

*Dr. Kisbán Judit, dr. Szunyogh Gábor*

## CSEPPKÓDEGRADÁCIÓ A BÉKE-BARLANGBAN

### ÖSSZEFOGLALÁS

*Jelen cikkben összefoglaljuk annak a kutatásnak az eredményeit, melynek során végigvizsgáltuk a Béke-barlang Fő-ágában előforduló valamennyi cseppkővet abból a szempontból, hogy mutatkoznak-e rajtuk visszaoldódási nyomok. Ennek alapján értékeltük degradációjuk mértékét és pusztulásukhoz vezető folyamataik jelenlegi aktivitását, valamint besoroltuk a cseppkődegradáció főbb morfológiai csoportjaiba. A felmérés eredményeit rögzítettük a barlang 1:100 méretarányú alaprajzán és a barlang feletti felszín kontúrvonalát is tartalmazó hosszmetsetén, így létrehoztuk a Béke-barlangi cseppkődegradáció tudományos vizsgálatához szükséges adatbázist. A számba vett 156 cseppkő, illetve cseppkőcsoport leggyakoribb degradációs formái a perforáció, a kirojtosodás, a kagylósodás és lefaragódás. Alárendelten előfordult a kicsorbulás, a „szuvasodás”, az „indián fogsor”, a barázdálódás és a „kűtképződés”. A cikk részletesen jellemzi az egyes csoportokba tartozó visszaoldódási formák morfológiai jellemzőit, tipikus előfordulási helyeiket, és kialakulásuk legvalószínűbb okait.*

### Bevezetés

A cseppkővek korróziós eredetű pusztulásának (visszaoldódásának) kérdése évtizedek óta foglalkoztatja a szakembereket. Többféle hipotézis született kialakulásuk magyarázatára, de számos kérdés mindmáig megválaszolatlan maradt.

Hazánkban elsőként JAKUCS (1984, 1986) figyelt fel arra, hogy sok olyan cseppkő látható a Baradlában, melyek degradációja jelenleg is zajlik, sőt, egyre több cseppkővön jelennek meg új keletű visszaoldódási nyomok. A degradáció idejének behatárolásánál abból a megfigyelésből indult ki, hogy számos cseppkő esetében a korrózióval érintett felület korommentes annak ellenére, hogy az épen maradt részük vastag koromréteggel van befedve. Nyilvánvaló tehát, hogy a visszaoldódás azóta indult meg, hogy a kormozódást előidéző fáklyás világítást felváltotta a villanyvilágítás. Jakucs hasonló jelenséget figyelt meg több külföldi barlangban is. E káros jelenség magyarázatát keresve felfigyelt több olyan tényezőre, melyek szerepet játszhatnak a degradációban. 1. A degradációt ugyanarról a helyről származó szivárgó víz okozza, amely korábban a cseppkő kialakításában játszott szerepet, tehát a visszaoldódás okát a víz kémiai összetételének változásában kell keresni. 2. Ott fordulnak elő nagyobb számban visszaoldódó cseppkővek, ahol a barlang feletti felszínen vastagabb a bioaktív talajréteg, illetve ahol lombos fákban álló erdő borítja a területet, tehát a víz vegyhatásának módosulása összefüggésben lehet a talajban lezajló folyamatokkal. 3. Mennél vékonyabb a barlang feletti fedőközet, annál nagyobb gyakorisággal mutatkozik aktív degradáció. 4. Harminc éves időtartományt alapul véve megállapítható, hogy a csepegő vizek szulfát-, nitrát- és klorid tartalma jelentősen megnövekedett, ami arra utal, hogy alapvető átalakulás játszódott le a beszivárgó vizek kémiai összetételét meghatározó folyamatokban. Mindezek alapján Jakucs a cseppkődegradációt kiváltó tényezők között első helyen a csapadékvíz elsavasodását jelölte meg.

Úgy tűnik azonban, hogy a kérdés sokkal bonyolultabb, mert egyrészt a degradációt okozó kémiai folyamatok nem hozhatók közvetlen kapcsolatba a csapadékvíz elsavasodásával (MAUCHA 1984), másrészt vannak olyan barlangok (pl. a Pál-völgyi-barlang), ahol nem látszik összefüggés a fedőközet vastagsága,

talajviszonyai és vegetációja, valamint a cseppkődegradáció között (TAKÁCSNÉ BOLNER 2001). A Pál-völgyi-barlangban végzett vízkémiai elemzések azt is kimutatták, hogy nincs kapcsolat a csepegő vizek szulfát- és nitráttartalma, valamint a visszaoldódás mértéke között, bár természetesen nem kizárt, hogy a vízben újonnan megjelent kémiai összetevők együttes hatása korrozív környezetet teremt.

A csepegő vizek kémiai összetételében mutatkozó változások egyértelműen kimutathatók a Postojnai-barlangban is (TAKÁCSNÉ BOLNER 1988, KOGOVSÉK–KRANJC 1988), de az is kiderült, hogy ezek az ingadozások sincsenek kapcsolatban a cseppkődegradációval. Másfelől a mérések bizonyították, hogy a jelenleg is aktív visszaoldódási helyeken a szivárgó víz agresszív, tehát a visszaoldódás okát a víz reaktivizálódásában kell keresni.

A karsztvizek újbóli agresszívvé válására többféle elképzelés is felmerült. Patakos barlangok esetére VERESS (1990) a keveredési korrózióban kereste a visszaoldódás okát. Kiindulva abból, hogy Jakucs többnyire sztalagmitokon észlelte a degradációt, feltételezte, hogy amikor ezeket a megáradó barlangi patak elborítja, akkor a rájuk hulló (a barlangi patakétól eltérő koncentrációjú) csepegő vizek és a patak vízének keveredése agresszivitást eredményez. A keveredési korrózió feltételei létrejöhetnek úgy is, hogy a degradálódó cseppkő vizét szállító repedés összekapcsolódik más, eltérő koncentrációjú vizet szállító repedésekkel, és ezáltal válnak oldóképessé. Ha a keveredés a barlang mennyezeté közelében történik, akkor a kilépési pontig terjedő rövid szakaszon már nem tud annyi  $\text{CaCO}_3$ -at feloldani, hogy telítődjön, így agresszív vízként éri a cseppkő felszínét (MAUCHA 1984, TAKÁCSNÉ BOLNER 2001).

Természetesen felmerül annak a lehetősége is, hogy a leszivárgó víz eleve nem telítődött, jöllehet ez a karsztkorrózió „hagyományos” felfogása szerint lehetetlen. Ennek a fizikai-kémiai oka abban keresendő, hogy a reakciókinetikai egyenletekben az oldódás sebességét egyenesen arányosnak veszik a vízben ténylegesen már feloldott ( $c$ ) és az egyensúlyi ( $c_e$ ) kalcium-karbonát ( $c_e - c$ ) koncentrációk különbségével (DREYBROT 1988). Az erre alapuló számítások szerint a lassan leszivárgó víz viszonylag rövid útszakasz megtétele után telítődik, és mire eléri a barlang mennyezetét, már elveszti oldóképességét. Az újabb vizsgálatok azonban kimutatták, hogy amikor a koncentráció legalább 80%-ban megközelíti az egyensúlyi koncentrációt, akkor a telítődés sebessége nem a ( $c_e - c$ ) különbséggel, hanem annak hatványával ( $c_e - c)^n$  lesz arányos, ahol  $n \gg 1$  (GABROVSÉK 2000). Minthogy a telítődés közelében (ahol  $c \approx c_e$ ) a ( $c_e - c$ ) különbség sokkal kisebb, mint 1, ezért annak  $n$ -edik hatványa 1-nél hatványozottan kisebb lesz. Következésképpen a mészkőrészekeken átszivárgó víz telítődési folyamata lelassul, ezért a víz nagy mélységekbe lejuthat anélkül, hogy telítődne.

A sztalagmitokon megjelenő oldási csatornák fiatal korára belgiumi barlangok is példával szolgálnak (MUCSI–EK 1995). A Remouchamps-barlangban szintén fáklyahasználatból származó kormozódás nyújtott lehetőséget kormeghatározásra, ami alapján megállapították, hogy a cseppkővekbe legfeljebb másfél száz évvel ezelőtt kezdtek bevágódni az oldási csatornák.

A degradáció folyamatának időbeli vizsgálata szükségessé teszi, hogy egy adott időpillanatra vonatkozólag pontos ismereteink legyenek a visszaoldódások mértékéről. Ennek érdekében egy igen részletes felmérés készült hazánk legnagyobb cseppkőbarlangjában, a Baradlában (GRUBER 2004, GAÁL–GRUBER–MÓGA 2014). Az állapotfelmérés során a Fő-ágban és a Nehéz-útban együttvéve 131 olyan pontot találtak, ahol cseppkődegradáció zajlott. Ezek közül számos visszaoldódás csoportot alkotott, így elkülönítve mindösszesen 278 természetes sérülést regisztráltak. Valamennyiről készítettek leírást, fotódokumentációt és azonosítási helyüket bejelölték a barlang térképén. Elvégezték a kialakult formák csoportosítását is, de kémiai vízvizelmezéseket nem végeztek, mert a felvétel idején uralkodó szárazság lehetetlenné tette analízálható mennyiségű vízminták begyűjtését.

