

Dr. Mucsi László–dr. Camille Ek

VISSZAOLDÁSOS FORMÁK BELGIUMI BARLANGOK CSEPPKŐKÉPZŐDMÉNYEIN

ÖSSZEFOGLALÁS

Belgium barlangjaiban is megjelentek a cseppkövek visszaoldódásával kapcsolatos formák. Az első ilyen jelenséget 1985-ben írta le C. EK, majd 1994-ben szerzőtársával rendszerezte a visszaoldódás formaegyüttesét 3 vizsgált barlang példája alapján. A jelenség eseti előfordulása ugrásszerűen megemelkedett és a pusztuló cseppkőfelszínnek összterülete megnövekedett. A szerzők javasolják egy európai adatbank létrehozását.

Bevezetés

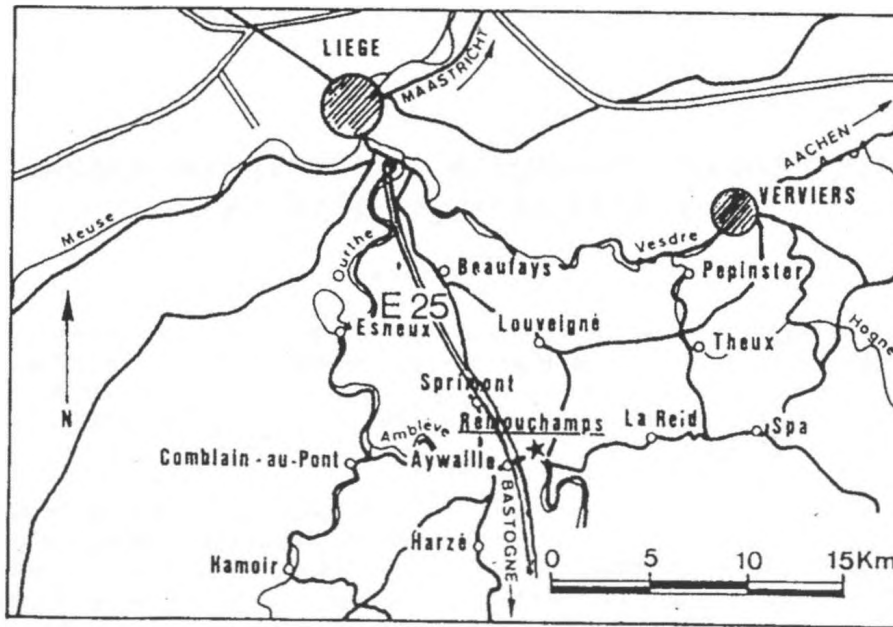
A cseppkőbarlangok antropogén eredetű visszaoldásos formáinak jelenlétére Jakucs L. (1984, 1987) hívta fel először a karsztkutatók figyelmét. A magyarországi barlangokból gyűjtött csepegővíz minták a csepegő vizek növekvő agresszivitására utalnak. A növekvő visszaoldó képesség a barlangokban eddig nem tapasztalt formakincs megjelenését okozta. A visszaoldódás elsősorban az aktív sztalagmitok felszínén igen intenzív, különösen a felszínhez közeli barlangi járatokban, termekben. C. EK már 1985-ben hasonló jelenségeket fedezett fel Belgium barlangjaiban, elsősorban a Liege-hez közel fekvő híres ardenneki cseppkőbarlangokban. Mucsi L. – a PHARE program keretében – ösztöndíjas kutatóként 1 évet töltött a Liegei Egyetem Távérzékelési, GIS és Kartográfiai Laboratóriumában (Laboratoire SURFACES) és fő kutatási témája mellett szerzőtársával közösen számos barlangot keresett fel. A visszaoldódásos formák leírása, rendszerezése és dokumentálása mellett egyszerű mérési módszerekkel a visszaoldás intenzitását vizsgálták.

