem szabad, mivel az anyagában maradandó alakváltozások történtek! Az átszereléskor használt kantár különösen nagy esésviszonynak lehet kitéve, akár 2-nél nagyobbak is, mivel a nyújthatatlan karabinerek mérete már számottevő a kötél hosszához képest. Ezért ezeknek a köteleknek vagy hevedereknek a lehető legrugalmasabb anyagból kell lenniük. Nem elegendő tehát, ha a kantár szakítószilárdsága nagy, mert egy statikus kötélből készült kantár elszakíthatja a karabinert!

### **Standolás és dinamikus biztosítás**

A standolás módja természetesen függ a biztosítási módszertől is, de néhány fontos alapelvet külön is rögzíthetünk. Ha csak lehet, természetes tereptárgyakat használjunk standnak, mivel a nittel-szögelő helyek előbb-utóbb "elfogynak", egy-egy szög vagy nitt maximum 2-3 évig használható.

A tereptárgyak (cseppkövek, kötélgyűrűhelyek – magyarul "lyukak") akkor használhatók, ha a kötél nem csúszhat le róluk a várható irányú rántás esetén, és szilárdságilag megbízható. Álló cseppkő esetén vizsgáljuk meg, hogy nem agyagra nőtt-e. Mindenféle biztosítási módszer esetén a fix pontnak úgy kell elhelyezkednie, hogy rántás esetén a teljes terhelés adódjon át a pontnak, anélkül, hogy a biztosító személyt a kötél kirántaná a helyéről. (Ennek ellenére a biztosító nem veheti le a sisakját, többnyire ki kell kötnie magát.) Ha nem áll megfelelő tereptárgy a rendelkezésünkre, akkor szögről, vagy inkább nittről biztosítsunk. Ilyenkor alapelv, hogy "egy nitt nem nitt", és a két nittet úgy terheljük, hogy mindkét nitt lehetőleg egyforma mértékben vegye fel a terhelést. (Több nitt esetén ugyanez teendő), de a nittekről leendő kötelek által bezárt szög legyen kisebb 90°-nál.

120° esetén a nitteket már akkora erő éri, mintha egyedül vennék fel a teljes terhelést). Dinamikus biztosítás esetén valamilyen kötélféken (vagy a saját testünkön, esetleg egy alkalmas tereptárgyon, fán, cseppkövön) keresztül fékezzük a kötelet beleesés esetén, a dinamikus fékerőnek legalább 4-500 kp-nak kell lennie, hogy belátható fékúton belül megállítsuk az esést. A fékút rövidítése a falhoz csapódás veszélye miatt fontos! Egy 40 m-es esés esetén 400 kp-os fékerő mellett a fékút kb. 5-6 m, tehát ha ennyi fölösleges kötelet hagyunk a fékezéshez, ez biztosan elegendő.

### **Kötélbiztosítási módszerek és eszközök**

Az előző fejezetekben azt az esetet tárgyaltuk részletesebben, amikor a felfelé mászó társunkat alulról biztosítjuk. A biztosító személynek lényegében ugyanazt kell tennie alsó- és felső biztosítás esetén, csak a várható rántás iránya nem azonos. A biztosítási módszerek feloszthatók aszerint, hogy a biztosító saját testéről vagy valamilyen fix pontról biztosít. A módszer megválasztása több dologtól függ, például:

- az erők nagyságától,
- a köztes terhelhetőségétől (statikus–dinamikus),
- a mászás sebességétől,
- falhoz csapódási veszélytől,
- kell-e húzni a másikat,
- milyen eszköz van,
- a stand adottságaitól,
- a mászás adottságaitól.

A következő módszerek közül válogathatunk (a választás többnyire kényszerű, ezért mindegyiket ismerni kell):

#### **1. Saját magunkról**

Feltétele, hogy a biztosító személy a várható rántásirányt figyelembe véve stabilan tudjon elhelyezkedni, kitémasztani, beleeséskor nehogy kirántsák. Előnye a gyorsasága és egyszerűsége. Hátránya, hogy a mászót érő esetleges baleset esetén nehezen tudjuk magunkat a kötélről függetleníteni. Ilyen esetben legjobb a mászót visszaengedni (amennyiben ez lehetséges) elsősegélynyújtás céljából.

##### **a) vállbiztosítás (vállon át csípőn keresztül) (50. ábra)**

Dinamikus biztosítási módszer, de a fékerő kicsi (max. 2-400 kp). Felső biztosításhoz ajánlott, így lehet legjobban húzni, segíteni a társnak. A mászó felé eső kötélszakasz mindig a hónalj alatt a csípő tájékán fut ki, míg a szabad kötélzára terheli a vállat. Ügyeljünk arra, hogy a rántás lehetőleg gerinc irányában, felülről történjen. Magunkról különböző eszközök segítségével is biztosíthatunk, de ha már elvesztettük a vállbiztosítás legnagyobb előnyét, az eszköz nélküliséget, inkább a nagyobb biztonságot nyújtó külső fix pontról történő biztosítást alkalmazzuk.

#### **2. Külső fix pontról**

##### **b) tereptárgyról (fa, vagy cseppkő körül)**

A fékerő tetszés szerint változtatható, a súrlódó kötél hosszából és a tereptárgy alakjától függően. Némi tapasztalat szükséges a használatához!

##### **c) lapka vagy lapkás ereszkedőgép**

A fékerő 200-700 kp a lapka és a kötél méretétől, valamint a karabinerek számától függően. Igen kényelmesen használható eszköz, "macskás" vagy nagyon kemény kötélre nem jó.

d) *ereszkeőnyolcas*

A hegymászók által használt ereszkeőnyolcas igen jól használható mind felsőbiztosításra, mind előlmászó biztosítására.

e) *karabiner fészorítónyolcas*

Lassan kiszorítja a többi ismert módszert egyszerűsége, sokoldalú felhasználhatósága miatt. Nagy esések megtartására is jó, a fékhatása kb. 400 kp, elsősorban ún. HMS karabinert használjunk, de megfelel bármilyen nagy ívű karabiner is. Ezeken jól fut a kőtel, és a csomó is könnyen átfordul. Az "O" alakú karabiner már csak épp hogy elfogadható, a szovjet titán (trapéz) karabiner erre a célra már alkalmatlan.

**Vigyázat! Az "O" alakú alumínium speleo karabinerek szakítószilárdsága csak 1600 kp körül van!**



50. ábra

**A biztosított felszerelése**

Amennyiben nem áll fenn nagy beleesés vagy akasztás veszélye (akasztásról akkor beszélünk, ha valaki a biztosításban szabadon lóg és nem tud a kőtelről leterhelni), akkor a biztosításhoz elegendő egy mellheveder, vagy felsőbiztosításhoz az is elég, ha a kőtelvégre kötjük magunkat. Ellenkező esetben összekötő mell- és üloheveder szükséges (50. ábra).

**Az ingázásról**

Kőtelbe való beleeséskor ingázás történik abban az esetben, ha a kőtel megfeszülése pillanatában nem függőleges. Ilyenkor a kőtel nem nyeli el az esés teljes mozgási energiáját, csak a lengési energián felüli részt. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy a kőtelbe eső ember legalább egy negyed periódust lengeni fog, és a lengés energiája legrosszabb esetben a falhoz csapódáskor emésztődik fel. Ez adott esetben több méterrel való zuhanás energiájával lehet egyenértékű.

### **Kommunikáció**

Mivel biztosítást ott alkalmazunk, ahol nagy a lezuhanás kockázata, ezért a biztosítás nagy figyelmet és felelősséget igénylő tevékenység. Az adott helynek megfelelő biztosítási módszer kiválasztása után mind a két személy felkészül a biztosításra, melyről egymást tájékoztatják is ("kiépíttem", ill. "bekötöttem" magam).

A mászás megkezdése előtt a biztosítást végző személy az "indulhatsz" vezényszóval tudatja társával, hogy mostantól kezdve folyamatosan biztosítva van.

A mászó "indulok" szóval figyelmezteti társát a mászás megkezdéséről (és ekkor akasztja ki önbiztosítását). A biztosítás mindaddig tart, amíg a mászó nem jelzi társának, hogy biztonságos helyre ért, megszüntetheti a biztosítást ("standoltam", ill. "kikötöttem" magam).

Mindehhez persze az szükséges, hogy egymást jól hallják, ezért a biztosítást végzőnek meg kell követelnie a fegyelmezettséget és a csendet környezetétől, a társak személyétől, presztízsétől függetlenül, hiszen a biztosítást végző ember egy személyben felelős a mászótársért. Barlangban előfordulhat, hogy valamilyen okból lehetetlen a biztosító és a biztosított közötti beszélgetés (pl. víz mellett vagy rossz az akusztika stb.). Ez esetben a legfontosabb jeleket érdemes szabványosítani. A szabványosításnál fő szempont, hogy a jelek ne legyen összetéveszthetők egymással. Ha kiáltással még megértjük egymást, akkor igyekezzünk, hogy mondandónk legyen rövid és egyértelmű, valamint lassan és tagoltan közöljük a társunkkal.

Ha a kiáltás már nem érthető, akkor négy egyezményes alapjelt használunk, amely lehet pijjogás, kötél rángatása, kopogás vagy egyéb:

1 jel:	állj	stop	(sztop)
2 jel:	fölfelé	up	(ap)
3 jel:	lefelé	down	(doun)
4 jel:	kötél szabad	rope free	(rop frí)

Az angol alapszavakat használjuk akkor is, ha egy nemzetközi túrán a túratársak nem értik egymás nyelvét, zárójelben az angol szavak kiejtése olvasható.



## **AKNÁK, SZAKADÉKOK LEKÜZDÉSE (Galambos József, Elekes Balázs)**

*A barlangok függőleges szakaszainak bejárása a kezdetek óta foglalkoztatja a sportoló és kutató barlangászokat. Kezdetben a felszínen is használatos létrákat, hágcsókat vitték magukkal, azonban a szűkebb helyeken kisebb méretű, de hosszabb létrákra volt szükség. Először a hágcsók méretét csökkentették, majd a szimpla kötél használata kezdett teret hódítani. Nagyobb méretű aknákban a csörlők alkalmazását is kipróbálták, de azok a drótkötelek merevsége és nehéz kezelhetősége, valamint a minden gépezet számára ellenséges barlangi körülmények miatt veszélyesnek bizonyultak. Fokozatosan a hegymászó kötelek kerültek figyelem középpontjába. A kizárólag fizikai erőt előnyben részesítő módszerek helyett igyekeztek olyan eszközöket kitalálni, amelyekkel az ereszkedés és mászás energiatakarékossá, gyorsá és legfőképpen biztonságossá tehető. A pruszikolást és dülferezést, rappelezést továbbfejlesztve eljutottak a rendkívül egyszerű ereszkedőgépek és mászógépek használatáig, amely fokozatosan letisztult a mai korszerű egykötteles technikáig.*

Ezek közül kiemelkedő az ausztrál eredetű francia barlangászok által fejlesztett FROG technika, amely nálunk francia technika néven terjedt el. A különféle technikák folyamatosan fejlődnek, így semmilyen leírt anyagot nem tekinthetünk szentírásnak, de a FROG technikának a ma ismert módszerekhez képest kiemelkedően sok előnye van.

Minden egykötteles technikának alapelve a kötél sérülésekkel szembeni védelme és biztonsággal bíró rögzítése. A barlangi aknák kötéllel történő beszerelésénél a fentiekén kívül fontosak a kényelmes haladás, valamint a felszerelés- és időmegtakarítás szempontjai, így a beszerelés rendkívül összetett tevékenység, mely magas szintű képzést és sok éves gyakorlatot igényel, ezért könyvünkben csak a kötélre való közlekedés módszereit tárgyaljuk.

### **Módszerek (technikák)**

Az ereszkedő technikák lényege, hogy a mozgási energiát súrlódás segítségével hővé alakítjuk. Ezért rendkívül lényeges a keletkező hő időben és térben történő elosztása, az egyenletesség biztosítása, a túlzott – helyi – felmelegedés elkerülése! A klasszikus – eszközhasználat nélküli – módszereken kívül, melyek ismerete alapvető fontosságú a magyarországi oktatási rendszerben használt FROG technikával foglalkozunk részletesebben. Az egyéb régebben elterjedt módszerek kanyúzás, jumározás, texasi kettős) Európában csaknem teljesen használaton kívül kerültek.

### **Dülfér módszer (13. ábra)**

A dülfér és a hasonló elven működő egyéb ereszkedési módok már igen régen ismertek. A kötélnak az emberi testen való súrlódásával nyelődik el az ereszkedés energiájának nagy része, s ezáltal szabályozható az ereszkedés sebessége. Ez több esetben okozhatja a súrlódást viselő testfelületek horzsolódását, esetleg megégését, főleg nem megfelelő ruházat, helytelen alkalmazás esetén.

A módszer az emberi hibalehetőség veszélyét nagymértékben tartalmazza, apró testhelyzet változtatás is balesetveszélyessé válhat, ezért biztosítás használata kötelező. Kivédhetetlen hátránya, hogy ereszkedés közben mindkét kezünk – sőt az egyik folyamatosan – foglalt, így az induló és az érkező ponton is stabil álláshelynek kell lennie, hogy kezeink szabaddá válhassanak. Emiatt az aknák megosztása lehetetlen, a kötél kopásnak van kitéve. A módszer hosszú ereszkedésnél nagyon megerőltető, ingázás vagy más manőverek nem megoldhatók, elvitathatatlan előnye, hogy kivitelezéséhez csak kötél szükséges, ezért rövid nem kitett szakaszokon használatos, amennyiben a túrán máshol sincs szükség kötéltechnikai felszerelésre.

### **Pruszik módszer**

A kötélen történő felmászás legegyszerűbb módja. A főkötélre szorítócsomókkal pruszikzsinórokat rögzítünk, ezek segítségével tudunk felfelé haladni (36. ábra). Pruszikzsinórnak a megkívánt teherbírás miatt minél nagyobb átmérőjű kötelet választunk, de a pruszik-szorítócsomó elégséges működéséhez a pruszikzsinór főkötél keresztmetszeti felületarányának minimálisan 1:3-nak kell lennie. Példaként egy 10,5 mm átmérőjű főkötélhez 6 mm-es pruszik a legmegfelelőbb. Eredeti formája szerint a két lábhoz külön-külön tartozik egy-egy lépőhurok, és biztosításként egy pruszikzsinór-gyűrű a mellbekötéshez csatlakoztatva.

Előnyösebb itt is a "FROG technika" használata, ahol csak egy lépőhurok van, amelybe mindkét láb egyszerre terhel, valamint a melles – pruszik a beülő – hevederhez csatlakozik. A pruszik-gyűrűk dinamikus hegymászó kötélből készülnek.

A megoldható manőverek és a biztonság tekintetében a módszer csaknem egyenértékű a korszerű technikákkal, ám kezelése nehézkes, a haladás lassú és fárasztó. Ritkán, szinte csak szükséghelyzetben pruszikolunk, a pruszik tényleges használati helye az ereszkedésnél, kötélahidakon történő önbiztosítás.

### **Kanyúzás technika (51. ábra)**

Amerikában elterjedt módszer. Két lábon boka, ill. térdmagasságban egy-egy gibbs vagy bogibbs van rögzítve. Mellmagasságban a mellhevederhez és a beülőhöz is rögzített gibbs (kötelezően zárt kanyú!) akadályozza meg a hanyatt esést, és segíti a pihenést.

A mozgás közelebb áll a természetes mozgáshoz, mint a francia technika esetén, egyszerre egy lábbal és egy kézzel emeljük meg a testsúlyunkat. (A kéz a csupasz köteleket fogja.) A gibbs (kanyú) lévén nyelvrehúzó gép, mintegy 4-5 cm holtjáték után fogja meg a súlyunkat, ez ennyi fölösleges emelési munkát jelent minden lépés esetén. Mindezek következtében ez a technika (a frog technikával összevetve), meglehetősen fárasztó, bár az egyes kötélszakaszokon való haladás gyorsabb.

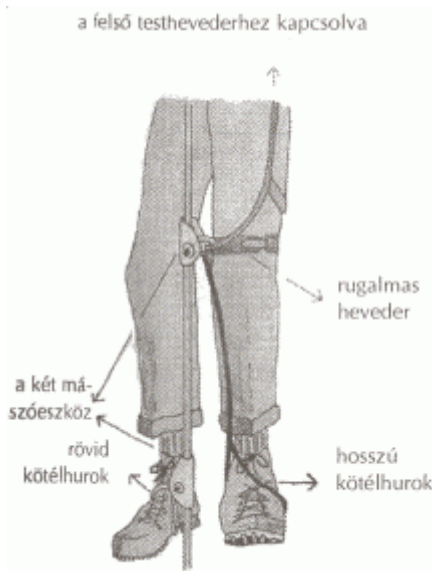
További hátránya a módszernek, hogy a megosztáson, csomón való átszerelés szinte hősi küzdelemhez hasonlít, és sok időbe telik.

## FROG technika (52. ábra)

Elnevezését az angol frog (béka) szóból kapta, amely utal a mozgás jellegére. E módszer segítségével legkényelmesebben az akna falától távol, szabadon lógó kötélén lehet haladni, ezért a kötél sziklához súrlódásából adódó kopását, nyíródást általában nem kötélvédő segédesszközök használatával, hanem a kötél sziklától való távartásával kell megoldani. Ezért egy akna nem egy kötélszakaszt jelent, hanem a kötelet köztes kikötési pontokhoz rögzítve különálló szakaszokat képezünk (természetesen ezek folyamatosan egymásba csatlakoznak), így biztosítva, hogy a kötél mindenhol szabadon függjön. Ezt nevezzük többtag technikának.

Ennél a módszernél is általános szabály, hogy egy kötélszakason egyszerre csak egy ember tartózkodhat, de ahány tagra bontjuk az aknát, annyian mozoghatnak benne egymás felett egy időben. Tehát a csoport egyenletes haladása szempontjából hasznos, ha közel azonos hosszúságú szakaszokat építünk ki.

Minden kötélén végzett manőver alapja, hogy változtatunk eszközeink addigi helyzetén, funkcióján. Ehhez tudni kell, hogy testünk a kötélén egyszerre mindig csak egy gépen függ, s a tehermentes eszközök helyzetét tudjuk változtatni.



51. ábra



52. ábra

## Ereszkedés

A módszer kétféle ereszkedőeszközt ismer, melyek azonos módon működnek s mindkettő a beülő-hevedert összefogó maillon-ba csatlakozik, csavaros karabinerén keresztül. Az eredeti eszköz a szimpla ereszkedőcsiga, melyben a kötél többszöri megtörése vált ki jelentős súrlódást, ezzel súlyunk – melyet ereszkedés közben tartani kell – töredékére csökken. A szimpla csigán önzáró szerkezet nincs, ezért önbiztosítással használjuk, viszont egyszerű kötélfurkot vetve a gépre bármikor megállítható (lebikázható), hogy mindkét kezünk szabadabbá váljon.

Továbbfejlesztett változata a stop ereszkedőcsiga. Ennek az eszköznek az egyik csigája asszimmetrikus, melyet a kötél súrlódásával megforgat, s a másik csigához közelít, összeszorítva a közbezárt kötelet, megállítva ezzel az ereszkedést. Ereszkedésnél egy rövid kar folyamatos benyomásával tartunk ellen a súrlódásból adódó forgatásnak. Kötélmegosztásnál beleereszkedünk a köztes kikötési pontba akasztott rövid kantárba, tehermentesítve ezzel a felső kötél szakaszt, majd átszereljük a gépet az alsó szakaszra. Végezetül kiakasztjuk a rövid kantárt.

Ereszkedés során törekedjünk az egyenletességre és ügyeljünk a kb. 2 m/s sebességre, amit a kötél és a gép kímélése miatt nem ajánlott meghaladni.

Nagy súlyoknál és csúszós kötélén célszerű egy fékezőkarabiner alkalmazása, mellyel a kötél súrlódását növeljük. Ha az ereszkedőgép erősen melegszik, csökkentjük a tempót, de ne álljunk meg, mert azon a ponton megégne a kötél körszövése. Ereszkedés végén lehetőleg minél hamarabb vegyük ki a gépből a kötelet. Ha előre tudjuk, hogy a gép nagy melegedésnek lesz kitéve, ajánlatos beszerelés előtt a kötelet vízbe áztatni. A gyalogos tereptől az ereszkedőkötél leggyakrabban bevezetőszár vagy rövid kötélfid segít biztonságosan eljutni, melyeken kantárral biztosítunk, vagy akár bele is lógunk abba. Rövid, többtagú hidakon az átjutás a kantárok felváltva akasztásával történik. A hosszú, lazább vagy feszes kötélfidakon való átkelés bonyolultabb technikát, alaposabb felkészülést igényel, és gyakran egyéni megoldások jellemzőek rá.

## Mászás

A mászás műveletét két mászóeszkővel végezzük. A mellgép (croll) a maillonba csatlakozik, s a hevederben ülve terhelődik. A nyeles mászógép (általában poignée, jumar vagy dressler, lásd ábrák) a hozzá tartozó lépőhurokban állva terhelődik. A mászás úgy történik, hogy a lépőhurokban felállva a mellgép felcsúszik a nyeles mászógép alá, és ekkor beleülünk a hevederbe. A nyeles gépet feltolva és lábainkat emelve ismét eltávolítjuk egymástól gépeinket, majd ismét felállunk, s a mozgatlansor kezdődik előlről. Ezek a mászóeszközök 4-6 kN tehernél elharapják a kötelet, ezért mindenkor két gép használata kötelező. Amennyiben valamely manővernél csak egy mászógépben lógunk, úgy más módon is biztosítani kell magunkat. Ezt nevezzük kétpontos biztosításnak. A nyeles mászógép és a maillon között a hosszú kantár létesít teherbíró

kapcsolatot. Köztes kikötési ponton történő átszerelésnél, a rövid kantár beakasztása után először a mellgépet tesszük át a felső kötélzárba, s másodikként a lépőhurkos mászógépet. Néhány lépés után a rövidkantár tehermentesül és kiakasztható. Szabadon függő kötélén páros láb használata célszerű, falon történő felfekvésnél a lépőhurokban fállábal taposunk, a másikkal eltartjuk a sziklától magunkat.

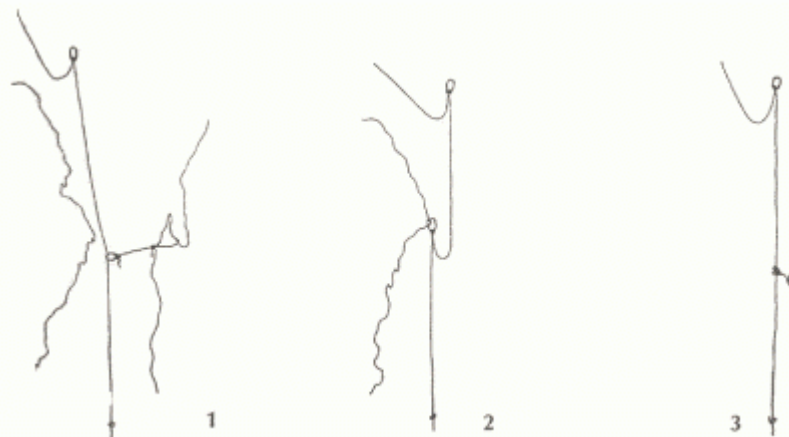
### **Átszerelés akadályokon frog technikával**

Ennek részletesebb ismertetését Mike Meredith: *Függőleges barlangok bejárása* c. könyvében találhatjuk, itt csak vázlatosan ismertetjük.

Kötélen való közlekedés esetén háromféle akadály jöhet szóba: 1. Elhúzás, 2. Megosztás és 3. Kötéltoldás vagy csomó a kötélén (53. ábra).

1. Átszerelés elhúzáson: az elhúzások célja, hogy a kötelet megóvjuk a falon való súrlódástól anélkül, hogy a kötélszakaszt megosztanánk. Az elhúzáson való átszerelés a legkevésbé időigényes művelet. Mind felfelé, mind lefelé haladáskor egyszerűen abból áll, hogy magunk előtt kiakasztjuk az elhúzás karabinerét a kötélből, és magunk mögött visszaakasztjuk azt. Az elhúzásban főleg csavaros karabinert használni, de ha azt rakunk be, akkor sem szükséges becsavarni, mert ezzel csak társaink dolgát nehezítjük.

2. Átszerelés megosztáson: mindig kantárbeakasztással kezdődik és kantár kiakasztással végződik. Lefelé haladáskor a megosztással egy magasságba érve megállunk, és szükség esetén az ereszkedőgépet lezárjuk. A megosztáshoz húzzuk magunkat, majd a rövid kantár beakasztása után továbbereszkedünk, amíg a súlyunk a kantárba nem terhelődik. Ezután az ereszkedőgépet átszereljük a megosztás alá, és lezárjuk (ld. "lebikázás" 20. ábra). A kantár kiakasztásához használhatjuk a kötélhurkot is arra, hogy beelérjünk. Felfelé haladáskor a rövid kantárt akasztjuk a megosztásba, majd mindig a mellgépünket szedjük le először a kötélről. Miután áttettük mindkét mászógépet a felső kötélszakaszra (vigyázva arra, hogy a hosszú kantáron levő nyeles mászógépet ne akasszuk az alsó kötélszakaszra), elkezdünk mászni addig, amíg a kantárunk meg nem lazul (a leglazább akkor, amikor a felső kötélszakasz merőleges a kantárra), majd kiakasztjuk a kantárunkat, és a kötélhurkon fékezve magunkat belengünk függőleges helyzetbe.



**53. ábra**

3. Átszerelés kötélcsomón, ill. kötéltoldáson: Lefelé haladva ráereszkedünk a csomóra. (Stop gép esetén álljunk meg a csomó fölött 4-5 cm-rel.) Ezután feltesszük kézi- és mellgépünket is a kötélre az ereszkedőgép fölé, mintha fel akarnánk mászni. (Ha csak az egyik mászógépet tesszük fel a kötélre, akkor a kantár beakasztása a hurokba kötelező.) Az ereszkedőgépet közvetlenül a csomó alá szereljük és lezárjuk (ld. "lebikázás" ábra). Ezután szükség esetén egy-két lépést lelépünk a mászógépeinkkel, majd a mellgéppel kezdve sorban leszedjük őket a kötélről. Most már szabad az út lefelé, csak a kantárról ne feledkezzünk meg, ha beakasztottuk.

Felfelé haladva elsőnek beakasztjuk a rövid kantárt a csomón levő hurokba. Utána (kivételesen a nyeles mászógéppel kezdve) áttesszük a mászógépeinket a csomó fölé, majd nem feledkezünk meg a rövid kantár kiakasztásáról sem.

### **Felszerelések és beállításuk**

A FROG technikánál használt fémeszközök mérete és a használó testméretei adottak, így csak a kötélből, hevederből készült alkatrészek beállításával tudjuk a felszerelést jól használhatóvá tenni. A nyeles mászóeszköz csupán olyan magasra tolható amíg a karunk felér, ezért az egy lépéssel nyerhető távot csak úgy növelhetjük, ha a mellgép minél lejjebb kerül, lehetőleg csípőtájékra. Ezt a beülőheveder konstrukciójának kiválasztásával és beállításával kell elérni, akár a kényelem rovására is.

A lépőhurok hosszát úgy kell beállítani, hogy benne felállva a két mászóeszközt néhány cm válassza el egymástól. A lépőhurkot célszerű a térd alatt kb. 10 cm-el összevarni, így két lábbal is kényelmes, de térdmagasságban már csak egy szár fut felfelé. A mellheveder feladata a mellgép helyes pozícióban tartása és emelése a mászás során. Ezt a hevedert feltétlenül olyan csattal kell ellátni, amely egy mozdulattal behúzható, illetve lazítható. Ez azért szükséges, mert a mászás során a heveder igen feszes kell legyen, olyannyira, hogy a mászó felsőtestét meggörmöszti, ami a klasszikus mászásnál kényelmetlen, tehát veszélyes.

Ha köteles és klasszikus szakaszok váltogatják egymást, nehézkes lenne csomó használata, arról nem is beszélve, hogy csomózással nem érhető el kellő feszeség. A rövid kantár hossza kompromisszum eredménye. Minél rövidebbnek kell lennie, hogy ereszkedésnél átszerelve, a köztesben lógva a kötél meglazuljon az ereszkedőgépben, de kell egy minimális hossz, hogy mászásnál elérjük vele a köztest. Ez a hossz független a testmérettől. A hosszú kantár mérete tágabb határok közt mozoghat, de érdemes úgy megválasztani, hogy a nyeles mászó gépbe rajta keresztül belógva annak teteje elérhető legyen. Az új kantár és lépőhurok megkötésénél vegyük figyelembe a kötél nyúlását, valamint azt, hogy a csomók feszesre húzódása csak használat közben fog megvalósulni, s ettől eszközeink hosszabbodnak.

Az eszközök maillon-ra helyezésénél ügyelni kell a helyes sorrendre. A mellgép nyelv felőli oldalára semmit ne tegyünk, mert az éppen akkor fogja hozzáférhetetlenné tenni, amikor a legnagyobb szükségünk lenne rá. Az eszközök további sorrendjére nincs általános szabály, az összes lehetséges sorrendet meggyőzően lehet indokolni.

# BARLANGI VESZÉLYFORRÁSOK, BARLANGI BALESETEK, BARLANGI MENTÉS

(Németh Tamás)

*A barlangi veszélyforrásokat általában két fő csoportba szoktuk sorolni: objektív (az emberektől független, csak a barlang jellegéből fakadó) és szubjektív (az emberektől függő) forrásokra. A barlangi balesetek ritkán vezethetők vissza kizárólag objektív veszélyforrásokra, gyakoribbak a tisztán emberi hibából bekövetkező balesetek, de leggyakrabban kétféle veszélyforrás együttes hatása váltja ki a balesetet.*

*A veszélyforrások jelenléte még nem jelent feltétlenül balesetet, csak annak fokozott veszélyét, ebből gyakran következik az a felelőtlen hozzáállás, mely szerint "a múltkor sem történt semmi..." A barlangi balesetnek általában van még egy feltétele, ez pedig a véletlen, amellyel csak az a baj, hogy egyáltalán semmi befolyásunk nincs rá. Ha a túrázók (és elsősorban a túravezetők) a veszélyforrásokat figyelmen kívül hagyva súlyos baleseti veszélyt idéznek elő, akkor a véletlennek csak abban van szerepe, hogy kit és hol ér a baleset.*

## Objektív veszélyforrások

Ide tartozik minden tőlünk független veszélyforrás. Elsők között a sötétséget említhetjük, amely nemcsak a miatt jelent veszélyt, mert rosszul látunk, és így nem vesszük észre a veszélyes helyeket, hanem pszichikailag is fárasztó a fokozott figyelem. További veszélyforrást jelentenek a barlangi terep sajátosságai, így a különböző terepakadályok, a nedves, csúszós terep, a szifonok és vizes szakaszok, szakadékok és meredélyek, valamint omlások, szűkületek stb.