Hasonló felmérés készült a Béke-barlangban is (KISBÁN–SZUNYOGH 2004). Kihasnálva azt a tény, hogy a barlangról készített 1:100 léptékű térképen könnyen beazonosítható módon meg lehetett jelölni minden egyes degradálódott cseppkő vagy cseppkőcsoport helyét, sikerült elkészíteni a Fő-ág cseppkődegradációs térképét a Recsegő-omlástól a jósvafői kijáratig. Maga a térkép (elektronikusan

letölthető formában is) megtalálható az Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóságán és az MKBT könyvtárban, így könnyen hozzáférhető mindazok számára, akik a cseppkődegradáció további vizsgálatába be szeretnének kapcsolódni.

A cseppkődegradáció okai között egy új lehetőség is felmerült, melyre a Béke-barlang klímavizsgálata során derült fény (*STIEBER-LEÉL-ŐSSY 2014, 2015*). A mérések azt mutatták, hogy levegőjének szén-dioxid-tartalma a barlangokban szokásos 0,1%-os értékről (éves periodicitást mutatva) 3–3,5%-ra is felugrik a nyári időszakokban. A CO<sub>2</sub> ilyen magas értéke mellett a cseppövek felületére lecsapódó vízpárából szénsavtartalmú vízfilm keletkezik, azaz megindulhat a kondenzvíz-korrózió, ami végül cseppkődegradációhoz vezethet. Sőt, az is elképzelhető, hogy a felszínről beszivárgó, és a barlang menynyezetére telítettként érkező karsztvíz a kondenzvízhez hasonlóan ismét agresszív válik. Mindez ismét ráirányította a figyelmet a Béke-barlangi visszaoldódási jelenségekre.

Jelen cikk e felmérés tapasztalatait foglalja össze annak érdekében, hogy a cseppkődegradáció tudományos vizsgálatának bázisa lehessen.

## A Béke-barlangi cseppkődegradáció vizsgálatának módszere

A felmérés (melyet a Béke-barlang térképezői: dr. Kisbán Judit és dr. Szunyogh Gábor végzett) magába foglalta a barlang Fő-ágának a Recsegő-omlástól a jósvafői kijáratig terjedő mintegy 4,5 kilométer hosszú szakaszát. Igyekeztünk minden egyes cseppkővet megvizsgálni abból a szempontból, hogy előfordulnak-e felületükön visszaoldódási nyomok. Ha találtunk ilyet, akkor helyzetüket pontosan bejelöltük a barlang 1:100 létékü térképén, részletes leírást készítettünk a degradáció formájáról, majd osztályoztuk aszerint, hogy a cseppkődegradáció okainak kiderítését szolgáló további tudományos vizsgálatok számára milyen mértékben alkalmasak. Az osztályozással négy csoportba soroltuk a cseppköveket: I. csoport: aktív, a pusztulás mértékét tekintve jelentős, és csepegésmérésre alkalmas; II. csoport: aktív, jelentős, de kedvezőtlen helyzete vagy csekély vízhozama következtében csepegésmérésre nem ajánlott; III. csoport: aktív, de a pusztulás mértéke miatt jelentéktelen; IV. csoport: fosszilis, vagy aktivitása nem megállapítható.

A felmérés eredményeképpen kijelöltük azokat a pontokat, ahol a degradáló cseppkövekről lefolyó vizet össze lehet gyűjteni további kémiai vizsgálatokhoz. Nyilvánvalóan ezek az I. csoportba sorolt cseppkövek közül kerültek ki. Ennek megfelelően 12 mérőállomást építettünk ki. Mínt hogy a Béke-barlang talpát szinte teljesen elborítja a Komlós-patak vize, ezért a mérőedények elhelyezésére olyan „asztalokat” készítettünk, melyek a Komlós-patak árvízi szintje felé emelkedtek. Az asztalok lábai M6-os, végig menetes acélpálcából álltak, melyeket a megfelelő stabilitás elérése érdekében mélyen beszúrtunk a meder fenekét kítő kavicsba vagy agyagba. Az asztalok „lapját” műanyag tálcák alkották, melyeket csavaranyákkal a menetes pálcákhoz rögzítettük. A vízmintákat a tányérokra helyezett műanyag poharakba gyűjtöttük.

- 1 A szén-dioxid-tartalom növekedése a Béke-barlang vízforgalmának olyan átrendeződésével hozható kapcsolatba, ami jelentős befolyást gyakorolt a barlang átszellőzésére. Az áthúzó légáram kialakulásának feltétele ugyanis, hogy a jósvafői kijárat közelében található Margitics-szifon ne legyen teljesen kitöltve vízzel, mert az megakadályozza az áthúzó légáram kialakulását. Ha ez (nagyobb árvizek során) néha mégis előfordult, akkor a szanatórium működtetése érdekében a dugót képező vizet azonnal kiszivattyúzták. Míntán a barlang szanatóriumi használata véget ért, szivattyúzásokra sem került sor, de a légcseré továbbra is fennállt. Megváltozott azonban a helyzet a XXI. század első évtizedére. Már 2005–2006-ban észlelhető volt, hogy a Baradlán átvonuló hatalmas árvizeket előidéző, rendkívüli mennyiségű csapadékok, amelyek a Béke-barlang vízgyűjtőjét is érintették, nem okoztak vízhozamnövekedést a Komlós-forrásban. Ekkor vetődött fel először, hogy a barlangi víz útvonala átrendeződött, amit vízfestéssel sikerült is igazolni (*GRUBER-LIEBER 2010*). Eszerint a Komlós-patak vize nem a Margitics-szifon előtt található „nagy víznyelőben” tűnik el, hanem a szifonon túl, a szanatóriumban megnyílt új hasadékból hagyja el a barlangot. Emiatt a Margitics-szifon folyamatosan zárt állapotba került, megakadályozva, hogy a barlang levegője a jósvafői kijáraton keresztül cserélődhessen, ami végül a korábbi mérésekhez képest igen nagy mértékű szén-dioxid-megnövekedést okozott. Sajnos rejtély, hogy a felfedezés alatt milyen CO<sub>2</sub>-koncentráció volt a barlangban, hiszen ez szolgáltatathatna alapot a CO<sub>2</sub>-változás valós változásához.

A felmérés befejeztével világossá vált, hogy a Béke-barlang degradálódott cseppkövei morfológiájuk alapján csoportokba rendezhetők. Bár még semmiféle bizonyíték sincs arra nézve, hogy az egyes csoportokba sorolt cseppkövek egymástól eltérő folyamatok eredményeképpen degradálódtak volna, de éppen a visszaoldódás mechanizmusának sikeres kutatása érdekében szükségesnek tartottuk az egyes csoportok morfológiai jellemzését és a felmért cseppkövek ezen szempontok szerinti osztályozását.

Mintegy másfél száz helyen fordultak elő visszaoldódási nyomok, azon belül 31 igen jelentős, aktív pusztulási helyként volt azonosítható. Ezekről Egri Csaba fotódokumentációt is készített.

A kémiai analízis sajnos negatív eredménnyel járt: az edények csak nagyon lassan teltek meg a vizsgálatokhoz szükséges mennyiségű vízzel, ezért viszonylag hosszú idő telt el a vegyelemzés elvégzéséig attól kezdve, hogy a víz elhagyta a degradálódó cseppkővet. Ezalatt olyan kémiai változások következtek be, ami már nem egyezett meg azzal, ami éppen a korrózió folyamata alatti állapotot jellemezte.

## Főbb degradációtípusok

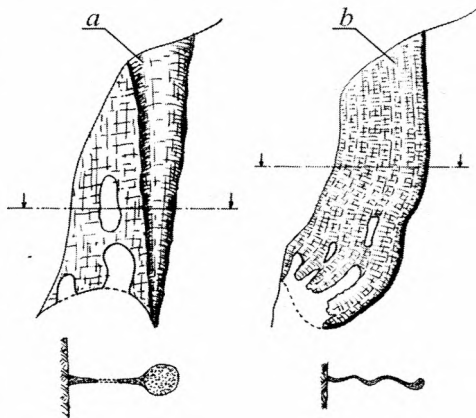
### Perforálódás

Leggyakoribb (48 esetben megfigyelt) degradációtípus a perforálódás, mely a „nyelves répák”<sup>2</sup> belső (a répát a sziklafallal összekötő) nyelvreszének átlukadásaként jelenik meg (1.a. ábra). A perforáció sokszor igen nagy területekre kiterjed, néha szinte az egész belső részt eltünteti, de magát a „répát” szinte kivétel nélkül érintetlenül hagyja: a pusztulási folyamat megáll abban a pillanatban, amikor a nyelv visszaoldódása a répát eléri. A perforálódott rész pereme vékony, éles.

