

RITKA KARBONÁTKIVÁLÁS-TÍPUSOK

Takácsné Bolner Katalin

ÖSSZEFOGLALÁS

Barlangjainkban több olyan karbonátkiválás-típus tanulmányozható, amelyek világviszonylatban is meglehetősen ritkának számítanak. A cikk ezen képződmények: a „peremek”, kalcitlemez-kúpok, apadási színlők és boxwork-szerkezetek kialakulásmódjára és magyarországi előfordulásaira vonatkozó megfigyeléseket összegzi; s részben irodalmi adatok alapján további ritka, hazánkban jobbra ismeretlen kiválási formákat mutat be.

Bár a világ különböző barlangjaiból eddig már mintegy 185 olyan ásványt írtak le, amelyeknek barlangi körülmények között, azaz az üregképződéshez képest utólagosan történő keletkezése bizonyított; a barlangok ásványkitöltésének túlnyomó (95%-ot meghaladó) részét a karbonátok, pontosabban azokon belül is csupán két ásvány: a kalcit és az aragonit alkotja. A barlangi ásványkiválásokat eddig a legátfogóbban tárgyaló munka, *HILL és FORTI (1986)* „A világ barlangi ásványai” c. könyve, a karbonátkiválások 25 morfológiai és genetikai alaptípusát különbözteti meg, amelyek jelentős része (így a függő- és állócseppkövek, lefolyások, bekérgezések, cseppközászlók, cseppkömedencék, barlangi gyöngyök, cseppkódobok, cseppkőszínlők, heliktitek, mésztufagátak, montmilch, borsókövek, aragonitbokrok és a kalcit fennőtt pátkristályai) hazai barlangjainkból is közismertek. A fennmaradó tíz karbonátkiválás-típus az eddigi feldolgozások szerint az egész világon meglehetősen ritkának számít, bár ebben közrejátszhat e kiválási formák viszonylagos ismeretlensége is. Az alábbiakban részben irodalmi adatok, részben önálló megfigyelések közreadásával ezen képződményekre szeretnénk felhívni a figyelmet, hiszen többségük hazai barlangjainkban is előfordul vagy előfordulhat.

A legritkább barlangi karbonátkiválás-típusnak minden bizonnyal a „**gejzirkúpok**” (geysermites) tekinthetők, amelyek a típuslelőhelyet képviselő

Zbrasovi-aragonitbarlangon (Csehország) és az annak szomszédságában lévő Hranicei-beszakadáson kívül jelenleg csupán két kubai és egy brazíliai barlangból ismeretesek. E képződmények megjelenésükben és bizonyos fokig keletkezésmódjukban is a valódi gejzirekre emlékeztetnek: jellegzetes formájú, általában pár dm magasságú, belül üreges kúpok, amelyek központi „csatornája” a barlang aljzatában is folytatódik. Bár aktívan fejlődő példányok egyetlen barlangban sem találhatóak, elhelyezkedésük és alulról felfelé épülő jellegük alapján kialakulásukat feltörő termálforrásokhoz (ill. a kubai barlangok esetében az aljzattól felemelkedő freaticus vagy vadózus vizekhez) kapcsolják.

Típuslelőhelyük, a *Zbrasovi-aragonitbarlang* a Bohémiai-masszívum ÉK-i részén, a Becva-folyócska völgyében, ma is aktív melegvízfeláramlással jellemzett körzetben található. Az 1 km összhosszúságú, részben az idegenforgalom számára is megnyitott rendszer karfiolos-kalcitlemez-apadási színlős-aragonitos-magnéziumkarbonátos kiválásegyüttese hazai hévizes barlangjainkra emlékeztet; mélypontjait 30%-os CO₂-koncentrációt is elérő „gáztavak” töltik ki. A hírneves gejzirkúpok eredeti településben jelenleg öt helyen vizsgálhatók; három további publikált lelőhelyük (*KUNSKY, 1957*) az említett gáztavak alján csak légzőkészülékkel lenne megközelíthető.

A tanulmányozott gejzirkúpok két, meglehetősen eltérő jellegű típust képviselnek. Többségük

(beleértve a túraútvonalak mentén elhelyezett, nyilván a kiépítés során elmozdított példányokat is) széles talapatú és rücskös felületű, belső csatornájuk — amennyiben az egyáltalán felismerhető — keskeny, legfeljebb pár cm átmérőjű és erősen tagolt, kanyargó. Ezek 10–60 cm közötti magasságúak, aljzatukat inhomogén, porózus limonitos anyag („vasokker”) alkotja; az eredeti helyükön lévő példányok környezetét kalcitlemez-lerakódások borítják. E típus egy elmetszett képviselőjének belsejében a lerakódott fehér mészsanyag barnás-fekete, vasas-mangános zónákkal váltakozik, s a kiválás-rétegek szerkezete, ha nem is magas nyomás alatt feltörő, de egyértelműen kifolyó vízre utal (1. kép).



1. kép: Feltörő víz által létrehozott gejzirkúp metszete a Zbrasovi-aragonitbarlangból (Salamon G. felvétele)

Photo 1. Vertical section of a geyser cone created by upwelling water, Zbrasov Aragonite Cave (photo by G. Salamon)

A másik típus képviselői karcsúbbak, helyenként szinte szivar-alakúak és általában magasabbak; központi csatornájuk az előzőknél jóval szélesebb, s