A következő csoportba a klimatikus viszonyok és ezek változása tartoznak, mint veszélyforrások. Ezek közül a barlangi hőmérséklet a legfontosabb. Magyarországon a barlangok hőmérséklete 10 °C körüli, amely sportolásra igen kellemesnek mondható, de kényeszerű várakozás esetén – különösen nedves, vizes környezetben – már a kihülés veszélyét jelenti. A legkisebb barlangi baleset esetén is a sérült esetleges kihülésével kell számolni, viszonylagos mozgásképtelensége miatt.

Esetleg előfordulhat, hogy a barlang levegőjének egészségre káros összetétele van. Ezek közül leggyakoribb eset a széndioxid feldúsulás. Magyarországon az ismertebb barlangok közül a Tési-fennsík barlangjai között elsősorban az Alba Regia-barlangban található nagyobb szén-dioxid mennyiség, valamint a Cserszegtomaji-kútbarlang levegőjében fordul elő néhány százalék szén-dioxid. A barlangi túra során a szén-dioxid feldúsulását a karbidlámpánk sárgás, kormozó fényén vesszük észre, valamint azon, hogy a gyufa nem gyullad meg, illetve a piezoelektromos gyújtó nem képes meggyújtani a lámpánkat. A légzés nehézség, mélyebbé válik, és feltűnően sokat lihegünk. Később fejfájás és/vagy a pulzusszám növekedése tapasztalható. Ilyenkor sietség nélkül, de folyamatosan haladva minél hamarabb hagyjuk el a barlangot.

A klímaváltozás, mint veszélyforrás elsősorban az alpesi jellegű aktív víznyelő barlangokra jellemző. Nem árt tudni, hogy a víznyelőbarlangok vízgyűjtőterületén történő esőzés, hóolvadás hatására a barlangi járatok vízhozama rendszerint nem fokozatosan, hanem hirtelen, néhány perc vagy néhány másodperc a duzzad fel a minimumról a maximumra, ezért az árvízveszélyes helyekről a menekülés ilyen esetben szinte a lehetetlenséggel határos.

Ha árvízveszélyes barlangba készülünk, akkor az előzetes meteorológiai tájékozódás mellett a felszíni ügyelet is tanácsos, habár sok példa mutatta, hogy árvíz esetén a felszínen levők nemigen tudnak segíteni bajba jutott társaikon. Ha barlangban egy hirtelen jött árvíz zárja el a kijáratot, és ez nem egy hosszan tartó nedves időszak kezdetét jelenti, akkor számíthatunk arra, hogy a járatok vízhozama néhány óra alatt lecsökken, és a kijárat újból szabaddá válik, ezért ne próbáljunk meg azonnal a vizes szakaszokon keresztül kimenekülni, mert ennek súlyosabb baleset lehet a következménye.

A klímaváltozás másik esete a kijáratok környékén előforduló jegesedés, amely lehetetlenné teheti a barlangból való kijutást. A barlangi huzatviszonyok változása, az időszakos huzatleállások a szén-dioxid feldúsulásához vezethetnek. A barlangi túrázásban veszélyforrásnak tekintjük a kötött visszatérést. Ezalatt azt értjük, hogy a barlangi túrát nem lehet félúton abbahagyni, mint pl. egy focimeccset. Még egy gyalogos túrának is meg lehet változtatni az úticélját, ha kell, de egy barlangban erre általában csak a túra első (többnyire lefelé tartó) szakaszában van mód, és bármi történik útközben, a kijáratig tartó legrövidebb útnál hamarabb nem juthatunk ki a felszínre, a barlangi környezet pedig pihenésre nem igazán alkalmas, elsősorban a hideg miatt. Kisebbséget jelent ez bivakos túra esetén, amikor élelem és hálósák is van nálunk, de ez a barlangi túrák többségére nem jellemző.

Végül az objektív veszélyek között kell említeni a mentési nehézségeket, hisz még egy viszonylag könnyű barlangban bekövetkezett sérülés esetén is órákig kell várni a barlangi mentők megérkezésére, majd sérült felszínre szállítása többórás művelet lehet, amely még a speciális barlangi hordágyban sem tekinthető kéjutazásnak (tekintettel pl. a szűkületekre). Ezért a barlangi balesetek sérültje – néhány órás várakozás, majd néhány órás győtrődés után – alighanem rosszabb esélyekkel néz a gyógyulás elé, mintha mondjuk egy futballpálya széléről szállították volna törött lábával a kórházba. A barlangban az orvosi ellátás is korlátozott, már infúziót adni sem egyszerű dolog.

## Szubjektív veszélyforrások

Szubjektív veszélyforrások más szóval emberi hibákat jelentenek, amelyek balesetveszélyt okoznak. Más megközelítés szerint nem megfelelő felkészültség az objektív veszélyforrásokra, vagy másképpen az erőforrások elégtelensége. Az erőforrásokat sorba véve ezek a következők lehetnek:

**1. Emberi:** Egyéni technikai tudás hiánya vagy egészségügyi alkalmatlanság (pl. klausztrofóbia, epilepszia stb.), vagy lehet rossz fizikai vagy fiziológiai állapot (pl. fáradtság, betegség, másnaposság stb., itt említjük meg, hogy alkoholfogyasztás a barlangtúra előtt is tilos! Esetleg rossz pszichikai állapot (pl. ingerült vagy depressziós ember nem ideális túratárs). Természetesen fontos, hogy az adott barlanghoz elegendő felkészültséggel, edzettséggel rendelkező csapat induljon a túrára, de figyelembe kell venni a pillanatnyi edzettségi állapotot is, pl. egy-két, vagy többéves kihagyás után egy egyébként jó

barlangásznak sem tanácsos egy nehéz túrára indulni. Fontos, hogy a csoport összeszokott és kellő létszámú legyen (sem túl nagy, sem túl kicsi), akik egységes felszereléssel és technikával rendelkeznek (köteles barlangtúra esetén). A csoporton belüli széthúzás, veszekedés önmagában is veszélyforrás.

**2. Anyagi-technikai:** Veszélyforrás lehet, ha nincs elegendő mennyiségű felszerelés a túra végrehajtásához, pl. bizonyos aknába kényszerűségből nem viszünk kötelet vagy valakinek nem komplett a "slósza" (egyéni kiegészítő felszerelése) egy zombolytúra esetén vagy a felszerelések minősége hagy kívánnivalót maga után.

**3. Idő:** Veszélyes lehet, ha rossz időgazdálkodás vagy rá nem szánt idő, sietség, kapkodás miatt elmarad a szükséges pihenőidő.

**4. Információ:** Veszélyt jelenthet, ha a barlangról hiányos, vagy ami még rosszabb, téves információnk van, pl. rossz térképünk vagy beszerelési vázlatunk, vagy valamilyen fontos veszélyről (pl. árvízveszély) nincs tudomásunk, esetleg a szükséges felszerelésről nincs információnk stb. Elegendő erőforrások esetén is veszélyforrás lehet a rossz vezetés, így a tervezés, szervezés hiányosságai, a rossz helyzetértékelések, ill. rossz döntések, egyéni fegyelmetlenségek.

Itt említjük meg újra a véletlent, amely lehet akár alkalmi, egyéni hiba, és esetleg semmi köze nincs az előzőekben felsoroltakhoz. Egyéni hibát persze bárki bármikor elkövethet, de kiélezett helyzetekben ennek jóval nagyobb a valószínűsége, és rendszerint súlyosabb a következménye. A legtöbb látszólag kizárólag véletlenül bekövetkező baleset okai súlyos mulasztás(ok)ra vezethető vissza.

## **Barlangi balesetek**

A barlangi baleset fogalmát eléggé sajátosan a mentés szempontjából határoztuk meg: barlangi balesetnek kell ítélnünk a barlangi túra során bekövetkező olyan rendkívüli eseményeket, amelynek következtében a túrázó csoport egy vagy több tagja (vagy akár az egész csoport) további önálló haladásra (így a barlangból való önálló visszatérésre) képtelenné válik. Ennek a megfogalmazásnak sajátossága, hogy a barlangi baleset nem feltétlenül jár személyi sérüléssel, elég ha pl. beomlik egy járatszakasz vagy lezár egy szifon. A furcsa meghatározás oka az, hogy a barlangi környezet eléggé "emberidegen", így ha azt nem tudjuk el hagyni, az már balesetnek számít. Úgy is értelmezhetjük, hogy barlangi balesetnek tekintünk minden olyan esetet, amikor mentésre van szükség. Barlangi mentésnek ezek szerint barlangi baleset bekövetkezése a feltétele, így az egyes barlangász könyvekben előforduló "önmentés" fogalmát értelmetlennek kell tekintenünk, ezt inkább valamilyen szorult helyzetből való kiszabadulásnak, esetleg egy nem várt nehezebb technikai feladat megoldásának kell tekintenünk. Mentésről akkor kell beszélünk, ha az illető nem tudja önállóan kiszabadítani magát.

Baleset tehát lehet sérüléses, vagy valamilyen egyéb továbbhaladási akadály, pl. kőomlás, olyan szűkület, amin keresztül nem tud valaki visszamászni, vagy – és ez a leggyakoribb – valamilyen technikai akadály, pl. tönkremegy mindenkinek a világítása, vagy a csapat nem tud felmászni egy kürtőben a hiányos kötéltechnikai felszereltsége és tudása miatt. Amíg a budai labirintus jellegű barlangok nem voltak lezárva, addig elég gyakori volt az eltévedéses baleset is. A sérüléses balesetek leggyakrabban lezuhanás miatt történnek, de sziklaomlás, kőhullás is okozhat fizikai sérülést.

Fiziológiai sérülés a fulladás, mérgezés vagy a fáradtság, kimerülés, végkimerülés, ill. kihülés. Barlangban ezek közül a kihülés az egyik leggyakoribb, bár rendszerint összefügg a kimerültséggel. A kihülés tulajdonképpen a testhőmérséklet lecsökkenése. Tünetei kezdetben a fázás, didergés, majd súlyosabb esetben a didergés megszűnik, és idegrendszeri működési zavarok jelentkeznek. A hűlőfélben levő társunk tünetei leginkább egy "merev részeg" emberéhez hasonlítanak: egyensúlyzavarok, fásultság, akaratgyengeség, csak aludni kíván stb. Ez a folyamat már majdnem visszafordíthatatlan, amit tehetünk, az, hogy gyorsan könnyen emészthető élelmiszert adunk neki (pl. szőlőcukor), ha van mód, akkor forró itallal itatjuk, és igyekszünk őt mozgásban tartani. Erre legalkalmasabb, ha könnyű terepen viszonylag gyors mozgásra készítjük.

Ha ez már nem megy, akkor lehetőleg gyorsan meleg hálósákat és főzőeszközt kell a barlangba juttatni, majd lámpákkal, izolációs fóliával minél otthonosabb környezetet biztosítani a pihenéshez. Ha a kihült sérült már elvesztette eszméletét, csak szakszerű orvosi kezelés mentheti meg az életét, amely többek között sérült külső hőforrással történő szakszerű felmelegítéséből áll, erre pedig barlangi környezetben nincs mód.

## **Teendők baleset esetén, társmentés, a mentőszolgálat értesítése**

Ha a barlangi túra során baleset történik, akkor különösen fontos a csoport fegyelmezett, összehangolt tevékenysége, ilyenkor – mint minden kiélezett helyzetben – az egyszemélyi döntés az egyetlen járható út, tehát a további teendőket túrávezető határozza meg. (Ha maga a túrávezető sérült meg, akkor szerepét át kell venni egy "rangidős" túratársnak.)

### **a. Társmentés**

Ha baleset következik be, akkor első teendő (szükség esetén a túratársak és a túrávezető értesítése mellett) az, hogy az illetőt biztonságba helyezzük. Ez adott esetben lehet a sérült személy kötélről való leszedése vagy a szűkületből, vízesés alól való kihúzása, és egy viszonylag kényelmes, tágas, otthonos helyre való szállítása. Következő lépés az elsősegélynyújtás – ha szükséges. Ez a könyv terjedelmi okokból nem tud foglalkozni az elsősegélynyújtással, ezt a csoportban erre legjobban felkészült személy – általában a túrávezető – végzi. Következő lépés valamiféle diagnózis megállapítása, amely a további teendőket meghatározza. Itt túrávezető fontos döntést hoz: értesítik-e a barlangi mentőszolgálatot, vagy megpróbálják a sérültet társmentés keretében a felszínre juttatni.

Magától értetődik, hogy a döntésben kizárólag a sérült érdekeit lehet figyelembe venni, így pl. a túra folytatásáról szó sem lehet. Ha a barlangi baleset után úgy döntünk, hogy nem szükséges a mentőszolgálat értesítése, akkor a túratársaknak kell a

sérültet felszínre szállítani vagy segíteni. Erre akkor kerülhet sor, ha a sérülés nem súlyos (barlangi körülmények között minden csonttörést súlyos sérülésnek kell tekintenünk az orrcsont- és ujjcsonttörés kivételével) és/vagy a kijárat könnyen, gyorsan elérhető, illetve a mentőszolgálat helyszínre érkezésének kivárása tovább súlyosbítaná a helyzetet.

A társmentésnek fontos előnye a mentőszolgálati mentéssel szemben, hogy azonnal "kéznél van", de hátránya az erőforrások szűkössége. A két legfontosabb hiányzó dolog általában az orvos és a hordágy hiánya. Társmentés közben, ha a sérült állapotának menet közbeni romlása miatt meg kell gondolnunk magunkat, az súlyosabb helyzetet idézhet elő, mintha azonnal a barlangi mentőszolgálat értesítése mellett döntöttünk volna.

A barlangból való mentést a mentőszolgálat tagjai ingyen végzik, ennek anyagi forrásait a minisztériumok eseti támogatásai és különböző alapítványok, valamint a mentőszolgálat tagjai maguk adják (pl. úgy, hogy saját felszerelésükkel, saját autójukkal utaznak a helyszínre). A mentőszolgálat tagjai egyébként kivétel nélkül technikai tanfolyamot végzett, tapasztalt és aktív barlangászok, a vezetői pedig szervezésben jártas, jó kapcsolatokkal rendelkező régi barlangászok, akik szükség esetén komoly segítséget tudnak "felhajtani" (pl. helikoptert szerezni stb.).

## **b. Barlangi Mentőszolgálat értesítése**

Ha a Barlangi Mentőszolgálat értesítése mellett döntünk, akkor először is össze kell szedni a mentőszolgálatnak adandó információkat. Ezek a következők:

1. Mi történt,
2. Hol (melyik barlangban, annak melyik részében) történt,
3. Mikor történt,
4. A sérült(ek) neve,
5. A sérült(ek) állapota (eszméleténél van-e, válaszol-e a kérdésekre, van-e nyilvánvaló sérülése, esetleg légzés, pulzus-információk),
6. Egyéb információk (pl. mit tettünk a sérült érdekében stb.).

Ezután legalább két ember kiindul a barlangból, hogy a lehető leggyorsabban értesítse a Barlangi Mentőszolgálatot. A többiek feladata az, hogy a mentőszolgálatra való várakozást minden lehetséges eszközzel tegyék kényelmessé a sérült számára. Alapszabály, hogy a sérültet soha nem szabad magára hagyni, mert további bajt okozhat magának. A legfontosabb, hogy további sérülésektől óvjuk, ezek között a kihülés a legvalószínűbb. Szigeteljük el a sérültet a talajtól, falaktól bármivel, ami erre alkalmas (pl. kötéltekercs, bivakzsák, az elsőgély-felszerelésben található izolációs fólia – természetesen mindenkié együtt – társak által levetett ruhák stb.).

Ha a sérült ruhája, csizmája vizes, öltöztessük át (itt is a többiek levetett ruhái jönnek szóba). Ne feledkezzünk meg arról, hogy többórás várakozásra kell rendezkedjünk, ez a sérült számára – de a többiek számára is! – a kihülés veszélyével fenyeget, ezért a továbbiakban ugyanúgy kell eljárni, mint kihüléssel sérülés esetén (hálózsák, főzőeszköz, szőlőcukor stb., lásd fentebb). Másik tudnivaló, hogy a felszínre szállítás a sérült számára megerőltető lesz, neki leginkább pihenésre és könnyen emészthető táplálékra van szüksége – már amennyiben eszméleténél van. Ha nincs eszméletnél, az ún. "stabil oldalfekvés" testhelyzet az a pozitúra, amelyben a legkisebb veszély fenyegeti a sérültet. A továbbiakban a sérült körül igyekezzünk kellemes, megnyugtató, jó hangulatot biztosítani.

A Barlangi Mentőszolgálat értesítése a rendőrségen keresztül, a BRFK központi ügyeletén történhet (a könnyen megjegyezhető budapesti telefonszám: 1-123-456; a központi ügyeletet kell kérni). Itt be kell jelenteni a balesetet, és kérni kell a Barlangi Mentőszolgálat értesítését. A központi ügyeleten rendelkezésre áll a mentőszolgálat riasztási listája, erre szükség esetén – mivel szerencsére ritkán fordul elő riasztás – emlékeztetni kell az ügyelet illetékeseit. A fentebb leírt információkat a központi ügyeletnek be kell mondani, mivel beszélgetést hangsúlyosan is rögzítik. Ezután ha van módunk, akkor közvetlenül is értesítsük a Barlangi Mentőszolgálat vezetőségét az MTSZ-ben beszerezhető és sisakba ragasztható riasztási lista alapján, hogy az információkat pontosabban megadhatjuk a mentéshez. A rendőrség értesítését ne mulasszuk el, mert nekik intézkedési kötelezettséget jelent, és ők a Barlangi Mentőszolgálatnak – elsősorban a gyors helyszínre érkezés és a híradás biztosításával (helikopter, rádiótelefon stb.) – igen hathatós segítséget tudnak nyújtani.

Jó tudni még, hogy a miskolci barlangi mentők a miskolci mentők (04) telefonszámán elérhetők (jelenleg Dr. Komlóssy Attila a miskolci mentőszolgálat egyik orvosa tudja riasztani a többieket), és a Bükk körzetében valószínűleg gyorsabban a helyszínre érkeznek, mint a budapestiek.

A Barlangi Mentőszolgálat tagjai személyi hívókat is igénybe vevő riasztási rendszeren hamar elérik egymást, de szükség lehet még az információk pontosítására, ezért jó, ha a mentést kérők telefonközvetben maradnak, és megadják a telefonszámukat a mentőszolgálatnak.

Amint a helyszínre ér, a csoport társmentési feladata véget ér, a továbbiakban a mentőszolgálat munkáját segíthetik elsősorban információkkal. A vezetést ilyenkor a Barlangi Mentőszolgálat veszi át.

## TÉRKÉPÉSZETI ISMERETEK (Németh Tamás)

A barlangtérkép egyszerű túrázás során a túra megtervezését, a szükséges felszerelés összeállítását és legfőképpen a barlangi tájékozódást teszi könnyebbé. A barlangkutató leginkább a járat térbeli elhelyezkedését, orientációját, más járatszakaszhoz való elhelyezkedését vizsgálja a térkép segítségével.

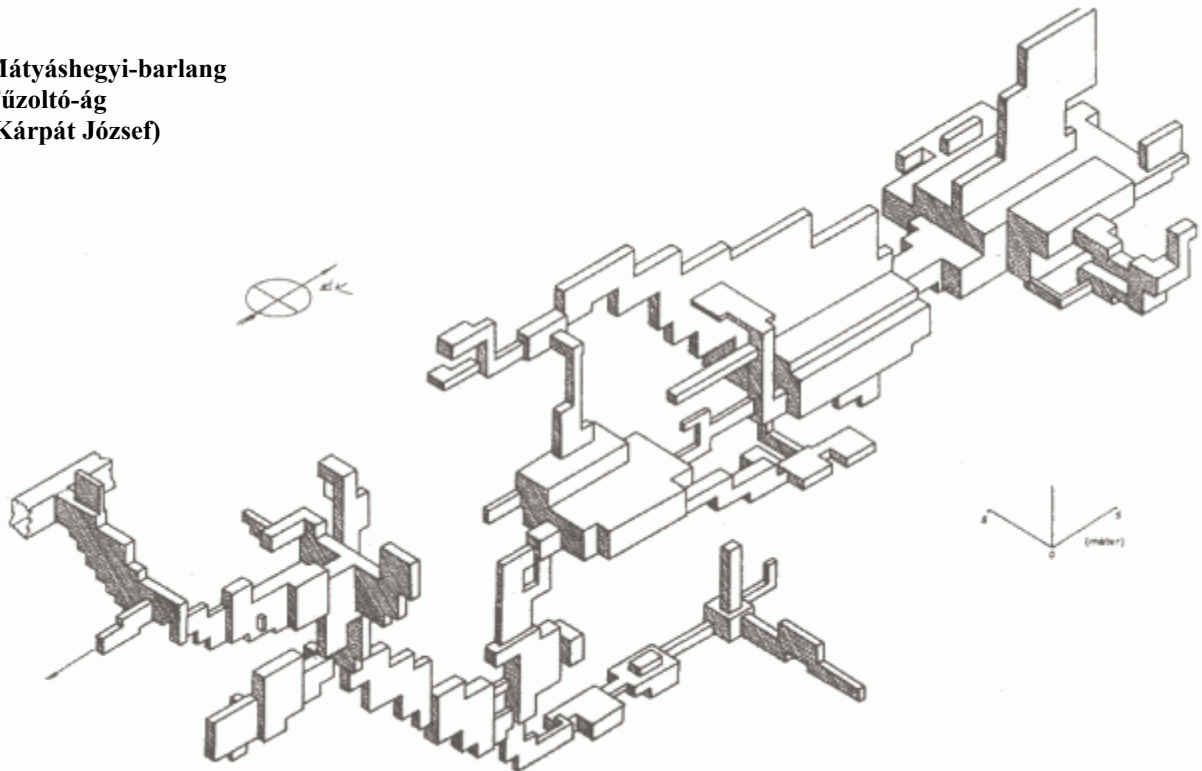
A barlangtérkép a barlang járatainak síkban leképezett, méretarányosan kicsinyített mása, egyezményes jelekkel jelölve. Tekintve, hogy a barlang térbeli képződmény, a kétdimenziós térképet kiegészítik a jobb érthetőség érdekében legalább kereszt- és esetenként hossz-szelvényvel is.

Kereszt-szelvény: a járat középvonalára merőleges, függőleges síkkal való metszés által kapott kép. Ez többé-kevésbé az a körvonalrajz, amit a járaton végignézve látunk. A használatban levő térképek jelentős része alaprajz, úgy ábrázolva, hogy a térképen mérhető járatszélesség a valódi járat legnagyobb szélességét mutatja. Abban az esetben, ha a barlang függőleges kiterjedése jellemzőbb, mint a vízszintes (zsombolyok, víznyelők), a függőleges síkra vagy síkokra való vetítéssel készített térkép több információt ad, mint egy alaprajz. Ezeket hívjuk vetített vagy kiterített hossz-szelvényeknek, attól függően, hogy egy síkra vetítjük a barlangrészletet, vagy több vetítősíkot használunk; s ezeket ezután a papír síkjába "kihajtogatjuk".

A barlang ábrázolható axonometrikusan is, itt általában a  $120^\circ$ -os ún. "izometrikus" axonometriát használják, ezért hívják ezeket izometrikus térképeknek (54. ábra). Ennek egyik módja, hogy a barlangjáratokat hasábokkal helyettesítik, segítve ezzel a megfigyelő térlátását, másik lehetőség a járatok alakhü rajza, amelyekben a térszerűséget az egyenletes távolságokban elhelyezett keresztmetszeti vonalak érzékeltetik (55. ábra).

A térképek aprólékos munkával készíthetők el. Egyszerűbb esetekben, vagy ha nincs lehetőség a pontos térkép elkészítésére, célszerűbb térképvázlatot rajzolni. Ennek kisebb az információtartalma, mint a mérésekkel készített térképé, de sokkal többet ér, mint az emlékezet. A pontos térképek elkészítésének legelterjedtebb módszere a poligon (sokszögvonal) segítségével történő rajzolás. A gyakorlatban ez egy zsinór barlangon való "végigvezetéséből" áll, amikor lehetőleg a járat középvonalát egyenes szakaszokkal közelítik. A poligonpontok felvételénél igen gondosan kell eljárni, mert a poligonoldalak irányszögének (az északi iránnyal bezárt szög), lejtyszögének ( $-90^\circ \dots +90^\circ$ ), hosszúságának mérési pontosságán múlik a térkép pontossága. Ezért a sokszögoldal nem érhetnek a falhoz vagy más képződményhez. Ha mégis megtörténik, a törés helyén is pontot kell felvenni vagy a poligont másfelé vezetni. A pontokat általában sorszámozzák a felvételi sorrendnek megfelelően. A függőleges szakaszokon függőn segítségével lehet a poligonpontot vertikálisan eltolni. Ekkor a poligonoldal lejtyszöge  $+90^\circ$  vagy  $-90^\circ$  irányszöge  $0^\circ$ .

### Mátyáshegyi-barlang Tűzoltó-ág (Kárpát József)



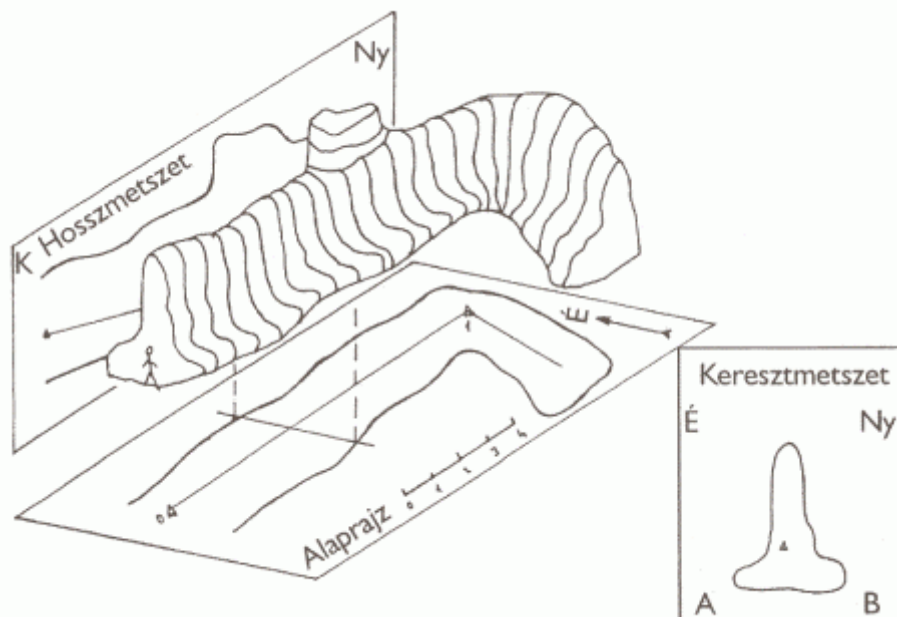
54. ábra

Az így felvett poligonhoz viszonyítva mérik a járatszélességet az alaprajz, a járatmagasságot a hossz-szelvény, kiegészítő méréseket a kereszt-szelvény elkészítéséhez. Már a helyszínen fontos a rajzok elkészítése, mert így a mérés helyén felfedezhetünk esetleges hibákat, és a fontos szelvények megrajzolása is egyszerűbb, ha látjuk, mit akarunk ábrázolni. A rajzasztalon így már csak a térképrészletek összeillesztésére és a kisebb-nagyobb korrekciók végrehajtására kerül sor. A rajzlapra felvisszük a poligon szögfüggvényekkel módosított méreteit, és ennek segítségével megrajzoljuk a térképet. A poligon töréspontjait megjelölhetjük a barlangban maradóan a barlangban elhelyezett csavarral vagy szegeccsel. Ezek az



úgynevezett fix pontok, ezek telepítéséhez az illetékes hatóságtól az engedélyt is meg kell kérni. A maradandóan nem jelölt mérési pontok a "vesztett pontok" ezek használatához nem szükséges engedély beszerzése.

A térképezésnél használt műszerek közül a legkényesebb a lejtőszögmérő függőív, amely elveiben egy iskolai szögmérőhöz hasonlít, de lévén egy vékony fémlap egy hajszálon vagy damilszálon függő fémdarabbal, el lehet képzelni, hogy barlangban mennyire sérülékeny.



55. ábra

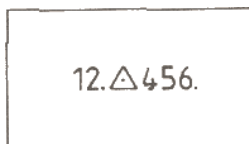
Az iránymérésre tájolót, vagy komolyabb mérések esetén függőkompasszt használunk. Felmérés során különösen ügyelni kell a mágnesezhető tárgyak közelségére. Egy acél karbidtartály vagy mérőszalag az egész méréssorozatot tönkretelheti. A poligonvezetés többi eszköze (zsinór, mérőszalag, függőív és jegyzőkönyv) kevésbé kényes, de nem kevésbé fontos eszközök. A rajzoláshoz általában négyzethálós papírt és puha ceruzát használunk radírral. Pontosabb a helyszíni rajzolás is, ha a poligon már előre fel van szerkesztve a papírra, ezért célszerű a térképezést a poligonkészítéssel kezdeni.

A rajzolást és a poligonvezetést rendszerint két különböző csapat végzi szoros együttműködésben.

