

GÁZBUBORÉKOK SZEREPE A BARLANGOK KIALAKÍTÁSÁBAN

SÁSDI LÁSZLÓ

Magyar Állami Földtani Intézet 1143. Budapest, Stefánia út 14. geo@mafi.hu

Abstract: Firstly the author presents solution forms that were generated by condensation corrosion above water level or gas space solution below water level with the help of reference data. Then he proves, that forms that were formerly thought thermal water uprush channels, were actually formed by flowing and solution of gas bubbles containing CO₂ in the Ferenc hill cave. In the author's opinion the channels of Kút cave in Cserszegtomaj were formed by gas space solution below karstwater level.

Bevezetés

Magyarország - annak ellenére, hogy kis ország és területén kevés karsztvidék található - jelentős nagyságú barlangokkal rendelkezik. Ezek között találunk nagy hosszúságú, ún. B típusú karsztvíz által kialakított, valamint ún. freatikus (karsztvízszint alatti) kialakulású - hideg és meleg vizes - járatrendszert egyaránt. A barlangok kialakulásának elméletei között kevés olyan található, mely a gázoknak, pontosabban a gáztérben - nem légtér! - történő oldásnak jelentős szerepet tulajdonítana.

Kutatástörténet

Az első hazai kutató *PÁVAI VAJNA F.* (1929) volt aki a barlangjáratok kialakításában a forró gőzöknek és gázoknak jelentős szerepet tulajdonított. Később *MÜLLER P.* (1974) vélte úgy, hogy a budai ún. hévizes barlangok gömbüstjei a barlangi tavak vízszintje felett keletkeznek kondenzvíz korrozióval. *CSER F.* (1988) a Vass Imre barlangban talált olyan oldásformákat, melyek keletkezését a buborékok feláramlásával magyarázta. *TAKÁCSNÉ BOLNER K.* (1989) a Pál-völgyi-barlang közismert oldásformáiról vélte úgy, hogy azok ugyancsak buborékok feláramlása során, gáztérben keletkeznek. A felszálló, CO₂ tartalmú vizek buborékozódásának vizsgálatával *SZUNYOGH G.* (1999) foglalkozott. A Ferenc-hegyi-barlang egykor hévforráscsöveknek tartott *KESSLER H.* (1936) oldásformáit *SÁSDI L.* (1989) CO₂ tartalmú buborékok feláramlása során történő oldással magyarázta, s ugyancsak CO₂ tartalmú gáztérben történő keletkezésűnek tartotta a Cserszegtomaji Kútbarlang járatait (1997).

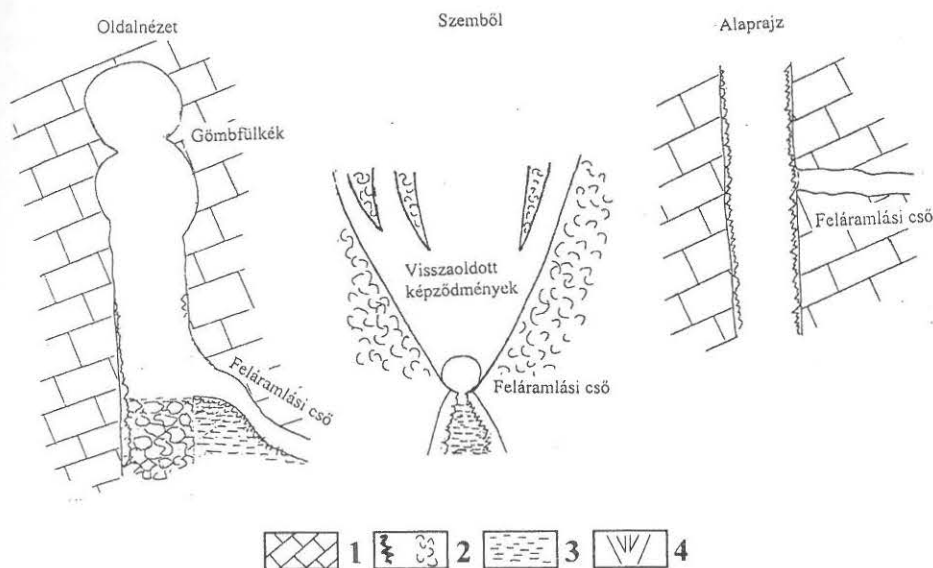
Az újabb vizsgálatok alapján egyre több olyan morfológiai formát ismerünk, melyek kialakulását, a gáztérben történő kondenzvíz korrózióval, illetve gázbuborékok áramlása során történő oldással (is !) tudunk magyarázni. A számos ilyen keletkezésű forma ismeretében úgy tűnik, hogy az eddiginél lényegesen nagyobb szerepet kell tulajdonítani a karsztvízszint alatti gáztéri járatkialakulásnak.