Tipikus példája látható a *Damoklész-kardja* képződményen túl, a 322. fixpont felett található erkély cseppkőbordáin (1.a. kép). A degradáció a bordák belső részét érinti: vékonyodnak, sok helyen átlukadtak, sőt, teljesen elfogytak.

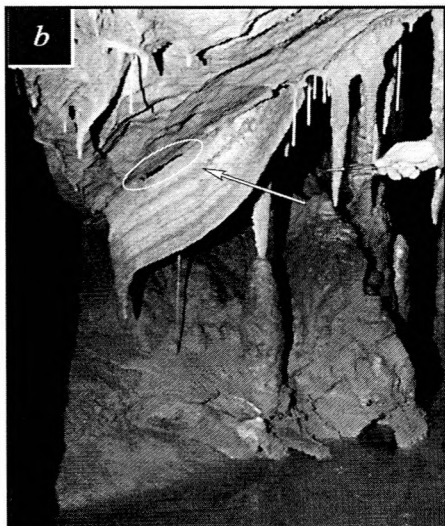
Perforáció gyakori a cseppkőzászlókon is. Az Acélkapu előtt mintegy 20 méterre (közvetlenül a 79. sz. bányászpont alatt) valamikor két cseppkőzászló függött, de mára az egyik szinte teljesen degradálódott, a másik pedig több helyen perforálódott (2.a. kép). Figyelemre méltó, hogy alsó, kivastagodó peremük (répa részük) csak kevésbé korrodálódott.

Előfordul, hogy a perforáció a cseppkőzászló és az azt hordozó mészkőfelszín határvonalára korlátozódik. Ez figyelhető meg a Kötélhágcsós-szifont követő *Kisértetes-teremben* (a 200. fixponttal szemben) (1.b. kép). Perforáció látszik a Kis-omlás előcsarnokának bal oldalából kiemelkedő sziklaerkélyt díszítő nagyszámú cseppkőnyelven<sup>3</sup> is. A nyelvek belső oldala több helyen nagy területen átlukadt, és a megmaradt részek pereme éles. Néhány borda teljesen degradálódott, már csak a mészkőfelületen kirajzolódó nyomuk látszik.

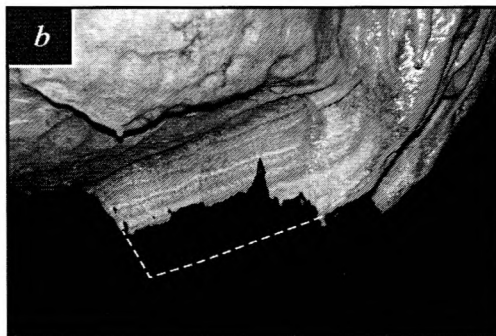
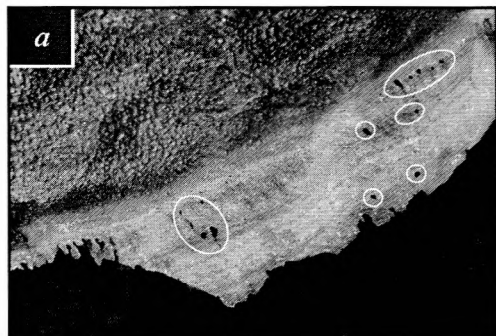


1. ábra. Perforálódás és kirojtosodás „nyelves répán”  
(a) és cseppkőzászlón (b)

- 2 *Nyelves répa*: olyan sztalaktit, melynek barlang felőli oldala szabályos répacseppkönek tűnik, de a répa belső élet a közeli sziklafallal egy vékony (a gázlómadarak úszóhártyáihoz hasonló) cseppkölemez köti össze, így oldalról nézve cseppkőnyelvenek tűnik.
- 3 *Cseppkőnyelv (anyósnyelv)*: önálló, a sziklafallal nem érintkező, lapos, nyelvszerű függőcseppkő. Nem különböztethető meg rajta répa- ill. úszóhártyarész.



1. kép. Perforáció „nyelvis répák” belső oldalán (a) és cseppkőzászlók tövénél (b) (Fotó: Egri Cs.)



2. kép. Perforáció (a) és kirojtosodás (b) cseppkőzászlón (Fotó: Egri Cs.)

### Kirojtosodás

Másik, igen gyakori visszaoldódási forma a kirojtosodás: cseppkőzászlók alsó vagy belső szegélye mentén, vagy nyelvis répák belső hártáján mutatkozó beharapódzódás (1. b. ábra). (Előfordul cseppkőzászlók vagy cseppkőbordák belső részén is.) Ennek eredményeképpen úgy tűnik, mintha a zászló anyaga kirojtosodott volna. A korrodálódott rész pereme általában roppant vékony, éles. Összesen 37 esetben fordult elő.

Tipikus példája látható a *Sündisznó* után kb. 30 méterre (a 248. fixpont közelében), ahol járat bal oldaláról benyúló sziklaerkélyre egy nagy sztalagmit települt. Az erkély alsó oldalán 15 cm széles 40 cm hosszú vékony cseppkőzászló alakult ki, melynek lobogó része 50%-ban (alulról felfelé harapódzva) visszaoldódott (2. b. kép). Érdekessége, hogy a perforálódás vonala mentén a lobogó anyaga (talán belső feszültségek hatására) eredeti helyzetéhez képest elmozdult. Úgy tűnik, hogy a lobogó egész területén egyidejűleg folyik az oldódás.

Igen jellegzetes kirojtosodás mutatkozik a *Fekete-zsák termének* feljárójával szemben is, ahol a járat közepe felett egy hatalmas kőerkélyről nagyszámú, erősen korrodálódott cseppkőzászló nyúlik le (3. kép).

A degradáció ezeknek is csak a belső oldalát támadta meg, külső élük ép. Ugyanakkor közvetlenül mellettük növekedési folyamatok zajlanak (szalmacseppkövek fejlődnek). A visszaoldódás rendkívül markáns: a lobogók maradék alakjából ítélve több négyzetméternyi anyag eltűnt.

### Kagylósodás

További, összesen 15 helyen megfigyelt pusztulási változat a kagylósodás, ami a cseppkövek felületének 3–5 cm átmérőjű, kagylószerű bemarkódásában nyilvánul meg (2.a. ábra). Olyan, mintha a cseppkő anyagából fagyaltkanállal (vagy karalábévájóval) egy-egy darabot kivájtak volna. A degradálódott rész felülete selymes-opálos fényű. Az egyes kagylók pereme határozottan kirajzolódik.

Jellegzetes változata a *Kápolna-terem* bejárata felett figyelhető meg (4.a. kép). A degradációs folyamat itt valószínűleg napjainkban is zajlik, mert az ép és degradálódott rész határa rendkívül éles, agyag- és pormentes. Közeliében degradációt nem okozó csepegőhelyek vannak.

Szintén tipikus kagylósodás mutatkozik a *Kötélhágsós-szifonon* túl, a létra felett lenyúló, 3 méter hosszú sztalaktiton (4.b. kép). Bár e cseppkő felső része el van agyagosodva, de alsó része tiszta, nedves és felülete kagylósodott. Középen át van lyukadva, alul pedig – a degradáció következtében – már kétágúvá vált. Közvetlenül mellette a többi sztalaktit teljesen ép.

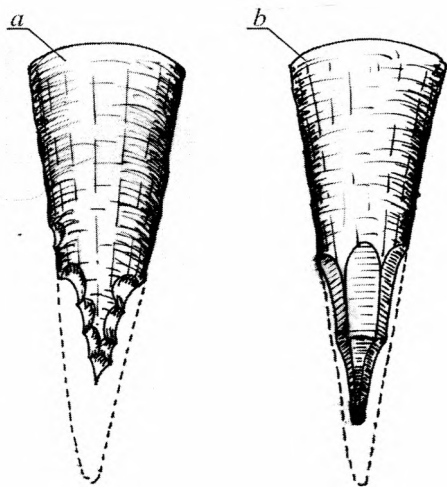
Visszaoldódás nem csak a cseppköveket érinti: a *Búvárruhás-szifon* előtt (a 93. fixpont felett) baloldalon egy 0,5 m<sup>2</sup>-es területen nem csak az ott képződött cseppkőgerincek degradálódtak (kagylósodással), hanem a korrózió a szálkővet is érintette: a képzeletbeli „fagyaltkanál” egyenletesen pusztította a barlang sziklafalát és a cseppköveket.