A térkép felhasználhatóságát a következő elemek teszik teljessé: az ábrázolt barlang neve (esetleg a hegység neve, ha a barlang neve nem teszi egyértelművé a helyszínt), északi irányt jelző nyíl, méretarány megjelölése (pl.: 1:500), aránymérték vagy lépték (az eredeti térképen a méretarány alapján megrajzolásra kerülő vonalas mérce, amely a másolás során a kicsinyítés és nagyítás mértékét követve mindig megmutatja, hogy a térképen mért 1 cm a valóságban mekkora távolságnak felel meg), a készítés időpontja és a készítője neve. Nem kötelező, de hasznos, ha rajta van a térképen a termék, folyosók neve is. Egy újonnan felfedezett barlangban rendszerint az első térképre felkerülő nevek válnak "hivatalossá" tehát jó alkalom nyílik az "önmegvalósításra".

### Térképeken használt fontosabb jelek magyarázata

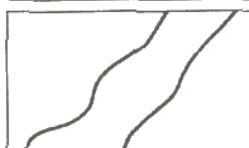
állandó mérési pont  
számmal és tengerszint  
feletti magassággal



egyéb mérési pont



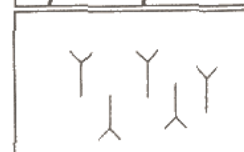
barlangjárat kontúrja



kanyonszerű bevágódás



álló és függő cseppkő



omlásveszély



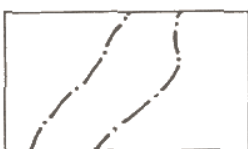
alsó járatszint



kétszeres takarásban lévő járatszint



felső járatszint



járattalp lejtésviszonya



meredek rézsű



függőleges letörés relatív mélységgel



akna vagy kürtő relatív mélységgel



heliktitek



agyag-porkitöltés



mesterséges járda, lépcső



kristályok



keresztmetszvény helye és száma



nedves, agyagos talaj



állandó tó



# BARLANGFÖLDTAN (Molnár Péter)

## Bevezetés

A barlang a **Föld szilárd kérgében természetes úton keletkezett, ember számára járható méretű üreg**. Haladjunk visszafelé a fogalmak meghatározásával:

- **üreg** – azaz találhatunk olyan metszősíkot, amely zárt szelvényű, és a síkra merőleges irányban a képződmény legalább kétszer akkora kiterjedésű, mint ez a zárt szelvény. Tehát nem számít barlangnak a sziklaeresz, a kőfülke, a tágas beszakadás és a sziklakapu sem.
- **ember számára járható méretű** – azaz legalább 2 m kiterjedésű.
- **természetes úton keletkezett** – azaz nem az ember alakította ki. Tehát nem barlang a pince, a táró, a bánya, de barlangnak tekintjük a vízzel vagy törmelékkel kitöltött, egykori járatot. Két különálló barlangrész csak akkor nevezhető egységes barlangrendszernek, ha azokat nem mesterséges táróval, hanem feltöltődött, beomlott járatok kibontásával vagy szűkületek kitágításával kötötték össze.
- **a Föld szilárd kérgében képződött** – tehát nem barlang a faodú vagy a rókalyuk. A legtöbb szakember a jégtakarót nem sorolja a szilárd földkéreghez, ezért a jégben képződött üregeket sem tekintjük barlangnak.

A Földdel, annak felépítésével, fejlődéstörténetével, a Földön lejátszódó és azt alakító folyamatokkal a földtan foglalkozik.

## A Föld szerkezete, ásványok, kőzetek

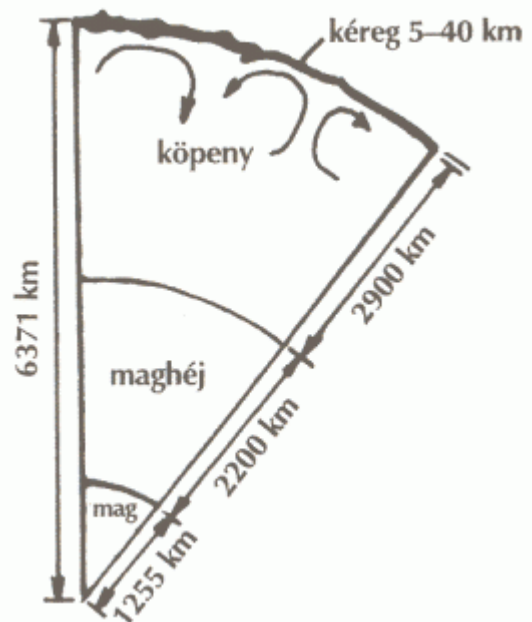
A Föld nagyjából gömb alakú, sugara 6371 km. Belső felépítését a földrengéshullámok segítségével tanulmányozhatjuk.

A Földnek gömbhéjas szerkezete van (56. ábra). 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 alakuk, fizikai és kémiai tulajdonságaik (pl. szín, keménység, oldékonyság) vannak. Összesen mintegy 2500 féle ásványt ismerünk, közülük azonban csak néhány száz fordul elő gyakrabban.

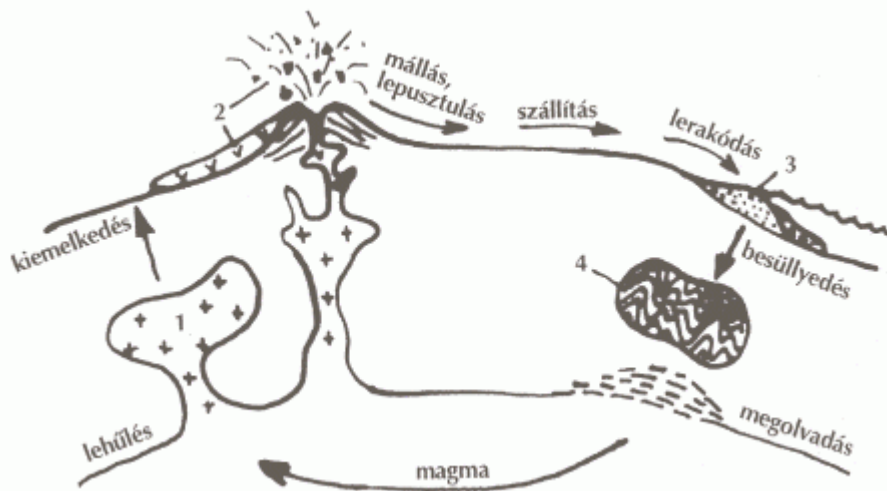
A földkéreg nagy kiterjedésű és nagy tömegű alkotórészei a *kőzetek*, amelyek szintén természetes úton keletkeztek. A kőzet ásványok összessége. Vannak olyan kőzetek, amelyek nagyrészt csak egyféle ásványból állnak, de a kőzetek többsége az ásványok meghatározott társulása, amelyet az ásványos összetétel,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

A Föld kérgét felépítő kőzetek sem örök életűek: a köpeny izzón folyós anyagából megszületve a felszínre emelkednek, ahol a külső erők (hőmérsékletingadozás, szél, víz, növényzet) hatására szétmállanak, lepusztulnak és a tengerekbe szállítódva lerakódnak, majd pedig a mélybe süllyedve fokozatosan átalakulnak és végül újból megolvadnak (57. ábra). Keletkezésük szerint megkülönböztethetünk magmás, üledékes és átalakult kőzeteket.



56. ábra A Föld szerkezete

## KÜLSŐ ERŐK: hőmérsékletingadozás, szél, víz



## BELSŐ ERŐK: nyomás, hőmérséklet, tektonikus mozgások

57. ábra: A kőzetképződés körfolyamata (Juhász Á. nyomán)

1. mélyégi magmás kőzetek  
3. üledékes kőzetek

2. kiemelési (vulkáni) kőzetek  
4. átalakult (metamorf) kőzetek

A **magmás kőzetek** a köpeny kőzetolvadékának lehülése, 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 *mélyégi magmás kőzetnek* nevezünk (pl. gránit, diorit, gabbró). A Föld felszínére ömlő kőzetolvadékból, a lávából *vulkáni kőzetek* képződnek. A gyors lehülés miatt a lavakőzetekben 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.

Az **üledékes kőzetek** más kőzetek lepusztulása, áthalmazódása és lerakódása során jönnek létre. A törmelékanyag áthalmazását 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, közzé válása során keményebb kőzetek keletkeznek (pl. konglomerátum, homokkő, agyagpala). A *vegyi eredetű üledékes kőzetek* a vízben oldott anyagból válnak ki, elsősorban a tengerek medencéiben. Ilyen kőzet például a mészkő, dolomit, kősó, gipsz, anhidrit, hidrokvarcit. 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.

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, szerpentin, a homokkőből kvarcit, az agyagpalából fillit, csillámpala, a mészkőből márvány, a kőszénből pedig antracit keletkezik.

### Tektonikus mozgások

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 ezer 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.

### Földtörténeti korbeosztás

A Föld fejlődéstörténete során változott a Föld mérete, vándoroltak a földkéreg egyes lemezei és rajtuk a szárazföldek, szüntelenül változott a légkör, az éghajlat, a növény- és állatvilág, így érthető, hogy mindig más és más kőzetek képződtek. Hogy eligazodhassunk ebben a szüntelen változásban, a földtan kutatói, a geológusok létrehozták a földtörténeti korbeosztást (1. táblázat).

A Föld 4,6 milliárd évvel ezelőtt keletkezett. A kezdetben izzó bolygó lehűlésével fokozatosan alakult ki a földkéreg. A ma ismert legidősebb kőzetek 4,2 milliárd évesek, az első üledékes kőzetek pedig 3,7 milliárd évvel ezelőtt képződtek. A legidősebb hazai kőzetek kora kb. 1 milliárd év. Az első életmaradványok a Földön 3,5 milliárd évesek, de az élőlények szilárd külső váza csak 580 millió éve jelent meg.

### Magyarország felszíni földtani képződményei

KOR mill. évvel ezelőtt	IDŐSZAKOK ill. KOROK	FŐBB KŐZETEK	HOL TALÁLHATÓK?		
ÚJKOR (KAINOZOIKUM)	2.4	Holocén Pleisztocén	folyóvízi homok, kavics, agyag, <b>édesvízi mészkő</b> , lösz, futóhomok	Ny- és Dél Dunántúl, Kisalföld, Alföld	
	9	Pliocén	<b>édesvízi mészkő</b> bazalt, gejzirit kavics, homok, agyag, lignit	<b>Bakony, Gerecse, Budai-hg.</b> Balaton-felvidék, Ny-Bakony, Nógrád Ny- és D-Dunántúl, hegyvidékek pereme	
	25	Miocén	riolit, andezit, dácit, vulkáni tufák kavics, homok, homokkő, kőszén, <b>mészkő</b> , agyagmárga	Mecsek, Visegrádi-hg, Börzsöny, Cserhát Mátra, Bükkalja, Zempléni-hg. <b>Fertő-tó-melléke, Mecsek, Tapolcai-medence,</b> Bakony, Vértes, <b>Zsámbéki-medence, Pesti-síkság,</b> <b>Visegrádi-hg, Börzsöny</b> , Cserhát, Bükkalja, Heves-Borsodi dombság	
	37	Oligocén	kavics, homok, homokkő, agyag, agyagmárga, kőszén	Bakony, Vértes, Gerecse, Pilis, Budai-hg, Cserhát, Heves-Borsodi-dombság	
	65	Eocén Paleocén	<b>mészkő</b> , márga, homokkő andezit agyag, homok, kőszén	<b>Bakony, Vértes, Gerecse, Budai-hg,</b> Velencei-hg, Mátra (Recsk) Bakony, Vértes, Gerecse, Bükk	
	KÖZÉPKOR (MEZOZOIKUM)	135	Kréta	<b>mészkő, márga, agyag</b> bazalt, homokkő, konglomerátum, márga zöldpala, szerpentinit	<b>Villányi-hg, Bakony, Vértes</b> Mecsek, Gerecse Kőszegi-hg.
		195	Júra	<b>vörös mészkő, tűzköves mészkő</b> márga, homokkő, kőszén agyagpala, homokkő, konglomerátum fillit, mészfilit	<b>Villányi-hg, Mecsek, Bakony, Gerecse</b> Mecsek Bükk, É-Borsodi-karszt Kőszegi-hg.
240		Triász	mészkő, dolomit, kovapala, diabáz, homokkő, konglomerátum, márga, lemezes mészkő, dolomit	<b>Villányi-hg, Mecsek, Keszthelyi-hg, Balaton-felvidék,</b> <b>Bakony, Vértes, Gerecse, Budai-hg,</b> <b>Pilis, Cserhádi-rögök, Bükk, É-Borsodi-karszt</b> Mecsek, Balaton-felvidék, Bükk	
ÓKOR (PALEOZOIKUM)		285	Perm	<b>mészkő</b> , dolomit homokkő, anhidrit vörös homokkő, konglomerátum, agyagpala, vulkáni kőzetek (kvarcporfís)	<b>Bükk</b> Villányi-hg, Mecsek, Balaton-felvidék
	375	Karbon	agyagpala, homokkő, konglomerátum gránit <b>kristályos mészkő</b> , agyagpala, homokkő	Balatonfő, Zempléni-hg. (Vilyvitány) Velencei-hg. Bükk, <b>Upponyi-hg, Szendrői-hg.</b>	
	420	Devon	<b>kristályos mészkő</b> , agyagpala palás dolomit, agyagpala, diabáz	<b>Balatonfő, Upponyi-hg, Szendrői-hg.</b> Balaton-felvidék	
	450	Szilur	fillit agyagpala, kovapala	Mecsek, Balaton-felvidék, Velencei-hg, Upponyi-hg.	
	520	Ordovicium			
	580	Kambrium			
	ŐSKOR	2600	Proterozoikum	gneisz, amfibolit, csillámpala gránit, csillámpala, fillit	Soproni-hg, Zempléni-hg. (Vilyvitány) Mecsek (Mórág)
4600		Archaikum			

1. táblázat

## 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  $\text{CaCO}_3$ , dolomit  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , magnézit  $\text{MgCO}_3$  vagy sziderit  $\text{FeCO}_3$ . 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.

A mészkő anyagának eredeti forrása a magmás kőzetek ásványaiból származó  $\text{Ca}^{++}$  és a vulkáni működés során a légkörbe kerülő  $\text{CO}_2$ . A földtörténeti fejlődés során az anyag egyre nagyobb hányada származott a régebbi karbonátos kőzetek lepusztulásából. A  $\text{CaCO}_3$  elsősorban a folyók által, vízben oldott formában szállítódik a tengerekbe. A földtörténet korábbi időszakaiban lehetőség volt a karbonátok közvetlen, vegyi úton történő kicsapódására a tengervízből. Jelenleg azonban – a tengervíz megnövekedett magnéziumtartalma miatt – csupán a trópusi tengerek erősen besűrűsödő vizében figyelhető meg az aragonit kismértékű kiválása.

A tengervízben oldott  $\text{CaCO}_3$  túlnyomó részét az élőlények választják ki, mégpedig kétféle módon: egyrészt egyes növények (pl. a zöld algák) a számukra szükséges  $\text{CO}_2$ -ot a vízből vonják ki, és ezzel  $\text{CaCO}_3$ -kicsapódást idéznek elő, másrészt számos tengeri állat (pl. az egysejtűek, csigák, kagylók, tengeri sünök és lilomok, korallak) szilárd mészvázat épít magának. Különösen a korallak szerepe jelentős, amelyek a sekély, jól átvilágított tengervízben hatalmas zátonyrendszereket alkotnak. A hullámverés és a zátonyon élő állatok (fűrőkagylók, rákok stb.) pusztító hatása következtében a zátony kőzetanyaga fölaprózódik, és részben a zátonyról a mélyebb tengerrészbe, részben pedig a zátony és a part közötti lagúnába szállítódik. A lerakódott törmelék, mészszipot az iszapfaló állatok alaposan átdolgozzák, ezért az eredeti váz maradványok sokszor teljesen megsemmisülnek. A folytonos üledék-felhalmozódás miatt egyre mélyebbre kerülő mészszipot pedig fokozatosan mészkővé cementálódnak. A lerakódó meszes üledékek vastagsága elérheti a több száz, sőt helyenként a több ezer métert!

Az összes kőzetfeleség közül a mészkőben alakulnak ki a legkönnyebben barlangok. A mészkőnek a barlangképződés szempontjából kedvező tulajdonságai a következők:

- *viszonylag rideg, merev kőzet*, ezért gyakoriak benne a törések, rendszerint sűrű tektonikus repedés hálózat járja át;
- *igen jól oldódik gyengén szénsavas vízben*, ezért a repedéshálózatba jutó víz a hasadékokat oldással tágítja;
- *szilárd oldási maradéka igen csekély*, így az oldási maradék nem tömi el a repedéseket, a nyílt hasadékokban szabad vízáramlás alakul ki;
- *viszonylag szilárd, állékony kőzet*, ezért a mészkőben kialakult üregek hosszabb ideig is fennmaradhatnak, nem rognak be.

Magyarország hegyvidékeiben sok helyen fordulnak elő különböző korú mészkövek a felszínen (1. táblázat), felszín alatti elterjedésük pedig még jelentősebb. A barlangképződés szempontjából triász és eocén korú mészköveink a legkedvezőbbek.

A **dolomit** ránézésre nagyon hasonlít a mészkőre, de annál ridegebb, töredezetebb. A karbonátos anyag zömét dolomit ásvány –  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  – alkotja. Habár a tengervízben sokkal több a magnézium, mint a kalcium, a dolomit sem közvetlenül, vegyi úton csapódik ki a tengervízből, hanem rendszerint a mészkövek dolomitosodnak. Ez a folyamat különösen a lapos, meleg és száraz éghajlatú tengerpartokon következik be. A mészkövek utólagos dolomitosodását magas Mg-tartalmú vulkáni oldatok is okozhatják a földkéreg mélyén. A dolomit- és mészkőrétegek gyakran egymással váltakozva fordulnak elő.

A külső hasonlóság ellenére a dolomitban sokkal ritkábban alakulnak ki barlangok, mint a mészkövekben. Ennek az az oka, hogy a dolomit-ásvány szabályosabb kristályos szerkezete miatt sokkal kevésbé oldódik a szénsavas vízben, mint a kalcit vagy az aragonit. Ezért a dolomit repedéshálózatát a hideg víz csak kis mértékben képes oldással tágítani. Hazánkban különösen a triász korú dolomitok fordulnak elő nagyobb mennyiségben, vastagságuk helyenként a 2000 m-t is meghaladja. Legnagyobb dolomitban képződött barlangunk a Fekete-barlang (Bükk-hegység).

A **márga** többnyire sárga, barna vagy világosszürke színű, gyakran vékony réteges, földes tapintású kőzet. Anyagának 50-75%-át alkotják karbonát ásványok, a fennmaradó 25-50% főleg szénsavas vízben nem oldódó agyag ásványokból áll. A márga elsősorban a tengerpartok közelében, a lagúnákban képződik, ahol a lerakódó mészsziphoz jelentősebb mennyiségű lebegtetett hordalék keveredik, amit a folyók szállítanak a tengerbe. Előfordulnak homokos változatai is.

Márgában ritkán alakulnak ki nagyobb barlangok, mivel az oldódás után visszamaradó agyagok eltömik a repedéshálózatot, és így nem jöhet létre szabad vízáramlás. Jelentősebb üregek csak ott képződnek, ahol a márgák mészkövekkel érintkeznek, és az oldási maradék a mészkő üregein át kimosódhat. A Budai-hegységben és a Pilisben sok helyen alakultak ki ilyen üregek az eocén korú márgák és mészkövek határán (1. táblázat).

A **márvány** a mészkövekből és a dolomitokból képződik a földkéreg mélyén uralkodó nagy nyomás és magas hőmérséklet hatására – tehát metamorf kőzet. Az átalakulás során az eredeti karbonátos kőzet átkristályosodik, a benne lévő kalcium, magnézium és az agyagásványok alkotói elkülönülnek. Így egy vegyileg sokkal tisztább, többnyire fehér, halvány rózsaszín vagy barnás, meglehetősen kemény, rideg kőzet jön létre. A nyomás és a hőmérséklet növekedésével egyre kristályosabb és tisztább márvány képződik, amely jól faragható, és ellenáll az időjárás viszontagságainak, ezért kedvelt szobrászati és építészeti burkolóanyag. Minél tisztább és kristályosabb a márvány, annál kevésbé oldódik, így annál nehezebben képződhetnek benne barlangok. Magyarországon a felszínen csak a Balatontól keletre, Szabadbattyán környékén, valamint az Upponyi- és a Szendrői-hegységben fordulnak elő az átalakulás alacsony fokán álló, márványnak alig nevezhető kristályos mészkövek. Ezekben nem keletkeztek nagyobb barlangok.

## A mészkő oldódása

A karbonát ásványok kismértékben már tiszta vízben is oldódnak. A víz hőmérsékletétől és a karbonát kristályszerkezetétől függően 1 l desztillált víz 10-20 mg aragonitot vagy kalcitot képes feloldani. A természetben a víz azonban számos olyan anyagot tartalmazhat, amely jelentősen megnöveli oldóképességét. Már az esővíz magával ragadja a levegő gázait, majd elfolyása és beszivárgása közben ammóniát, salétrom- és kénsavat, sósavat és humuszanyagokat vesz föl a talajból. Különösen a vízben oldott szén-dioxidnak van nagy szerepe, ugyanis CO<sub>2</sub>-tartalmú vízben a karbonátok akár 40-100-szor jobban oldódnak, mint a tiszta vízben.

A mészkő oldódása az alábbi kémiai egyenlet szerint történik:



Ez egyensúlyra törekvő, megfordítható kémiai reakció. A jobbra mutató nyíl irányában oldódás, a balra mutatóéban pedig kicsapódás, mészkiválás történik. A mészkiválás legfontosabb esetei a következők:

- *ha az oldat hőmérséklete növekszik*, a melegebb víz ugyanis kevesebb CO<sub>2</sub>-ot képes feloldani, mint a hűvösebb. Ez a folyamat eredményezi a főzőedények falán és a mosógépek fűtőszálán a vízkő kiválását is, a természetben azonban nincs túl nagy jelentősége.
- *ha csökken az oldatra ható hidrosztatikai nyomás*. E folyamatnak a mészkő képződésénél van nagy szerepe, ugyanis a tengerekben egy bizonyos mélységszint alatt a nagy nyomás miatt a mészvázak feloldódnak.
- *ha az oldattal érintkező levegőben a CO<sub>2</sub> parciális nyomása csökken*. Elsősorban ez okozza a cseppkőképződést. Mivel a barlangi levegőben kevesebb CO<sub>2</sub> van, mint a beszivárgó oldatban, ezért a barlang légterébe jutó vízcseppből a szén-dioxid egy része elillan, a vízben oldott mész pedig kicsapódik. Ugyan ez a folyamat játszódik le a vízeséseknél, karsztforrásoknál, ahol mésztufa-lerakódások képződnek.
- *ha a vízönvények fotoszintézisük során a CO<sub>2</sub>-ot az oldatból elvonják*. Különösen az algák és a mohák szerepe jelentős ebben a folyamatban.
- *ha a víz bepárolódik, sótartalma megnő*. A mészkiválásnak ez a módja elsősorban a sekély trópusi tengerpartok erősen besűrűsödő vizében megy végbe, amikor aragonit képződik.

A mészkőfelszínek oldásában résztvevő hatóanyagokat öt csoportra bonthatjuk:

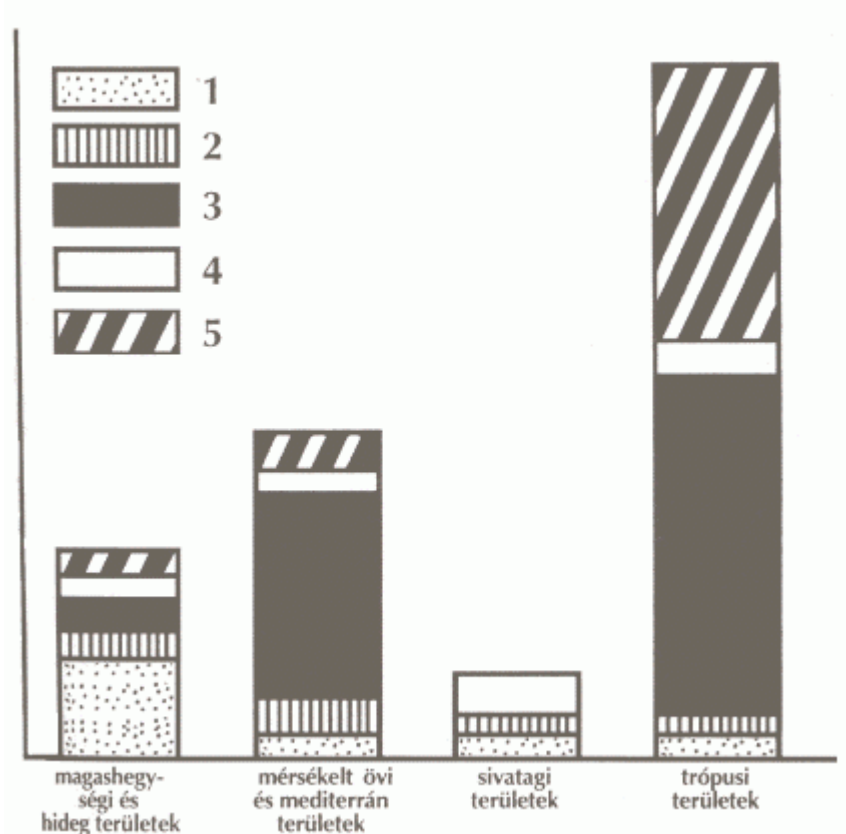
1. légköri eredetű CO<sub>2</sub>,
2. kőzetek mállásából származó CO<sub>2</sub>,
3. talajfolyamatokból származó (biogén eredetű) CO<sub>2</sub>,
4. egyéb szerves savak (sósav, kénsav, salétromsav stb.),
5. szerves savak (humusz- és huminsavak).

A normál légköri levegőben 0,03% széndioxid van, az esővízben oldott levegőben azonban a CO<sub>2</sub> 2,1-2,9%-ra dúsul. A talajban élő korhadéklebontó élőlények nagy mennyiségű széndioxidot termelnek, ezért a talaj levegőjének CO<sub>2</sub>- tartalma 0,2-0,7%. A talajon átszivárgó esővíz tovább dúsul, CO<sub>2</sub>- tartalma elérheti a 3,2-4,5%-ot. A beszivárgó víz szénsavtartalmát tovább növeli a kőzetek mállása során felszabaduló CO<sub>2</sub>. A mészkő oldásában szerepet játszanak a mállás során képződő egyéb szerves savak is. A növényzet ezen kívül gyökérsavakat is termel, amelyek közvetlenül marják a mészkövet.

A különböző éghajlati övekben az egyes hatóanyagok szerepe más és más (58. ábra). Mivel a szén-dioxid a hideg vízben jobban oldódik, ezért a légköri eredetű CO<sub>2</sub>-nak nagyobb a jelentősége a magashegységi, hideg területeken, mint a melegebb vidékeken.

A talajfolyamatoknak viszont a melegebb klíma kedvez, ezért a biogén eredetű CO<sub>2</sub> és a szerves savak szerepe a mérsékelt, de főleg a trópusi éghajlatú területeken a nagyobb. A sivatagokban, ahol a vízhiány miatt csak gyér növényzet fejlődik, megnő a kőzetek mállásából származó CO<sub>2</sub> és a szerves savak jelentősége. A karbonátos kőzetek oldódása összességében a trópusokon a legintenzívebb, többszörösen felülmúlja a mérsékelt és a hideg, magashegységi területek mészköveinek oldódását. A mészkövek oldódása a sivatagi területeken a leglassabb.

A karbonátos kőzeteken túl ismerünk más kőzeteket is, amelyek a mállás során kisebb-nagyobb mértékben oldódnak. Ilyenek például a meszes cementálású homokkővek, a löszök, a só kőzetek (pl. a kősó) és a szulfátos kőzetek (gipsz, anhidrit). Barlangtani szempontból azonban ezek a kőzetek sokkal kisebb jelentőségűek, mivel egyrészt jóval ritkábban fordulnak elő, mint a karbonátos kőzetek, másrészt pedig az üregek kialakulására és fennmaradására sem nyújtanak olyan kedvező feltételeket, mint a mészkövek.



58. ábra: A mészkő oldásának nagyságrendje és az egyes hatótényezők részaránya a különböző éghajlati övekben (Jakucs L. nyomán)

- |  |   |
|--|---|
| 1. léghőri eredetű $CO_2$              | 2. mállásból származó $CO_2$                |
| 3. talaj-biogén eredetű $CO_2$         | 4. egyéb szerves savak (sósav, kénsav stb.) |
| 5. szerves savak (humusz-, huminsavak) |   |

## Karsztosodás, karsztjelenségek

A vízben oldódó kőzetekben a mállás és lepusztulás során igen sajátos képződmények, formák alakulnak ki. Mivel ezeket a lepusztulási formákat elsőként a szlovéniai Karszt-hegység mészkövein tanulmányozták alaposabban, ezért ezeket a képződményeket karszt jelenségeknek nevezzük, a folyamat pedig, amelynek során létrejönnek, a karsztosodás nevet kapta.

A karsztvidékeken általában nincsenek állandó felszíni vízfolyások, mert a lehulló csapadék a kőzet nyílt repedéshálózata mentén hamar a mélybe szívárog. A felszíni vízfolyások hiányában nem alakul ki összefüggő völgyhálózat sem, csak vakvölgyek, nagyméretű horpadások jönnek létre. Az aktív völgyhálózat hiánya miatt a felszíni lepusztulás is lassúbb, ezért – különösen a mészkőhegységekben – gyakran alakulnak ki fennsíkok, amelyek meredek peremekkel emelkednek a környező területek fölé. A beszivárgó víz magával viszi a föld alá a kőzetek mállástermékeit, a talajt, így sok helyen tűnik elő nagy, kopasz foltokban a mészkő. Maga a "karszt" szó is azt jelenti: csupasz, kopár.