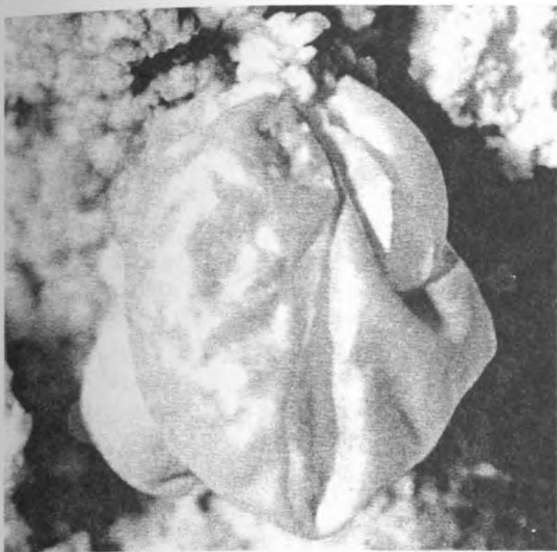
szabályos, virágszirmokra emlékeztető metszetet eredményező hosszanti barázdákkal tagolt. Anyagukat látszólag tiszta kalcium-karbonát alkotja, amely két előfordulási helyen a környező kőzetfelületeket borító, karfiol- és felhőszerű kalcitbevonatok folytatásának tűnik; a harmadik előfordulásnál pedig — ahol egy töréssel a porózus mészkiválással teljesen eltemetett példány metszetben tárul fel — a kúp fele magasságáig meredeken álló kalcitlemez-kékből épül fel. Ezek a kúpok inkább vízalatti gáz-feltörési pontoknak tűnnek, ahol a csőszerű üreget körbezáró kalcitkiválást illetve a kalcitlemez-kék irányított lerakódását a feltörő buborékok mozgása befolyásolhatta. Kunsky leírásában egy további, „széles, viszonylag alacsony, összecementálódott göröngyökre emlékeztető, igen durva szerkezetű kúpok”-ként jellemzett típus is szerepel, ezek jelenléte azonban a bejárt szakaszon nem tűnt fel.

Hazánkban hasonló képződmények egyedül a recski ércbánya mélysztíjén ismeretesek, amelynek aktívan fejlődő forráskúpjai a 30 cm magasságot is elérik (FÜGEDI—NÁDOR—SÁSDI, 1990.).

Hasonlóképpen világritkaságként tartják számon a mindaddig csupán öt Egyesült Államokbeli (Arizona, Dél-Dakota, Új-Mexikó) barlangból, valamint az ausztriai Dachstein Mammuthöhléből ismert **hidromagnezit-ballonok**at (cave balloons). A névadó luftballonokra emlékeztető, gázzal kitöltött, szabadon függő zacskószerű képződmények (2. kép) borsókövek és montmilch társaságában fordulnak elő; gyöngyházfényű, hártavékony (csupán 0,02–0,1 mm vastagságú) faluk rendszerint tiszta hidromagnezitből $[Mg_5(CO_3)_4(OH)_2 \cdot 4H_2O]$ áll. E törékeny, kiszáradásra rendkívül érzékeny kiválástípus legnagyobb ismert képviselője mintegy 5 cm átmérőjű; leggazdagabb lelőhelyük a dél-dakotai Jewel Cave, ahol kéttucat jól fejlett és több száz kisebb példányuk található.

Kialakulásmódjuk nem kellően ismert, felfúvódásukat egyesek a 40% körüli víztartalom mellett igen plasztikussá váló montmilchnek nyomás alatt szivárgó vizek hatására, mások a montmilch képződéshez kapcsolódónak feltételezett baktériumműködés során keletkező gázok hatására történő tágulására vezetnek vissza. Esetleges hazai előfordulásuk a fentiek alapján leginkább a borsóköves-hidromagnezit-montmilches ásványtársulást tartalmazó üregrendszerekben (így például a József-hegyi-barlangban) képzelhető el.

A „**barlangi hólyagok**” (cave blisters) bekérgeződések, cseppkőfolyások, cseppkövek vagy a barlangfalak felületén tömegesen is megjelenő, általá-



2. kép: Hidromagnezit-ballon a Jewel Cave-ből
Photo 2. A hydromagnesite balloon in Jewel Cave

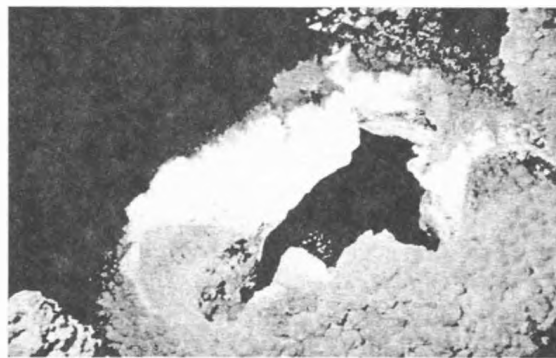
ban néhány cm átmérőjű, félgömb alakú „dombocskák”. Belsejüket — amint az a felrepedt példányokon látható — agyag, iszap, homok, vagy különféle ásványi anyagok (pl. gipsz, kalcedon) töltik ki; hátoldalukon, ahol azok a fal- vagy cseppkö-felülethez tapadnak, egy kis tápcsatorna található. Kialakulásukat kapilláris vizekhez kapcsolják: a nyomás alatti folyamatos vízutánpótlás a kiváló ásványréteget egyre jobban eltávolítja az aljzattól, s a kialakuló üregecskében a tápláló oldat egészének elpárolgása miatt a kalcittal együtt az egyéb oldott anyagok is lerakódnak.

E képződménytípust eddig csupán Bermuda, Franciaország, Jamaica és az Egyesült Államok (Kalifornia, Nevada, Ohio) egyes barlangjaiból ismertették; esetleges hazai előfordulásuk elsősorban azokban a barlangokban feltételezhető, ahol nyomás alatt álló kapilláris vizek jelenlétére utaló egyéb kiválástípusok (pl. heliktitek vagy cseppkődobok) is találhatóak.