La Grotte et l'Abime de Comblain-au-Pont, Province de Liege Comblain-au-Pont-barlang és szakadék

A barlangot 1900-ban fedezték fel és 1980-ig folyamatosan látogatták. A bezárás után 14 évig szünetelt a turistaforgalom és csak 1994 áprilisában nyitották meg újra a turistaforgalom számára.

A barlang Liege-től délre kb. 30 km-re, az Ourthe folyó völgyében található (1. ábra). A barlang bejárata a plató alatt, a völgy oldalban nyílik 150 m tszf-i magasságban. A természetes növényzetet, a fenyveseket csak ritkán szakítják meg a kisebb rétek.

A barlang karbon időszaki mészkőben keletkezett. A vastagpados mészkő gazdag állatmaradványokban. A mészkőrétegek nem gyűrődtek, így a barlangban nincsenek jelentős szintkülönbségek. Az eróziós eredetű barlangjáratokat szűk folyosók kötik össze, melyeket a több ezer éve megjelenő ember tágított ki. A régészeti kutatások során feltárták a barlangi üledék kultúrrétegeit. A bejárat után egy inaktív nyelőrendszer 20 magas kürtőjét láthatjuk, amely a Trou Joney vagy a Puding-barlang nevet viseli az összecementálódott mészkődarabok alapján. A kitöltést S. Leclercq 1925-ben vizsgálta. A bejárat kürtő után a barlang a mészkőrétegek dőlésének megfelelően fejlődött ki. A litoklázisok mentén felszakadozó termek magassága 4 és 6 méter közötti. A termek között szűk szifonok biztosítják a kapcsolatot. A kitöltésben kavics, homok, agyag egyaránt előfordul, melyeket azután 10–20 cm vastag cseppkőkéreg rögzített. A jellegzetes barlangszerkezet alapján a vallon barlangászok egyszerűen csak lánccbarlangnak „grotte en chapelet” nevezték a Comblain-au-Pont barlangot. A legutolsó „láncszem” a Tóterem (la Salle du Lac), amely alacsonyabb a korábbi termekhez viszonyítva, bizonyítva, hogy ez a barlang legfiatalabb része. A terem falán 1–2 mm vastagságú kalcit-ereket találunk, J. B. Bretz (1942) szerint a képződmények a freatikus zónában jöttek létre.



1. ábra. Liege környéke a vizgált barlangokkal

A barlang gazdag cseppkőképződményekben, melyek közül nagyon sok ma is aktív. Ezen az aktív sztalagmitokon figyelhetők meg a visszaoldódásos formák is. A sztalagmit csúcsára nagy sebességgel becsapódó vízcsepp „szétporlad”. Ezekből a szétporladó vízcseppekből a sztalagmit csúcsa alatt az ún. *splash-spray* zónában vékony, 1–2 cm hosszúságú karbonát-kiválások képződnek. A becsapódó vízcsepp kinetikus energiája és oldóképessége révén kisebb-nagyobb krátereket mélyít a sztalagmitba, amely amíg a csepegés meg nem szűnik, folyamatosan vízzel kitöltött. A kialakuló vékony vízréteg csökkenti a vízcsepp erejét, így a permetzóna sugara leszűkül vagy teljesen megszűnik. Az újabb cseppek hatására a fölösleges víz a kráter legalacsonyabb peremén keresztül lefolyik. Ezen a ponton indulhat meg a visszaoldás, s az oldódásos csatorna kialakulása (1. kép). Comblain-au-Pont barlangjában egy jellegzetes oldódásos forma környezetében mértük a csepegő vizek pH-értékét. A kőzet repedéséből szivárgó víz 30 cm-rel a kráter fölött alkot vízcseppet és hull alá. Ebben a pontban mért pH 7,5, közel semleges volt. A kráterből kifolyó víz végigfolyik a cseppkőkéreggel bevont kőzetfelszínen, ahol jelenleg a visszaoldás történik. Az oldási karr hossza 20 cm és ennek alján újabb vízcsepp képződik. Itt a víz-



1. kép. Oldási kráter és oldási csatorna a Comblain-au-Pont barlangban

csepp pH-ja már 7,8 volt, 0,3-del magasabb, mint a felső vízcseppé. Ez a különbség jelentős, ha figyelembe vesszük a rövid oldási felületet és a rendkívül rövid reakcióidőt.