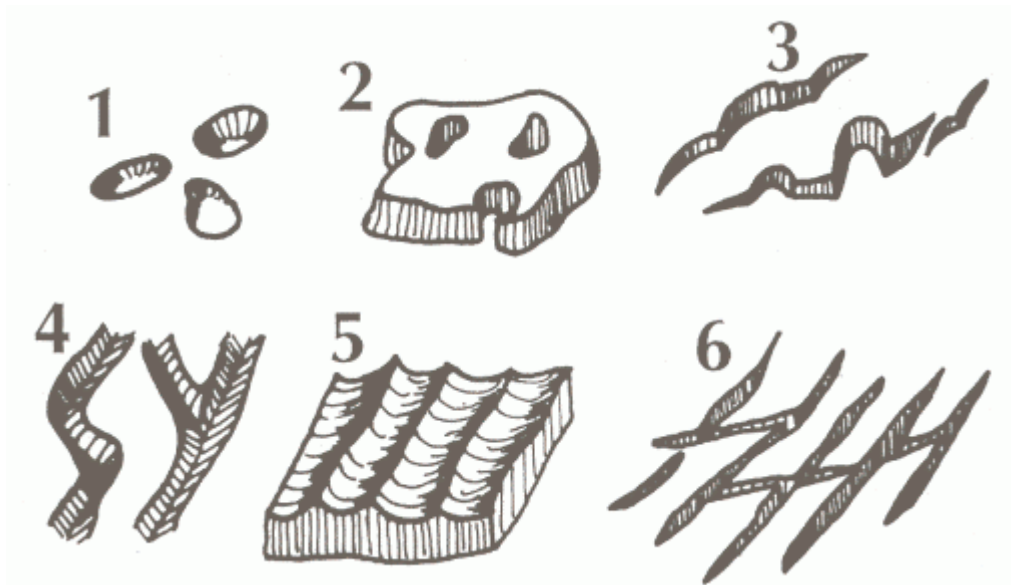
A karszt jelenségek között megkülönböztetjük a felszíni és a felszín alatti karsztformákat.

### A karsztok felszíni formái

#### • felületi karsztképződmények, karrok

A karsztosodó kőzet felületén – részben a talaj alatt, részben pedig a talajtakaró nélküli, csupasz sziklákon – különféle oldási formák, úgynevezett *karrok* alakulnak ki (59. ábra). A kisebb mélyedések, üregek, a karéjos formák elsősorban a mérsékelt égvön, a talaj alatt fejlődnek ki. A hideg, magashegységi területeken, ahol vékony a talajtakaró, gyér a növényzet, és a léghőri eredetű  $CO_2$  a legfontosabb karsztosodási hatótényező, leginkább az árkos és barázdás karrok a jellemzőek ("ördögszántás"). A trópusi karszterületeken, ahol a leggyorsabb az oldódás, olykor több méter mélységű repedéshálózatos karrok alakulnak ki. A fás szárú növények gyökerei által termelt savak, gyökérnedvek közvetlenül marják a kőzetet, ezért a gyökerek helyén kisebb csövecskék, csőszerű üregek keletkeznek. Ilyen gyökérkarrok a mérsékelt égvön is létrejönnek, de igazán a trópusokon fejlődnek ki.





59. ábra: Felületi karsztformák, karrok (Grozgyeckij nyomán)

- 1. kis, kerekded mélyedések, üregek
- 3. karéjos formák
- 5. barázdás karrok

- 2. gyökérkarrok
- 4. árkos karrok
- 6. repedéshálózatos karrok

• **töbör, töbör sor**

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, oлдásos 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. A töbör sorok kialakulásának okát később, a karszterületek fejlődésének leírása során fogom ismertetni.



60. ábra: Karsztos mélyedések

1. *töbör*

2. *rogvás*

3. *víznyelő*

• **rogvás, 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. *rogvás* jön létre (60. ábra). Előfordul, hogy az omlás egészen a felszínig felharapózik. Ilyenkor meredek, esetleg aláhajló falú, omladékkal borított fenékű *beszakadás* jön létre. Hosszabb járatok beomlásakor *szurdokvölgyek* keletkeznek, amelyek egykori barlangfolyosó múltjáról csak a fennmaradt köhidak, sziklakapuk árulkodnak.

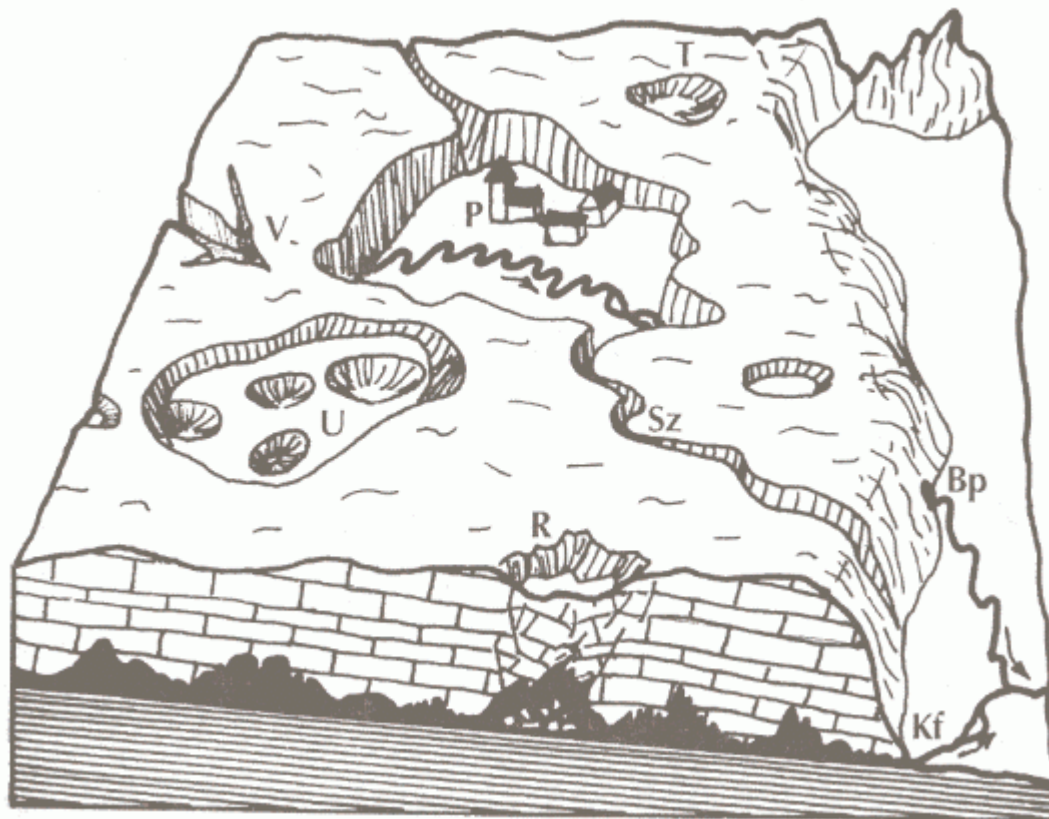
• **uvala, lápa, polje**

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 (61. ábra). 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 tölcser 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 nyelőszájánál megtorlódozó víz rövidebb ideig tóvá duzzad.



61. ábra

*T. töbör*  
*R. rogyás*  
*V. víznyelő*

*U. uvala*  
*Sz. szurdokvölgy*  
*Kf. karsztforrás*

*P. patak*  
*Bp. búvópatak*

A víznyelők általában a karsztos és a nem karsztosodó kőzetek határának közelében alakulnak ki. A víznyelő tulajdonképpen olyan váltópont, ahol a felszíni vízfolyás a karbonátos kőzetekben kialakult üregrendszerbe lép, és – hordalékát is magával szállítva – a föld alatt folytatja útját (61. ábra).

• **karsztforrás, búvópatak**

A *karsztforrás* bizonyos szempontból a víznyelő ellentéte: olyan váltópont, ahol a felszín alatti vízfolyás a karszterület 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 kristálytisza vize igen sok oldott meszet tartalmaz, amely a CO<sub>2</sub> 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.

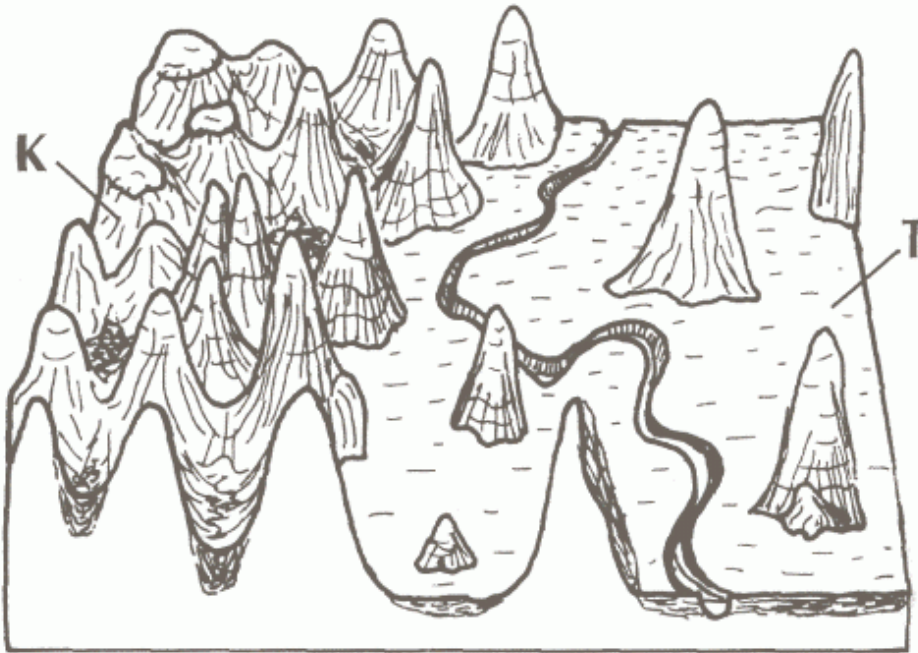
A karsztvidékek érdekes jelensége a *búvópatak*. Gyakran előfordul, hogy a nem karsztos kőzetből vagy a talajból fakadó kisebb forrás vize néhány száz méterrel odébb víznyelőben tűnik el. A poljékra is jellemző, hogy a polje egyik szélén feltörő karsztforrás vize a poljén keresztül folyva a másik szélén újból a föld alá bújik. A búvópatak népi neve "visszafolyó". Erdélyben a karsztforrást vízkeletnek, a víznyelőt pedig víznyugatnak hívják.

**• trópusi karsztformák**

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 *kúp-karszt*, ún. mogote alakul ki (62. ábra). A karsztosodás előrehaladtával a mélyedések sík lapálya 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 csapdákbán felhalmozódó agyagok a trópusi éghajlaton sajátosan átalakulnak. Bizonyos kémiai elemek kioldódnak belőlük, mások feldúsulnak. Így jönnek létre az alumíniumban dús karsztbauxitok, illetve az oxidos mangánércek.

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 (1. táblázat) hazánkban trópusi éghajlat uralkodott, amikor felszínén 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).



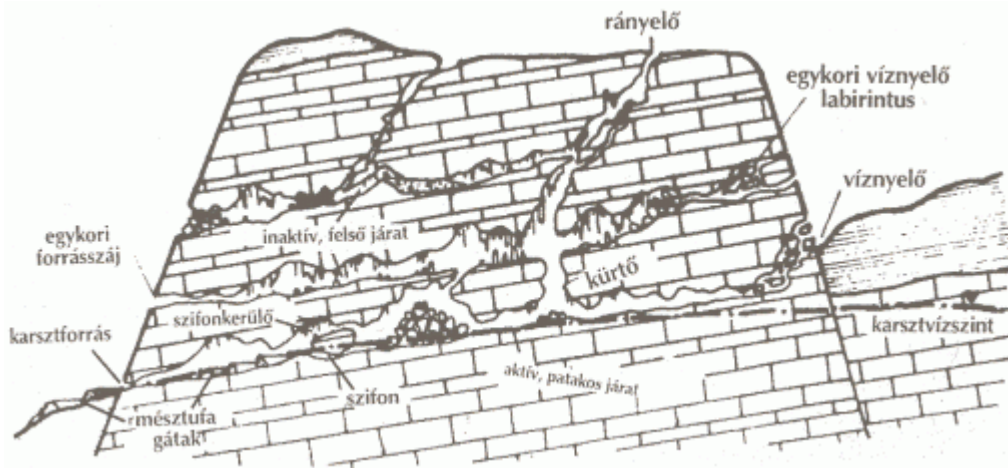
62. ábra: Trópusi karsztformák (Jakucs L. nyomán)

K. kúp-karszt

T. toronykarszt

**Felszín alatti karsztformák**

A legfontosabb felszín alatti karsztforma a repedéshálózat mentén oldódással táguló üreg, a *karsztbarlang*. A barlang többnyire folyosók és járatok rendszere, amelyek időnként termekké szélesednek. A járatok formája és mérete általában szélsőségesen változik a befoglaló kőzet repedezettségétől és oldhatóságától függően.



63. ábra: Emeletes barlangrendszer

A járatok igen gyakran egymás fölött több szintben húzódnak. A különböző szinteket aknák és kürtők kötik össze. Az ilyen *emeletes barlangrendszer* (63. ábra) 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 kőzetpedések elsősorban a mészkövekben tágulnak, itt alakulnak ki a vízvezető járatok.

Az emeletes barlangrendszer 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 elvétele 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 patakok visszaduzzasztó mésztufagátak (63. ábra).

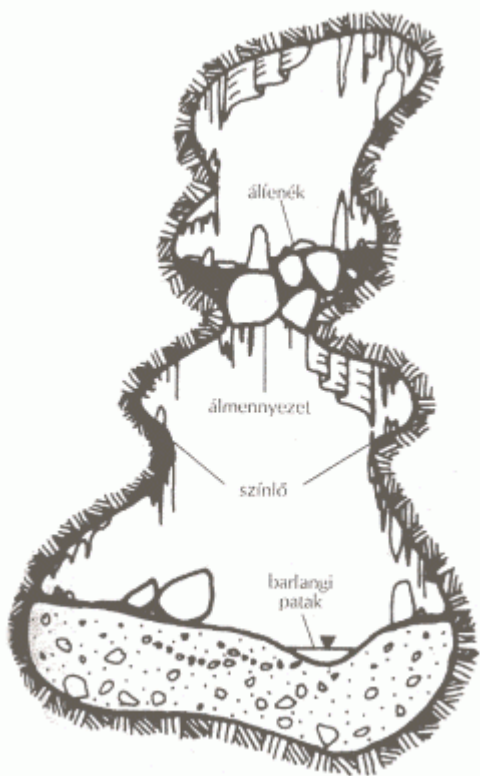
A karsztbarlang folyosója lehet egyenes vonalú különösen amikor valamilyen nagyobb közethasadék mentén alakul ki, és jelentős az esése. Jóval gyakoribb azonban a térbeli repedés hálózat mentén kifejlődő, szabálytalanul zezugos járat. Azonban rendszerint ilyenkor is felismerhetők a járatok irányát megszabó hasadékrendszerek. Ha a barlangi patak jelentős mennyiségű kavicsos hordalékot szállít magával, erősen kanyargó, *meanderező* barlangfolyosó alakulhat ki (Kecske-lyuk, Bükk-hg.).

A barlangfolyosóban számos helyen a falakon végigfutó hosszanti párkány, ún. *színlő* figyelhető meg (64. ábra). A színlő kialakulásának lehetnek közettani okai, mint például egy kevésbé oldható kőzetréteg, 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. *álfenék* alakulhat ki (64. ábra).

Felületi oldásos képződmények, azaz karok a barlang falán is kialakulhatnak; főleg árkos és barázdás *barlangi karok* fordulnak elő. Számos helyen figyelhető 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 cseppkő képződmények, amelyeket a barlangi kitöltéseknél fogunk részletesen megismerni.

A barlangok különleges fajtája a *zsomboly* (64/a. ábra), azaz a nagy függőleges kiterjedésű aknabarlang. A zsomboly szó már az üreg keletkezésének módjára is utal, ezért a meredek víznyelőjáratokat, az omlással a felszínig felszakadó üregeket vagy a 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 bukanni. 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 bejárati akna felső része általában beszakadással nyílik meg.



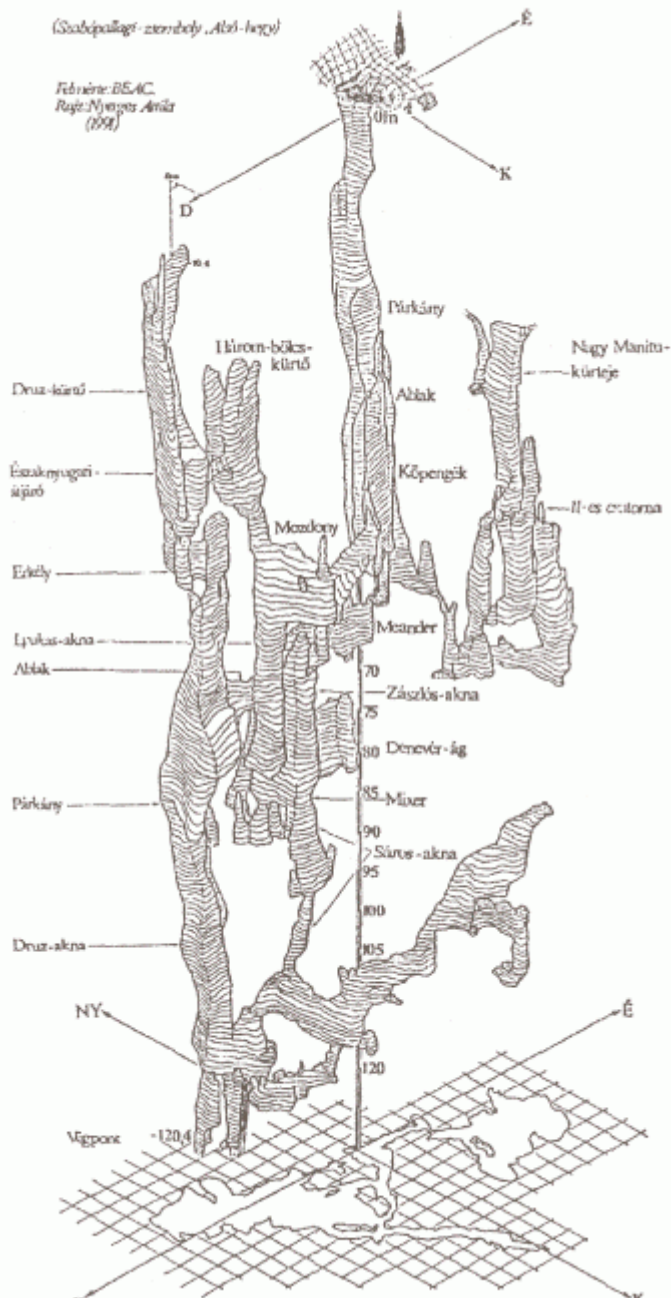
64. ábra

**Feltöltődő jellegű, időszakosan aktív eroziós barlangfolyosó keresztmetszete**

# BAGLYOK - SZAKADÉKA

(Szabópalásti zomboly „Alsó-hegy”)

Félméret: B.E.A.C.  
Rajta: Nyerges Árpád  
(1991)



64/a. ábra

## Szingenetikus barlangok

### • lágabarlangok

Mint nevük is mutatja, a lágabarlangok kiömlési vulkáni kőzetben, a lágában keletkeznek. Két fő típusuk különböztethető meg:

A *lágahólyag barlang* rendszerint gömb formájú üreg, amely nem más, mint a sűrű folyós (főleg bazaltos) lágában képződött nagyméretű gázbuborék. A láva lehülésekor a kőzetbe dermedő buborék falára a gázokból-gőzökből különleges kristályok válnak ki. A barlangra a felszínen semmi nem utal, rendszerint kőbányászás közben, véletlenül bukkannak ilyen üregekre. A lágahólyag barlangok általában csupán néhány méter átmérőjűek. Magyarországon ilyen üreg a Sámsonházi-hólyagbarlang (3 m) a Cserhát andezitjében.

A *lágakéreg barlang* főleg andezites lágában kialakuló, olykor több kilométer hosszú csatorna. A vulkán oldalán lefolyó lágafelszíne és homloka fokozatosan kihűl, kéregszerűen megdermed. Ha a homlokot áttörve a kéreg alól kifolyik a még híg lág, hosszú alagút marad vissza. Mivel a mennyezetet alkotó vékony kéreg könnyen beomlik, ezért a lágakéreg barlangok nem hosszú életűek; főleg a jelenleg is aktív vulkáni területeken (pl. Hawaii-, Galapagos- és Kanári-szigetek) fordulnak elő.

### • mésztufabarlangok

A karsztforrások vize igen sok oldott meszet tartalmaz. Az olyan helyeken, ahol a víz áramlása felgyorsul, felülete megnövekszik, CO<sub>2</sub>-tartalmának egy része elillan. A vízben oldott mészkő egy része forrás mészkő, mésztufa formájában kicsapódik. Ez következik be a vízeséseknél is, ahol nagyméretű mésztufadombok épülhetnek. A lezúduló víz örvényüstöt vaj

A zombolyok oldódás útján keletkeznek. A zápornyelőként működő töbörök 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 akna összeszűkülő részein megrekedő, cseppkövel cementált omladékból álfenék képződhet.

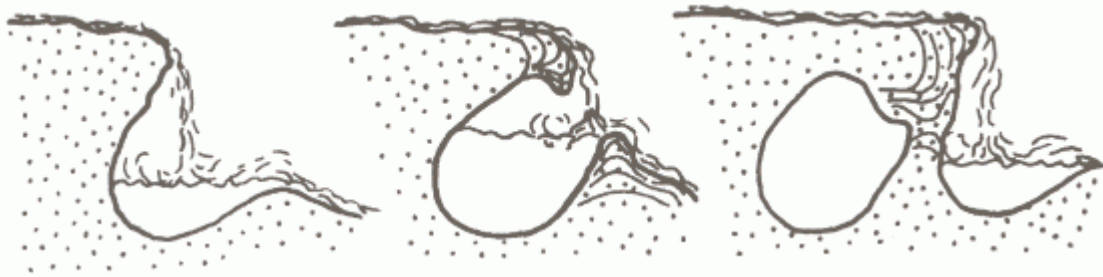
Hazánkban meglehetősen sok zomboly található, főleg az Aggteleki-karszthoz tartozó Alsó-hegyen, a Bükkben és a Bakonyban a Tési-fennsíkon. Bejárásuk a jelentős mélységek és az aláhajló falak miatt megfelelő felkészültséget és felszerelést igényel!

## A barlangok élete

Bátran állíthatjuk, hogy a barlangoknak is van életük: megszületnek, fejlődnek, majd elpusztulnak. Születésük az *üregesedéssel* kezdődik, halálukat pedig az üregek *kitöltődése*, beomlása jelenti. Életük emberi mértékkel mérve rendkívül hosszú, földtörténeti szempontból azonban meglehetősen rövid. A legtöbb barlang élete csupán néhány tízezer vagy pár százezer év, és csak elvétve fordulnak elő több millió éves barlangok. Előfordul viszont, hogy egy már teljesen feltöltődött üreg évmilliókkal később újra kipucolódik, a "halott feltámad". Számos hazai fiatal barlangunk esetében feltételezhető, hogy bizonyos üregei már a kréta-paleocén trópusi karsztosodás során kialakultak.

Léteznek olyan kőzetek, amelyek már képződésük során kisebb-nagyobb üregeket zárnak magukba. Ezeket a befoglaló kőzet képződésével egyidejűleg képződött üregeket *szingenetikus barlangoknak* nevezzük. Ezzel szemben a barlangok másik, jelentősen nagyobb és fontosabb csoportja utólagosan, a már kialakult kőzetben jön létre, a kőzet keletkezésétől független földtani erők munkájának hatására. A kőzet és az üreg képződése között akár több százmillió év is eltelhet. Az ilyen üregeket *posztgenetikus barlangoknak* hívjuk.

ki, a szertefröccsenő vízből viszont mésztufagát épül (65. ábra). Mivel a peremen megtelepedő növények (mohák, páfrányok) függőnye meggyorsítja a mészkiválást, ezért a vízesés pereme előrefele halad.



65. ábra

A mésztufagát beboltozódik, és a domb testében kisebb-nagyobb üregek maradnak vissza, melyek mérete pár métertől néhányszor tíz méterig terjed. Ezek az üregek nem alkotnak egybefüggő, kiterjedt barlanghálózatot, hanem rendszerint mesterséges tárókkal kötik őket össze. Hazánk legnagyobb mésztufabarlangja lillafüredi Anna-barlang.

- **korallbarlangok**

A sekély, jól átvilágított vízben gyorsan fejlődő korallzátonyokban a zátony épülése során a korallok olykor tekintélyes méretű üregeket zárnak közre. Ezek az igen változatos kiterjedésű, zezugos üreghálózatok számos tengeri élőlénynek nyújtanak búvóhelyet. A korallbarlangok még a víz alatt sem hosszú életűek, mivel a zátonyt pusztító élőlények munkája következtében gyorsan feltöltődnek. Szárazra kerülve azonban a hullámverés miatt még gyorsabban beomlanak.

- **gejzírbarlangok**

A vulkáni tevékenység végeztével a mélyben rekedt forró gőzök és gázok még évezredekig forró vizű források és gázkifúvások formájában törnek a felszínre. A gejzír is ilyen utóvulkáni tevékenységhez kapcsolódó, időszakosan működő hévforrás. A forró vízben oldott kovasav a felszínre ömölve hidrokvarcit formájában csapódik ki, amelyből olykor a 10-30 m-es magasságot is elérő gejzirkúp épül a forrás körül. A gejzírek sajátossága, hogy a kúpban mindig kialakul egy pár méter nagyságú üreg. Hazánkban a Zempléni-hegységben és a Tihanyi-félszigeten fordulnak elő gejzirkúpok. Ez utóbbi helyen mintegy 40 db gejzírbarlangot ismerünk, amelyek közül a legnagyobb 14 m hosszú.

- **telérben képződött barlangok**

A magmás és vulkáni tevékenységhez kapcsolódó forró vizes oldatok az oldott anyag egy részét már a föld mélyének tektonikus repedéseiben lerakják. Ezeket a hasadékkitöltéseket teléreknek nevezzük. A leggyakoribb teléralkotó ásvány a kvarc, amely a vízben oldott kovasav kicsapódásakor kristályosodik ki. A közethasadékot nem mindig töltik ki teljesen a kristályok; előfordul, hogy több méter átmérőjű üregek maradnak szabadon. Ilyen kvarctelérben képződött üreg a Likas- kő a Velencei-hegységben, amelyet 1295-ben említenek először, s amely valószínűleg hazánk legidősebb barlangja.

### Posztgenetikus barlangok

A posztgenetikus üregek a befoglaló kőzetben utólag alakulnak ki, a kőzet keletkezésétől független külső és belső erők munkájának következtében. A legfontosabb posztgenetikus üregeképző hatások a következők:

1. tektonikus mozgások,
2. gravitációs tömegmozgások,
3. a szél által szállított hordalék csiszoló hatása,
4. a víz oldó hatása (korrózió),
5. a víz által szállított hordalék koptató hatása (erózió).

Ezek az üregeképző hatások csak ritkán figyelhetők meg teljesen elkülönülten, tisztán. A legtöbb posztgenetikus barlang kialakulásában többféle hatótényező szerepe is kimutatható.

- **szerkezeti vagy közethasadék-barlangok**

Ilyen barlangok bármely merev, szilárd kőzetben (pl. gránit, andezit, mészkő) képződhetnek, de tartósan csak a mészkőben maradnak fenn. A *tektonikus mozgások* következtében a földkéregben olykor több méter szélességű, jelentős függőleges kiterjedésű hasadékok jönnek létre, amelyek szerencsés esetben nem tömődnek el kőzettörmelékkel. A jól rétegzett, pados elválású mészkövekben közel vízszintes, alacsony, de széles kiterjedésű, *réteglap menti kőzetelválásból* létrejött hasadékbarrangok is képződhetnek. A közethasadék-barlangokat párhuzamos, sík falfelületek jellemzik. A karsztosodó kőzetekben keletkezett hasadékok a bennük áramló víz hatására rendszerint oldódással tovább tágulnak. Hazánk legnagyobb nem karsztos kőzetben képződött ürege is közethasadék barlang, a Csörgő-lyuk (230 m) a Mátrában, amely riodácit-tufában alakult ki.

- **áltektonikus vagy suvadásos, rogyásos barlangok**

Meredek hegyoldalak, sziklafalak tövében a leváló vagy lecsúszó nagyméretű kőzettömbök néha jelentős kiterjedésű üregeket zárnak közre. Ezeket a *gravitációs tömegmozgások* által előidézett, rendszerint rövid életű és gyorsan feltöltődő üregeket nevezzük *suvadásos barlangoknak*. Az áltektonikus barlangok másik típusa a karsztosodó kőzetekhez kapcsolódik. A karsztos üregek beomlása révén a felettük lévő nem karsztos kőzetben is *rogyások, beszakadásos üregek* jöhetnek létre. Az ilyen üregek hosszabb ideig is fennmaradhatnak, mert a nagyobb kőzettömbök között beszivárgó víz a törmelék a karsztos

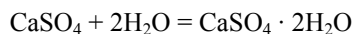
repedés hálózaton át elszállítja. Legnagyobb rogyásos barlangunk a Pulai-bazaltbarlang (215 m). Ugyancsak karsztos üregek beszakadásával képződött a Papp Ferenc-barlang (Budai-hg.) főlő, konglomerátum tömbök között húzódo szakasza.

#### • szélmarásos, deflációs barlangok

A sivatagi éghajlaton, ahol gyér a növényzet, a szél rengeteg hordalékot szállít. A szél által szállított homokszemcsék igen jelentős csiszoló munkát képesek végezni. Különösen a jól rétegzett, különböző keménységű rétegekből álló homokkövekben alakulhatnak ki a töredezettség, puhább részekben kisebb-nagyobb odúk és üregek. A szélmarásos, deflációs barlangok mérete rendszerint nem túl jelentős. Legközelebb Spanyolországban található néhány szép példa rá.