### Lefaragódás

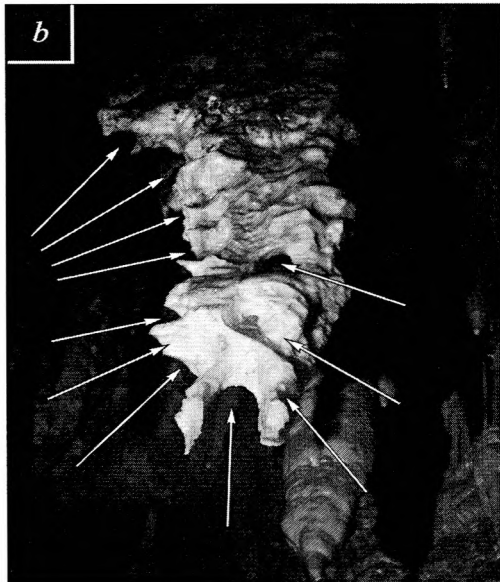
A kagylósodáshoz hasonló degradációs forma a lefaragódás. A különbség mindössze annyi, hogy a sérült rész nem homorú, hanem közel sík felületű. Ennek eredményeképpen úgy tűnik, mintha a cseppköveket megpróbálták volna egy bicskával kihegyezni, megfaragni (2.b. ábra). Összesen 16 helyen találtunk lefaragódási nyomokat.



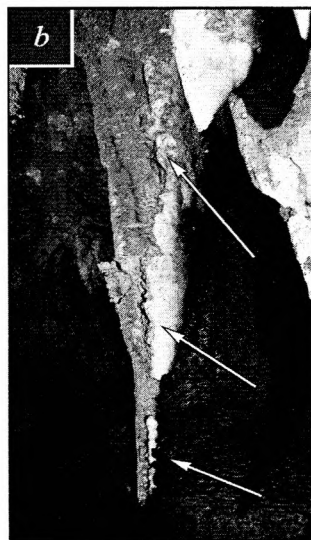
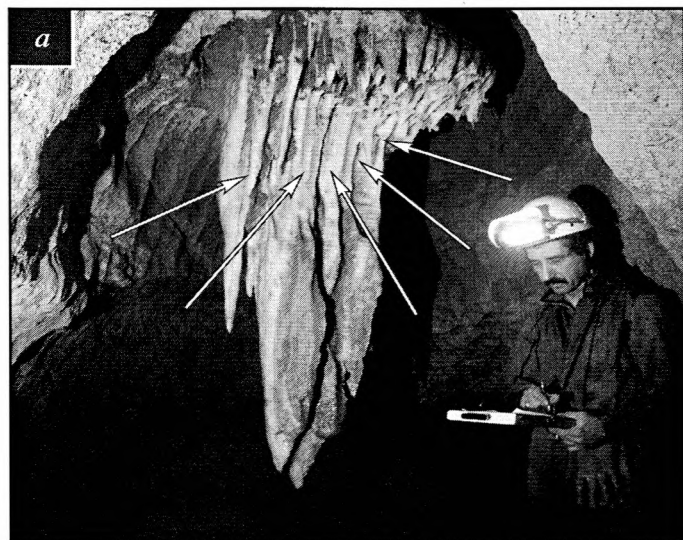
3. kép. Kirojtosodás cseppkőzászló alján  
(Fotó: Egri Cs.)



2. ábra. Kagylósodás (a) és lefaragódás (b)



4. kép. Kagylósodás a Kápolna-terem bejáratában (a) és a Kötélhágsós-szifon kijáratánál (b) (Fotó: Egri Cs.)



5. kép. Lefaragódással pusztuló „medúza” (a) és beagyagosodott cseppkő (b) a Rumos-szifon bejáratánál (Fotó: Egri Cs.)

Példaként említhető a *Rumos-szifon* bejáratát díszítő, másfél méter hosszú igen dús „medúza”<sup>4</sup>, melynek visszaoldódása következtében csaknem kétharmada lefaragódott: a „medúza lábait” alkotó sztalakti-

4 *Medúza*: a járat felett erkélyszerűen függő sztalaktitcsoport, mely — medúzához hasonlóan — egy „központi testből” és abból kilógó „lábakból” áll. Függőcseppkövei („lábai”) általában nyelves répák, ritkábban egyszerű répacseppkövek.

toknak már csak a töve maradt meg (5.a. kép). Mindössze egyetlen cseppkő maradt meg eredeti hosszán, de oldala ennek is hosszán vissza van oldódva.

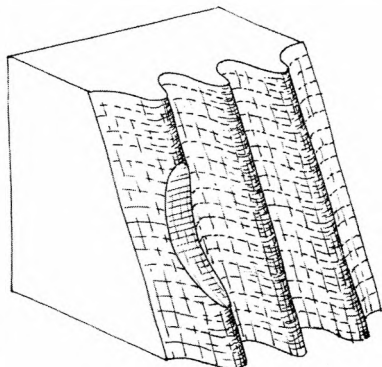
További szép példa található a *Huhogó* előtt kb. 25 méterre a 169. fixpontnál. A mennyezetről lelógó 1 méter hosszú sztalaktit teljes felülete lefaragódott, szögletessé vált. A degradáció kialakulásának mechanizmusánál figyelemre méltó tény, hogy sok olyan cseppkövön is elindul a visszaoldódás, amelyek már régóra inaktívak, hiszen vastag agyagréteg borítja felületüket. Az oldásnak kitett területek viszont letisztultak, üdék (5.b. kép).

### Kicsorbulás

Nem ritka a cseppkölécek külső (azaz a barlangtér felé eső) élének olyan degradálódása, mintha hosszabb-rövidebb szakaszon kicsorbultak volna (3. ábra). Tíz esetben fordult elő.

Tipikus példája a *Manósispán* túl, a 243. fixponttal szemben, egy néhai meanderkanyarulat zug részének cseppkőorgonáján<sup>5</sup> mutatkozik. Valamennyi „orgonasíp” kicsorbult, degradálódott (6.a. kép). Valószínűsíthető, hogy már több négyzetméternyi hiányzik belőlük. A degradáció különösen azokat a cseppköveket támadta meg, amelyeknél az orgonasípok között szabadon maradt hézag (csatorna) U-alakú. Sok torzószerű csonk is észrevehető közöttük.

Hasonló degradáció figyelhető meg az *Anyósnyelvtől* balra, ahol a járat oldalának valamennyi kisebb bordáját megtámadta a korrózió (6.b. kép). A sziklafal is korrodálódni látszik. Úgy tűnik, mintha egy 0,5 m széles sávon egyenletesen szivárogná le valamilyen oldószer. Ugyanez látható a *Mászós-tufa* előtt a járat bal oldalán a 193. és a 194. fixpontok felett is, ahol a sziklafalat nagyon sok, párhuzamos, egymástól 3–5 cm-re lévő cseppköléc tarkította. Szinte valamennyi degradálódott. Mára már csak az élük maradt meg, melyek 0,5–1 cm-re emelkednek ki a falból.



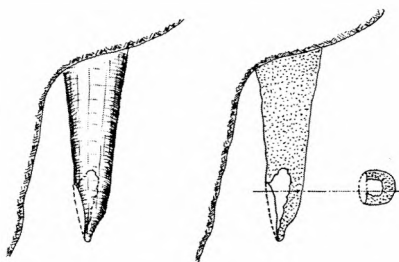
3. ábra. Kicsorbulás

### Szuvasodás

Répacseppkövek belső magja vagy ritkábban sziklafal felőli oldala úgy pusztul, hogy annak következtében belseje kiüregesedik (4. ábra). Az ilyen cseppkövek a barlangtér felől nézve látszólag teljesen épek, ezért kívül hibátlan zománcú, de belül romló, szuvasodó fogak szerkezetére emlékeztetnek. Kilenc esetben talákoztunk ezzel a visszaoldódási formával.

Jellegzetes szuvasodó cseppkőcsoport látható a *Rumoszifon* bejáratánál (7.a. kép). Mellettük, egy preformáló repedés mentén 4 méter hosszán hatalmas, 1,5–2 m hosszú függő-cseppkövek sora látható, melyek részben szuvasodással, részben kagylósodással degradálódtak. Soknak már csak a csonkja van meg, másoknak a hosszában a fele, de vannak közöttük teljesen hibátlanok (7.b. kép).