A folyamatot a következők szerint képzeljük el. Az ún. buborékpontra megtörténik a kiválás, de itt a buborék átmérőjét csak század, vagy ezred mm-ben mérhetjük. A feláramlás során térfogata növekszik, így egyre nagyobb víz, illetve felfelülettel érintkezik. Mivel a buborékok mindig az adott térség legmagasabb pontjain közlekednek, meghatározott pályákon áramlanak felfelé. Ezen a pályán mindenhol kialakul egy adott pillanatban egy a kőzettel és a buborékkal is érintkező vízfilm, melyben a széndioxid elnyelődik, s az oldóképes víz a kőzettel anyagával azonnal reakcióba lép. Mivel a buborék meghatározott pályán halad, ezen az útvonalon keletkeznek a buborék vízfilmjének oldó hatása során keletkező csatornák. Felső zónákban ezek mérete nagyobb is lehet a buborékok térfogatnövekedése, és/vagy több buborék összeolvadása következtében.

Vizsgálatok

Mivel a formaelemek zöménél közvetlenül nem tudjuk igazolni az elmélet helyességét, kellett találni egy olyan formát, melynek keletkezésében kizárható a víz általi oldódás lehetősége. Morfológiai megfigyelések alapján az említett kialakulási lehetőség az említett módszer segítségével a Ferenc-hegyi-barlangban igazolható. Az itt található oldási csöveket és csatornákat *KESSLER H.* (1936) az egykor a barlang járatait kialakító hévizek feltörési útjának tartotta (hévforráscső), s egyúttal ez volt a borsókövek mellett a legfőbb bizonyíték a hévizes járatkialakulásra. Vizsgálataink alapján ennek ellent mondott az, hogy a feltörési utakon soha nem találtunk borsókő képződményeket (*1. ábra*), hanem csak csupaszra oldott falakat, ugyanakkor a csatornák mellett dús, szépen fejlett borsókövek díszlenek. Az oldás és kiválás határa teljesen éles, folyamatos átmenet sehol nem figyelhető meg. Szintén feltűnő volt, hogy ahol ilyen csatorna, illetve cső alakult ki, felette a falakon felfelé egyre szélesebb zónában a borsókövek visszaoldódtak, a gömbüstök pedig mindig a csatornák illetve csövek tetőzónáját alkotják. Ugyancsak érdekes jelenség, hogy a csövek és csatornák az esetek zömében a kőzet és az erősen szivacsos szerkezetű borsókő határvonalán alakultak ki. Két ponton ismerünk csak kőzetben levőt, egy ponton csak kiválásban levőt. A *Ferenc-hegyi-barlangban* több 10 ilyen cső illetve csatorna ismert (*2. ábra*). Átmé-

rőjük 10 és 100 cm közötti, azonban ez sokszor ugyanabban a csatornában is változó. Törvényszerű, hogy meredek, függőleges szakaszokon az átmérő kicsi és kerek, laposabb dőlésű részeken viszont kiszélesedés tapasztalható, a járat lapos. Szinte kínálkozik a magyarázat: ha felfelé a mozgás gátolt, a buborékok kiszélesednek, laposak lesznek; szabad függőleges áramlás esetén gömb alakúak, zárt tér esetén függőlegesen - térfogattól függően - elnyúltak lesznek.