#### • gipszduzzadásos barlangok

A földtörténet korábbi időszakaiban a meleg és száraz tengerpartok lagúnaiban a besűrűsödő tengervízből víztartalmú kalcium-szulfát, azaz gipsz vált ki. A betemetődés során a földkéreg mélyebb szintjein a gipsz víztartalmát elveszítette, és fokozatosan anhidritté alakult át. Ha azonban ezek az anhidritrétegek újból felszínközelpbe jutnak, érdekes folyamat játszódik le: az anhidrit vízfelvétellel újra gipsszé alakul, és térfogata közben a harmadával megnövekszik!



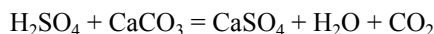
A duzzadás során a gipsz a fölötté lévő közetrétegeket is felpúpozza. Ha a szivárgó víz a felpúpozott rétegek alól a gipszet kioldja vagy kimossa, boltozatos üregek jönnek létre (pl. Németország, Harz-hg.). Ukrajnában, a Podóliai-hátságban a völgyek oldalában felszínre bukkanó gipszréteg fokozatosan kifelé türemkedik, a deformációtól sűrűn repedezett kőzetben pedig a víz szövevényes járatrendszerrel oldott ki. Ebben a gipszrétegben alakult ki a világ második leghosszabb barlangja, az Optimisztzyicseskaja (183 km).

#### • korróziós, oldott barlangok

Korróziós üregek a vízben oldódó, azaz a karsztosodó kőzetekben jöhetnek létre. *Korróziós barlangok* a leggyakrabban mészkőben, ritkábban dolomitba márgában, kősóban vagy gipszben képződnek.

A víz oldóképessége különösen a mélyből feltörő magas hőmérsékletű **hévizek** esetében nagy. A hévizek üregképző hatásukat háromféle módon fejtik ki:

1. magas szénsavtartalmuknak köszönhetően *közvetlenül oldják* a kőzetet;
2. a hévizek gyakran tartalmaznak különböző erősségű savakat (pl. kénsav, salétromsav), amelyek *kémiailag bontják* a mészkövet:



3. a hévizek közvetett módon, *kőzetporlasztással* is bontják a kőzetet. A hajszálrepedések mentén beszivárgó hévíz hatására az anhidrit gipsszé, az aragonit pedig kalcitá alakul át, miközben térfogatuk 33%-kal ill. 8,35%-kal növekszik. A kőzetporlasztás különösen a dolomitok esetében lehet jelentős, aminek következtében dolomitliszt keletkezik.

A tisztán hévízes oldással kialakuló barlangok viszonylag ritkák, és legfeljebb közepes méretűek. Az ilyen üregekre a függőleges irányultság, a bonyolult térformák, sajtyszerűen kioldott részek, labirintusok jellemzők. Mivel a vízben az oldódás a gravitációtól függetlenül minden irányban egyforma, így gyakoriak a gömbfülkék és a lekerekített formák. A hévízes barlangok falait rendszerint dús ásványos kitöltés borítja (pl. Sátorkőpusztai-barlang).

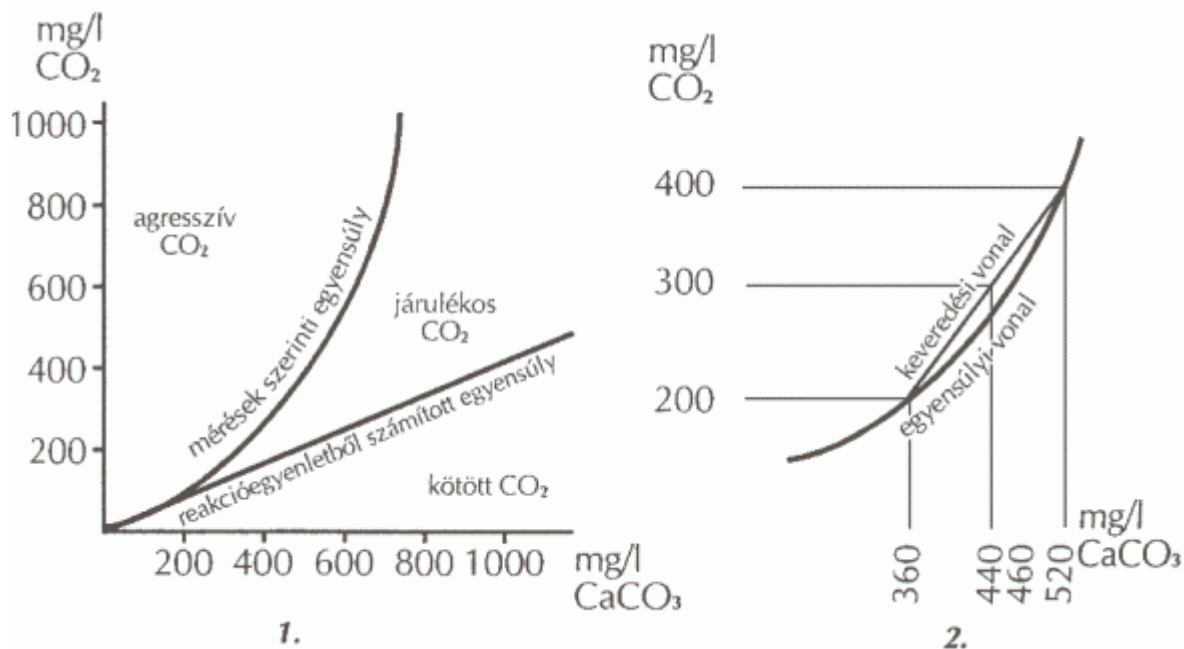
A mészkövet a felszínről beszivárgó hideg csapadékvíz is oldja. A trópusokon a magas szénsavtartalmú víz a meleg miatt gyorsan, még a felszín közelében telítődik, így elsősorban a felszíni karsztformák fejlődnek intenzíven. A hűvösebb; magashegységi éghajlaton a beszivárgó csapadék szénsavtartalma alacsonyabb, de a hideg miatt a víz nagyobb mélységig is megőrzi oldóképességét. Ezért a **hideg vizes korróziós üregképződés** elsősorban ez utóbbi területekre jellemző. Ilyen módon képződnek a jelentős függőleges kiterjedésű aknabarlangok, zsombolyok. Hideg vizes korróziós karsztbarlang tiszta formában azonban ritkán fordul elő, mert az üregekbe jutó felszíni víz hordalékával hamarosan megkezdődik a kőzet koptatását, a korróziós üregek tágítását.

A korróziós barlangok harmadik típusa a **keveredési korrózió**nak (66. ábra) köszönheti létrejöttét. Az oldódásos üregesedésnek ez a leghatékonyabb formája.

Mint korábban említettem, a mészkő annál gyorsabban oldódik, minél nagyobb az oldat  $\text{CO}_2$ -tartalma. A kémiai reakció egyenletéből az következne, hogy a  $\text{CO}_2$ -tartalom növekedésével egyenes arányban nő a feloldható  $\text{CaCO}_3$  mennyisége (66/1. ábra). A valóságban azonban ez nem így van! A mérések megmutatták, hogy a szén-dioxidnak csak egy része alakul át hidrogén-karbonáttá (*kötött  $\text{CO}_2$* ), a többi szabadon, oldott formában található meg az oldatban (*járulékos  $\text{CO}_2$* ). Mégpedig minél több  $\text{CO}_2$  van az oldatban, az egyensúlyi állapot fenntartásához annál nagyobb hányada marad járulékos formában. Ha a vízbe az egyensúlyi állapot fenntartásához szükségesnél több  $\text{CO}_2$  kerül, annak egy része újabb karbonátmennyiség feloldására fordítódik, más része pedig az új egyensúlynak megfelelő járulékos szén-dioxidá válik. Ezt a  $\text{CO}_2$ -többletet *agresszív  $\text{CO}_2$ -nak* nevezzük.

Az egyensúlyi állapot fenntartásához szükséges kötött és járulékos  $\text{CO}_2$  aránya függ a hőmérséklettől is. Minél melegebb az oldat, ugyanakkora karbonátmennyiség feloldásához annál több járulékos  $\text{CO}_2$ -ra van szükség.

Ha két különböző  $\text{CO}_2$ -tartalmú, telített oldatot összekeverünk, a keverék  $\text{CO}_2$ - tartalma a két érték számtani átlaga lesz. Például egyforma mennyiségű és hőmérsékletű, 200 mg/l, ill. 400 mg/l  $\text{CO}_2$ -tartalmú telített karsztvíz keveredésekor 300 mg/l  $\text{CO}_2$ -tartalmú oldat jön létre. Az egyensúlyi vonal görbesége miatt a feloldható  $\text{CaCO}_3$  mennyisége azonban nem a két kezdeti  $\text{CaCO}_3$ -tartalom számtani átlaga lesz, hanem annál valamivel több. Az egyensúly helyreállása érdekében a keveredéskor feleslegessé váló, agresszív  $\text{CO}_2$  egy része további  $\text{CaCO}_3$  feloldására fordítódik. Összességében elmondható, hogy minél nagyobb a keveredő telített oldatok kezdeti  $\text{CO}_2$ -tartalma és hőmérséklete közötti különbség, annál nagyobb mértékű lesz a létrejövő keverék oldóképessége (66/2. ábra).



66. ábra: A karsztvíz CO<sub>2</sub> tartalmának megoszlása 100 C°-on, és a keveredési korrózió magyarázata (Kraus S. nyomán)

A keveredési korrózió szerepe különösen abban a szintben jelentős, ahol a felülről beszivárgó, hűvösebb és alacsonyabb CO<sub>2</sub>-tartalmú csapadékvizek a felfelé áramló melegebb, szénsavdús hévizekkel találkoznak. Ebben a szintben akár több kilométer hosszú barlangrendszerek is kialakulhatnak. Mivel a keveredés elsősorban a közethasadékok mentén történik, így ezekre a barlangokra a párhuzamos és egymást metsző repedések mentén kioldódott, hálózatos alaprajzú üregrendszerek a jellemzőek. A kőzetek oldékonyságának és a keveredési intenzitásának különbségei miatt szélsőségesen változó méretű, bonyolult térbeli járatrendszerek jönnek létre. A keveredési korrózió eredményeként keletkeztek a Budai-hegység nagyméretű barlangjai is, amelyek elhelyezkedése az egykori keveredési szintet mutatja. A Duna bevágódásával a keveredési szint is mélyebbre szállt. Mai helyzetét a Molnár János-barlang jelzi, amelyben jelenleg is folyik az üregek korróziós tágulása.

• **eróziós barlangok**

A víz nemcsak oldás útján, hanem a magával szállított szilárd hordalék (kavics és homok) koptató, csiszoló hatása révén is képes üregeket kialakítani, ill. tágítani.

Az **abráziós barlangokat** a tenger hullámverése által mozgatott törmelékanyag véste ki a mai vagy a valamikori tengerek meredek, sziklás partjain. A hullámozgás által mozgatott törmelékanyag ereje olyan nagy, hogy még a legkeményebb kőzetekben is kialakulhatnak abráziós barlangok, sőt, állékonyságuk miatt éppen ezekben fordulnak elő leggyakrabban.

Kisebb **eróziós barlangokat, sziklaereszeket** a felszíni vízfolyások is kivésheetnek a szurdokok meredek sziklafalába. A vízfolyás kanyargása, meanderezése következtében létrejövő üregek mérete általában nem haladja meg a néhányszor tíz métert.

Az **eróziós karsztbarlangok** gyakoriságukat és méreteiket tekintve fölülmúlják az összes többi barlangtípust. Ezek karsztosodó kőzetben (főleg mészkőben) kialakult, igen gyakran több határozott emeletre elkülönülő járatrendszerek, amelyek kialakulásában a barlangon egykor vagy napjainkban végigfolyó patak által szállított hordalék koptató munkája játszott a fő szerepet.

Egyes kutatók szerint az eróziós karsztbarlangok fejlődésében is a korróziós folyamatok a döntő jelentőségűek. Valóban, minden eróziós karsztbarlang élete valamilyen hévizes, hideg vizes vagy keveredési korrózió által kialakított üregrendszerként kezdődik. Amint azonban az üregek megfelelő mértékben kitágulnak és kapcsolatba jutnak a felszínnel, a beáramló víz a magával hozott hordaléka megkezdíti a kezdeti korróziós üregek átalakítását. Az erózió a korróziónál sokkal gyorsabb, hatékonyabb folyamat. A víznyelőktől a karsztforrásig vezető, egyenesen csökkenő esésű járat kialakítása érdekében a mélyebb helyzetű üregeket, barlangi patak hordalékával feltölti, az egyenesen esésgörbénél magasabb helyzetű járatok talpát pedig folyamatosan mélyíti, koptatja.

Az eróziós karsztbarlangok kialakulásának ugyancsak fontos előfeltétele a megfelelő mennyiségű hordalék. A mészkő saját törmeléke és mállásterméke nem elegendő az eróziós üregesedéshez. Ilyen barlangok csak ott alakulhatnak ki, ahol a nem karsztos területen eredő felszíni vízfolyás megfelelő keménységű kavicsos-homokos hordalékot tud magával sodorni a karszt felszín alatti repedéshálózatába.

A lassan emelkedő, nem karsztosodó kőzetekkel borított területeken a felszíni vízfolyások folyamatosan mélyítik völgyüket. A völgybevágódás megfelelője a karsztvidékeken a föld alatti eróziós üregrendszer kialakulása. Az eróziós karsztbarlangok tulajdonképpen boltozott föld alatti patak völgyek, amelyek felszíni völgyképződményekből indulnak, és a barlang után felszíni völgyképződményekben folytatódnak tovább. A barlangokhoz kapcsolódó víznyelők és források sem mások, mint a felszíni és a felszín alatti völgyszakaszok váltópontjai.

Hazánk barlangjainak jelentős része eróziós karsztbarlang, azonban a legtöbb ilyen barlangunkban jól felismerhetők a kezdeti korróziós üregesedés nyomai. A föld alatti üregrendszerekbe a mai vagy az egykori víznyelőkön, karsztforrásokon keresztül lehet bejutni.



## Barlangi kitöltések

Míg a barlangok életében a születést az üregesedés folyamata jelenti, addig a 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, cseppfolyósak 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%. Egyes barlangokban (pl. a gerecsei Lengyel-barlangban vagy a bakonyi Alba Regia-barlangban) a szén-dioxid mennyisége még ennél is jóval több. Ugyancsak megnövekedhet a szén-dioxid mennyisége a barlang rossz szellőzésű részein a barlangi túra következtében. Az ilyen üregek bejárása kellő óvatosságot igényel, mert a magas CO<sub>2</sub>-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 és 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 párás levegőből kicsapódó kondenzvíz, a falakról és a mennyezetről csepegő-szivárgó vizek, a barlangi patak folyóvize, vagy a mésztufagáták 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 karsztvíz

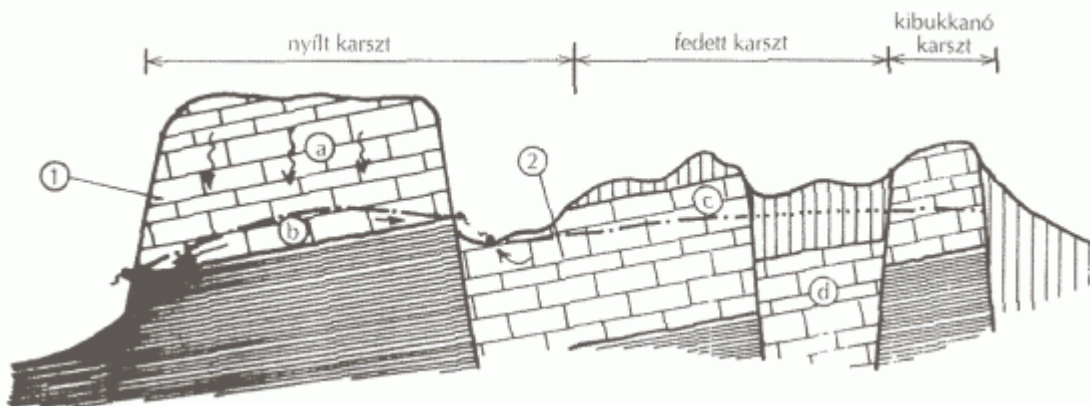
A karszterületeket a szerint csoportosítjuk, hogy a karsztosodó kőzet a felszínen található, vagy vízzáró képződmények fedik (67. ábra).

- **Nyílt karsztnak** hívjuk azt a területet, ahol a karsztos kőzet a felszínen található. A nyílt karszton a karsztvíz szabad tükre, 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 karsztvize 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 keresztelnek, 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 (67. ábra).

- **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



67. ábra: Karsztvíztípusok (Hornsitzky F. nyomán)

1. sekélykarszt

2. mélykarszt

a. leszálló karsztvíz

c. szabad vízszintű fedett karszt

b. támaszkodó karsztvíz

d. leszorított vízszintű fedett karszt

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 karsztvízöveknek 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

- a karsztvíz főleg csapadékból pótlódik
- víztároló képessége kicsi, a víz részlegesen kitöltött hasadékokon, üregeken keresztül rövid úton a felszínre jut
- a karsztforrások vízminősége és hozama szélsőségesen ingadozó, elsősorban a csapadéktól függ, a csapadék késleltetése kicsi
- a legfontosabb üregképző folyamat a hideg vizes korrózió és az 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

#### 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  $\text{CaCO}_3$ , ha a kiválás  $20-25\text{ }^\circ\text{C}$  alatti hőmérsékleten történik. Ennél magasabb hőmérséklet esetén – főleg a hévizekből – rombos rendszerben kristályosodó  $\text{CaCO}_3$ , 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

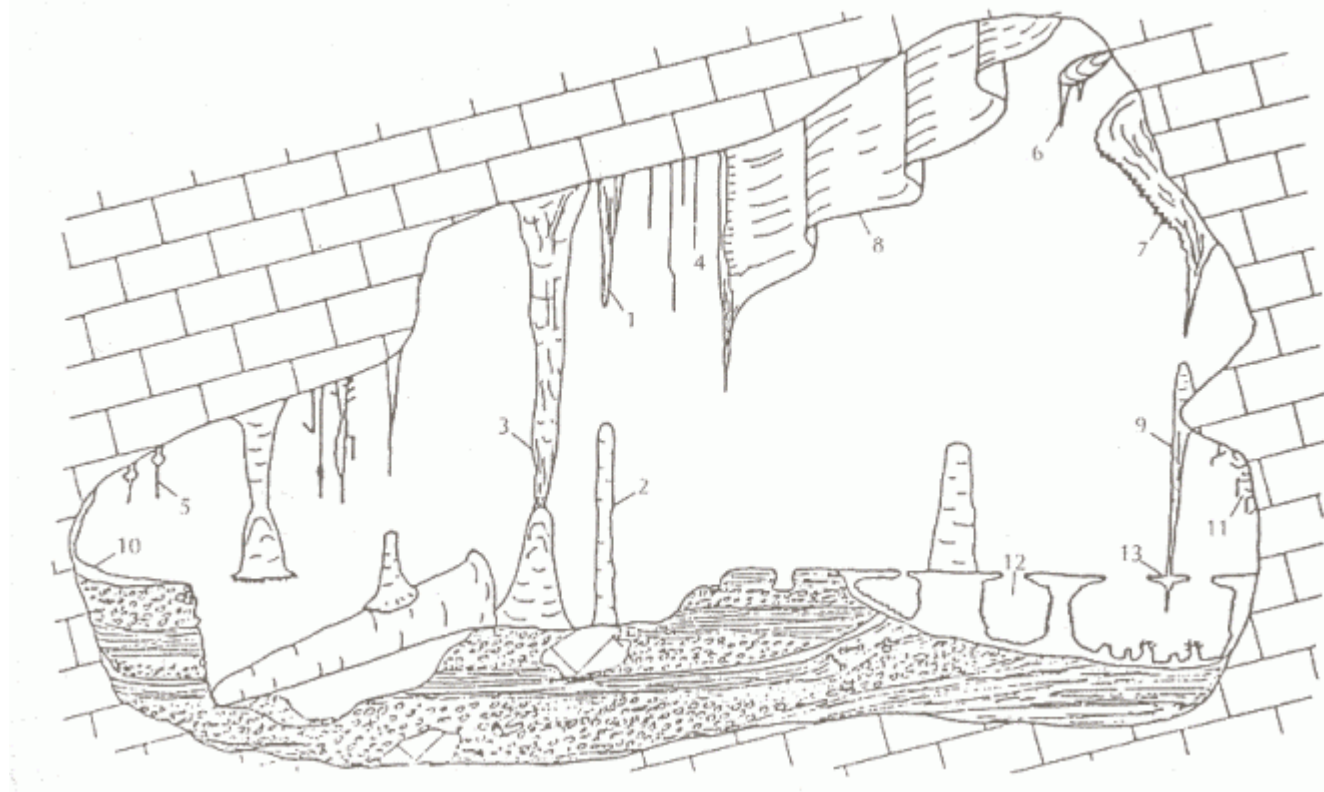
Ezeket a képződményeket összefoglalóan cseppköveknek nevezzük. A *cseppkőképződés legfontosabb oka*, hogy a barlangi levegő  $\text{CO}_2$ -tartalma alacsonyabb, mint a talajban lévő levegőé. Ezért amikor a talajon keresztül szivárgott vízcsepp a barlang légtérébe ér, szén-dioxid-tartalmának egy részét leadja. A falon alá szivárgó, vagy a földre cseppenve szétfröccsenő víz megnövekedett felületén keresztül további  $\text{CO}_2$  illan el – egészen addig, amíg a víz  $\text{CO}_2$ -tartalma egyensúlyba nem kerül a barlangi levegő  $\text{CO}_2$ -tartalmával. A szén-dioxid elillanása minden esetben az oldottmész tartalom egy részének kicsapódásával jár.

A *cseppkőképződés sebessége* nagyon kicsi: a cseppkövek éves növekedése 1-2 tized mm-től pár milliméterig terjed. Minél nagyobb a talajlevegő és a barlangi levegő  $\text{CO}_2$ -tartalma közötti különbség, annál intenzívebb a cseppkőképződés. Ez az oka, hogy a trópusi barlangok legfeljebb néhány száz évesek, ugyanis igen gyorsan telecseppkövesednek. Ezzel szemben a magashegységi, hideg égővi 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 (68. ábra). A mennyezeten belépő vízcsepp mész tartalmát már az üreg tetején lerakja, így lefelé növekvő *függőcseppkő*, *sztalaktit* keletkezik. Ha a beszivárgó vízcseppek mész tartalmukat 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 lecsapó 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 eldőlő sztalagmiton újabb állócseppkő növekedhet.



68. ábra Cseppkőképződmények és tavi mészkőkiválások (Kraus S. nyomán)

- |                               |                        |                              |
|-------------------------------|------------------------|------------------------------|
| 1. függőcseppkő (sztalaktit)  | 6. dobcseppkő          | 11. görbe cseppkő (heliktit) |
| 2. állócseppkő (sztalagmit)   | 7. farkasfogas cseppkő | 12. tetaróta medence         |
| 3. cseppkőoszlop (sztalagnát) | 8. cseppkő zászló      | 13. galléros cseppkő         |
| 4. szalmacseppkő              | 9. baldachin           |                              |
| 5. retekcséppkő               | 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 a 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 légtérébe 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 szájak, 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 párás barlangi levegőből történik, és a gravitáció helyett az elektromos töltéseloszlás, az ún. aeroszol-hatás 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 méter is elérhet. A mésztufagátról a víz nem egyenletesen, hanem kisebb hullámokban folyik le. Emiatt a gátfelületén apró fodrok, *tetaróta 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 göcöknél alakul ki gyors növekedés. A víz alatt a mészkiválást nem befolyásolja a gravitáció, ezért néhány milliméter átmérőjű, gömbölyű kinövésekből álló, szőlőfürtyszerű 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 cseppkömedencék, amelyek vízének 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 cseppkövek körül. Ilyen módon keletkeznek a *galléros* és *nyakkendős cseppkövek*. A cseppkömedencék 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  $\text{CaCO}_3$  rendkívül megnyúlt 1-2 cm hosszú, de csak pár mikron vastagságú kristályjaiból, a lublinitből áll. Egyes helyeken megfigyelhető, hogy a barlang falai vagy a cseppkövek felpuhulnak, túrószerűvé válnak. A montmilch keletkezéséről még nem sokat tudunk – kialakulásában valószínűleg szerepet játszik a tartós vízborítás és a szén-dioxid különösen gyors eltávozása 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 és 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 üregeket. A lazább térkitöltés miatt a leesett kőtömbök mindig több helyet foglalnak el, mint eredeti helyzetükben, ezért az omladék az egész üreget is elfoglalhatja. Előfordul, hogy az omladék a folyosó vagy a zomboly szűkebb részén megreked, és álmennezzet, ill. álfenék alakul ki, amelyet gyakran cseppkő cementál össze. A laza barlangi omladék meglehetősen veszélyes, könnyen mozgásba jön. Új barlangok feltárásánál leggyakrabban az omlások szoktak balesetet okozni!

### • 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 vagy 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 puszkapor gyártásához használták fel alapanyagként.

### • jég

A mérsékelt és hideg éghajlaton a téli időszakban majd minden barlang bejárati 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 fagypontra alá süllyed. Az ilyen barlangok mikroklimája 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, zombolyokba, 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, karbid meszet) is, amelyet a "barlangászok" hagynak maguk után. Ne feledjük, hogy mindez a kívülről behordott és sokszor nagyon

lassan elbomló hulladék – amellet, hogy elcsúfítja a barlangot – megzavarja és tönkreteszi a barlangok különleges, a külső hatásokra fokozottan érzékeny növény- és állatvilágát!

### A karszt vízvezető rendszerének kialakulása

A kifejlett nyílt karszt vízvezető rendszerét az alábbi tulajdonságok jellemzik:

1. *nincsenek állandó jellegű felszíni vízfolyások*, ilyenek csak a karszterülettel szomszédos táplálási és megcsapolási övezetekben található, és víznyelőkkel, ill. karsztforrásokkal kapcsolódnak a karszterülethez;
2. a karszt felszínén a záporok, hóolvadás utáni vízgyülekezés és beszivárgás területei elsősorban a *nyelőfelszínnek*, azaz a völgyformában található, sorokba rendeződő töbrök;
3. a karszt közethasadékaiban tározódó, szivárgó víztömeg a földfelszíntől jelentősebb mélységben helyezkedik el, e fölött vízzel kitöltetlen hasadérendszer, a *leszálló karsztvízöv* található;
4. a felszín alatti víztározó-vízvezető kőzetekben a vízvezető-képesség mértéke az egyes térrészek között több nagyságrenddel is változhat, ezért az általános vízvezető rendszeren belül fő vízvezető vonulatok, *helyi karsztvízáramlási rendszerek* alakulnak ki;
5. a legjobb vízvezetésű környezetekben a fő vízvezető vonulatok csatornajáratokká tágulnak, *felszín alatti nyílt víztükrű, medres, állandó vízfolyások* fejlődnek ki, amelyek képesek árhullámok levezetésére is.

A karszt vízvezető rendszerének kialakulása fokozatosan megy végbe. Minden karszterület fejlődése fedett karsztként kezdődik: a karbonátos kőzeteket vízzáró fedőképződmények borítják, amelyeken fejlett völgyhálózat és állandó jellegű felszíni vízfolyások található. A terület kiemelkedése során a völgyek mélyülnek, a vízzáró fedőképződmények fokozatosan lepusztulnak, és egyes helyeken a karsztos kőzetek a felszínre bukkannak. A felszíni víz egyre nagyobb része szivárog be a karsztos repedéshálózatba, csökken a felszíni lefolyás aránya, lelassul a völgyek mélyülése, ezért a karszterület egyre kevésbé tud lépést tartani a környező területek völgybevágódásával – környezetéhez képest egyre magasabbra kerül.

A karszterület viszonylagos kiemelkedése miatt lesüllyed a karsztvízszint, fölötte kifejlődik a leszálló karsztvízöv. A felszíni vízfolyások időszakossá válnak, már csak a repedés hálózat által elnyelni nem képes vizet szállítják a karszterület peremére. A mélyben a legjobban karsztosodó részekben megkezdődik a repedéshálózat tágulása.

Ha a repedéshálózat tágulása elér egy bizonyos mértéket, a felszínen teljesen megszűnik a vízfolyás és a felszíni eróziós völgymélyülés. A völgytalp formálását az erózió helyett a vízgyülekezés és a víznyelődés hatásai veszik át. A völgyformákban felhalmozódik a talaj és fokozódik a korrózió. Mivel az egykori meder víznyelő képessége nem mindenütt egyforma, az eddig egységes völgytalp önálló mélyedések sorozatára bomlik. Kifejlődnek a nyelőfelszínnek, a töbrös völgy talpak. A töbrösorok tulajdonképpen az egykori fedett karsztos állapot völgyeinek maradványai, gyakran keresztülhaladnak a karsztos felszínrészekben, és peremi víznyelő csoportokat kötnek össze a karsztforrással.

Az egykori medrek alatti leszálló hasadékövezet tágítását a völgy talpon elnyelődő, változó hozammal csepegő-szivárgó víz végzi. Az összefüggő szűk csatornák a kialakulásukat meghatározó tektonikai repedések alakját és elrendeződését követik. A töbrök, mint zápornyelők alatti koncentrált beszivárgás miatt kialakulnak a zombolyok.

A mélyben a legkedvezőbb vízvezető képességű környezetben kifejlődött csatornajáratok fokozatosan átalakulnak (69. ábra). A kezdeti korróziós állapotot szűk keresztmetszű, nagy falfelület jellemzi.



69. ábra: Karsztos barlangfolyosó fejlődése (Veres J. nyomán)

1. korróziós állapot  
3. kezdeti eróziós állapot

2. eróziós állapot  
4. fejlett eróziós állapot

Amikor a repedés hálózat elég szélessé tágul, helyenként a felszínről szilárd hordalék is a hasadékokba mosódhat, és az örvénylő részeken hirtelen felgyorsul az üregek kialakulása. Az egyre jelentősebb hordalékszállítás miatt a korrózió helyett a sokkal hatékonyabb erózió veszi át a járatok alakításának szerepét. A kifejlődő karsztos barlangfolyosó az eróziós vízfolyások törvényei szerinti jellegzetesen homorú esésgörbe szerint mélyül tovább. Az esésgörbe fölötti szakaszokon a barlangfolyosó alja intenzíven bevágódik, nagy függőleges kiterjedésű járatok alakulnak ki, felső részükön cseppkőképződéssel. Az esésgörbe alatti üregek fokozatosan feltöltődnek, és a járat a mennyezet koptatásával fölfelé tágul. A kőzetminőség-változások, az eltérő mértékű repedezettség miatt a barlangfolyosó különleges formakincsekkel gazdagodik (szifonok, vízesések). Kialakul a karszt vízvezető rendszerének számunkra legizgalmasabb része, az eróziós karsztbarlang.