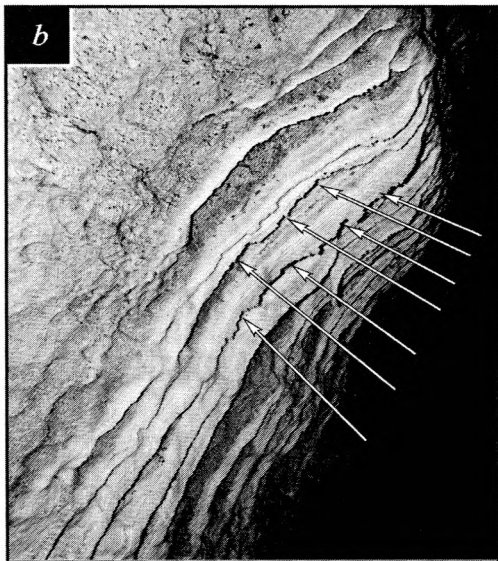
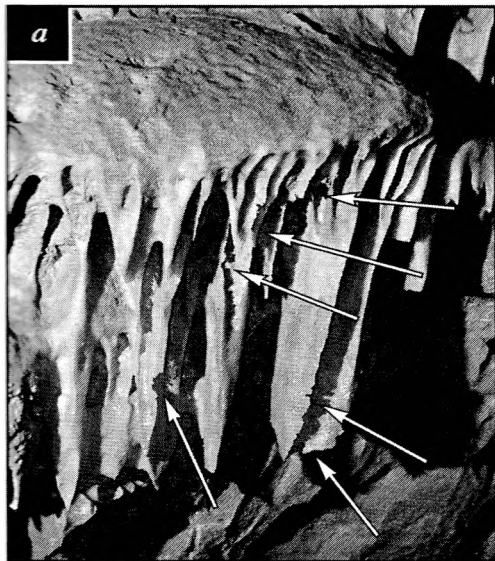
Tipikus szuvasodás vehető észre a *Dóm-terem* előtt (a 104. és 105. fixpontok között) jobboldalról lelógó „medúza” méteres lábain. Répacseppköveinek alsó és külső része mindenütt ép, belső részük szuvasodik. Felületüket hosszanti bevágások törik meg. A degradáció néhol a medúza lábainak teljes



4. ábra. Szuvasodás

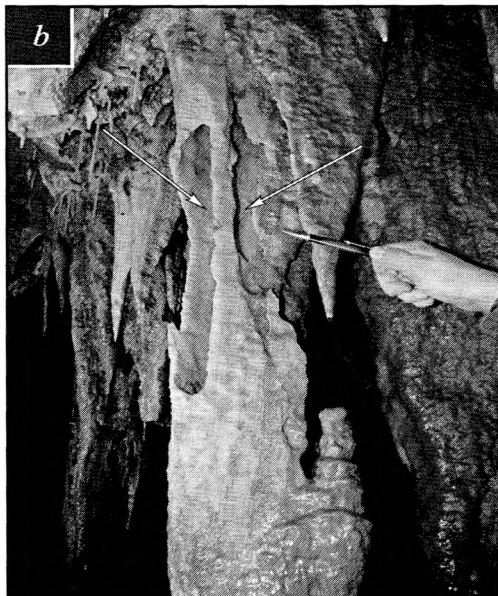
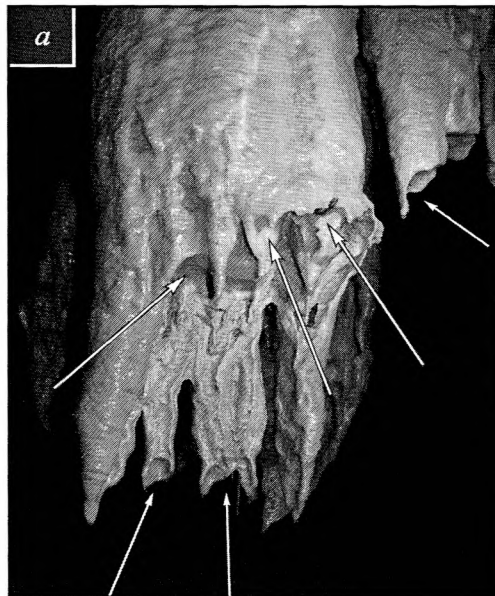
<sup>5</sup> Cseppkőorgona: cseppkőbordákból álló, orgonasípokra emlékeztető csoport.



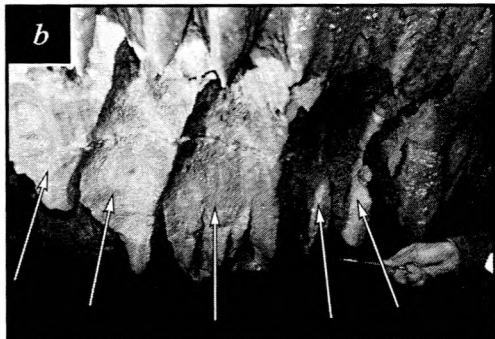
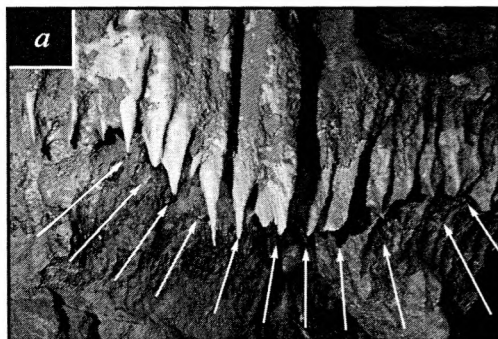


6. kép. Kicsorbulás a Manósipka közelében (a) és az Anyósnyelvnél (b) (Fotó: Egri Cs.)

keresztmetszetét feltárja: láthatóvá válik évgűrűszerű szerkezetük. Figyelemre méltó, hogy a „medúzának” mindig a belső oldala degradálódik. Környékén teljesen hibátlan cseppkövek vannak.



7. kép. Szuvasodó cseppkövek a Rumos-szifon közelében (Fotó: Egri Cs.)

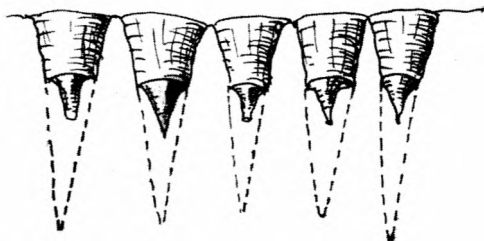


8. kép. „Indián fogsorok” a Rumos-szifon közelében (Fotó: Egri Cs.)

### „Indián fogsor”

„Indián fogsorról” akkor beszélünk, ha a korrózió következtében cseppkősorok valamennyi cseppkövének alsó része bizzar formában kihegyesedik, így a dél-amerikai indiánok mesterségesen kihegyezett fogsorait idézi. Nyolc esetben fordult elő (5. ábra).

Példa rá a Rumos-szifon előtt (a 185. fixponttal szemben) található kis cseppkősor volt, mely már „indián-fogsorrá” alakult (8.a. kép). A cseppkősor répáinak végeiből 15–20 cm-nyi eltűnt. Környezetük ép. Hasonló látható a Rumos-szifon előtti terem bal oldalán is (8.b. kép).

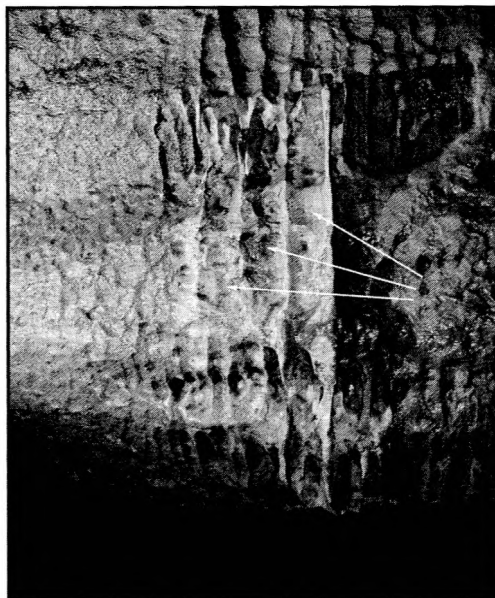


5. ábra. „Indián fogsor”

### Barázdálódás

Három esetben tapasztaltuk, hogy cseppkőorgonák illetve cseppkőléccsoportok cseppkövei között párhuzamos csatornák, barázdák jelentek meg a vízszelőldódás következtében. Formakincsük alapján a magashegységi mészkőfelszíneken gyakori „rinnenkarr” párhuzamos vágataihoz hasonlítanak.

Jellegzetes változatuk mutatkozik az Anyósnyelv közelében, ahol a járat bal oldalát díszítő cseppkőbordák között 2–5 cm széles, éles peremű barázdák jöttek létre (9. kép). Hasonló figyelhető meg a Kis-omlás bejáratával szemben is, ahol (a járat jobb oldalán) cseppkőbordák cseppkőorgonát alkottak. Középtájon az orgonasípkökből kb. 6–8 db teljesen elpusztult. A köztes részek szabályos félkör alakú barázdákat képeznek, melyek mélyen bemélyednek az orgonasípok eredeti testébe. Ez azt bizonyítja, hogy a degradáció a barázdák teljes felülete mentén zajlik. Környezetükben viszont sok



9. kép. Barázdálódás az Anyósnyelv mellett

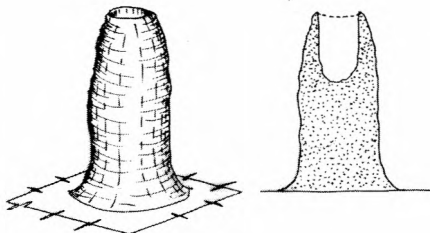
organasíp teljesen épen megmaradt, tehát a degradáció csak jól lehatárolt területen belül zajlik. Ott, ahol a cseppkövek anyaga már teljesen feloldódott, a csatornák továbbmélyülnek a szürke színű mészközsík-lába is.