Az előző két típushoz hasonlóan légtérben képződő, ritka kiválási formát képviselnek a **pere-mek** (rims). Ezek korrodált alapközethez (ritkábban korrodált cseppkőképződményekhez) csatlakozó, gallér- vagy legyező-szerű kiválások, melyek rendszerint hirtelen szelvényméret-változásoknál jelennek meg — például ahol szűk járatocskák egy nagyobb teremhez csatlakoznak. Alakjuk és sima belső faluk az általuk szegélyezett formát követi, külső felületüket borsókő-szerű kiválások alkotják. Maxi-

mális leírt magasságuk 60 cm, átlagos vastagságuk 5 cm körüli; anyagukat többnyire aragonit vagy kalcit alkotja, de ismeretesek gipsz anyagú peremek is. Kialakulásukat kondenzációs-korróziós folyamatokhoz kapcsolják: a felemelkedő, meleg, nedves levegő lehülése során a széndioxid-felvevő képesség növekedése révén egyre agresszívebbé válik, s a kőzet- vagy egyéb felülettel érintkezve korrodálja azt; majd a légáramlással tovább szállított, telített kondenzvízből a légáramlás hirtelen lecsökkenése helyén kalcium-karbonát rakódik le.

Az Egyesült Államok nyugati részén (Dél-Dakota, Új-Mexikó, Texas, Arizona és Colorado) kívül eddig csak kubai barlangokból azonosított kiválástípust hazánkban elsőként az 1994-ben megnyílt Nagyharsányi-kristálybarlangban sikerült felismerni*, ahol az eddigi, közel sem teljes feldolgozás alapján legalább hat jól fejlett példányuk található. Itteni előfordulásai teljes mértékben megfelelnek a fent leírtaknak: a hófehér, 50 cm magasságot és 1 m átmérőt is elérő, többnyire félgömb alakban húzódó, 5–8 cm vastagságú kiválásperemek a barlang legmélyebb szintjeire vezető, puhára korrodált falú kis csőjáratok torkolatait övezik (3. kép); sőt megfigyelhetők a különböző szintben elhelyezkedő termeket összekötő szűkebb, kürtőszerű járatszakszok tetején is. Külső — azaz a tágabb térség felé



3. kép: A Nagyharsányi-kristálybarlang „szellőzőkürtőt” övező peremek hazánkban korábban ismeretlen kiválástípust képviselnek (Salamon G. felvétele)

Photo 3. The rims of Nagyharsány Crystal Cave are the first Hungarian representatives of this speleothem (photo by G. Salamon)

* A tárgyalt ritka kiválástípusok magyarországi előfordulásainak átfogó közreadása érdekében a Szerkesztőség a tárgyévét követően ismertté vált adatok közlését is indokoltnak tartotta.

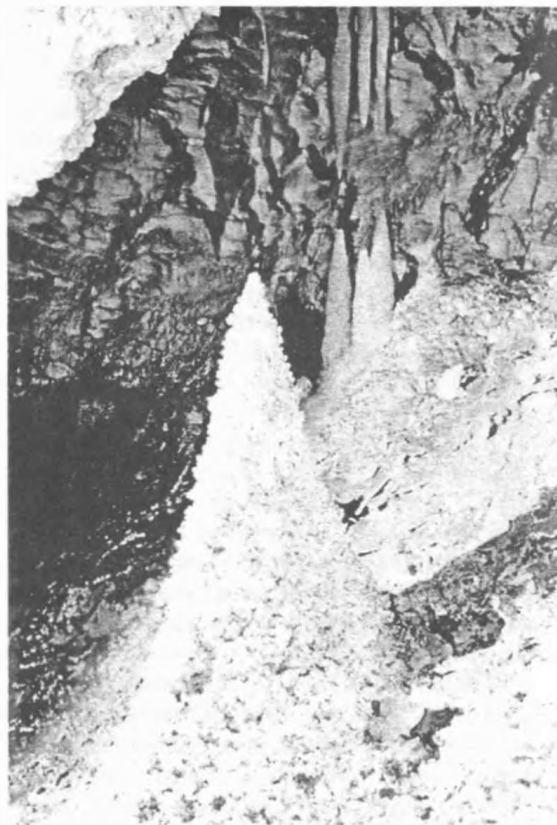
néző — felületüket laza borsóköves-tükristályos kiváláshalmaz alkotja, belső felületük tömeges kifejlődésű. Jelenlétüknek akár a barlang továbbkutatása szempontjából is jelentősége lehet, hiszen keletkezésük értelmezése magába foglalja a levegő nedvesség utánpótlását biztosító közeli víztömeg feltételezését is. Egy régebbi megfigyelés alapján e kiválástípus embrionális formában való előfordulása valószínűsíthető a Kórház-barlang tavához vezető akna fölött; s 1995-ben újabb lelőhelyük vált ismertté a felsőpetényi agyagbánya tárójával harántolt egyik barlangban, ahol széndioxidos gázbeszivárgásokhoz kapcsolódva 10 cm-ig terjedő magasságú, gipsz anyagú kis peremek fejlődtek ki.

A barlangi tavak felszínén kiváló mészhártyák — melyeket az angol nyelvű szakirodalom „barlangi tutajok”-nak (cave rafts), a magyar szaknyelv pedig a budai barlangokból származó leírások (pl. KRAUS, 1982) nyomán **kalcitlemezeknek** nevez — valójában hazánkban sem számítanak a ritka kiválástípusok közé. A megvastagodva az aljzatra süllyedt és összecementálódott lemezekből álló lerakódások számos hévizes eredetű barlangunkban ismertek, sőt több helyen (így például a *Gellérthegyi forrásbarlangokban, a Tapolcai-tavasbarlangban és Kórház-barlangban, valamint a Rákóczi 2. sz. barlangban*) recens képződésük is megfigyelhető.

A kiválástípus egy sajátos, pontszerű felhalmozódási forma-változatát képviselő „**kalcitlemez-kúpok**” (cave cones) azonban már jóval ritkábbak; melyek a nagyvilágból eddig csupán néhány dél-afrikai, Egyesült Államok-beli (Új-Mexikó), spanyolországi (Mallorca) és olaszországi barlangból kerültek ismertetésre. Képződésüket az úszó lemezeknek egy-egy mennyezeti csepegés miatt állandóan azonos ponton történő lesüllyedésével majd összecementálódásával magyarázzák. A vízszint süllyedésével szárazra került példányokat a lecsepegő víz aragonitbokrokkal „koronázhatja”, vagy telítetlen víz esetében lyukakat vájhat azok csúcsába („vulkán” kúpok). A legnagyobb ismert kúpok az olaszországi, hévizes *Grotta di Giusti*-ban találhatóak, ahol magasságuk meghaladja a 3,5 m-t; e különösen meredek, csupán 20–25°-os kúpszögű, szinte tömören illeszkedő lemezekből álló kúpok kialakulását a víz magas hőmérséklete (35 °C) miatti gyors cementációra vezetik vissza.