## **BARLANG KLIMATOLÓGIAI ALAPISMERETEK (Nyerges Miklós)**

*Első hallásra bármilyen hihetetlenül is hangzik, de a barlangi túrúnak a barlangtudományok ezen a terén is elengedhetetlenül fontos a kellő jártassága. Idegen országok a megszokottól eltérő égöv alatt fekvő barlangjaiban éppúgy pórul járhat a nem megfelelően felkészült expedíció, mint az, amelyik a megszokott helyen nem figyel fel egy-egy klímaösszetevő alapvető megváltozására (pl. a huzat leállítására egy levegőtlen barlangban).*

A barlangkutatók számára is fontos ez az ismeret, hiszen a mért adatok, mint ahogy erre nem egy példa van, a további feltárások előrejelzésében nyújthatnak segítséget. Ez esetben a vizsgálati módszerek a többéves adatgyűjtésen kívül oly egyszerűek is lehetnek, mint pl. amikor télen, a havas terepen keressük a "kigőzölgéseket", amelyek nagyobb és még ismeretlen barlangok felső járataiból (is) származhatnak.

A barlang klímájára döntő hatással van a bezáró kőzet hőmérséklete: a felszíni hőmérsékletingadozások a talajban, majd a kőzetben gyorsan csökkennek, de az ingadozás csökkenésével fáziskésés is megfigyelhető, tehát a felszíni változások a kőzetben sokkal kisebb mértékben és meghatározott késéssel jelentkeznek. Ahol az ingadozás az eredetinek 4%-a, ott fél év a késés, és 5-30 méteres mélységben az ingadozás már csak 0,01 °C. Ebből következik, hogy a barlangok szokásos mélységében gyakorlatilag nem ingadozik a kőzet hőmérséklete, hanem megegyezik a felszíni évi középhőmérséklettel. A barlangokban ennek ellenére mérhető – tapasztalható hőmérséklet-ingadozás, ami természetesen más okokra vezethető vissza.

### **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 széndioxid-feldúsulás is előfordulhat. A hazai barlangok közül a legismertebb példák az Alba Regia, a Lengyel-barlang és cerszegtomaji-kútbarlang. Az 1 % feletti szén-dioxid-tartalom az arra érzékeny személyeknél már komoly fejfájást, rossz közérzetet okozhat. Ilyen helyeken a karbid lámpa semmiképpen nem mondható célszerű világító eszköznek, tekintve, hogy az az emberénél sokszorosan nagyobb szén-dioxid-termelése mellett itt már gyakran elalszik, nem könnyen gyújtható meg. Ugyanakkor a karbid-lámpa 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 klímáparaméterek (légnomás, szél stb.) csak kevésbé befolyásolják, inkább csak zavarják.

Mérésekkel igazolták azt is, hogy a barlangi huzat a hőmérséklet-különbség növekedésével csak egy bizonyos határig fokozódik, ennek oka a sűrűlő 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 széndioxid feldúsulása miatt.

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

- a. normál (télen befelé húzó)
- b. inverz (nyáron befelé húzó)
- c. mellékbejárat (érdemi szellőzésben nem vesz részt)

Kellő hosszúságú barlang esetén az egymástól távol levő bejáratok egymásra semmilyen hatással nincsenek. Zsombolyok, 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 klímazakaszai**

A barlang levegőjének a hőmérséklete tehát a kőzet 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 lég hőmérsékletének átlaga mindig valamivel a felszín évi átlaghőmérséklete alatt kell lennie, hiszen télen a behúzó légáramlás lehűti a barlangot, míg nyáron a repedéshálózatot 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. Bejárati szakasz, ahol a napi hőmérséklet ingadozás meghaladhatja a napi 1 C°-t. Ez három alszakaszra osztható:
  - a) hűlési (télen melegebb) szakasz
  - b) örvénylési szakasz
  - c) melegebb (kiegyenlítő) szakasz
2. Barlangi szakasz: ahol a hőmérséklet napi ingadozása kisebb 1 C°-nál.

A bejárati szakasz hossza erőteljesen függ a bejárat alakjától, elhelyezkedésétől, s a barlang méretétől. A bejárati szakasz hőmérsékletére döntő hatással lehet a huzattal kapcsolatban már említett hideg levegő "befolyás" amely az olyan helyeken, ahol az évi átlag hőmérséklet 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 fagyponthoz 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 bejáratától 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 megtevesztő 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 felszíni meghaladó értéke, amely a kőzet kismennyiségű nehézfém tartalmának 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! Hazánkban több barlangban is folytatnak a barlangi levegő radontartalmának megállapítására folyamatos nyomdetektoros vizsgálatokat, melyek eszközei a külső tájékozatlan szemlélődő számára egyszerűségükben fogva egy szimpla műanyag pohárnak tűnnek. Ez tehát nem ottfelajtott szemét, és nem kell a barlangból kivinni!



## **BARLANGTERÁPIA (Bajna Bálint, Jakucs László nyomán)**

A Béke-barlang feltárása során a barlangkutatóknak feltűnt, hogy a hideg víz ellenére senki nem betegedett meg, sőt az addig lázas, náthás betegek is meggyógyultak a barlangban. A kutatók tapasztalata alapján szakemberek kezdték vizsgálni a barlang gyógyhatását. Az évek során egyre jobban felismerték a barlangok gyógyhatását előidéző tényezőket. Ezeket a hatótényezőket Jakucs László az alábbi táblázatban foglalta össze:

1.	A bg-i légtér portalansága, toxikus, izgató és egyéb allergiaanyag-mentesség.	Ingerkeltés kizáródása.
2.	A barlangi levegő bakteriális-virális sterilitása.	Újrafertőzés lehetőségének kizáródása.
3.	Penészgombák esetleges antibiotikus produkciója.	Antibiotikum effektus lehetősége.
4.	A bg-i légtér átlagosnál magasabb CO <sub>2</sub> -tartalma.	Légzésmélység fokozódása, anyagcsere-folyamatok meggyorsulása (borogatás).
5.	A 10 C° körüli, föld alatti környezet hűvössége.	Légzésmélység fokozódása, anyagcsere-folyamatok meggyorsulása (borogatás).
6.	A folyamatosan reprodukálódó aeroszol oldott ionjai (pl.: Ca <sub>2</sub> ).	Görcsoldó, gyulladásgátló, nyáloldó fertőtlenítő hatás.
7.	Hőmérséklet-változások hiánya.	Stresszhatások kiküszöbölése.
8.	A jelentősebb légáramlások hiánya.	Stresszhatások kiküszöbölése.
9.	A bg-i levegő magas relatív nedvességtartalma (80-100%).	A szervezet megnyugtatója.
10.	A gyors légköri frontok, elektromos, barometrikus változások hiánya.	Neuroendokrin szabályozás.
11.	A karsztbarlangok megnövekedett radongáz-tartalma (alfa-sugárzás), a felszíni sugárzásokban való szegénysége, Faraday-kalitka hatása.	Biológiai ritmus helyreállítása.
12.	A mozgáshiányos, szokatlan föld alatti környezet, csend, fényszegénység stb. lélektani hatása.	A vegetatív idegrendszer tónusának kiegyensúlyozása.

Természetesen nem mindegyik tényező egyforma hatású. A vizsgálatok már több barlang gyógyhatását kimutatták, és ezekben terápiás kezelések is folynak (Béke-barlang, Abaligeti-barlang, tapolcai Kórház-barlang, Szemlő-hegyi-barlang).

Az eddigi vizsgálatok szerint egyetlen tényező önálló gyógyhatását nem sikerült hitelesen kimutatni, csak a komplex hatás kedvező szerepe bizonyítható egyértelműen.

## A BARLANGOK ÉLŐVILÁGA (Németh Tamás)

*A barlangok élővilága sokkal gazdagabb, mint azt egy laikus gondolná. Több ezer növény- és állatfajt tartanak nyilván, amelyek a barlangban élnek. Természetesen a felszíni élővilághoz képest a barlangok élővilága rendkívül szegényesnek számít.*

**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 barlangi medve.

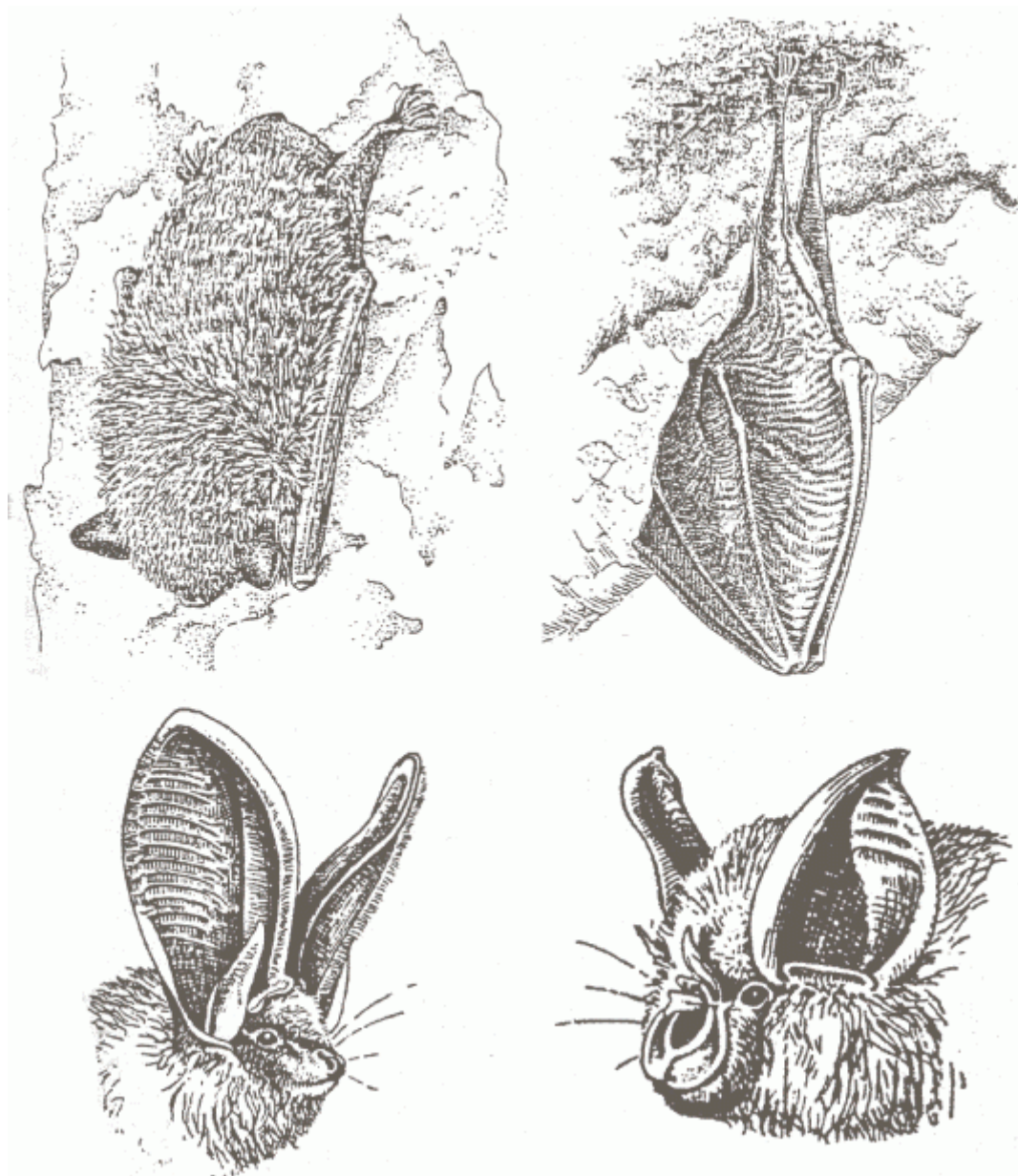
Az állatok egy része gyakran megfordul egy-egy barlangban, ezek egyike-másika életének hosszabb szakaszát rendszeresen barlangban tölti, pl. téli álmat alszik, mint a denevér, amely az egyik legismertebb képviselője a barlangkedvelő állatoknak. Ez az egyetlen repülni is tudó emlősállat. A mellső vétagjának, 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. Szűrületben, 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 rovarevő, így az emberekre teljesen veszélytelenek, csak furcsán csapongó repülésükkel készítenek 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 ébren létük alatt gyorsan felélik a tartalékaikat (70. ábra).

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 kétlábúak is, mint pl. a foltos szalamandra, bár nem mindig élnek túl a látogatást. Érdekes példája a barlangkedvelő állatoknak még a Tapolcai-tavasbarlangban élő fűrgő csele, amely a Malom-tóból a barlangba gyakran beúszik.

Gyakoriak még barlangokban a különféle rovarok, amelyek napközben vagy télire szívesen húzódnak be a barlangokba.

### Barlanglakók (troglóbiontok)

A barlanglakó állatok zömében alacsonyabb rendű fajok, így az egysejtűek a legfajgazdagabbak. A többi faj is a laposférgek, villásférgek, gyűrűs férgek, ízeltlábúak, puhatestűek törzséből kerülnek ki, míg a gerincesek (halak, kétlábúak) 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 szaglászuk rendkívül jó.



**70. ábra: Közönséges és patkósorrú denevér**

Táplálékukat a felszínről bekerült szerves maradványok képezik. Egész életükben keveset mozognak, és sokat éheznek. Az időben egyenletes barlangi környezetben nincsenek "tüzelési" időszakaik, 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.

A szertelen szemét (karbid mész, elem, konzervdoboz stb.) mérgező hatásával ritkítja az érzékeny barlangi élővilágot, ezentúl nem éppen felemelő látványt nyújt. A legkevesebb, amit meg kell tennünk a barlangok védelméért, hogy mindent, amit a barlangba bevittünk, maradéktalanul vigyünk is ki. Különösen vonatkozik ez az élelmiszerekre, mert pl. a barlangban hagyott kenyérmorzsza kiábrándítóan ronda penészfoltokat eredményez néhány hét alatt.

## **ŐSLÉNYEK A BARLANGOKBAN (Bajna Bálint)**

*Az őslénytan (paleontológiai a földtörténeti múlt növény; és állatvilágát kutatja. A barlangok és karsztos üregek kitöltése kedvező körülményeket biztosít az őslénytani leletek felhalmozódásának, akár mint természetes csapdák (pl. a zsombolyok), akár mint a ragadozó madarak és emlősök ételmaradékainak (pl. bagolyköpet), akár mint az ősember "konyhamaradékainak" gyűjtőhelye. Érthető tehát, hogy hazánk őslénytani lelőhelyeinek zöme karsztképződményekhez kapcsolódik.*

Eleinte a barlang talaját felásva kerestek ősi állati-emberi maradványokat és eszközöket. A kutatási módszerek fejlődésével – már tervszerű feltárások során – a különböző színű és korú rétegeket külön-külön tárták fel, és a talált leletek elhelyezkedését, mélységét, helyét is pontosan rögzítették. Később az üledéket aprólékosan átvizsgálták, iszapolták, minden apró maradványt kiszűrve.

A klímaváltozásokkal együtt a barlangok élővilága is változik. A hőmérséklet csökkenésével eltűnnek a melegkedvelő fajok, és megjelenik a hideg környezetre jellemző élővilág.

Egyes állatfajok képviselői máig fennmaradtak a számukra kedvező környezetben, más fajok kipusztultak (pl. mamut, barlangi medve). Régebben a jégkorszakot egyetlen lehülési szakasznak tekintették, de az állati és növényi maradékok részletes elemzése alapján egyre több lehülési és felmelegedési (glaciális és interglaciális) szakaszt különböztetnek meg. A klíma finom változásainak nyomon követésére legalkalmasabb az apró rágcsálók fogmaradványainak vizsgálata. Ezek alapján az ősemberi emlékeink korát, életkörüzetét is pontosabban lehet meghatározni.

Hazánk legidősebb – alsó pliocén – barlangi maradványai a Vértes-hegységben levő Csákvári (Esterházy-barlangból) kerültek elő.

A Beremendi-rög és az Esztramos-hegy karszthatadékaiból és barlangjai pliocén - pleisztocén korokból származó maradványokat tártak fel. A középső pleisztocén sokáig kevésbé ismert szakaszának emlékeit a Tar-kői-kőfülke, a Lambrecht Kálmán-bg, az Upponyi 1. sz. bg., a Jankovich-bg, valamint a Solymári-ördöglyuk ásatásaiból ismertük meg. Az utolsó lehülési szakasz és az azt követő holocén időszak emlékei a répáshutai Poros-lyukból, a Petényi-barlangból (Pest-kő), a Rejteki-kőfülkéből kerültek napvilágra.

## RÉGÉSZET (Bajna Bálint)

*Az ősember előszeretettel kereste fel az időjárás viszontagságaitól védett barlangokat. Fegyvereit, szerszámaikat, ételmaradékát a barlang talaján szétszórva hagyta, amit azután belepett a föld, megőrizve számunkra az értékes információkat tartalmazó "szemetet". Természetesen a barlangban könnyebben találkozhatunk célzott ásatásokkal a múlt emlékeivel, mint a szabad ég alatti tanyák nyomaival a szerencse segítségével. Ezért érthető, hogy miért olyan fontosak a szakszerű barlangi ásatások.*

Mi a döntő az ősi kultúra meghatározásában? Az életforma, a vadászat iránya-módja, és az ezekhez tartozó szerszámok. Ruhájuk, sok-sok használati tárgyuk nyomtalanul elporladt, de zsákmányuk csontmaradványaiból, megmaradt eszközeikből következtetni tudunk életmódjukra. Minden korszaknak, kultúrának, népességnek más-más a szerszámkészlete, így ezek kultúra- és korszakhatározóak. A kőszerszámok egy-egy jellemző összességét iparnak nevezzük.

Az ősember a mostanit 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 lehülések 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 (őskor) nevezik az ebben az időszakban pattintással készített kőeszközök után.

Az alsó paleolitikumból az ember elődjének (homo erectus) táborá hazánkban nem barlangból került elő, hanem a vértesszőlősi, egykori meleg források mésztufájából. Előemberünk 350 ezer évvel ezelőtt 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 örömeire 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 bükki Lambrecht Kálmán-barlangban megfordult az ősember. Tábortüzeiben megégett állatsontok társaságában néhány nem jellegzetes kőeszköz maradt utána.

A jégkorszak utolsó, legerősebb lehülését, a Würm-korszakot közvetlenül megelőző interglaciális korszakban egy "demográfiai robbanás" zajlott le. Megsokasodtak az egymástól különböző, életmódban, eszközkészítésben eltérő kultúrák. Ez az első vadász népek 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, kőécek, 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 lehülő 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-szíklaüregből, a Szeleta-barlang alsó kultúrrétegeből. A Bűdös-pestben talált nagyszámú kőszilánk eszközkészítő műhelyükre utal.

A Dunántúlon is élt neander-völgyi ősember. Egyikük a budapesti Remete-felső-barlangban ott is hagyta a fogát. Az ugyancsak mousterien típusú Jankovich-kultúra nevét legjelentősebb lelőhelye, a Jankovich-barlang után kapta megkülönböztetésül a bükki mousterientől. E kultúra emlékei ismertek még a Pilisszántói-kőfülkéből, a Szelim-lyukból, a pilisi Bivak-barlangból és a Kis-kevélyi-barlangból.

A híres Szeleta-kultúra valószínűleg a Bükk-hegységi mousterienből helyben alakult ki. Az alsó rétegben talált, kétoldali megmunkálású, nagyjából levél alakú hegyek egyenes ági fejlődést mutatnak a felső réteg klasszikus, finoman megmunkált, hosszú babérlevél alakú lándzsahegyeivel összevetve.

A szerves anyagok maradványainak kora (pl. a tábortüzek faszene) radiometrikusan, azaz C-14 vizsgálattal elég pontosan meghatározható. Így határozták meg a felső réteg korát, ami 32.500 évesnek bizonyult. A Szeleta-kultúra népének valószínűleg átmeneti tanyája volt a Balla-barlang és a Három-kúti-barlang. A Szeleta-kultúrával közel azonos időszakban az utolsó eljegesedést megszakító enyhe időszakban (Würm 1-2 interglaciális) a Bükk-hegység túloldalán a talán még szűkebb elterjedésű Aurignaci (ejtsd: orinyáki) kultúra cro-magnoni (ejtsd: kro- manyoni) embertípusa vadászott.

Az Aurignaci kultúra a kései paleolitikum kezdetén virágzott. A párhuzamos élő, pengeszerű kőeszközök és a finoman megmunkált csonteszközök a fő jellemzői. Legfontosabb és igen gazdag lelőhelyének az Istállós-kői-barlangnak idősebb (alsó) rétegeből a közép-európai Aurignaci-kultúra hasított alapú csont lándzsahegyei és apró csonthegyei kerültek elő. Ezek az apró csonthegyek a nyíl használatának legkorábbi, mintegy 36 ezer éves bizonyítékai. Érdekes, hogy a 6000 évvel későbbi, felső kultúrréteg népe egészen máshonnan érkezett, és mégis éppen ebben a barlangban telepedett meg. Hasonlóságuk ellenére a régészek közép-európai Aurignaci-II-nek nevezik, jelezve, hogy azért az eltérések is elég jelentősek. Finoman kidolgozott, "retusált" kőeszközök mellett ők is használtak csonteszközöket, de inkább a csontból faragott, csiszolt nagyméretű lándzsacsúcsok a fő jellemzőjük. Vadászszákmányuk elsősorban erdei vadakból állt.

Az ősember korának legvégén tartunk, a jégkorszak legutolsó, leghidegebb periódusában, 10-12 ezer évvel ezelőtt. Hazánk területén tundrai éghajlat uralkodik, a síkságokon nagy rénszarvascsoportok vándorolnak. Eltűntek a kőlándzsák, csontdárdák

vadászok. Egészen más nép él a fagyos földön. A homo sapiens Gravetti kultúra embere már sátrakat állít, és a rénszarvascsordák közelében a síkságokon él. Egy részük, a "barlangi eszkimók" azonban barlangjainkat is fölkeresték. Kevésféle kőeszközt használtak, és ezek mérete is erősen összezsugorodott. Nevüket is az apró "mikrogravett" nyílhegyekről kapták. Változatos, nagymennyiségű használati tárgyaik túlnyomórészt elporladtak. Valószínűleg nagyon hasonlóan éltek az eszkimókhoz vagy az indiánokhoz. A Dunántúl barlangjaiból kerültek elő a nyomaik, eszközeiket gyakran a Jankovich-kultúra eszközeivel összemossódva találták meg.

Az ez idáig legjelentősebb lelőhely a Pilisszántói 2. sz. kőfülke leletanyagát a régészek újabban inkább a Gravetti kultúrát megelőző, felszíni ásatásokból megismert Sárvári (Lascauxi) kultúrához sorolják.

A neolitik (újabb kőkor) embere már csak ritkán kereste fel a barlangokat. Már növényt termeszt, állatokat tenyészt, agyagból hőálló edényeket készít.

Mintegy 5000 évvel ezelőtt a bükki 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 cserépedényeket is ismerjük.

A későbbi korok emlékeivel csak elvétve találkozunk barlangjainkban. Háborúk alkalmával néha itt kerestek menedéket a környék lakói (Szelim-lyuk). Gyakran állatok szálláshelyül használták a barlangokat (Istállós-kő).

## MAGYARORSZÁG BARLANGJAI (Takácsné Bolner Katalin)

Magyarországon a karsztosodásra alkalmas karbonátos kőzetek az ország felszínének csupán 1,5%-át alkotják. A karszterületek kis kiterjedése ellenére hazánkban jelenleg több mint 3100 barlangot tartunk nyilván, közülük azonban csak 77 éri el a 200 m-es, és csupán 27 az 1 km-es hosszúságot. A karszterületek középhegységi jellegéből adódóan barlangjaink függőleges kiterjedése sem jelentős: az 50 m-es mélységet 70 barlang éri el, s csupán három mélyebb 200 m-nél.



### A térképvázlat jelmagyarázata:

1. A Keszthelyi-hegység dolomitkarsztja; 2. A Balaton-felvidék mezozoós karsztjai, beleértve a Tapolcai-medence északi felének szarmata mészkőtérzszíneit is; 3. A Déli-Bakony karsztja; 4. Az Északi-Bakony karsztja; 5. A Vértes főként triász-dolomitból álló karsztja; 6. A gerecse-vidék mezozoós karsztja, beleértve a Zsámbéki-medence szarmata mészkővonulatát is; 7. A Pilis triász mészkőkarsztja, Pomázi mésztufa-fennsíkkal; 8. A Budai-hegység főként hidrotermális karsztjai, az ide kapcsolódó szarmata mészköves Tétényi-fennsík és a Pesti-síkság kisebb fajtamészkő foltjai; 9. A Fertő melléki lajtamészkő karsztok; 10. A Mecsek karsztjai; 11. A Villányi-hegység karsztjai és a Beremendi-karsztrög; 12. A dél-börzsönyi lajtamészkőkarszt (Szokolai-medence, Törökmező); 13. A Cserhát-vidék mészkőrögei (Naszály, Romhányi-hegy, Csóvári-hegy); 14. A Bükk karsztjai az Upponyi-röggel; 15. Az Aggteleki-karsztvidék, kibővíve a Rudabányai-, a Szalonnai és a Szendrői-rögek mészkő területeivel.

Barlangjaink között a "klasszikus" karsztbarlangok a karszterületekre érkező patakok vizét mélybe vezető víznyelőbarlangok; a karsztvízszint közelében kialakuló, közel horizontális patakos barlangok; a karsztvizeket ismét felszínre juttató forrásbarlangok és a gyakorlatilag csak függőleges kiterjedésű aknabarlangok, azaz zsombolyok. Ezek mellett világviszonylatban is jelentős azoknak a barlangoknak a száma, melyeknek kialakulásában hévizeink játszottak jelentős szerepet. Széles körű elterjedésük a karszthegységeink előterében több száz méter mélységbe zökkent karbonátos tömegekben a világátlagot jóval meghaladó geotermikus gradiens hatására kialakult regionális karsztvízáramlási rendszerekkel magyarázható. E vízarámlási rendszereknek a természetes megcsapolási pontjait a helységperemeken a vízzáró üledékek alól felszínre bukkanó karbonátos hegyrögök jelentik. Az itt feltörő melegvizet általában keverednek a csatlakozó nyílt karszterületek leszálló, hideg karsztvizével is; "hévizes" barlangjaink kialakulását és sajátos formakincsét a keveredéskor fellépő erős korróziós hatásra vezetjük vissza.

Hazánk egyik legjellegzetesebb karszterülete az Aggteleki-karszt, melynek fő tömegét középsőtriász, ún. wettersteini mészkő alkotja. E területen jelenleg 275 barlangot tartunk nyilván, köztük az ország leghosszabb, legismertebb és legrégebben kutatott barlangját, a közel 25 km hosszúságú Baradla-Domica barlangrendszert, amelynek 18,8 km-es szakasza esik Magyarország területére. E rendszer 22 km<sup>2</sup>-nyi terület vizeit vezeti víznyelőkön át a Jósua-völgy völgyfőjében fakadó forrásokhoz. Impozáns méretű, változatos formájú és színezetű cseppkövekkel gazdagon díszített Fő-ágán azonban ma már csak áradások alkalmával folyik végig a barlangi patak, az év többi részében a Baradla alatt kialakult Alsó-barlang vezeti a vizeket. Ezt eddig 1 km-es hosszúságban sikerült feltárni. A barlang jelentős régészeti lelőhely is: cseréptöredékek és csontmaradványok zréi, egykori cölöpépítmények és tűzhelyek maradványai, valamint különböző használati eszközök tucatjai tanúskodnak arról, hogy a bejárati szakaszok már a neolitikum emberének is tanyahelyül szolgáltak.

A környék további jelentős patakos barlangjai csak az ötvenes évek sikeres feltáró kutatásainak eredményeként váltak ismertté. Hazánk harmadik leghosszabb barlangját a Béke-barlangot a tudományos kutatás már "előre jelezte": a víznyomjelzések kimutatták ugyanis, hogy a Jósfa-forrásból csupán 400 m-re fakadó Komlós-forrás egy független nagy barlang vizét vezeti a felszínre! E kisebb vízgyűjtőjű barlang folyosói keskenyebbek, cseppkődszes főágát helyenként teljes szélességében kitölti és hófehér mésztufagátakkal lépcsőzi a föld alatti patak. Gyógyhatású levegőjét asztmás betegek kezelésére használják.

A terület harmadik leghosszabb barlangját, az égerszögi Szabadság-barlangot ugyancsak egy víznyelő kibontásával, míg a jósvafői Kis- és Nagy- Tohonya-források barlangjait, a Vass Imre- és a Kossuth-barlangot a forrásszájak omladékzónájának áttörésevei sikerült feltárni. A víznyomjelzések alapján ezekhez még jelentős ismeretlen szakaszok kapcsolódhatnak, de az 1 km-es Vass Imre-barlang mögött feltételezett 5 km-nyi rendszer megismerését hatalmas omladékzóna, míg a 800 m-es Kossuth-barlang továbbkutatását 30 m mélységet is meghaladó szifon (vízzel teljesen kitöltött járatszakas) hátráltatja. A terület "legújabb" barlangja az ugyancsak Égerszög határában nyíló, s 1983-ban 1,3 km hosszban feltárt Danca-barlang, amelynek érintetlen szépségű belső szakaszát a természet szintén állandó vízü kis szifonnal védi.