### Kútképződés

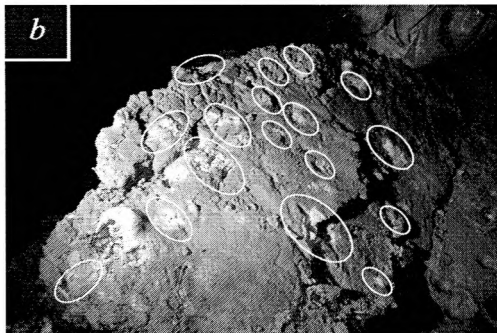
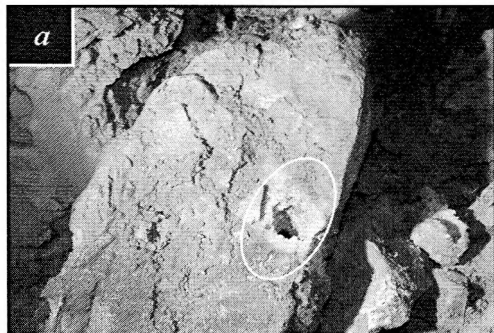
Megfigyeléseink szerint a Béke-barlang állócseppkövein ritkán mutatkozik visszaoldódás. Mindösszesen három ilyen esettel találoztunk. Mindhárom esetben a degradáció a cseppkövek csúcsát érintette, mégpedig olyan módon, hogy a sztalogmitok csúcsán található kis medence kútszerűen kimélyyed (6. ábra).

Egy teljesen kútszerűvé degradálódott állócseppkő maradványa látható pl. a *Nagy-tufa* törmelékletjének tetején, ahol agresszív becsapási helyek látszanak (10.a kép). Felülete túszerűen pamacsos, sündisznós.

Szintén kútképződés folyamata érhető tetten a *Damoklesz-kardja* előtti kanyarulatban (a 331. fixpont közelében), ahol a járat jobb oldalán álló 10–30 cm magas sztalogmitok tetején 2–4 cm mély gödröcskék mutatkoznak. Egyértelműen látszik, hogy visszaoldódás eredményeképpen keletkeztek, mert mélyebbek, mint a szokásos cseppkőképződéssel járó medencék.



6. ábra. Kútképződés



10. kép. Kútképződés (a) és mészkődegradáció (b) a Nagy-tufagáttal szemben (Fotó: Egri Cs.)

### Laterális degradáció

Előfordul, hogy a degradáció nem korlátozódik egy-egy cseppkőre vagy cseppkőcsoport elemeire, hanem cseppkőlefolysók viszonylag nagy területére kiterjed. Ennek következtében a kalcitkéreg túszerűvé, szálkássá, pamacsossá válik. Négy ilyen esetet figyeltünk meg.

A *Vaskapu* bejárata előtt pl. a járat jobb oldalához tapadó cseppkőerkély 45°-os dőlésű felülete laterális degradálódik: több dm<sup>2</sup>-nyi területén a hajdani cseppkőlefolysók tuskéssá, szálkássá, pamacsossá vált. (Hasonló szerkezetű ásványok a Beremendi-kristálybarlang öreg cseppkövein figyelhetők meg.) Figyelemre méltó, hogy a degradálódott területek teljesen tiszták, annak ellenére, hogy környékük valamennyi cseppkővét agyagfilm borítja. Aktív csepelési helyek nem látszanak rajta, de felülete „barlangnedves”.

További példaként szolgál (az 57. fixpontnál) a *Nagy-omlás* előtti járatszakasz nyugati oldalán kialakult vöröses cseppkőerkély alsó felülete, mely olyan benyomást kelt, mintha valaki késsel simára faragta volna. Felületén markánsan kirajzolódnak a cseppkő „évyűrűi”. Úgy tűnik, mintha (mintegy 1 m<sup>2</sup>-es területen) a laterális degradáció felfelé harapódzódna. Szintén laterális degradáció eredménye mutatkozik

a Nagy-omlason túl. A 41. fixponttal szemben egy sziklalejtőn 6–8 db, 5–20 cm-es sztalagmit áll. Oldaluk lefaragódott, 0,5 m<sup>2</sup>-es területű környezetük pedig laterálisan degradálódott.

### **Szelektív degradáció**

A szelektív degradáció olyan pusztulásfajta, mely csak egy jól meghatározott, képzeletbeli vonalig zajlik. E vonalat a cseppkő felületének semmiféle alakváltozása sem jelzi (pl. vonal menti kidomborodása, bemélyedése, törése), de anyagminőség-eltérésekre utaló színváltozások (különösen áttetsző fényben) észlelhetők rajta. Három esetben találkozhatunk vele.

Tipikus változata tanulmányozható a 264. fixpont felett (a *Porcelán-folyosó* előtt két kanyarral), ahol egy nagy cseppkőerkély oldalát díszítő, 5–6 cm magas cseppkőbordák egy határozott vonal mentén perforálódtak. Úgy tűnik, hogy az említett vonal egyben anyagminőségben mutakozó határ is, és csak az egyik anyag degradálódik. Szintén hosszanti elhelyezkedésű szelektív degradáció jelent meg a *Négykézlábaszifon* kijáratának cseppkőlécein. Jellegzetes képviselőjük a *Fürdős-szifon* követő kis terem bejárati oldala (69. fixpont) felett lógó cseppkőnyelveken alakult ki. A nyelvek belső része perforálódtott, ill. belső élük mentén hosszában végighasadtak a degradáció következtében. A pusztulás 8–10 nyelvet is érintett. Hosszuk 0,5–1 m. Némelyik valóságos késsé vált, de a terem felőli oldaluk teljesen ép.

### **Mészköd degradáció**

A cseppköd degradáció folyamatának tanulmányozásakor figyelembe kell venni, hogy hasonló korróziós nyomok a cseppkőmentes mészkőfelszíneken is előfordulnak. Természetesen ezt nem nevezhetjük visszaoldódásnak, hiszen nem egy korábbi mészkiváláson zajlik az oldódás, de pontszerű vagy kis területi kiterjedése révén sok hasonlóságot mutat a cseppköd degradációval. A két jelenség kapcsolata szoros, mert gyakran a cseppkőveken mutakozó degradációs formák törésmentesen folytatódnak a cseppkővetket hordozó szálkővön. Tíz esetben fordultak elő.

A *Nagy-tufagáttal* szemben a törmelékletítő tetején a mészkőfelszín egy 10 cm átmérőjű, 10 cm mély területen rendkívüli módon korrodálódott (*10. b. kép*). A környéken több helyen látható aktív oldódás nyoma: az agyagos kőzetfelszín pontszerűen letisztult, és az üde mészkőbe éles peremű mélyedéseket vájít a lecsepegő víz. Minthogy itt cseppkővek nincsenek, ezért nem tételezhető fel, hogy a kis területre koncentráló korrózió csak a cseppkővekkel lenne kapcsolatban.

Recens korrózióra utaló nyomok vehetők észre a *Fejkoppantós-szifon* kijáratánál is, ahol egy balról benyúló sziklaborda alsó része pengeszerűen ki van preparálódva. Figyelemre méltó, hogy az oldódás „törésmentesen” kiterjed a mészkő felületét korábban borító cseppkővonatokra is. A mennyezetről lecspepenő agresszív víz a járat baloldali lejtőjén 5 cm széles, 10 cm hosszú vályút oldott a sziklába.

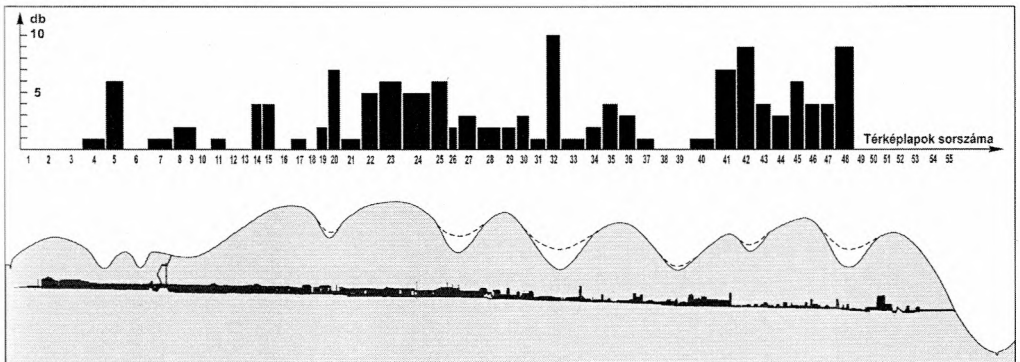
Roppant aktív korróziós folyamatok érhetőek tetten a *Vaskapu* környékén: az *Égi-dagonya* feljárójánál a szálkő is pengeélesre korrodálódott. Bár ezen a területen a sziklafal mindenütt elagyagosodott, az oldott szálkő tiszta. Hasonlóképpen a járat közepe fölél erkélyszerűen nyúló sziklaborda felülete csipkésre korrodálódott. Olyan benyomást kelt, mint amikor egy laza szerkezetű műanyagot (pl. hungarocellt) valamilyen szerves oldószerrel (pl. acetonnal) meglocsolnak. Ugyanezen a szakaszon a járat jobb oldalán kis kürtő tör a magasba, amely alatt fél négyzetméteren kürtőkarr kialakulása követhető nyomon. A karrosodott területen kívül viszont a közelben mindent agyag borít. A recens korrózió kialakulása szempontjából figyelembe veendő, hogy e terület felett egy, csaknem a külszínig nyúló akna található, melyben a karsztvíz más körülmények között szivárog le, mint a szűk repedéseken.