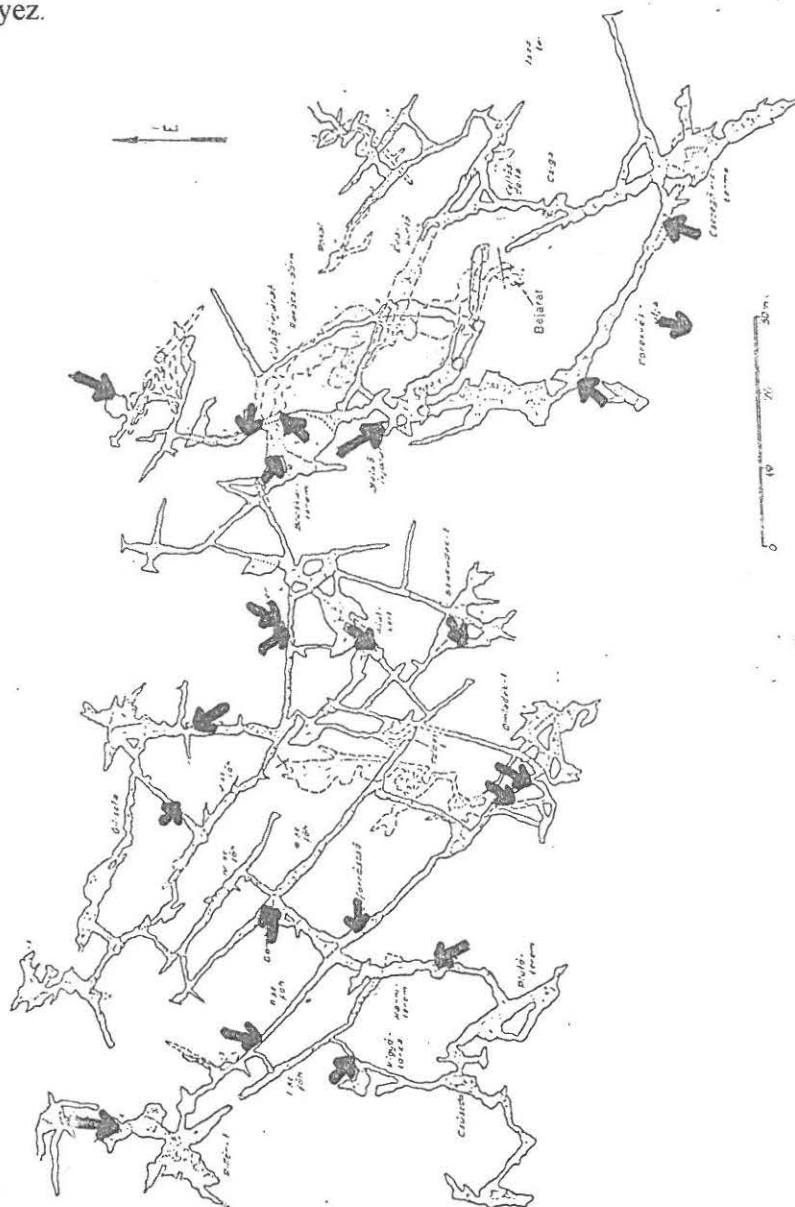


1. ábra: Buborékáramlási cső és csatornák szelvénye (Ferenc-hegyi-barlang)
 Jelmagyarázat: 1. eocén mészkő, 2. kiválás, 3. agyag, 4. feláramlási csövek
 Fig. 1: Tube of current of air-hole and cross-section of channel (Ferenc-hegyi-cave)
 Legend: 1. eocén limestone, 2. calcareous crust, 3. clay, 4. direction current tubes

Miután a buborékok általi keletkezést közvetlenül nem sikerült bizonyítani, a *Ferenc-hegyi-barlangban* ismert csatornák és csövek ilyen jellegű keletkezését úgy igazoljuk, hogy barlangi megfigyelések és elméleti megfontolások alapján kizárjuk a víz általi keletkezés lehetőségét.

Amennyiben eltérő hőmérsékletű, vagy kemizmusú vizek kerülnek a barlangba, akkor ugyancsak általános oldás, keveredési korrózió jön létre. Felmerült a lehetősége, hogy a csatornákat a víztérben elhatároltan áramló melegebb, esetleg kisebb oldott anyag tartalmú oldéképes víz alakította ki. Ezek a vizek valóban felfelé kényszerülnek kisebb fajsúlyuk miatt. Különböző hőmérsékletű vízáramlásokat egymás mellett (Hévíz) illetve rétegszerűen (*Molnár János-barlang*) kimutattak, azonban sehol sem találtak cső és csatorna jellegű járatszakaszokat. A csatornák ilyen jellegű kialakulásának az

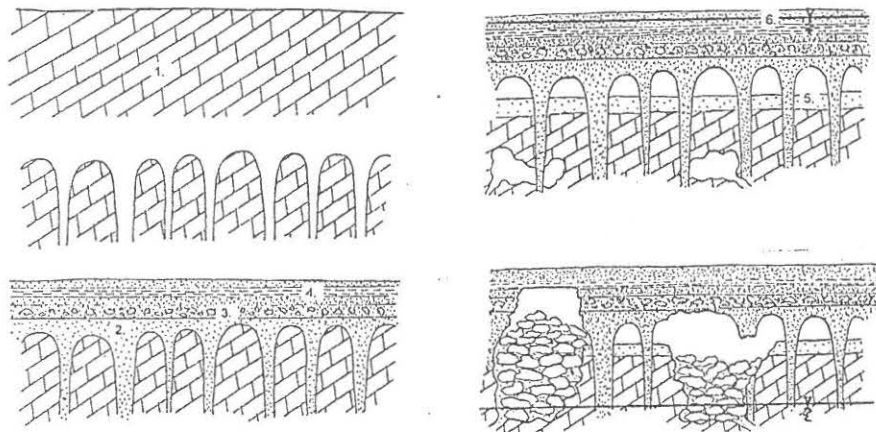
mond ellent, hogy ebben az esetben az oldódásnak mindig a szivacsos szerkezetű barlangi kiválás barlang felőli (vízter felőli) oldaláról kellene támadni, nem pedig a kiválás-kőzet határ zónájában, tehát cső nem keletkezhet. Elképzelésünk szerint éppen azért alakult ki így az oldódás, mert a gázbuborékok képesek eljutni a kőzetszínig a porózus kiválásban, a víz azonban a szabad áramlási térben marad, s a keveredés miatt ugyancsak általános oldást eredményez.