A hazánkban népszerűen **karácsonyfáknak** nevezett, hosszú időn át vitatott kialakulásmódú képződmények első magyarországi lelőhelye a *Szemlő-hegyi-barlang* volt, ahonnan KESSLER (1931) a feltárásról szóló első publikációk egyikében

„gyöngykövekkel borított stalagmit”-ként említi őket. Később PANOS (1960) a Zbrasovi-aragonit-barlangban található gejzirkúpokkal azonosította e formákat; valós besorolásukat (TAKÁCSNÉ—KRAUS, 1989) a kiépítés során elmetszett példánytette lehetővé, amelyen egyértelműen látható a kalcitlemezekből álló belső szerkezet. Második magyarországi előfordulási helyük a *József-hegyi-barlang*, ahol a Vulkánok-termében és a Várteremben 0,5–2 m magasságú, borsókökiválás nélküli példányaik jelennek meg (ADAMKÓ—LEÉL-ŐSSY, 1984); s ismeretes egy erősen pusztuló kalcitlemez-kúp az esztramosi Rákóczi-táró egyik kisebb barlangüregében is. E képződménytípus negyedik hazai lelőhelyét a *Pál-völgyi-barlang* 1994-ben feltárt nyugati zónája képviseli. Az itt található 13 kúp többségét a Szemlő-hegyi-barlang karácsonyfáihoz hasonlóan borsókökiválás borítja (4. kép); de van köztük két, apró sztalagmitokkal



4. kép: Borsókövel borított kalcitlemez-kúp a Pál-völgyi-barlangban (Kiss A. felvétele)
Photo 4. Popcorn-covered cave cone in Pál-völgy Cave (photo by A. Kiss)

koronázott példány is, egy harmadik csúcsába pedig a „vulkán”-változat szerinti cseppvájta lyuk mélyül. Magasságuk 0,2 m-től 1,2 m-ig terjed, s két kivételtől eltekintve meglehetősen meredek, 25° és 40° közötti kúpszögekkel. Egyikük térségében az aljzati törmelékkitöltést borító kalcitlemez lerakódáson olyan kalcitlemezke kupacok is találhatóak, melyek karácsonyfaembrióknak tűnnek: a maximum 10 cm magasságú halmocskák némelyikét csupán pár, sátorszerűen egymásra boruló lemezke alkotja.

Az angol szaknyelvben folia-nak nevezett, hazánkban pedig „apadási színlő” néven leírt (KRAUS, 1990), ugyancsak vízszintjelző kiválástípus leginkább egymás alatt sorakozó hullámfodrokra vagy fordított tetarátágitásokra emlékeztet (5. kép), amely a barlangok mennyezetén vagy áthajló falain jelenik meg jellemzően kalcitlemezke és víz alatt képződő bevonatok társaságában. Az egyes kiválásbordák vastagsága átlagosan 1 cm-ig, szélessége 5 cm-ig terjed; felületük néhány fok lejtésű. Keletkezésüket a barlangi tavak vízszint-ingadozásához illetve a vízszint süllyedéséhez kapcsolják: a víz felszínén kiváló kalcitfilm enyhe vízszintemelkedés (hullámzás?) hatására keskeny gerinc formájában marad vissza az áthajlás felületén, s lassan süllyedő vízszint esetén a kiváló anyag folyamatosan adódik hozzá annak alsó széléhez. Egy borda fejlődése mindaddig tart, amíg a felületi feszültség fel bírja „húzni” az anyagot annak pereméig. Ezt követően újabb borda keletkezése indul meg, de ismételt magasabb vízállás(ok) esetén a korábban kialakult bordák is tovább növekedhetnek.

A nyolcvanas évek közepéig az USA nyugati államainak (Arizona, Új-Mexikó, Nevada, Colorado) egyes barlangjain kívül csak a már említett Grotta Giusti-ból és egy kubai barlangból publikált kiválástípust több hazai barlangunkból ismerjük, de megtalálható a kirgiziai Szjurpriz-barlangban (TAKÁCSNÉ—KRAUS, 1990) és a Zbrasovi-aragonit-barlangban is. Legjellegzetesebb magyarországi előfordulásai a Pál-völgyi-barlangban vannak, ahonnan elsőként 1983-ban került leírásra (KÁRPÁT-TAKÁCSNÉ, 1983), az akkor még számunkra ismeretlen kialakulásmódú kiválási formára a „bordásfal” megnevezést használva. Az itt jelenleg ismert 11 előfordulás mindegyike a barlang fő kioldási szintjének megfelelő, 150–165 m tszf. közötti zónában helyezkedik el, jellemzően kalcitlemez lerakódásokhoz kapcsolódva; ám e szint kiterjedt kalcitlemez előfordulásait nem kísérik következetesen apadási színlők. A színlőkkel borított legnagyobb felület mintegy 15 m²; a kiválások függőleges kiterjedése

4 m-ig, az egyes bordák maximális szélessége 3 cm-ig terjed. A legfejlettebb bordák 10–45° dőlésű áthajló felületeken helyezkednek el. A felület hajlásszögének meghatározó szerepe egyértelműen látható a gömbüstökkel tagolt falakon megjelenő apadási színlőknel: az áthajlásban még jól fejlett, több cm szélességű bordák az üstök közötti nyergen max. 0,5 cm szélességű „hurkák” vagy körömnnyi „laskák” formájában folytatódnak, majd a szomszédos üst aljába érve teljesen kisimulnak, s helyettük itt vékony feltapadt kalcitlemezkek figyelhetők meg. A mennyezeti üstökben az is egyértelműen látható, hogy a bordák zárt kupolában nem fejlődtek ki: az első megjelenő borda az üst oldalirányú kapcsolódásának, „szellőzőnyílásának” szintjét övezi.