Az Alsó-hegy tövében fakadó nagy karsztforrásokhoz tartozó feltételezett patakos barlangrendszerek zömében azonban sem a források, sem a víznyelők felől nem sikerült még bejutni. E terület legnagyobb kiterjedésű ismert barlangja a jelenleg 650 m hosszúságú, lépcsőzetesen mélyülő Meteor-barlang, amelynek alsó részén található az ország egyik legnagyobb barlangterme, a 90 m hosszú, átlag 30 m széles, hatalmas állócseppkövekkel és oszlopokkal díszített Titánok csarnoka.

Az Alsó-hegy fennsíkjának jellegzetes barlangtípusát képviselik a zsombolyok. A fennsík Magyarországhoz tartozó részén jelenleg 44 zsombolyt ismerünk, a legmélyebb közülük az országhatár mellett nyíló Vecsem-bükki zsomboly, amely párhuzamosan elhelyezkedő, viszonylag nagy keresztmetszetű aknákból álló rendszerével sokáig az ország legmélyebb barlangjának számított (235 m). 90 m-es, cseppkődszes középső aknája az ország legnagyobb egybefüggő barlangaknája.

A 100 m-es mélységet egy további zsomboly haladja meg: az ugyancsak párhuzamos aknasorokkal jellemezhető, 151 m mélységű Szabó-pallagi zsomboly. A legutóbbi évek feltáró kutatásainak eredménye a Baradla-barlang fölött, attól csupán 400 m távolságban nyíló Baradla-tetői zsomboly, melyet jelenleg 87 m mélységig ismerünk.

Melegvizes behatást tükröző üregrendszerek az Aggteleki-karszton is előfordulnak. Legszebb képviselői a Rákóczi-barlangok, melyek a bódvarákói Esztramos-hegyen tárultak fel az itt folyó bányaművelés következtében. Meleg vizes hatásra vallanak a Bódvaszilás mellett nyíló Rejtek-zsomboly falait rendkívül gazdagságban borító korall- és gombaszerű borsókókviválások is.

Hazánk barlangokban leggazdagabb karszterülete a zömében szintén triász, üledékes kőzetekből felépülő Bükk, ahol jelenleg 852 barlangot tartunk nyilván. A Bükk barlangjainak kutatása a nagy fosszilis forrásszájak régészeti ásatásával kezdődött meg a század elején. A zömmel egyetlen hatalmas bejárati csarnokból álló barlangok majd mindegyike szolgáltatott több-kevesebb paleolitikus leletanyagot. Közülük a legismertebbek a Nagy-fennsík nyugati peremén nyíló Istállóskői barlang és Peskő-barlang, az aurignaci kultúra emlékeivel a Lillafüred melletti Szeleta-barlang, amely tipikus kőeszközeivel a „szeleta” kultúra névadójává vált; valamint a Déli-Bükkben, Cserépfalu határában nyíló Subafyuk, ahol a Mousterien kultúra leletei mellett ősemberi koponya maradványok is előkerültek.

A Bükk legnagyobb víznyelőbarlangjai a Nagy-fennsík északi részén, a nem karsztosodó agyagpala és vulkanittömegek közé ékelődő triász mészkőszáv peremén sorakoznak. Részben a Nagy-és Kisfennsíkot elválasztó Garadna-völgy forrásaihoz, részben pedig a Lillafüred környékén fakadó forrásokhoz vezetik le a vizeket. E barlangok kutatása az 1950-es évek óta folyik változó szerencsével; a többnyire csak időszakosan aktív, aknasoros nyelőszakasz alatti, közel vízszintes vízvezető járatokat eddig hét barlangban sikerült jelentősebb hosszban feltárni. Közülük három – a 3 km hosszúságú és 166 m mélységű Létrás-tetői barlang (vagyis az újonnan összekötött Szepesi-Láner Olivér barlangrendszer), valamint a 4,5 km-es hosszával a Bükk leghosszabb és 250 m-es mélységével Magyarország legmélyebb barlangjának számító István-lápai barlang – feltehetően egyetlen, hatalmas, összefüggő rendszert alkot. Az ismert részek között húzódó még feltáratlan szakaszokat kiterjedt, mély szifonok zárják el a kutatók elől. E rendszer legalsó tagja a Szinva völgyében, az országút mellett nyíló kisebb Szent István-barlang is, melynek cseppkődszes, kiépített szakasza a bükki kirándulások kedvelt célpontja.

A Garadna-forrás rendszeréhez tartozó legnagyobb kiterjedésű ismert barlang a 2 km hosszúságú Bolhási víznyelőbarlang. Ettől csupán 400 m-re nyílik a 906 m hosszúságú hasadékjellegű Jávorkúti víznyelőbarlang. A két barlang végponti zónái mintegy 130 m-re közelítik meg egymást. A 70-es éves jelentős kutatáseredményei közé tartoznak a Bükk legnagyobb dolomitban kialakult barlangjának, a 163 m mélységű tekenősi Fekete-barlangnak, valamint a Bánkúton található, 153 m mélységű Diabáz-barlangnak a feltárása. Az utóbbi elnevezését arról kapta, hogy benne több helyen tanulmányozható a mészkő és a vulkanikus eredetű, nem karsztosodó diabáz kőzethatára. A Fekete-barlanghoz hasonlóan dolomitban keletkezett az 1994-ben 191 m mélységig feltárt Jáspis-barlang.

A Garadna-völgy északi oldalán emelkedő Kis-fennsík mészkőtömegében található számos barlang közül egy sem éri el az 1 km-es hosszúságot. E kisebb barlangok közül legismertebbek a Kecse-lyuk időszakos forrásbarlangja, a barlangi medve maradványairól híres Kőlyuk, valamint a Bükk legtágasabb barlangtermét rejtő Szamentu-barlang.

A Nagy-fennsík délnyugati előterében kialakult víznyelősor legjelentősebb tagja a 128 méter mély Pénz-pataki víznyelőbarlang. Végpontját állandó szifon zárja le, melynek vízszintje egy éven belül akár 42 m-t is változhat. A déli-bükki Odor-hegy oldalában nyílik az érintetlen szépségű cseppkőképződményeiről, tágas termeiről híres Hajnóczy-barlang, melynek hossza a hetvenes évek elejétől folyó rendszeres kutatások eredményeként már meghaladja a 2 km-t. A hegység nagy karsztforrásaiból kiváló forrásmészkőtömegek lerakódásuk során gyökerek és egyéb növénymaradványok bekéregzésével kisebb-nagyobb üregeket, ún. mésztufabarlangokat zártak körbe. A legtöbb ilyen barlang Lillafüreden ismert, ahol a Szinva-patak vizesése által lerakott mésztufadomb belsejének üregeit a mesterséges áttörésekkel kialakított Anna-barlang fűzi fel összefüggő rendszeré.





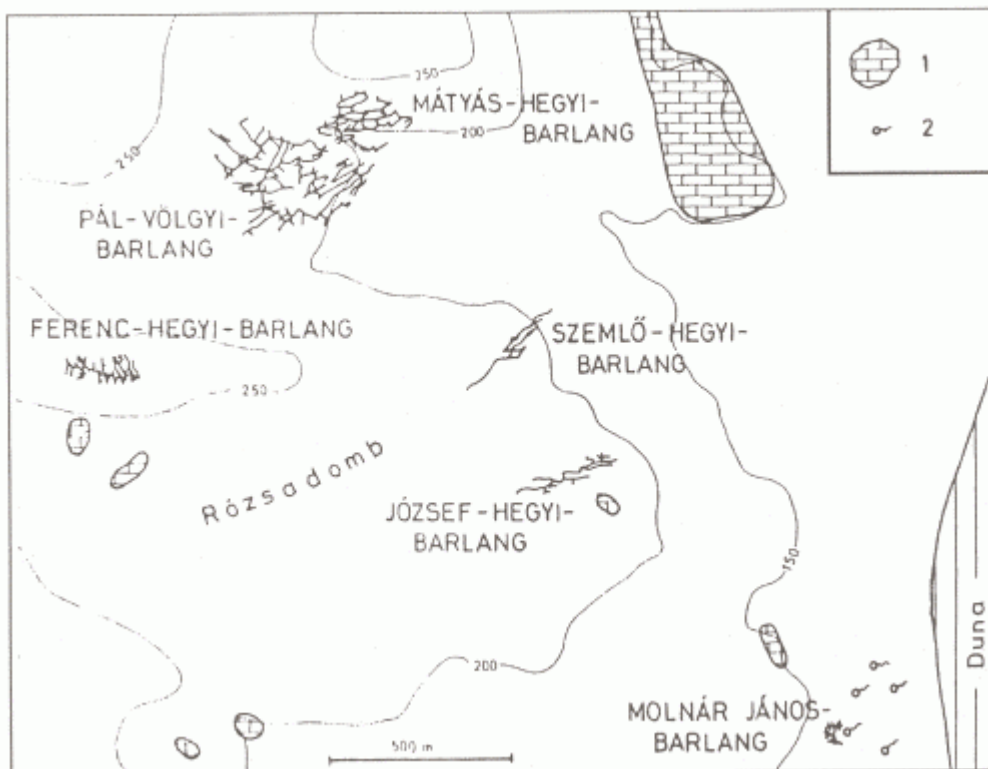
A Bükk délkeleti előterében kialakult termálkarsztos vízáramlási rendszer természetes megcsapolási pontja Miskolctapolcán található, amelynek neve is a hegy lábánál fakadó melegforrás-csoportra utal. Itt, a langyos vízű tavakkal kitöltött Miskolctapolcai tavasbarlangban az ötvenes évek óta közkedvelt barlangfürdő működik.

Az Északi-középhegység többi tagja túlnyomórészt miocén vulkanitokból és törmelékes üledékekből áll. E képződményekben általában csak kis tektonikus hasadékbarlangok, kimállott odúk, sziklaereszek fordulnak elő. A legnagyobb, nem karsztosodó kőzetben kialakult barlangunk a Mátrában az ágasvári Csörgő-lyuk 230 m hosszúságú, omladékos hasadékrendszer.

A Cserhát nyugati elvégződésénél, a Naszályon ismét felszínre bukkanó triász mészkőtömeg rejt hazánk negyedik legmélyebb barlangját, a lépcsőzetesen mélyülő, meglehetősen szűk, 171 m mélységű Naszályi víznyelőbarlangot.

A Dunántúli-középhegység északkeleti tagjaira a melegvizes kialakulású, illetve ilyen hatást is tükröző barlangok nagy aránya jellemző. Hazánk legnagyobb melegvizes eredetű barlangrendszerei a Budai-hegységben találhatók, ahol a jelenleg nyilvántartott 160 barlang többségét a kőbányászat tárta fel századunk első felében. A barlangokban leggazdagabb körzet a Szépvölgy-Rózsadomb térsége, melynek hálózatos alaprajzú, labirintusszerű nagy barlangrendszerei eocén mészkőben oldódtak ki.

Közülük a legnagyobb az 1904-ben megnyílt Pálvölgyi-barlang. Össz hossza az 1980-as évek kutatásainak eredményeként 1994-re már meghaladja a 11,6 km-t. A jellegzetes üstös oldásformákkal díszített, hasadékjellegű járatrendszerben a barlangot egykor kitöltő melegvizek ásványlerakódásai és a cseppkövek egyaránt megtalálhatók. Kiépített bejárati szakasza évtizedek óta



a főváros kedvelt kirándulólhelye. Északkeleti végpontjait már csupán egy omladékszöveg választja el a szomszédos kőfejtőben nyíló, közel 5 km-es Mátyás-hegyi barlangtól, amely tágas folyosóival, a karsztvízszintig lenyúló, többszintes hasadékaival a budapesti barlangkutatók "iskolabarlangja".

A Szemlő-hegyi barlang és a Ferenc-hegyi barlang a Rózsadomb kezdődő beépülése során, az 1930-as években tárult fel. Ezek voltak az első olyan budai barlangok, melyeknek jellegzetes ásványegyüttese – szőlőfürtökre emlékeztető borsókövek, "karfiolok", kalcitlemezek, gipszkiválások – alapján már felismerték meleg vizes eredetét. Az ilyen ásványkiválásokban leggazdagabb a József-hegyi barlang, amely csupán 1984 óta ismert. Ennek tágas, fő járatszintjét hófehér gipsz, borsókő és törekeny, tús aragonitkristályok tömege borítja, további ritkaságként több dm-es "gipsztörök", csavarodó gipszvirágok és hajszálvékony gipszszálak is előfordulnak itt.

A hegység egyetlen jelentősebb kiterjedésű aktív meleg vizes barlangja a szintén a Rózsadomb tövében található Molnár János-barlang, melynek víz alatti járatait a könnyűbúvárok eddig 400 m-es hosszúságban tárták fel.

A Solymár község határában nyíló Solymári-ördöglyuk az egyetlen, természetes bejáráttal rendelkező budai nagybarlang, amely triász dachsteini mészkőben alakult ki. Ugyancsak ez a befoglaló kőzete a Hárs-hegy csúcsán nyíló Bátor-barlangnak, amelyet bejárat csarnokának régészeti leletei alapján már a neolitikum emberei is ismertek. A formagazdag kis barlang különös kultúrtörténeti ismereti érdekessége, hogy a középkorban egyes járataiban magas vas-, sőt némi ezüst- és aranytartalmú ásványtelérek bányászata folyt.

A budai Vár-hegy felszíne alatt húzódó Vár-barlang ugyancsak speleológiai s egyben kultúrtörténeti különlegesség: ennek eredeti kis barlangüregeit a melegforrások által lerakott édesvízi mészkő alsó szintjébe oldotta bele a források egy fiatalabb generációja. Ezeket a középkorban pincékké bővítették, majd a második világháború előtt légvédelmi célból összefüggő, több km-es labirintusrendszerre alakították.

A triász karbonátokból felépülő Pilisben jelenleg 226 barlangot ismerünk, azonban a leghosszabb, a Klastrompuszta mellett nyíló Legény-barlang sem éri el közülük az 500 m hosszúságot. A hegység legnevezetesebb barlangja a Dorog határában, kőfejtés során feltárt Sátorkö-pusztai barlang, melynek kb. 300 méter össz hosszúságú rendszere gyöngyszerűen összekapcsolódó gömbfülkéből áll. Egykor gazdag, a József-hegyi barlangéhoz hasonló ásványegyüttesét a felfedezés óta eltelt 40 év alatt az ismétlődő feltérések következményeként szinte teljesen kifosztották.

A Gerecse karsztos fő tömegét ugyancsak triász-karbonátok alkotják. Itt a nyilvántartott barlangok száma meghaladja a 300-at, de az erősen összetört, medencékkel tagolt karszterületen sem nagyobb barlangrendszereket, sem aktív vízvezető barlangokat nem ismerünk. Két legnagyobb barlangja a Tatabánya mellett nyíló, bonyolult szerkezetű, s levegőjének rendkívül magas CO<sub>2</sub>-tartalmáról hírhedt Lengyel-barlang, valamint a hegység központi részén található, s egykor több tízezres denevérkolóniáknak tanyahelyet biztosító Pisznice-barlang. Ezek hosszúsága meghaladja az 500 m-t, formaelemeik a keveredő meleg és hideg vizek korróziós hatását tükrözik.

A hegység legmélyebb barlangját Tatabánya mellett a kőbányászat nyitotta meg: a 115 m mélységű Keselő-hegyi barlang hasadékjellegű aknáinak és termeinek falán szép, aragonitból álló kristálycsoportok figyelhetők meg. A Gerecsében számos régészetileg kiemelkedő barlang is található, közülük a legismertebbek a Tatabánya feletti Szelim-lyuk impozáns méretű, felszínre szakadt sziklacarnoka és a bajóti Öreg-kő melegvizes kialakulású Jankovich-barlangja.

A melegforrás-tevékenység jellemezte a Tata-Bicskei-árok üledékeiből sasbércszerűen kiemelkedő tatai Kálvária-domb térségét is. Az itt található 260 m-es Megalodus-barlang elnevezését a falain kipreparálódott kagylókövek tömegéről kapta. Az Angyal-forrási és a Tükör-forrási barlangok cementált oligocén kavicsban kifejlődött járatai az elmúlt évtizedek karsztvízszint-süllyesztése miatt váltak szárazzá.

A túlnyomórészt triász-dolomitból felépülő Vértes-hegységben a kőzetanyag karsztosodásra kevésbé hajlamos volta miatt csak kevés és kisméretű barlang alakult ki. Az itt nyilvántartott 72 barlang közül a legjelentősebb a Gánti-barlang 106 m össz hosszúságú, inaktív forrásjárat-rendszere, valamint az európai híró őslénytani lelőhelyként számontartott, 90 m-es Csákvári-barlang.

A Dunántúli-középhegység délnyugati része hazánk barlangokban második leggazdagabb karszterülete. Itt a mezozoos karbonátok mellett jelentős a nem karsztosodó kőzetek aránya is. 580 nyilvántartott barlangjának zöme kis kiterjedésű, inaktív, feltöltődő-pusztuló üreg.

Az Északi-Bakony legnagyobb ismert barlangrendszere a vékony lösztakaróval borított Tési-fennsíkron található Alba Regia-barlang, amely jelenleg 2,5 km-nél hosszabb és 200 m mély. Időszakos víznyelőkhöz kapcsolódó, s az alsójura mészkőreteg dőlését követő, lapított szelvényű főfolyosói lépcsősen egymás mellett elhelyezkedő emeletet alkotnak, alsó szakaszainak továbbkutatását a magas CO<sub>2</sub>-tartalom nehezíti.

Az elmúlt 20 év kutatásai során bebizonyosodott, hogy a Tési-fennsík számos időszakos víznyelője folytatódik ember számára is járható méretű barlangban. E zömmel csak függőleges ismert kiterjedésű, jellegzetesen aknasoros üregrendszerek itt zomboly megnevezéssel szerepelnek. Közülük a 100 m-es mélységet: három – a Csengő-zomboly (134 m); a Jubileumi-zomboly (121 m) és a 105 m mélységű Háromkürtő-zomboly – haladja meg. A Déli-Bakony Ny-i végét alkotó Keszthelyi-hegység legújabb gyöngyszeme a Csodabogyós-barlang, amelynek monumentális, 120 m szintkülönbségű hasadékrendszerét a felfedezés, 1991 óta már közel 3 km hosszúságban sikerült feltárni.

A Keszthelyi-hegység délnyugati peremén található, s a kutatás során 51 m mélységben megnyílt Cserszegtomaji-kútbarlangot a triász-dolomit és a vízzáró pannon homokkő réteghatárán oldották ki az egykor feltörő meleg vizek. A barlang 2,3 km-es, dolomitporral kitöltött, vízszintes labirintusa voltaképpen az ősi karsztos dolomitfelszín homokkő-negatívját őrizte meg számunkra. E melegforrások jelenlegi feltörési pontja a hegység lábánál lévő, s gyógyhatásánál fogva nemzetközi híró Hévízi-tó 38 m-es vízmélységben nyíló Forrás-barlangja. A homokkőben kialakult, közel szabályos gömb alakú forrásteremben közvetlenül tapasztalható a termális és a hideg karsztvizek keveredése: a terem alját alkotó iszapnyereg nyugati oldalán 40 C°-os keleti oldalán 17 C°-os vizek tömnek fel.

A három hegység rész közé ékelődő Tapolcai-medence szarmata mészkőjében a feltörő langyos, meleg és a hideg karsztvizek keveredése labirintusszerű, horizontális járatrendszerek kialakulását eredményezte. Az idegenforgalom számára

részben kiépített Tapolcai tavasbarlang ismert hossza meghaladja a 2 km-t: a hajdan nagyrészt a víz alatt húzódó járatrendszer zöme – az innen mintegy 25 km távolságban évtizedeken át folyó bauxitbányászat vízkimelése miatti jelentős karsztvízszint csökkenés következtében – napjainkra szárazra került.

A barlang É-i végpontjától immár csupán 60 m távolságra húzódik a városi kórház alatt elhelyezkedő, évtizedek óta asztmás betegek gyógykezelésére használt Kórház-barlang labirintusa, amelynek hossza az elmúlt évek sikeres feltárásainak eredményeként megközelíti az 1,5 km-t.

A Mecsek 30 km<sup>2</sup>-nyi, zömmel triász-ból származó karszterületein 89 barlang található. Forrásbarlangjainak nagy szerepe van a környék vízellátásában (Tettye-forrás, orfűi Vízfő-forrásbarlang, mánfai-kőlyuk). A hegység legnagyobb barlangja már a múlt században látogatott és kutatott, 1750 m hosszú Abaligeti-barlang.

Az ország legdélebbi hegyvonulata zömmel triász-dolomitból, jura és kréta mészkövekből felépülő Villányi-hegység, amelynek legértékesebb barlangjai a hegység előterében emelkedő Beremendi-rög meleg vizes eredetű, s részben ma is langyos karsztvízzel kitöltött üregei, valamint azok a kis villányi hasadékbarlangok, melyeknek üledékeiből korhatározó jelentőségű gerinces maradványok kerültek elő.

A hegység legnagyobb barlangja, a Beremendi kristálybarlang 1984-ben tárult fel a kőbányászat során. A 700 m összhosszúságú, szövevényes térlabirintus sajátos formaelemeivel, ritka ásványokat is tartalmazó, gazdag kristályképződményeivel és őslénytani leleteivel egyaránt előkelő helyet foglal el Magyarország barlangjai között.

Az 1977-ben nyilvántartott 1314 barlanghoz képest a jelenleg ismert 3166 mintegy 260%-os növekedésnek felel meg. Ez részben a szisztematikus területi feldolgozások, részben a feltáró kutatások eredménye. Az elmúlt tíz év alatt felfedezett új járatszakaszok és új barlangok – köztük, mint láttuk, több száz, néhol több ezer m-es rendszerek – együttes hossza meghaladja a 30 km-t. Mindezek arra vallanak, hogy barlangjainkat – melyek kivétel nélkül védett természeti értékeink közé tartoznak – még korántsem ismerjük teljes számban és terjedelemben.

### MAGYARORSZÁG NYILVÁNTARTOTT BARLANGJAINAK HEGYSÉGENKÉNTI MEGOSZLÁSA (1994. évi adatok)

Aggteleki-karszt	275	Alpokalja	19
Bakony	740	Börzsöny-Cserhát-Karancs	33
Budai-hegység	177	Bükk	852
Gerecse	322	Mátra	53
Mecsek	89	Naszályi-rög	23
Pilis	226	Szentendre-Visegrádi-hegység	24
Velencei-hegység	5	Vértes	90
Villányi-hegység	41	Zempléni-hegység	197
		<b>Összesen</b>	<b>3166</b>

### MAGYARORSZÁG LEGHOSSZABB ÉS LEGMÉLYEBB BARLANGJAI (1994-es adatok)

#### Leghosszabbak:

1.	Baradla-Domica barlangrendszer	24 816 m
2.	Pál-völgyi barlang	11 450 m
3.	Béke-barlang	6408 m
4.	Mátyás-hegyi barlang	4 862 m
5.	József-hegyi barlang	kb. 4 800m
6.	István-lápai barlang	4 500 m
7.	Ferenc-hegyi barlang	4 000 m
8.	Szabadság-barlang	3 319 m
9.	Budai Vár-barlang	kb. 3 300 m
10.	Csodabogyós-barlang	kb. 3 000 m

#### Legmélyebbek:

1.	István-lápai barlang	250 m
2.	Vecsem-bükki-zsomboly	235 m
3.	Alba Regia-barlang	200 m
4.	Jáspis-barlang	190 m
5.	Naszályi víznyelőbarlang	171 m
6.	Szepesi-Lahner barlangrendszer	166 m
7.	Fekete-barlang	163 m
8.	Diabáz-barlang	kb. 153 m
9.	Szabó-pallagi-zsomboly (Baglyok szakadéka)	151 m
10.	Csengő-zsomboly	134 m

## A MAGYAR BARLANGKUTATÁS TÖRTÉNETE (Dr. Dénes György)

*A barlangokat az őskor óta mindig számon tartották az emberek, mert egy tágas barlang jó tanyahely lehetett, de védelmet nyújtott az időjárás viszontagságaival meg emberek és állatok támadásaival szemben is. Mint ahogy számon tartják a barlangokat napjainkban a hegyeket, erdőket járó emberek, favágók, vadászok, pásztorok is.*

A nagy kelet-európai síkságról érkező honfoglaló magyarságnak nem volt külön szava a barlang megjelölésére, hisz ahonnan jött, ott hegyek és barlangok nemigen fordulnak elő. Ezért körülírva kőlyuknak, kőodúnak, ha tanyázásra alkalmas volt, kőszármának, ha állatokat tartott benne, kőistállónak nevezte, a hegyet, a sziklát pedig, amelynek oldalában a barlang nyílt Lyukas-kőnek, Odvas-kőnek, Sátor-kőnek, Istállós-kőnek. De azon a vidéken, ahol a honfoglalók bolgár szlávokat találtak, nagyjából a Gerecsétől a Duna-kanyaron át végig a Felvidéken a Keleti-Kárpátokig meg Erdélyben, ott átvették tőlük a barlang jelentésű pest szót. Ezt már magyarul tovább képezve a sziklabarlangot kőpestnek, a barlangos sziklát, hegyet pedig Pest-kőnek, Pest-hegynek nevezték ezeken a vidékeken. Az eredetileg erdő sűrűjét, vadon élő állat tanyahelyét jelentő, szintén szláv eredetű barlang szót csak később kezdte sziklaüreg értelemben használni a magyarság.

Barlangok írott említésére már Árpád-kori okleveleinkben is találunk példákat, birtokhatárokat rögzítő oklevelekben ugyanis szívesen választottak határpontokul barlangos sziklát. Az első ilyen írásos barlangemlítés a bakonyi Odvas-kő, a bakonybéli apátság 1037. évi keltezésű alapítólevelében.

Mátyás király udvarában született először, 1489-1490-ben, olyan, a maga kora szintjén tudományos igényű könyv Magyarország történetéről az itáliai Petrus Ransanus humanista tudós püspök tollából, amelyben – bár nevük említése nélkül – barlangokról is szó esik. Ír egy halálos kigőzölgésű üregről Zólyom szomszédságában, ezt a későbbi szakírók többsége Szliácsfürdő forrásüregével azonosítja. Szepesvár környékén említ sziklát, ahol a csepegő víz nyáron jégé fagy, ez egyértelműen a később Drevnyiki-jégbarlangnak nevezett sziklaüreg. Ír olyan erdélyi barlangokról is, amelyekben sok sárkánycsont és koponya található, ma is számon tartunk Erdélyben több olyan barlangot, amelyekben, ha sárkánycsont nem is, de barlangmedve-csont és koponya nagy számban előfordul.

Oláh Miklós püspök, Mátyás király unokaöccse, 1536-ban Brüsszelben Magyarország földrajzáról írt könyvet, amelyet utóbb Hungaria címen nyomtattak ki, ebben leír budai, esztergomi és pécsi bővizű (karszt)forrásokat, és az irodalomban első ízben említést tesz a budai Várhegy üregeiről, tehát a Vár-barlangról is.

A sziléziai születésű, de a krakkói egyetem elvégzése után Magyarországra, a királyi kamarához került, aztán a szepesi kamara igazgatójaként működő és lelkes magyarrá lett Wernher György 1549-ben megjelent Magyarország csodálatos vizei című könyvében "halálos gőzű barlang" cím alatt ír Szliácsfürdő forrásüregéről, és említést tesz a Szepesvár melletti jegesbarlangról is. Könyvében az áll, hogy a füleki várhegy oldalában barlang nyílik, amelynek termeiben hófehér cseppkővek képződnek. Itt vagy a szerző vétette el a kéziratot, vagy a nyomda ördöge avatkozott be, de amint Bél Mátyás 1742-ben, Notitiája IV. kötetében megállapította, a füleki várhegyben ilyen barlang nincsen, amit Wernher itt leírt, az nyilvánvalóan Aggtelek barlangjára vonatkozik.

Bél Mátyás a pozsonyi liceum tudós rektora élete főművének Magyarország történelmének és földrajzának megírását tekintette. Évtizedeken át tartó munkájába az egész országból sok munkatársat vont be. Ifjabb Buchholtz György Liptó megyei tanárt arra kérte, hogy megyéje hegyeiről és barlangjairól részletes leírásokat küldjön neki. Buchholtz 1719 februárjában emlékezetből elkészítette és megküldte a diákkorában bejárt Szilicei jégbarlang leírását meg vázlatát, amely a legrégebb kéziratos barlangtérkép Közép-Európában. Még az év nyarán megszerkesztette a Deményfalvi-barlangok hosszmetzeti térképét is. Ez utóbbról Mikovinyi Sámuel készített pompás rézmetszetet, amelyet Bél 1723-ban Prodromus című könyvében leközölt. Ez az első nyomtatásban megjelent barlangtérkép Közép-Európában. Buchholtz még több kisebb barlangot is bejárt és térképezett Liptó megyében. Őt már kétségtelenül tudatos barlangkutatónak kell tekintenünk.

Bél Mátyás hatalmas történelmi-földrajzi művének, a Notitiának kötetében minden vármegye földrajzi taglalásánál leírja a megyében előforduló barlangokat is, ezzel őt a magyar barlangföldrajz úttörőjének tekinthetjük. 1739-ben az Angol Tudományos Akadémiához, a Royal Societyhoz küldött értekezésében is két barlangot ír le, a Szilicei jégbarlangot és a mérgező kigőzölgésű szliácsfürdői forrásüreget. 1742-ben, a Notitia IV. kötetében ő ír először Aggtelek barlangjáról és említi cseppkőves termeit.

Nedeczky Elek 1774-ben a Funácai-barlangról ad ki önálló könyvecskét, ugyanazon évben Benkő József Erdély barlangjairól ír. Benkő Ferenc 1786-ban Magyar Mineralogijában a "Tsepegő kövek" leírásánál számos erdélyi és külföldi barlangot felsorol. Molnár János 1796-ban a Szádelői- és a Szilicei-barlangról ír.

Townson angol utazó 1792-ben bejárta Magyarországot, 1797-ben magyarországi útjáról megjelent könyvében részletesen írt az Aggteleki-barlangról, a Szilicei-jégbarlangról és elsőként adott hírt az Alsóhegy fennsíkjának zombolyairól.