A barlang következő termében újabb oldásformákat találunk egy nagyobb cseppkőképződésen. Ezek a sztalogmitokon jelenleg nem képződnek kráterek, mert a vízcseppek nem pontosan a sztalogmit csúcsára, hanem az oldalára csöppennek, csökkentve a becsapódás szögét és erejét. A visszaoldódásos formák a nagyobb lejtőszög és a gyorsabb vízáramlási sebesség miatt vékonyabbak és hosszabbak. Mindegyik visszaoldódásos formát jellegzetes, világosabb szín jellemez, így könnyen megkülönböztethetjük a korábban keletkezett cseppkőfelszínektől.

A település másik nevezetessége a felszín alatti homokkő bánya, amely több mint egy évszázadon át üzemelt, egészen 1960-ig. Egy 230 méter hosszú folyosón keresztül haladva juthatunk el a két nagy teremig. Itt egy kiállítás mutatja be a munka fázisait és a kitermelés körülményeit.

A turisták idegenvezetővel tekinthetik meg mind a barlangot, mind a kőfejtőt. A nyitvatartás április 1. és október 31. között 9 órától 18-ig, az utolsó túra 17 órakor indul. A barlangba és a kőfejtőbe a belépőjegy ára felnőtteknek 200–200 belga frank, gyerekeknek 150–150 BEF, csoportoknak 150 BEF, iskolásoknak 100 BEF. A kombinált jegyek ára 300 BEF felnőtteknek, 200 BEF gyerekeknek és csoportosan, 130 BEF iskolásoknak. A túra 1 óra időtartamú. Információ a következő címen: Complex communal, B-4170 Comblain-au-Pont, telefon: (41)–(0) 41–691–013.

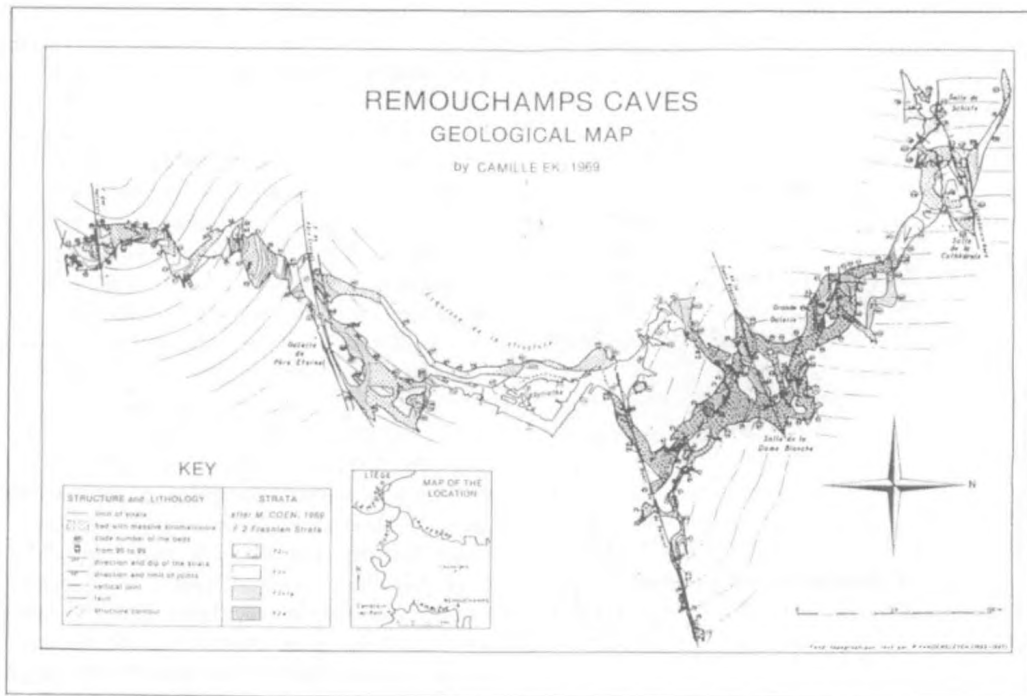
La Grotte de Remouchamps — Remouchamps-barlang