A Budai-hegységben e kiválástípus előfordul továbbá a Fazekas-hegyi-barlangban, a Rácskai-barlangban, a Mátyás-hegy Keleti-kőfőtőjének egyik kis üregében, sőt aktív hévizes barlangokban is: a Gellérthegy lábánál fakadó Mátyás-forrás üregében közvetlenül a jelenlegi, 43 °C hőmérsékletű vízszint felett húzódik néhány jellegzetes bordácska; s minden bizonnyal ez a képződmény került leírásra a jelenleg 23 °C vízhőmérsékletű Molnár János-barlangból is (SCHAFARZIK—VENDL—PAPP, 1964). Egy további aktív hévizes barlangban, a Miskolctapolcavitavasbarlanghoz tartozó egyik vízáradó forráskürtőben (vízhőmérséklet: 30 °C) való előfordulásukat a Debreceni Búvárklub 1977. évi jelentésében közölt fényképfelvétel bizonyítja. Kevésbé jól fejlett előfordulásai találhatók Esztramoson a Rákóczi-barlangban, ahol a második tó előtti erkély térségében, mintegy 15 m-rel a 12 °C hőmérsékletű karsztvíz



5. kép: Apadási színlőkkel borított felület a Pál-völgyi-barlangban (Kiss A.–Siklósi E. felvétele)
Photo 5. Folia deposit in Pál-völgy Cave (photo by A. Kiss and E. Siklósi)

jelenlegi szintje felett több ponton ismerhetők fel a bordák kezdeményei; valamint — feltehetően egykori visszaduzzasztáshoz kapcsolódva — a *Meteor-barlang* Majmos-termében.

A sekélyvízű medencék felszínén, gáz- ill. lég-buborékok felületén történő karbonát-kiválás révén keletkező, üreges „**barlangi buborékok**” (cave bubbles) jelenségét elsőként egy melegforrás-medencéből majd egy bányából írták le a negyvenes években; s ezt követően sorra ismerték fel azokat angliai, franciaországi, Egyesült Államokbeli (Virginia, Nevada, Missouri, Alabama), kanadai (Ontario) és olaszországi (Szardínia) barlangokban is. Mindezen lelőhelyeken a buborékok nyugodt, sekélyvízű medencékben fordulnak elő mésztufagátak és kalcitlemez-kiválások társaságában; a 0,2–1 cm átmérőjű, 0,2 mm-nél kisebb falvastagságú, rendszerint gömbölyű vagy tojásdad képződmények egy része a vízfelszínen lebeg, mások a medencék oldalához tapadnak vagy túlsúlyossá válván az aljzaton hevernek. Anyagukat általában kalcit, ritkábban aragonit alkotja; belső felületük sima, a külső finom kristálykákból áll. Szabályos alakjukat a buborék „tetőnehéz” fejlődése (azaz a buborék felső részén történő erőteljesebb mészkiválás) miatti lassú forgással magyarázzák.

Hazánkban hasonló jellegű kiválásokat csupán a recski ércbánya mélyszintjéről írtak le (*FÜGEDI-NÁDOR-SÁSDI, 1990*), ezek azonban nem szabadon lebegő, hanem a sekély vízmedencék aljzatán vagy egyéb kiválásain megtapadó gázbuborékok körül alakulnak ki, csövecskéket vagy gömböket formálva. Barlangi előfordulásuk esetleg az aktív kalcitlemez kiválással jellemzett meleg-langyosvízű barlangjainkban (Gellérthegyi forrásbarlangok, Tapolcai-tavasbarlang, Kórház-barlang stb.) feltételezhető.

Az egykor szintén ritka kiválástípusnak tartott, ma azonban már számos (francia, görög, olasz, koreai, dél-afrikai, német és Egyesült Államok-beli) barlangból ismert „**barlangi kelyhek**” (cave cups) üreges, általában negyed- vagy félgömb-, ritkábban szabályos tálalakú, jellemzően 10 cm körüli átmérőjű, kalcit anyagú kiválások; amelyek gyér, de állandó utánpótlású, sekély barlangi vízmedencékben találhatóak. Különleges változatuk a csúcsára állított, háromszög-alapú üreges gúlát formázó egykristály-kelyhek, az ún. „piramisok” (6. kép); amelyek akár 20 cm-es magasságot is elérhetnek.

Keletkezésüket kristálytani okokra vezetik vissza: túltelített vízből történő gyors kiválás esetén, a medence peremén összefüggő színlőpárkány helyett a leggyorsabb növekedési irányt képviselő alap-



6. kép: Vázkristály-„kelyhek” a franciaországi *Grotte d'Aguzou*-ban (Cser F. felvétele)
Photo 6. Monocrystal cups in *Grotte d'Aguzou*, France (Photo by F. Cser)

romboédernek megfelelő kristályos rácsozat, vagy (valószínűleg Mg-ionok jelenlétében) apró kristálykákból álló ívek alakulnak ki; s minthogy e gerincek megakadályozzák a víz behatolását a körbezárt térségbe, a további kristályosodás elsősorban azok külső oldala mentén folytatódik, szabályos vázkristály vagy kúpszerű formákat hozva létre. Első hazai előfordulásukra 1998-ban, a *Pál-völgyi-barlang* egy újonnan feltárt járatában sikerült rábukkanni, ahol sekély cseppkőmedencékben a gúla-változat 4 cm élhosszúságot is elérő példányai találhatóak.