### **A degradálódott cseppkővek térbeli eloszlása**

Megvizsgáltuk, hogy van-e valamilyen törvényszerűség a degradálódott cseppkővek térbeli eloszlásában. Ennek érdekében összesítettük, hogy egy-egy térképlapon hány olyan helyet találtunk, ahol visszaoldódás

folyik, és kapott eredményt ábrázoltuk a barlang hosszszelvénye mentén (7. ábra). Az ábráról látható, hogy néhány rövidebb szakasztól eltekintve a Fő-ág mentén szinte mindenütt előfordul cseppkődegradáció. Kivételt képeznek a 49–55. térképlapok, melyek a barlang északi (az *Óriás-teremtől* a jósfafői kijáratig terjedő) részét ábrázolják, ahol cseppkővek gyakorlatilag nem fordulnak elő. Figyelemre méltó, hogy cseppkődegradáció csak ott fordul elő, ahol a befoglaló kőzet wettersteini mészkő. (Az Óriás-teremtől Jósfafőig a barlang vastagpados, illetve lemezse gutensteini mészkőben alakult ki<sup>6</sup>. SZENTES 1965)

A gyakoriságot ábrázoló hisztogram semmiféle szabályosságot nem mutat, de feltűnő, hogy bizonyos szakaszokon kiugróan magas a számuk a szomszédos területekhez viszonyítva. Észrevehető, hogy ezek felett a külszínen töbrök helyezkednek el. (A 7. ábrán szaggatott vonal azt mutatja, hogy milyen magasan van a külszín pontosan a barlang felett. Ezekon a részeken a töbrök legmélyebb pontja kissé el van tolódva a barlanghoz képest.) Ide tartozik a *Nyugati-oldalág* („Hülyék-ága”) becsatlakozásának környéke (5. térképlap), a *Vaskapu* (20. térképlap), a *Rumos-szifon* (32. térképlap), a *Dóm-terem* (40. térképlap) és a *Répás-szifon* (41. térképlap), valamint a *Nagy-omlást* követő járatrész (48. térképlap). Mindez igazolja JAKUCS (1984, 1986) megállapítását, miszerint gyakoribb a cseppkődegradáció ott, ahol vékonyabb a fedőkőzet. Egyedül a *Damoklész-kardja* (14. térképlap) és a *Cseppkőóvoda* (15. térképlap) környéke felett nem látni töbröt. (A degradálódott cseppkővek térbeli eloszlása és a felszín borító növényzet, illetve talajvastagság közötti kapcsolatot nem vizsgáltuk. Elképzelhető, hogy e lokális maximum ezekkel a tényezőkkel van kapcsolatban.)



7. ábra. Degradálódott cseppkővek előfordulási gyakorisága a Béke-barlang hosszszelvénye mentén

## Összefoglaló megállapítások

A Béke-barlang Fő-ágának csaknem teljes hosszában előfordulnak visszaoldódó cseppkővek. Mindösszesen 156 esetben találtunk degradálódott cseppkövet vagy cseppkőcsoportot.

Leggyakoribb az ún. *perforáció*, amikor a függőcseppkőveket („nyelvs répákat”) a sziklafallal összekötő vékony kalcitlemez („nyelvrész”) átlukad, de maga a „répa” alakú rész ép marad. Ez arra utal, hogy a visszaoldódást előidéző agresszív víz nem a cseppkövet tápláló vízvezető járatból érkezik, hanem (talán) a cseppkő belső nyelvrészen található víz válik (esetleg a levegő magas szén-dioxid tartalma miatt) lokálisan agresszívvé. Perforációval pusztul a degradálódott cseppkővek harmada.

Szintén igen gyakori a cseppkőzászlók alsó vagy belső szegélyének, vagy nyelvés répák belső hátyájának *kirojtosodása*. Ennek eredményeképpen a cseppkőzászló pereme elvékonyodik, késszerűen kiélesedik, majd fokozatosan „eltűnik”. Minthogy a visszaoldódás a képződmény külső pereméről indul,

<sup>6</sup> A gutensteini mészkő rétegek között megtalálhatók ezen a szakaszon a szini márga rétegei is.

feltételezhető, hogy a cseppkővet borító vízfilm a cseppközszázló élének közelében aktivizálódik. Felmerül ebben az esetben a kondenzvíz-korrózió lehetősége, hiszen a kondenzálódás elsődlegesen az éleken és csúcson indul meg. A felmért cseppkövek negyede esik ebbe a csoportba.

Bár az előzőeknél ritkábban ugyan (az összes eset 20%-ában), de a cseppkövek „répa” részét is megtámadja a korrózió. Ennek két változatát talákoztunk. Az egyik a *magylósodás*, amikor a függőcseppkövek külső felületén magylószerű bemaródások jelennek meg, a másik a *lefaragódás*. Ez utóbbi abban különbözik az előzőtől, hogy a megtámadott felület közelítőleg sík, mintha késsel „megfaragták” volna a sztalaktitot. Mindkét esetben a visszaoldódott felület selymes-opálos fényű. Minthogy ez a degradációfajta a cseppkövek külső felületének viszonylag nagy területeire kiterjed, feltételezhető, hogy abból a vízvezető járatból érkezik az agresszív víz, amely korábban a cseppkővet létrehozta. Nem szabad azonban figyelmen kívül hagyni azt a tényt, hogy a magylósodás és lefaragódás csak a cseppkövek alsó részén jelentős, és felső (a friss vízzel először érintkező) tartományai az esetek többségében épek, gyakran agyaggal borítottak. Ez esetben is szóba jöhet a barlang levegő magas szén-dioxid-tartalmának reaktivizáló szerepe.

A lefaragódás egy további, bár ritkábban (az esetek 5%-ában) előforduló változata az „*indián fog-sor*”, ahol egy cseppkősor valamennyi sztalaktitjának alsó vége kihegyesedik. Összehasonlítva a cseppkősor épen maradt részével megfigyelhető, hogy alsó végükből jelentős rész hiányzik.

Különös módon a degradáció kiterjed a cseppkövek belső részére is. A megfigyelt pusztuló cseppkövek mintegy 6%-ában a sztalaktit kívülről nézve teljesen ép, de belül kiüregesedett, mint egy *szuvasodó* fog belseje. Nem ritka az sem, hogy a „szuvasodás” eredményeképpen hosszan felnyílik a sztalaktit oldala, de ez a nyílás minden esetben a közeli sziklafal felé irányul, azaz a járat középvonala felől nem látszik. Ez arra utal, hogy a visszaoldódást előidéző folyamat anizotrop: a cseppkő és a közeli sziklafal között hatékonyabb.

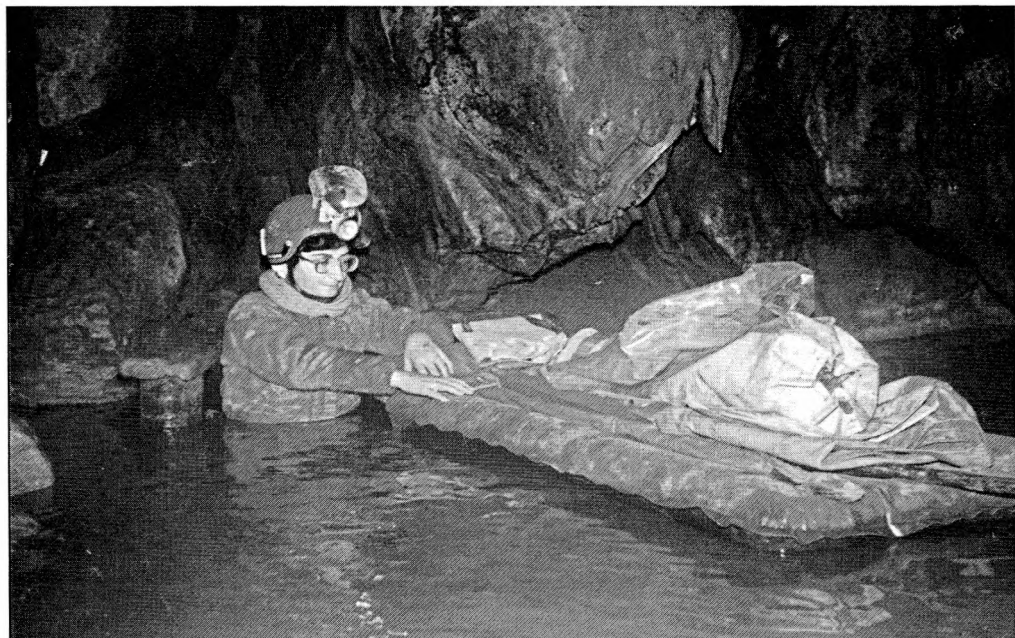
A cseppkőgerincek, cseppkőlécek külső (a barlangjárat középvonala felé eső) éllein hosszabb-rövidebb szakaszokon (az összes eset 6%-ában) *kicsorbulás* nyomai látszanak. Ez a degradációs forma is arra utal, hogy a korrózió bizonyos esetekben nem a cseppkövek teljes felületét támadja meg, azaz nem egy felülről leszivárgó agresszív víz „lemosó” hatásának következménye, hanem valamilyen kis területre korlátozódo lokalís hatás eredménye.