Az Ambleve folyó Remouchampnál keresztezi az Ardennek északi mészkővonulatát. Ebben a mészkőben, a folyótól mindössze 50 méternyire találjuk a barlang – *la Grotte de Remouchamps* – jól kiépített bejáratát. Remouchamps 25 km-re fekszik Liegetől DDK-i irányban az Ambleve völgyében (az Ambleve az Ourthe mellékfolyója, *1. ábra*). A barlang bejárata a plató alatt, a völgyoldalban található. A vízgyűjtő terület többnyire túlevelű erdőkkel, rétekkal fedett, csak elszórtan látunk kisebb házakat, vagyis minimális a helyi szennyezőforrások száma. A barlang ó-idei (felső-devon) mészkőben képződött, a kőzetrétegek kevésbé gyűrtek, de a törésvonalak mentén

erősen összetöredeztek. A barlang 3 km hosszú. Az alsó szintben találjuk a nagy sebességgel áramló folyót, míg a felső szintben a folyóvízi erózió által kialakított hosszanti galériák és a törésvonalak kereszteződésében létrejött nagyobb termek vannak. A barlang gazdag cseppkőképződményekben, melyek ma is aktívak (*2. ábra*).

A visszaoldódásos formák mind a két szinten jelentkeznek. A legintenzívebb visszaoldási csatornafejlődés a Katedrális-terem (*la Salle de Cathedrale*) fölötti Agyagpalás-teremben (*la Salle de Schiste*) látható cseppköveket jellemzi (*2–3. kép*). A terem nagyon közel fekszik a felszínhez, kőzetréteg vastagsága 5–7 m. A formák megdöbbenően illusztrálják a jelenkori visszaoldás hatását és gyorsaságát. Az itt található csatornák sokkal hosszabbak és szélesebbek, mint Comblain-au-Pont-ban. Érdekes, hogy a visszaoldódásos formák közvetlen közelében cseppkőképződés folyik. Emiatt a visszaoldódás közvetlen okát meghatározni igen nehéz. A szélesebb csatornában az áramló víz meanderszerű csatorna- kanyarulatokat hoz létre. C. Ek megfigyelései alapján ezek a formák nem öregebbek 10–20 évnél. A relatív kor meghatározására alkalmazhatjuk a Jakucs L. megfigyelését, mely szerint, ha a barlang falára lerakódott koromréteget átmetszi a csatorna, akkor a csatorna a koromrétegnél csak fiatalabb lehet. A remouchamps-i barlangot csak a múlt század elején nyitották meg (1829-ben) a nagyközönség számára. A látogatott szakaszokban megfigyelt visszaoldásos csatornák minden esetben metszik ezeket a rétegeket, így a csatornák maximális kora 165 év. A visszaoldódásos formák kifejlődése a sztalogmitok felső részén kezdődik. A leccseppennő víz kisebb krátereket old, majd ezekből mély (1–2 cm!) csatornákon keresztül a sztalogmit palástján sugarasan szétfolyik. Egy-egy nagyobb cseppkővön a visszaoldott felület nagysága megközelíti az 1 m²-t. A barlang igazi turistacsalogató, hiszen a Föld turistabarlangjai közül egyik leghosszabb barlangi csónakázást élvezhetjük Remouchamps barlangjában. A barlang nemcsak a turistaszenzáció, hanem fontos archeológiai lelőhely is, mert a barlangot már 8000 évvel ezelőtt ismerték elődeink.