A szó szerinti fordításban leginkább „dobozszerkezet”-nek megfelelő **boxwork** vékony, kristályos anyagú lemezek szinte szabályos hálózataiból álló képződménytípus, amely — eltérő keletkezésmóddal — a barlangfalakon, az aljzaton vagy cseppkőképződményeken egyaránt megjelenhet. Anyagát általában kalcit alkotja, de ismeretes gipsz-, goethit- és kova anyagú boxwork is. A kőzetfelületekhez kapcsolódó alaptípus lemezeiben kristályos központi „ér” húzódik, amely egyenes folytatása a kőzet repedéskitöltéseinek. Keletkezésük hagyományos magyarázata az alapközetet behálózó kalcit- (vagy egyéb anyagú) erecskék kipreparálódása az üregfejlődés során; ezen erecskék kialakulásának, illetve a barlangon belüli megvastagodásuknak az okait illetően azonban már megoszlik a szakemberek véleménye (részletesebben l. *TAKÁCSNÉ, 1992.*). E típus leglátványosabb előfordulási helyén, a dél-dakotai (USA) Wind Cave-ben a boxwork-hálózatok hatalmas felületeket borítva több dm-re nyúlnak ki a barlang oldal-falaiból és mennyezetéből. Hasonló szerkezet — ún. „szeptária-boxwork” — alakulhat ki az aljzati üledékek belsejében keletkező finom repedésekben

történő utólagos mészkiválással; míg a cseppkőképződményeken megjelenő, s az alpesi barlangokban viszonylag gyakori változat kialakulását fagyhatásra képződő repedésekben történő, gyakorlatilag egyidejű kalcitkiválással értelmezik.

Az alapközethez kapcsolódó boxwork kisebb előfordulásai hazánkban is ismeretesek. Jelenlétüket elsőként KOVÁCS és MÜLLER (1980) ismertette a Sátorkő-pusztai-barlangból, ahol a kipreparálódott kalciterek alkotta „dobozkák” mélysége az 5–10 cm-t is eléri; de megtalálhatók a Gerecse néhány barlangjában (Öreg-kői 1. sz. zomboly, Lábatlani Sárkány-lyuk, Babál-barlang, Veres-hegyi-barlang — TAKÁCSNÉ, 1994.), a Beremendi- és a Nagy-harsányi-kristálybarlangban, továbbá a Pál-völgyi-barlang 1994-ben feltárt nyugati járatrendszerében is. E képződmény egy sajátos változata tanulmányozható a Csersegtomaji-kútbarlangban: a karsztosodott triász dolomit és a fedő alsó-pannon homokkő réteghatárán kialakult üregrendszer falain megjelenő szerkezetek a kioldódott egykori dolomitbreccsa finomszemű homokkő-kötőanyagának maradványaként értékelhetők (7. kép). Az aljzati üledékekhez kapcsolódó altípus egy speciális változatának tekinthetők ugyanakkor azok a sokszögidomokat közrefogó — hajdani száradási repedéseket kitöltő — mészbordák, amelyek a Pál-völgyi-barlang egyes kalcitlemez-hídjainak alsó felületén tárnak fel (KISS—TAKÁCSNÉ, 1987).

Végül a „cseppkőtornyocskák” (coral pipes) nagy valószínűséggel nem annyira különleges feltételekhez kötött kialakulásmódjuk, mint inkább az aljzati üledékformák felé átmenetet képező, nem egyértelműen önálló kiválástípusnak tűnő jellegük miatt tartoznak az eddig csupán néhány, Egyesült Államokbeli (Kalifornia, Nevada, Arizona, Colorado, Új-Mexikó) barlangból leírt képződmények közé. A leírások szerint e 20 cm-ig terjedő magasságú és pár cm átmérőjű oszlopocskák csoportosan, a meredeken lejtő aljzaton vagy falfelületeken jelennek meg; belsejüket puha iszap, sőt helyenként denevérguanó vagy montmilch alkotja, melyet vékony, hullámos-göröngyös felületű kalcithéj borít. Kialakulásukat a laza anyag csepperóziós, részleges elhordódásával, s az így keletkező oszlopocskák egyidejű felületi átkalcitosodásával magyarázzák — azaz ezek lényegében az üledéktornyok egy speciális, bekérgezett változatának tekinthetők, amely értelmezést a kialakulási fokozatok teljes skálája és az egyes oszlopok tetején megfigyelhető, keményebb anyagból álló „védősapkák” is alátámasztanak.

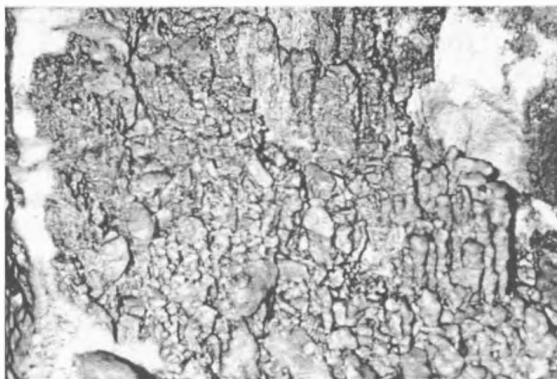


7. kép: A Csersegtomaji-kútbarlang boxwork-szerkezeit a kioldódott dolomitbreccsa homokkő-kötőanyaga alkotja (szerző felvétele)

Photo 7. Boxwork in Csersegtomaj Well Cave consists of the sandstone-cement of dissolved dolomite breccia (photo by K. T. Bolner)

E képződmények bármely, az üledéktornyok kialakulására alkalmas finomszemű kitöltéssel, megfelelő intenzitású, telített csepegéssel, és a kitöltés részleges elhordódását lehetővé tévő aljzatmorfológiával rendelkező, még össze nem taposott barlangunkban előfordulhatnak; valószínűleg e forma egy kialakulási fokozataként értékelhetők például a Pál-völgyi-barlang egyes meredek lejtésű járatainak kicsepegéseinél megfigyelhető, környezetüktől csak részben elkülönült, bástyaszerű alakzatok is (8. kép).