1794-ben Farkas János, az egri püspök nagy építkezéseinek építésvezetője az Aggteleki-barlangban leereszkedik a Nehéz út bejáratáig, és felfedezi a Viasz utcát, a barlang addig ismeretlen oldalágát. Rövidesen visszatér oda az egri építkezések mérnökével, Sartory Józseffel és Adami szobrász-kőfaragóval. Sartory vázlatos felmérést készít a barlangnak a bejáratától a Viasz utca végéig, a mai Münnich-átjáróig terjedő szakaszáról, közben Adami felvési a Viasz utca falára hármuk nevét és az 1794-es évszámot. A Nehéz útba ők még nem merészkedtek be. Farkas elkészítette a barlang leírását és szerette volna azt a térképpel együtt nyomtatásban megjelentetni, de nem talált rá kiadót. A kézirat azután sajnos elkallódott, ez a magyar barlangtani irodalom szomorú vesztesége; szerencsére a kéziratos térképrajz egy példánya fennmaradt.

A XIX. században a barlangok kutatása egyre szélesebb körűvé válik, és ennek irodalma is már oly bőséges, hogy még a nevezetesebbek közül is csak néhányat említhetünk meg.

1801-ben Csokonai Vitéz Mihály járta be az Aggteleki-barlangot és – máig is fennmaradt – lelkes hangú levélben számolt be édesanyjának csodálatos élményéről. Ugyanakkor kezdte meg Raisz Keresztély, Gömör megye mérnöke a Baradla alapos, műszeres feltérképezését. Ő már átmerészkedett a Nehéz úton és a Vaskapu mélyvizes szakaszáig eljutott, addig mérte fej a barlangot, valamennyi akkor ismert oldalágával együtt. Remek térképe rövidesen nyomtatásban is megjelent, ez az első nagy pontosságú, mérnöki igényességű magyar barlangtérkép. Raisz elkészítette a Baradla leírását is, amely 1807-ben német

nyelven jelent meg. Bár ebben a barlang kialakulásáról téves elképzelést fogalmaz meg, de ez művének, különösen térképeinek értékét nem csökkentti, ő kétségtelenül a magyar barlangkutatás legjelentősebb úttörőinek egyike.

Raiszsal egy időben fordult meg az Aggteleki-barlangban. Bartholomaeides László ochtina-i lelkész is. Ő Gömör megyéről készített monografikus munkát, amelyben írt a Baradláról és a Büdös-tói-barlangról is. Művéhez mellékelni akarta a Baradla Raisz által készített és akkor még publikálatlan barlangterképét is, de a mérnök nem adta át neki felmérési adatait, ezért Bartholomaeides a fiával maga készített jóval igénytelenebb kis térképet a barlangról, és azt közölte le 1806-ban megjelent műve végén. E rajznak barlangtani értéke abban áll, hogy ugyanazon a lapon ábrázolja a Baradlát és a Büdös-tói-barlangot, a Domicát, érzékeltetve ezzel, hogy bár közöttük nincs ismert összefüggés, de egy rendszerhez való tartozásuk kétségtelen.

1806-ban József főherceg, az ország nádora fölkereste a Baradlát. Látogatása előtt a barlang bejárati nyílását utászkatonák robbantással kitágították, a barlangi omladékok közt járható utakat alakítottak ki, a vízfolyások fölé hidakat építettek, egy nagy cseppkő oldalába pedig a nádor tiszteletére feliratot véstek, ezt ma is Nádor oszlopának nevezik. Ezekkel a munkálatokkal kezdődött meg a barlang kiépítése a könnyebb látogathatóság érdekében.

A vízimalmot hajtó Abaligeti-forrás barlangját 1768-ban a molnár fedezte fel, amikor a vízhozam növelése érdekében sziklákat mozdított el a forrásszájból. 1819-ben Kölesy Vince átkutatta, felmérte és részletesen leírta a barlangot. Eredményeit 1820-ban a Tudományos Gyűjteményben adta közre.

Raisz utóda, Vass Imre, Gömör megye mérnöke elődjének nemcsak munkakörét, de a Baradla iránti érdeklődését is örökölte. A barlangot több ízben bejárta, 1821-ben azonban ő is csak a Vaskapu mélyvízes szakaszáig tudott eljutni. A nagy szárazságot követő 1825. évben sikerült áthatolnia a Vaskapu "kelepcsés vermein" és felfedezte a barlangnak az Óriások termén túl, a jósvafői határba átnyúló hosszú szakaszát. Az így megnagyobbodott barlangot alaposan átkutatta, bejárta a Retek-ág hosszú szakaszát, a Törökmecset-ág egy részét és még több kisebb-nagyobb kiágazást. Az egész barlangot nagy gondossággal felmérte, pompás alaprajzi és hosszmetzeti térképet és kitűnő monografikus leírást készített róla. Könyve 1831-ben jelent meg magyarul és néhány évvel később németül is, mindkét kiadás térképmellékletekkel került forgalomba. Vass Imre műve ma is elsőrangú forrásmunka.

A század közepén Schmidl Adolf tanár kutatta a magyarországi barlangokat. 1856-ban a Baradlát és a Szilicei-jégbarlangot, azután az Abaligeti-barlangot, majd a Bihar-hegység barlangjait tanulmányozta és ismertette. Szabó József geológus 1869-ben az Ágasvári-barlangban kutatott, amely máig is legnagyobb a nem karsztosodó kőzetben keletkezett barlangjaink között.

Ekkoriban már megindult a tudományos barlangkutatás specializálódása. Jelentős eredményeket ért el a barlangi állatvilág tanulmányozása meg a barlangkitöltések öslénytani kutatása is. A Magyar Orvosok és Természetvizsgálók 1873-ban Herkulesfürdőn tartott vándorgyűlésén Orthmayer Tivadar összefoglalta azokat a tudományos eredményeket, amelyeket a barlangok tanulmányozása során elértek, és felhívást tett közzé a kutatások kiszélesítésére és elmélyítésére.

Fiatalsági kutatók, Ruffinyi Jenő és társai 1870-ben feltárták a Dobsinai jégbarlangot, ahol rövidesen jelentős barlangklíma-kutatások indultak be. Ezek nyomán számos tanulmány jelent meg Magyarországon a jégbarlangokról, azok keletkezéséről és klímájáról.

Nyáry Jenő 1876-1877-ben nagyszabású régészeti ásatásokat folytatott a Baradlában, munkájának eredményét 1881-ben értékes beszámoló kötetben adta ki. Ennek olvasása az olaszországi emigrációban élő és akkor már idős Kossuth Lajost is barlangtani tanulmány írására készítette.

A felvidéki Barát-hegyi barlangban Lóczy Lajos folytatott eredményes ásatást 1876-ban; az első barlangkutató, Torma Zsófia a Nándori-barlangcsoportban végzett kutatómunkáiról publikált 1880-ban, Róth Samu pedig az oroszországi barlangokban ásatott 1881-ben, ahol először kerültek felszínre az ősember nyomai a Kárpát-medencében. Téglás Gábor Erdély barlangjaiban kutatott sorozatosan, folytatott régészeti ásatásokat, és eredményeit számos tanulmányban publikálta.

Az 1873-ban megalakult Magyarországi Kárpát Egyesületben, hazánk első turista szervezetében Siegmeth Károly kezdeményezésére, az Aggteleki-barlang kezelésére 1881-ben megszervezték a rozsnyói osztályt. Az rövidesen menedékházat épített a barlang aggteleki bejáratánál. Az osztály megbízásából Münnich Kálmán újból felmérte a Baradlát, ennek alapján irányításával 1890-ben elkészült a barlang vörös-tói bejárata, amely mellé 1892-ben kis turistaház is épült.

A turistaszervezetek barlangkutató tevékenységének növekvő aktivitását jellemzi, hogy 1904-ben turista barlangkutatók, Scholtz Pál Kornél és társai feltárják Budán a köfajtás során felnyílt Pál-völgyi barlangot, amelyet utóbb a nagyközönség előtt is megnyitnak.

Miskolcon 1891-ben, a Szinva medre közelében, házalapozás közben a földből szépen megmunkált kőeszközök kerülnek elő, melyekről Herman Ottó megállapította, hogy azok az őskőkorszak, a paleolitikum emberétől származnak. Egyes geológusok kétségbe vonták az eszközök paleolitikus voltát. Herman Ottó álláspontjának igazolására a bükki barlangok megkutatását javasolta. Lóczy Lajos a Földtani Intézet akkori igazgatója támogatta a javaslatot, így az illetékes miniszter elrendelte a bükki barlangok átkutatását. A kutatással a fiatal Kadic Ottokár geológust bízták meg, aki ásatásait 1906-ban Herman Ottó útmutatásai szerint kezdte meg, és 1907-ben a Szeleta-barlangból tömegesen hozott felszínre paleolitikus kőeszközöket. De a viták nem ültek el, mert egy bécsi professzor a neki bemutatott szeletai kőeszközök egy részét "modern készítménynek", magyarul hamisítványnak ítélte. Ez még nagyobb lendületet adott a kutatásoknak. A tömegesen előkerülő kőeszközök és az ásatásoknak a külföldi szakemberek által történt megtekintése végül eldöntötte a vitát, a nemzetközi szakmai közvélemény elismerte Herman Ottó megállapításának helyességét.

A bükki barlangi ásatásokba és felszínre került ősrégészeti és öslénytani leletek feldolgozásába számos kiváló szakember bekapcsolódott, akiknek további együttműködését kívánatos volt fenntartani, ezért Herman Ottó ösztönzésére, Lóczy Lajos előterjesztése alapján 1910 januárjában a Magyarhoni Földtani Társulat keretében Barlangkutató Bizottság alakult, melynek elnökévé Siegmeth Károlyt választották meg. A bizottság megbízásából Strömpl Gábor 1911-ben bejárta a Gömör-Tornai-karsztvidéket, ahol 77 barlang adatait rögzítette jegyzőkönyvében. Ugyanaz év nyarán a bizottság expedíciót szervezett az Alsó-hegyre az ott számon tartott zombolyok összeírására és bejárására. A bizottság 1913-ban Barlangkutató Szakosztállyá alakult át, és megindította Barlangkutatás címen magyar-német nyelven megjelenő szakfolyóiratát, majd 1914-ben kiadta a

Horusitzky Henrik és Siegmeth Károly által összeállított Magyarországi barlangok irodalmi jegyzékét, az első rendszeres magyar barlangbibliográfiát.

Az I. világháború korlátozta ugyan a szakosztály működését, de teljesen nem bénította meg a kutatómunkákat. Továbbra is folytak ősrégészeti és őslénytani ásatások. A háború után megerősödött a turista barlangkutatás, barlangkutató szakosztályalakult a Pannónia Turista Egyesületben, a Budapesti Egyetemi Turista Egyesületben (BETE – ma BEAC) és a Természetbarátok Turista Egyesületében (TTE – ma Meteor).

Barlangkutató szakemberek és turista barlangkutatók összefogásával 1926-ban megalakult az önálló Magyar Barlangkutató Társulat Cholnoky Jenő elnök és Kadic Ottokár főtítkárs vezetésével. A társulat a továbbra is megjelenő kétnyelvű Barlangkutatás szakfolyóirat mellett Barlangvilág címen népszerű új folyóiratot is indított.

1927-ben német, osztrák és magyar barlangkutatók találkozója és tanácskozása zajlik le hazánkban. Ez volt az első nemzetközi barlangkutató konferencia. Ekkor gyulladt ki először a villany a Pál-völgyi barlangban, és ekkor került sor a legmélyebb alsó-hegyi zombolyok első bemászására.

Kaffka Péter társaival újabb termeket tár fel a Baradla jósvalói végén, majd mérései és terve alapján 1929-ben elkészül a Baradla jósvalói bejárata, miáltal a barlang teljes hosszában, útismérlés nélkül bejárható.

Ez idő tájt több barlangban folyik eredményes barlangbiológiai kutatás, melyek legjelentősebb eredménye Dudich Endrének az Aggteleki-barlang biológiájáról írt monográfiája. Dancza János a dél-bükki Suba-lyukban folytatott ásatás során feltárta a jégkori ősember első biztos hazai csontmaradványait, melyekről utóbb Kadic Ottokár írt terjedelmes monográfiát.

Budán, 1930-ban tereprendezés közben a Szemlő-hegyen, 1933-ban csatornafektetés közben a Ferenc-hegyen barlangnyílás tárul fel. Ezeket keresztül Kessler Hubert és társai bejutnak a Szemlő-hegyi barlang és Ferenc-hegyi barlang járatrendszerébe. Ez idő tájt ismerik fel a budai vár pincéinek barlang jellegét, megkezdik a válaszfalak elbontását és az üregek rendezését; 1935-ben nyitják meg a látogatók előtt a Vár-barlang rendezett szakaszát és az ott kialakított Barlangmúzeumot.

A Baradlában Kessler Hubert és társa 1932-ben vízszintsüllyesztéssel átjutnak a Styx-patak szinfonjain a Domicába, ezzel a két barlang között járható összefüggés létesül. 1934-ben Konrád Ödön új felmérést és új térképet készít a Baradláról. Kessler Hubert lesz a barlang igazgatója, ekkor kerül sor a barlang további idegenforgalmi kiépítésére, a villanyvilágítás megoldására, az aggteleki, majd jósvalói turistaszálló felépítésére. A Baradlának a II. világháború előtt csúcspontja évi 4000 látogatóra emelkedett.

A háború erősen korlátozta a barlangkutatás lehetőségeit. A háború utolsó évében számos barlangot óvóhelynek használtak, amit azok nagyon megsínylettek, megrongálódtak, sőt néhányuk az átépítés során helyrehozhatatlan károkat szenvedett.

A háború után gyorsan magához tért és új lendületet kapott a magyar barlangkutatás. A TTE barlangkutatói Vértes László és Venkovits István vezetésével 1946-ban a Mecsek karsztját kutatják, 1947-ben a Bükkbe szerveznek expedíciót. Ekkor kezdi meg Vértes László az Istállóskői barlangban azt a nagyszabású ősrégészeti kutatást, mely azután nagy lépéssel vitte előre ismereteinket a bükk barlanglakó ősemberről. Venkovits István és Jakucs László 1946-ban feltárják a kőbányászás közben megnyílt, gipszképződményekben gazdag, hévizes eredetű Sátorkő-pusztai barlangot. A BETE barlangkutatói 1948-ban a már évtizedek óta ismert Mátyás-hegyi barlangban további kiterjedt járatrendszert fedeztek fel, amelyet Jaskó Sándor és Kalmár László rövidesen fel is térképeztek. A Baradlában 1949-ben Révész Lajos bejut a Meseországba, a következő években Dancza János a barlangi víznyelőket kutatja a feltételezett Alsó-barlang feltárása érdekében.

Ez idő tájt a feltáró kutatások sikerei nyomán sorra alakulnak újabb barlangkutató szervezetek. 1952 tavaszán a Magyar Hidrológiai Társaság Miskolci Csoportja keretében Borbély Sándor vezetésével Zombolykutató Bizottság alakult. Az ősz folyamán a Magyarhoni Földrajzi Társulat keretében Barlangkutató Szakosztály szerveződik Jakucs László vezetésével, a Magyar Földrajzi Társaságban pedig Karsztkutató Bizottság alakult Láng Sándorral az élen. 1955-ben e két utóbbi szervezet egyesült, ugyanakkor a Magyar Hidrológiai Társaságban Központi Karszthidrológiai és Barlangkutató Bizottság alakult Kessler Hubert vezetésével.

Közben vízfestési kísérletekkel Jakucs László kimutatta, hogy Aggtelek-Jósvaló határán a Baradlától független másik barlang is húzódik a föld alatt, és 1952 nyarán munkatársaival bejutott a Béke-barlangba, melynek feltárása a következő évre is áthúzódik. Ez volt az első, elméletileg megalapozott, céltudatos barlangfeltárás hazánkban. Ezután sorra tárnak fel barlangkutatóink tervszerűen nagy barlangokat az Aggteleki-karsztvidéken. 1954 nyarán a Budapesti Műszaki Egyetem barlangkutatói, a Holly testvérek, Maucha László és társaik a Kis-Tohonya-forrás árvízi szájának megbontásával bejutnak a Vass Imréről elnevezett barlang első üregébe, ahonnan a következő év nyarán sikerül a főágba behatolniuk. A Kinizsi barlangkutató csoport tagjai, Balázs Dénes és társai 1954 őszén jutnak be a Dász-töbri víznyelő kibontásával az égerszögi Szabadság-barlangba, amelynek feltárása a következő évekbe is áthúzódik. A VITUKI tárovágata 1956 elején eléri a később Kossuth Lajosról elnevezett barlang üregrendszerét, melyet Kessler Hubert és Jakucs László elméleti megfontolások alapján előre meghatároztak. Egy nagy barlangi árvíz felszínre törési helyén Jakucs László munkatársaival 1957 elején behatol a Baradla-Alsó-barlang forrás felőli szakaszába. Ezekben az években a Bükkben a miskolci zombolykutatók, Borbély Sándor és társai tárnak fel több zombolyt és nagy víznyelő barlangot.

1957 őszén az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Jósvalón a Vass Imre-barlang mellett Papp Ferenc kezdeményezésére és irányításával karszt- és barlangtani kutatóállomást létesít. 1959-ben a Béke-barlangban Jakucs László kezdeményezésére, az ózdi kórház közreműködésével szanatórium létesül légúti betegségekben szenvedők kezelésére. A Baradla Róka-lyuk nevű oldalágában 1960-ban barlangbiológiai laboratórium kezdi meg működését Dudich Endre vezetésével. 1961-ben Dénes György megszervezi a Magyar Barlangi Mentőszolgálatot. Ugyanaz év tavaszán a budai Vár-barlangban Barlangtani Múzeum nyílik Papp Ferenc és Barátosi József irányításával.

A tudományos egyesületek barlangkutató szervezeteinek összefogásából 1958 decemberében megalakult a Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat (MKBT) a Nehézipari Minisztérium felügyelete alatt, elnökévé Dudich Endrét választották meg. A társulat kezdeményezésére 1959-ben a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége (MTESZ) keretében Magyar Karszt- és Barlangkutató Bizottság alakult Bogsch László elnökletével, aki rövidesen a társulat elnöki tisztét is átvette.

Megindult a Karszt- és barlangkutatás című évkönyvek sorozata, amely a magyar szakemberek kutatási eredményeit jobbra idegen nyelveken közölte.

A Meteor barlangkutatói 1961 nyarán Dénes György vezetésével bejutnak az Alsó-hegy nagy barlangrendszerébe, melyet Meteor-barlangnak neveznek el. Tovább folytatják az alsóhegyi zombolyok kutatását, minek eredményeképpen az Alsó-hegy fennsíkján a korábbi tíz helyett az 1980-as évekre, Kósa Attila és mások munkája nyomán, száznál több zomboly vált ismertté. Utóbb Szenthe István ér el újabb feltárási sikereket az Alsó-hegyen, majd a BEAC barlangászai kutatnak ott eredményesen.

1961-ben Karszt- és Barlangkutató címmel, Balázs Dénes szerkesztésében az MKBT új, félévenként megjelenő folyóiratot indít, amely a következő évtől Karszt és Barlang címen jelenik meg. Az év végén megszületik az új természetvédelmi törvény, amely minden magyarországi barlangot védetté nyilvánít.

A Ljubljanában 1965-ben megrendezett IV. Nemzetközi Szpeleológiai Kongresszuson megalakul a Nemzetközi Szpeleológiai Unió. A magyar delegáció az Unió alapítóinak egyike, Dénes György delegációvezető tagja az alapszabályszerkesztő bizottságnak, és részt vesz az ugyanakkor életre hívott Nemzetközi Barlangi Mentési Bizottság létrehozásában is.

A Stuttgartban 1969-ben megrendezett V. Nemzetközi Szpeleológiai Kongresszuson Láng Sándor elnök vezetésével vett részt a magyar delegáció, melynek tagjai a tudományos ülészen tartott előadásaikkal szereztek elismerést. A kongresszus során magyar kezdeményezésre megalakult a Nemzetközi Szpeleológiai Unió Barlangterápiai Bizottsága. Ennek titkárává akkor Kessler Hubertet választották meg, aki utóbb a bizottság elnöke lett. A Nemzetközi Barlangi Mentési Bizottság titkárává Dénes Györgyöt választotta meg a közgyűlés, ő a későbbi kongresszusok során a bizottság alelnöke, elnöke, majd tiszteletbeli elnöke lett.

A miskolci barlangkutatók az évek során sorra értek el jelentős eredményeket a Bükk víznyelőbarlangjai újabb szakaszainak felfedezésével, a Szepesi-zomboly és Gyenge Lajos az István-lápai barlang feltárással.

A Nehézipari Minisztériumtól 1970-ben a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége (MTESZ) veszi át az MKBT felügyeletét, ezzel a társulat a MTESZ tagja lett.

Nemzetközi Karsztmorfológiai Szimpóziumot rendez az MKBT 1971 nyarán a Magyar Földrajzi Társasággal és a szegedi József Attila Tudományegyetem Földrajzi Tanszékevel együttműködve a Nemzetközi Földrajzi Unió Európai Regionális Konferenciája keretében. 1974 őszi Pécsett nemzetközi "Karszt és Klíma" szimpóziumra, 1975 nyarán Aggteleken nemzetközi "Baradla 150" konferenciára kerül sor.

Az Országos Természetvédelmi Hivatal 1975 tavaszán Barlangtani Intézetet létesít, amelyet ugyan utóbb egy időre megszüntettek, de azután újjászervezték.

A Pál-völgyi barlangban 1980-ban sikerül új szakaszt felfedezni a kutatóknak, ebből kiindulva Bolner Katalin és Kiss Attila vezetésével évről évre újabb feltárási sikerek születnek, a barlang ismert hossza megtízszereződik, 1995 elején már eléri a 11,6 km-t.

Az Egyesült Államokban, Bloomingtonban 1981-ben megrendezett Nemzetközi Szpeleológiai Kongresszuson Láng Sándor vezetésével 32 tagú magyar küldöttség vesz részt, akik közül többen is magas színvonalú előadásaikkal szereztek elismerést. 1982-ben Nemzetközi Karszthidrológiai Konferenciát rendezett Aggteleken az MKBT 1983-ban ugyanott a Magyar Barlangi Mentőszolgálat szervezett igen sikeres Nemzetközi Barlangi Mentési Konferenciát.

Budán, 1984 nyarán a Rózsadombi Kinizsi S.E. barlangkutatói, Adamkó Péter és Leél-Össy Szabolcs vezetésével feltárják a kristályképződményekben rendkívül gazdag József-hegyi barlangot, amelynek hossza a következő évek feltárással 1995-re már meghaladja az 5 km-t.

A IX. Nemzetközi Szpeleológiai Kongresszus megrendezésére 1986-ban Barcelonában került sor. Itt a Nemzetközi Szpeleológiai Unió közgyűlésén Magyarország kapta meg a következő kongresszus megrendezésének jogát. Fodor Istvánt az Unió elnökségi tagjává választották.

A X. Nemzetközi Szpeleológiai Kongresszus színhelye 1989-ben Budapest volt. A kongresszus keretében Nemzetközi Barlangi Mentési Szimpózium is megrendezésre került. 38 országból 724-en vettek részt a kongresszuson, ahol 456 előadás hangzott el. Kiállításokra, bemutatókra és kirándulásokra is sor került. Ez a nagy sikerű rendezvény lehetővé tette a magyar barlangkutatás nemzetközi megismerését és növelte megbecsülését.

ALCADI 92 néven Budapesten nemzetközi szpeleológiai tudománytörténeti konferenciát rendeztünk. A magyar kezdeményezés folytatásaképpen az ALCADI 94-re az ausztriai Semriachban került sor. A magyar kutatók mindkét konferencián számos sikeres előadásban számoltak be kutatási eredményeikről.

## **BARLANGVÉDELEM (Szőkely Kinga, Bajna Bálint)**

*A század elején megkezdődő ásatások nyomán hamar felismerték a barlangok régészeti jelentőségét, majd a kibontakozó tudományos barlangkutatás megerősítette azt a kialakuló véleményt, hogy a barlangokat különleges voltuk miatt védeni kell. Már 1929-ben Kadic Ottokár előállt erre vonatkozó kidolgozott, korszerű javaslattal, de ez sajnos törvényerőre nem emelkedett. Az 1935. évi erdőtvény rendelkezik először a tudományos értékű vagy különleges barlangok, szükség szerint a felszíni területe védelméről is. Az első önálló természetvédelmi törvény 1961-ben lépett életbe, melynek újszerűsége abban rejlik, hogy kimondja: hazánkban minden barlang védelem alatt áll.*

Az érvényben lévő természetvédelmi jogszabályok a barlangok törvényerejű rendeleten alapuló általános védettségének, illetve a kiemelkedő természeti értékek – így a barlangok – fokozottan védetté nyilváníthatóságának deklarálása mellett külön rendelkeznek

- indokolt esetben barlang felszíni területének védetté nyilváníthatóságáról;
- barlang védettségének, illetve fokozott védettségének a KTM (Környezet- és Természetvédelem) minisztere általi feloldhatóságáról abban az esetben, ha annak fenntartásához természetvédelmi érdek nem fűződik;
- , barlang, illetve barlangszakasz felfedezésének 8 napon belüli bejelentési kötelezettségéről a természetvédelmi hatóság felé;
- barlangnak a népjóléti miniszter által, a KTM miniszterével egyetértésben történő gyógybarlanggá nyilváníthatóságáról;
- barlangi bűvármerülés, közönség számára meg nem nyitott barlang látogatásának a természetvédelmi hatóság – barlang kiépítésének, hasznosításának, továbbá képződményei kimentésének, hasznosításának, értékesítésének és külföldre juttatásának a Természetvédelmi Hivatal engedélyéhez kötött voltáról.

Míthogy a jogszabály értelmében a barlangok – a védetté nyilvánított természeti területekkel egyenrangúan – védett természeti területnek minősülnek; az ezekre általánosan vonatkozó előírások szerint a barlangokban végzendő kutatás, kísérlet és gyűjtés végzéséhez a természetvédelmi hatóság engedélye; azok állapotát, állapotát befolyásoló minden további tevékenységhez a természetvédelmi hatóság hozzájárulása szükséges.

A jogszabályokból adódó hatósági feladatokon túlmenően a területileg illetékes Természetvédelmi Igazgatóságok, illetve Nemzeti Park Igazgatóságok végzik a barlangok védelmével kapcsolatos gyakorlati, kezelői feladatokat; a Természetvédelmi Hivatal osztályszervezetben működő Barlangtani Intézete pedig a szakmai irányítás és koordináció mellett az országos barlangnyilvántartást is kezeli.

Mindezek a rendelkezések a barlangok általános védelmét szolgálják, hiszen hosszú idő alatt alakultak ki képződményei, fejlődtek ki mindennemű változásra érzékeny életegyüttesei. A barlangokat járva betolakodók vagyunk ebbe a labilis egyensúlyú világba, akarva-akaratlanul változást idézünk elő. Nem elég csak a törvények betartása, megismerve a barlangokra ható erőket, jelenségeket magunk is igen sokat tehetünk megóvásuk érdekében.

Legérzékenyebb a változásra talán a biológiai létét, amiben hatalmas változást idézhet elő a szemét. Amit a barlangba levittünk, azt hozzuk is ki! Az elhasznált karbidmeszet nejlonzacszkóban szállítsuk ki a barlangból. Ugyanígy az elhasznált elemet, leszakadt ruhadarabot stb. Akik már részt vettek barlang megtisztításában, azok tudják, milyen károkat okozhatnak azok a "rendes, tisztességes" emberek, akik nem szórják szét a szemetet, hanem gondosan "eldugdossák", elássák, s így esztétikai érzékük nem csorbul. Lehetőleg barlangban ne étkezzünk, ill. csak nem szóródó csokoládét. Amennyiben mégis szükséges a barlangban étkezni, célszerűbb otthon zsemleléből előre elkészített szendvicset fogyasztani, mint helyben, morzsálódó kenyeret vágni. A talajra hullott morzsa, szerves anyag hamarosan penészedésnek indul ("penészvirág"). "Szükségünket" is lehetőleg korlátozzuk barlangon kívülre (még a túra előtt végezzük el!)

A barlangokban haladjunk a már jól kitaposott úton és a képződményeket, cseppköveket ne érintsük! Ha utunk cseppköves szakaszon vezet keresztül, figyeljünk az előttünk járók nyomaira, és ezeket a lépéseket, fogásokat használjuk mi is. Sáros lábbal ilyen helyre ne lépünk, haladjunk át inkább mezítláb, ill. úgy válasszuk meg útvonalunkat, hogy a tisztább rész felől haladjunk a sárosabb felé. Egyes barlangokban járót van kijelölve (Pál-völgyi barlang, József-hegyi barlang) erről ne térjünk le. Néhány kiemelten értékes barlangrészen, ill. barlangban a látogatók által akaratlanul behordott szennyeződés, felkavart por (nem kimosott overáll) is jóvátehetetlen károkat okoz a képződményekben, ezért is korlátozzák a látogatás feltételeit (Rejtekszomboly). Természetesen nem is illenék megemlíteni, hogy semmilyen képződményt ne törjünk le és a még magától letört képződményeket se hozzuk ki. Tájékozódásunk segítésére ne a falat kormozzuk össze nyilakkal, hanem emeljünk kövekből tájékozódási pontokat (kőbabák). Különösen ügyeljünk, hogy kormozó karbid lámpákkal ne hajoljunk túl közel képződményekhez, ill. a falhoz.

Még egy igen fontos tényezőre fel kell hívni a figyelmet. A barlangok sok denevérfajnak szolgálnak téli szálláshelyül. Ilyenkor szervezetük "takarékon" várja a tavaszt. Ha ezen pihenőidőszakon belül felébredtjük, ez akkora felesleges energiavesztéssel jár, hogy a hátralévő időszakra ez már gyakran nem elegendő, ezért a denevér elpusztul. Egyes barlangokat tömegesen választ szálláshelyül a denevér, ezért az ilyen barlangokba télen ne túrázzunk (Szoplaki-ördöglyuk, Kis-kőháti zomboly stb.).

Végezetül, barlangban járva gondoljunk arra, hogy az utánunk jövők is ugyanilyen barlangot szeretnének megismerni.