A barlang májustól augusztusig 9-től 18 óráig látogatható, az év többi hónapján 9³⁰-tól 17 óráig. A belépő jegy felnőtteknek 285 BEF, gyerekeknek 195 BEF, csoportos felnőtteknek 245 BEF, csoportos gyerekeknek 165 BEF, túra elő-



2. ábra A Remouchamps barlang geológiai térképe



2. kép Oldási csatorna a Remouchamps-barlangban (la Salle de Schiste)

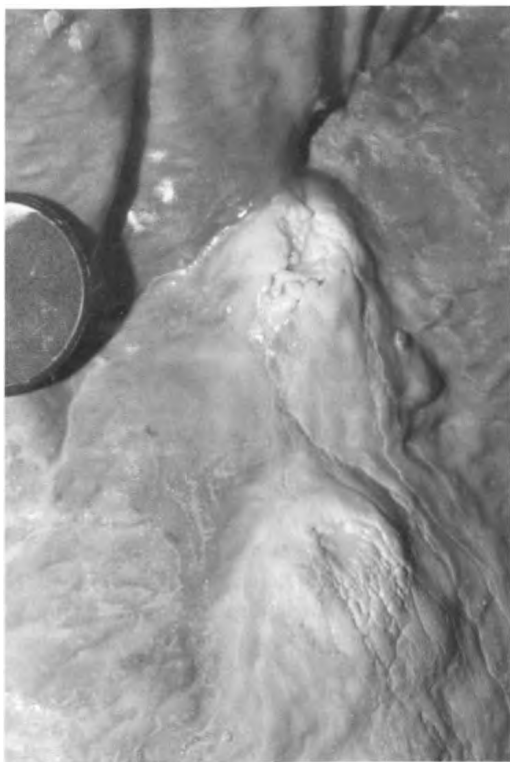


3. kép Nagy felületű cseppkőkéreg visszaoldás a Remouchamps-barlangban (la Salle de Schiste)

foglalás lehetséges. A túra ideje kb. 1 óra 15 perc, az idegenvezetés francia, flamand, angol és német nyelven is kérhető. Információt kérhetünk a következő címen: La Grotte de Remouchamps, B-4920 Remouchamps, tel:(41)-(041)-844-682.

La Grotte de Ste-Anne Tilff — Tilffi Szent Anna-barlang

A Szent Anna-barlang turistaforgalom elől elzárt, így ide csak a helyi barlangkutatók révén juthatunk be. A tipikus visszaoldódási formák itt is megtalálhatók, de a három vizsgált barlangot figyelembe véve itt a legintenzívebb ez a folyamat. C. EK 1985-ben itt fedezte fel először a visszaoldódási formákat a barlang bejárati szakaszában, melyekről fényképes dokumentációt is készített, így a fényképek segítségével könnyen azonosíthatóak voltak az azóta bekövetkezett változások. A korábban érintetlen felszíneken is megjelentek ezek a formák, s ma már talán ezek a legjellegzetesebb képződmények a barlangban (4. kép). Egyes sztalagmitok esetében a lecspepnő vízcsepp csak néhány centiméteres utat tesz meg a



4. kép. Mély, krátterszerű cseppkővisszaoldás a Ste-Anne barlangban

levegőben, így nem tud felgyorsulni, de az oldás mégis bekövetkezik. Ez bizonyítja, hogy itt kémiai folyamatok játszódnak le és nem magyarázhatjuk a jelenséget eróziós folyamatokkal. A visszaoldás a kis oldási kráter 5–7 centiméter sugarú környezetében a legintenzívebb, de az oldási csatornák hossza gyakran meghaladja az 50 cm-t. Ha több oldási kráter alakul ki kis területen, akkor ezek összekapcsolódó oldási felülete a sztalagmit egész felszínét is beboríthatja.