Ezen utóbbi, átmeneti jellegű képződményekhez kapcsolódva érdemes megemlíteni, hogy egyes karbonátkiválás-típusokkal analóg formák nemcsak cseppfolyós lávából, de szerves anyagokból, sőt homokból vagy agyagból is kialakulhatnak, mely utóbbiak a magyarországi barlangokban sem teljesen ismeretlenek. A bevezetőben hivatkozott mű iszap- és homokalakatokat Angliából, Ausztráliából, Csehszlovákiából, az Egyesült Államokból, Franciaországból, Írországból, Lengyelországból, Venezuelából és Walesből tart számon; a leggyakoribb



8. kép: A "Cseppkőtornyocskák" a Pál-völgyi-barlang aljzatán (szerző felvétele)

Photo 8. Coral pipes on the floor of Pál-völgy Cave (photo by K. T. Bolner)

formának tekintett sztalagmit alak mellett -sztalaktitok, -lefolysók, -bevonatok, -függönyök, -apadási színlők és -gátak előfordulását is említve. Ezek közül hazánkban eddig csak **agyagsztalaktitok** kerültek kéziratban publikálásra (TAKÁCSNÉ, 1983); a Béke-barlangban megfigyelt **agyagsztalagmitokról** pedig SZABLYÁR számolt be a barlang felfedezésének 40. évfordulója alkalmából rendezett emlékülésen. Részletesebb vizsgálatok csak az agyagsztalaktitok esetében történtek: a Pál-völgyi-barlang időszakosan vízzel telt mélypontján előforduló, maximálisan 4 cm hosszúságú és 8–10 mm átmérőjű, vékony rétegecskékből felépülő,

IRODALOM

- ADAMKÓ P.–LEÉL-ÖSSY SZ. (1984): Budapest új csodája: a József-hegyi-barlang. — *Karszt és Barlang*, I. p. 1–8.
- FÜGEDI U.–NÁDOR A.–SÁSDI L. (1990): A recski ércbánya mélysztintjének hidrotermális vízkökválásai. — *Karszt és Barlang*, I. p. 13–18.
- HILL, C. A.–FORTI, P. (1986): Cave Minerals of the World. — *National Speleological Society*, Huntsville, 238 p.
- KÁRPÁT J.–TAKÁCSNÉ B. K. (1983): Pál-völgyi-barlang. — *Magyarország barlangtérképei*, 3.
- KESSLER H. (1931): A Szemlőhegyi cseppkőbarlang. — *Turisták Lapja*, 43. évf. p. 250–252.
- KISS A.–TAKÁCSNÉ B. K. (1987): Újabb jelentős feltárások a Pál-völgyi-barlangban. — *Karszt és Barlang*, I–II. p. 3–8.
- KOVÁCS J.–MÜLLER P. (1980): A Budai-hegyek hévizes tevékenységének kialakulása és nyomai. — *Karszt és Barlang*, II. p. 93–98.



9. kép: Agyagsztalaktit metszete a Pál-völgyi-barlang időszakosan víz alatt álló mélypontjáról (Kömüves J. felvétele)

Photo 9. Section of a mud stalactite from the temporarily flooded deepermost part of Pál-völgy Cave (photo by J. Kömüves)

alul elhegyesedő csapocskák (9. kép) a szemcseösszetételi vizsgálatok alapján 94 %-ban 5 µm-nél kisebb szemcsékből (azaz szinte tisztán agyagfrakcióból) állónak bizonyultak; melyek feltételezésünk szerint az időszakos elöntésekhez kapcsolódva, a falakon megtapadó, nedves agyagfilm megfolyásával alakultak ki.

Takácsné Bolner Katalin
Budapest
Attila út 111.
H-1012

- KRAUS S. (1982): A Budai-hegység hévizes barlangjainak fejlődéstörténete. — *Karszt és Barlang*, I. p. 29–34.
- KRAUS S. (1990): A budai barlangok hévizes karbonát-kiválásai. — *Karszt és Barlang*, II. p. 91–96.
- KUNSKY, J. (1957): Thermomineral karst and caves of Zbrasov, northern Moravia. — *Sbornik Cesk. Spol. Zemepisné*, v. 62, pt. 4, p. 305–351.
- PANOS, V. (1960): A Budai-hegység hévforrásos karsztja és különleges lerakódásai. — *Hidrológiai Közlöny*, 5. p. 391–395.
- SCHAFARZIK F.–VENDL A.–PAPP F. (1964): Geológiai kirándulások Budapest környékén. — *Műszaki Könyvkiadó, Budapest*, 296 p.
- TAKÁCSNÉ B. K. (1983): „Agyagsztalaktitok” vizsgálata. — *Jelentés a Bekey Imre Gábor barlangkutató csoport 1983. évi munkájáról*, Kézirat, MKBT.
- TAKÁCSNÉ B. K.–KRAUS S. (1989): A melegvizes eredetű barlangok kutatásának eredményei. — *Karszt és Barlang*, I–II. 9. 61–66. (The results of research into caves of thermal water origin.) — *Karszt és Barlang, Special Issue*, p. 31–38.
- TAKÁCSNÉ B. K.–KRAUS S. (1990): A Tuya-Muyun '89 expedíció. — *Karszt és Barlang*, I. p. 39–45.

TAKÁCSNÉ B. K. (1992): A dél-dakotai Black Hills nagy hévizes barlangrendszeri. — *Karszt és Barlang*, 1-II. p. 27–36.

TAKÁCSNÉ B. K. (1994): Genetikai és morfológiai megfigyelések a Gerecse-hegység termálkarsztos eredetű barlangjaiban. — *Limes*, 2. p. 63–80.

RARE TYPES OF CARBONATE SPELEOTHEMS

From among the 25 basic morphological types of carbonate speleothems (HILL and FORTI, 1986), anthodites, cave pearls, coatings and crusts, conulites, coralloids, draperies, flowstone, helictites, moonmilk, rimstone dams, shelfstone, shields, spars, stalactites, and stalagmites are well known in Hungarian caves. Based on literary sources and field observations, author gives a review on the further 10 types, most of which are internationally considered to be rare speleothems. Some of these types are present also in Hungarian caves; some others (as geyser cones and a variety of bubbles) have been reported from a mine locality only; while balloons, and blisters, are unknown yet in the country.