Felismertünk azonban két olyan pusztulásváltozatot is, amely egyértelműen viszonylag nagy területen leszivárgó agresszív víz oldó hatásával magyarázható. Az egyik a *barázdálódás*, amely a cseppkőlécek és cseppkőbordák közötti csatornák kibővülésével jár és a karrbarázdákhoz hasonló formát eredményez. A másik a cseppkőlefolysások nagy területére kiterjedő *laterális degradációja*. Igaz, ezek ritkán fordultak elő: az összes degradálódott cseppkönek mindössze 4%-t teszik ki.

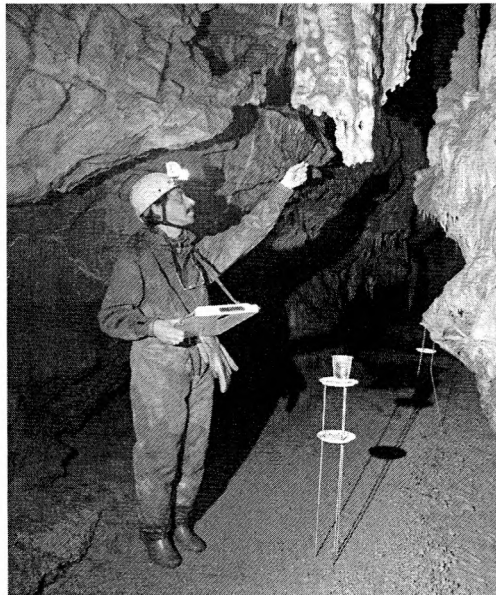
Állócseppkövek külső felületén sehol sem láttunk degradációs nyomokat. A sztalagmitokon megfigyelt három eset mind az ún. *kütképződés* változatába tartozik, ahol is a cseppkő tetejének kis medencéje kútszerűen kimélyed. Ez a jelenség egyértelműen lecsepegő agresszív vizek hatásának tulajdonítható, mert hasonló (csak kisebb mértékű) pontszerű korróziós jelenségek a közelükben található sziklafelületeken is előfordulnak, sőt, a *mésző degradációja* (pontosabban oldódásának újbóli megindulása) olyan helyeken is előfordul, ahol cseppkövek nincsenek. Ez egyértelműen bizonyítja, hogy a Béke-barlang bizonyos pontjain agresszív vízbefolyások vannak.

A degradálódott cseppkövek térbeli eloszlásában semmiféle szabályosságot sem sikerült találni, eltekintve attól, hogy a nagyobb számú degradációs-csoportok felett töbrök helyezkednek el. A visszaoldódás okainak feltárásánál nem szabad szem elől téveszteni azt a tényt, hogy mindig izoláltan fordulnak elő: a visszaoldódó cseppkövek vagy cseppkőcsoportok közvetlen közelében teljesen ép, fejlődő cseppkövek láthatók.

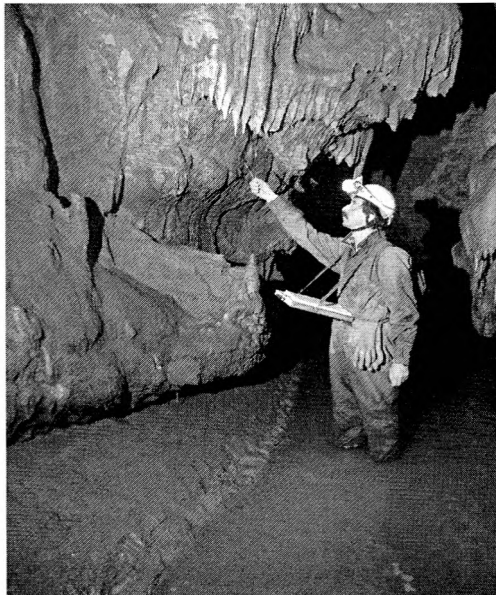
Tanulmányunkban nem tűztük célul a cseppkődegradáció okainak feltárását, de reméljük, hogy a Béke-barlangban előforduló visszaoldódási formák sajátosságainak ismertetésével hozzájárulhatunk e különös jelenség törvényszerűségeinek sikeres további kutatásához.



*A felszerelés „áttutajozása” a Fürdős-szifon taván*  
**Életképek a Béke-barlangi cseppkődegradáció vizsgálatából**



*Mintavevő edény a degradálódott cseppkövekről lehulló víz kémiai elemzéséhez*



*Degradálódott sztalaktit a Kápolna bejáratánál*

- DREYBROT, W. (1988): *Processes in Karst Systems – Physics, Chemistry and Geology*. Springer, Berlin, New York, Heidelberg, 1988.
- GAÁL L.–GRUBER P.–MÓGA J. (2014): *A barlangrendszer szilárd halmazállapotú kitöltése*. In: A Baradla-Domicabarlangrendszer. A barlang, amely összeköt. Kiad.: Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, pp. 117–160.
- GABROVŠEK, F. (2000): *Evolution of Early Karst Aquifers: From simple principles to complex models* – Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Založba ZRC, Postojna
- GRUBER P. (2004): *Cseppkőpusztulási jelenségek vizsgálata a Baradla-barlangban* – Karsztfejlődés IX. Szombathely, 2004. pp. 329–337.
- GRUBER P.–LIEBER T. (2010): *Nyomkövetés az életre kelt barlangokban* – Jösvafő vizei. Élet és Tudomány, 65. évf. 15. sz. p. 461–463.
- JAKUCS L. (1984): *Megkezdődött a cseppkőbarlangok pusztulásának korszaka?* – Természet Világa 3. szám p. 124–125.
- JAKUCS L. (1986): *A savas esők (üledések) hatásának nyomai a barlangi cseppkövek visszaoldódásában* – Karszt és Barlang, 1986 I. p. 15–22.
- KISBÁN J.–SZUNYOGH G. (2004): *Cseppkődegradációs vizsgálatok a Béke-barlangban*. Kutatási jelentés, Aggteleki Nemzeti Park Igazgatósága, p. 1–86.
- KOGOVŠEK, J.–KRANJIC, A. (1988): *A comparative investigation of precipitation and seeping waters of the Postojna Cave*. — Acta Carsologica.
- MAUCHA L. (1984): *Megjegyzések a „Megkezdődött a cseppkőbarlangok pusztulásának korszaka” c. cikkhez* – Természet Világa 12. szám p. 567–568.
- MUCSI L.–EK C. (1995–1996): *Visszaoldódásos formák belgiumi barlangok cseppkőképződményein* – Karszt és Barlang, pp. 13–18.
- SZENTES GY. (1965): *Földtani, tektonikai és genetikai vizsgálatok a Baradla- és a Béke barlangban* – Karszt és barlang, II. p. 71–78.
- STIEBER J.–LEÉL-ÖSSY SZ. (2014): *Különös szén-dioxid szintek a Béke-barlangban* – Karsztfejlődés XIX. Szombathely, pp. 225–230.
- STIEBER J.–LEÉL-ÖSSY SZ. (2015): *Megváltozott, vagy csak visszaváltozott a Béke-barlang klímája?* – Karsztfejlődés XX. Szombathely, pp. 263–282.
- TAKÁCSNÉ BOLNER K. (1988): *A csapadék és a Postojnai-barlang szivárgó vizeinek összehasonlító elemzése* – Karszt és Barlang, 1988. II. p. 111–112.
- TAKÁCSNÉ BOLNER K. (2001): *Cseppkőpusztulási jelenségek vizsgálata a Pál-völgyi-barlangban* – Karsztfejlődés VI. BDF Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely, p. 251–264.
- VERESS M. (1990): *Hozzászólás a cseppkődegradációhoz* – Karszt és Barlang, 1990 I. pp. 61–62.

## **DRIPSTONE DEGRADATION IN BÉKE- (PEACE-) CAVE**

### **ABSTRACT**

In this article, we will summarize the results of a study to investigate all the dripstone in the Béke (Peace) Cave Main Area in terms of whether they show signs of resolution. On this basis, we evaluated the extent of their degradation and the current activity of their processes to their destruction, and classified them into the major morphological groups of degradation. The results of the survey were recorded on the plan of the cave with a scale of 1:100 and the longitudinal profile with contour of the surface above the cave thus. The most common forms of degradation of the 156 dripstones are perforation, exfoliation, fraying and scaling. Subcutaneously, there were chipping, "caries", "indian dentures" and rilling. The article describes in detail the morphological characteristics, the typical location of the dissolution forms of each group, and the most likely causes of their formation.