Összefoglalás

A szerzők célja a belgiumi barlangokban alálható visszaoldódásos formák leírása volt. A fontosabb szempont, hogy felhívják a figyelmet erre a barlangok történetéhez képest rendkívül fiatal jelenségre, de a technikai háttér hiányában nem kívánták a folyamat ok-okozati rendszerét feltárni. A folyamatos megfigyelés azt bizonyítja, hogy egy gyors folyamattal állunk szemben, amely oldási jellegével teljesen eltér a szakirodalomban leírtaktól. Bár a jelenség kialakulásának az oka pontosan nem ismert, de valószínűleg a fiatal formák a környezeti változások hatására fejlődnek ki, s e környezeti változások lehetnek antropogén eredetűek. A feltételezések bizonyításához a hasonló jelenségek leírásán túl mindenképpen mérési eredményekre van szükség. A szerzők tervezik egy európai adatbank létrehozását, melynek egyszerű űrlapját megszerkesztették (3. ábra).

fénykép (rajz) helye	barlang neve, helye:
	megfigyelés ideje:
	megfigyelő neve, címe:
a forma leírása: - a forma helye a barlangban (bejárati szakasz, felszínhez közel, cseppkővön, falon stb.), - kőzet típusa, - a forma alakja, - kialakulásának lehetséges okai, - mérési eredmények, pl. vízkémiai adatok, - az első megfigyelés dátuma	
megjegyzések: - megközelítési módok, tanácsok	

3. ábra. Visszaoldódásos forma adatlapja

IRODALOM

- BÁRÁNY-KEVEI, I.–MUCSI, L. (1993): Acidification and other processes in karst soils – *Postojna Man in Karst Conference Proceedings*
- BRETZ, J. H. (1942): Vadose and phreatic features of limestone caverns – *Journal of Geology*, 50 pp. 675–811.
- EK, C. (1970): Carte geologique de la Grotte de Remouchamps (Belgique) – *Annals de la Societe geologique de Belgique*, 93: pp. 293–304.
- EK, C. (1972): The geology of the caves – *The Remouchamps Caves Official Guide 1972* pp.28–33.
- JAKUCS, L. (1984): Megkezdődött a cseppkőbarlangok pusztulásának korszaka? – *Természet Világa*, 115 évf. 3. sz. p. 124–125.
- JAKUCS, L. (1987): Traces of effects of acidrain (sedimentation) in the re-dissolution of cave dripstones – *ENDINS*, n°13.1987. *Ciutat de Mallorca*, pp. 49–57..
- LECLERCQ, S. (1925): Sur un poudingue de grotte – *Annales de la Societe geologique de Belgique*, 48: pp. 314–318.
- MUCSI, L. (1993): Acidification of some soiltypes in Bükk mountains – *Acta Geogr. Szeg. Tom. XXXI*. pp. 47–53.

Dr. Mucsi László
JATE Természeti Földrajzi Tanszék,
Szeged, Magyarország

RE-DISSOLUTION FORMS ON DRIPSTONES IN BELGIAN CAVES

According to the pioneer work of Jakucs L. (1985), special redissolved phenomena were investigated on the surfaces of stalagmites in Belgian caves. The formation of these phenomena is connected with the effect of acid rain according to Jakucs. We cannot prove this idea but the authors can also stay that these features are very young forms and the process is opposite to the general stalagmite formation. C. EK also discovered some similar features in Belgian caves in 1985 and after 10 years the authors have also found the same and similar forms and a lot of new, young forms formed during this short period. The authors visited 3 different caves near to Liege where the co-author L. Mucsi spent 1 year fellowship of Phare ACCORD program in the Laboratory SURFACES, University of Liege. The researchers investigated the forms, measured the chemical characteristics of dropping water, and described the most typical redissolved forms on surfaces of stalagmites.

Dr. Camille EK
Liegei Egyetem Földrajzi Tanszék, Liege, Belgium