Cave rafts — that form on the surface of quiet cave pools — have been described in Hungary from caves of suspected hydrothermal origin only. Their largest deposits are in the relict mazes of Budapest, and recent formation of rafts can also be studied in some caves filled partly with thermal-subthermal waters (Gellért Spring caves, Budapest; Tapolca Lake Cave and Kórház Cave, Bakony Mts.; Rákóczi 2. Cave, Mt. Esztramos, NE-Hungary). *Cave cones*, a depositional variety of rafts related to consistent drippings, are known from four caves in the country. The popcorn-covered cones in Szemplő-hegy Cave (Budapest) were described first by KESSLER (1931) as “beaded stalagmites”; and later were erroneously identified (PANOS, 1960) with the geyser cones of Zbrasov Aragonite Cave. In the nearby József-hegy Cave ADAMKÓ and LEÉL-ÖSSY (1984) reported steep piles of thin rafts up to 2 m height. Some 13 cones were found recently in a third Budapest locality, Pál-völgy Cave; here the highest cone is 1.2 m tall, and a “volcano cone” with a driphole, and two stalagmite-tipped examplars also occur. The shingle angle of these cones vary between 25° and 40°.

The fourth locality, a small cave in Mt. Esztramos, is represented by one crumbling cone only.

Folia deposits marking former pool levels were recognised in Hungary first in Pál-völgy Cave (KÁRPÁT and TAKÁCSNÉ, 1983). The eleven known occurrences here are associated with raft deposits and are limited to the altitudes between 150–165 m asl, which represent the main dissolutional level of the 11.6 km long maze cave. The best developed folia ribs are on overhanging walls or ceilings with 10–45° dip, the largest surface covered with folia is about 15 m², the vertical extension of these surfaces is up to 4 m, and the width of the individual ribs is up to 3 cm. Folia have been identified in five other caves in Buda Hills, two of them (Molnár János Cave and Mátyás-spring Cave) and a seventh locality in Miskolctapolca (Bükk Mts.) being active thermal spring caves with water temperatures of 23 °C, 43 °C and 30 °C, respectively. In these caves folia appear at or near to the present water table. A less characteristic occurrence is in Rákóczi Cave (Mt. Esztramos), here instead of ribs parallel rows of pileated outgrowths can be observed some 15 m above the present water table of 12 °C.

Boxwork — a reticulated network of fins protruding from bedrock surfaces — are also limited to caves of suspected hydrothermal origin in Hungary. This speleothem was recognised first by KOVÁCS and MÜLLER (1980) in Sátorkő-pusztá. Cave (Pilis Mts.), and further minor occurrences have been found in some caves of Gerecse Mts., Buda Hills and Villány Mts. In these caves boxwork consist of thin calcite veins; while in Cserszegtomaj Well Cave (Bakony Mts.) dissolved by ascending waters just below the Neogene sandstone cover of a Triassic dolomite paleokarst relief, it seems to be the fine-grained sandstone matrix left behind after dissolution of dolomite clasts.

Rims, developing around holes which convey uplifting, warm, moist air to larger, cooler passages, were found in Hungary first in Nagyharsány Crystal Cave (Villány Mts.) opened in a quarry in 1994. The rims here form white, hemispherical, dam-shaped speleothems around the lips of narrow vertical passages leading to deeper parts of the cave; the largest rim is some 50 cm high by a diameter of about 1 m. Their insides are smooth and concordant with the soft, strongly corroded wall they overlay; from outside the

speleothem is composed of coralloids and small acicular crystals; the thickness of carbonate precipitation is 5–8 cm. Recently, small rims of gypsum (up to 10 cm) were also discovered in a cavern intersected by a mine adit at Felsőpetény (Cserhát Mts.).

Geysermites, that are believed to form identical to geysers, have been reported in Hungary from the -900 m level of Recsk ore mine only (FÜGEDI-NÁDOR-SÁSDI, 1990), where actively growing gas-driven spring cones up to 30 cm height occur. The "locus typicus" for this rare speleothem is Zbrasov Aragonite Cave (Czech Rep.), where besides of several geyser cones placed along the tourists' paths, five groups of autochthonous cones can be studied (further three sites published by KUNSKY (1957) are unavailable being in areas constantly flooded with CO₂ up to a concentration of 30%). The Zbrasov geysermites seem to represent two different subtypes. The majority of the cones are broad at the base and rough on the surface; their internal holes — if visible at all — are dendritic and rather narrow (up to a few cm). These cones are 10 to 60 cm high, their basement is composed of brown, porous, inhomogenous ochre material; and the autochthonous exemplars of this variety are surrounded (sometimes partly covered) by cave rafts. In vertical section they display dark, ferruginous zones alternat-

ing with the carbonate material; their structure supports the origin related to outflowing water. The representatives of the other variety are more slender (sometimes also cigar-shaped) and usually higher, their internal holes are comparatively wide, around which the calcite precipitation is arranged in a blossom-like form. Their carbonate material seems to be identical to those of subaqueous coatings of cloud-type covering the walls nearby; or, at a site exposed as natural section, it is composed of thin rafts up to the half of the cone. These cones imply subaqueous gas-outlets, where the subaqueous calcite precipitation and raft deposition could be influenced by the upwelling bubbles.

The paper is completed by Hungarian occurrences of rare mud formations morphologically identical to carbonate speleothems, which have only been reported from Béke Cave (Aggtelek Karst) in form of small stalagmites; and from Pál-völgy Cave, where soft mud stalactites resembling to tiny strobiles (up to 4 cm) occur in overhanging walls of the deepest room. These latter consist of very fine grains (< 5 micron = 94 w%) arranged in parallel, undulating layers, and their origin is interpreted by casual liquefaction of the mud film covering the walls of the room that is temporally flooded by rising karst water table.