2. ábra: Buborékáramlási csövek és csatornák a Ferenc-hegyi-barlang Ny-i részén
 Fig. 2: Tube of current of air-hole and cross-section of channel from in the western part of the Ferenc-hegyi cave

Az erózió szerepét is több okból elvethetjük. A járatokban - Molnár János-barlangi ismeretek alapján - az áramlás lassú, tehát üledékszállító hatása gyakorlatilag nincs. A barlangokban általában agyagos üledékek találhatóak, amelyek eróziós hatása az ismert vízáramlási viszonyok mellett kizárható. Az eróziós kialakulást a kiválás-kőzet határfelületen történő támadási zóna és a csövek jelenléte ugyancsak kizárja.

Az általunk buborékáramlási csatornának ill. csőnek elnevezett forma a *Ferenc-hegyi-barlang* jellegzetessége – innen említették először - de ismerünk hasonló csatornákat a többi budai nagy és kis barlangban (*Mátyás-hegyi-barlang*, Keleti-kőfejtő) is. Felettük jellemző gömfülkéket csak a Pál-völgyi és Mátyás-hegyi-barlangokban nem találunk. Ennek oka, hogy a buborékok gázanyaga az igen porózus szerkezetű, mészsímentes ún. kovazónákba jut, ahol a zóna mentén áramlik a felszín felé. Ez a feláramlási lehetőség akadályozza meg a gázcsapdák létrejöttét, gömfülkék kialakulását.

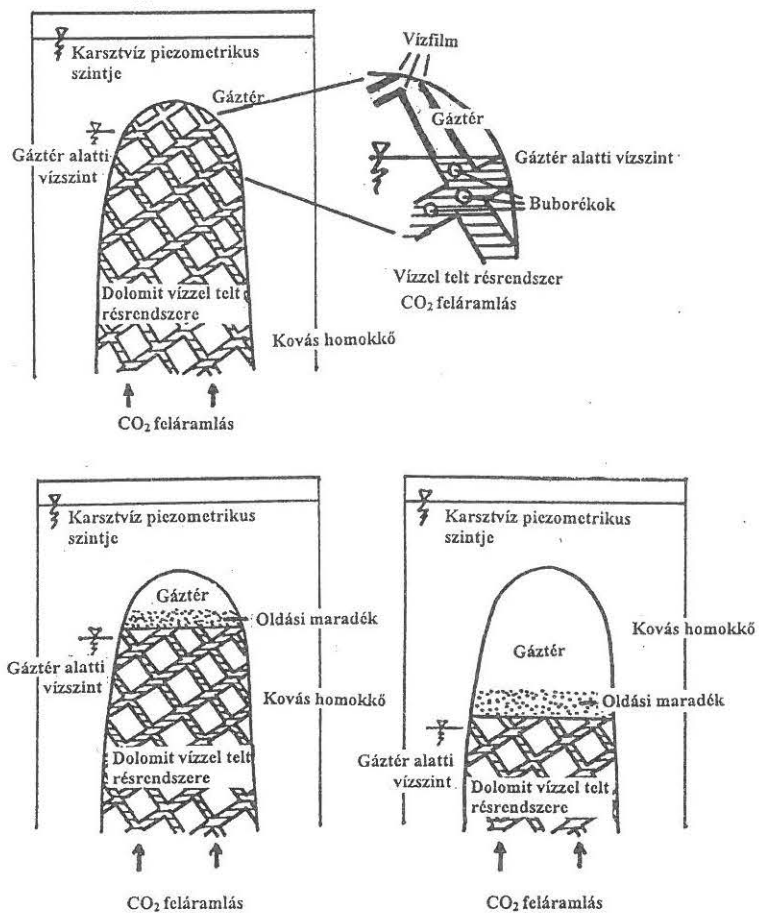


3. ábra: A Cserszegtomaji Kútbarlang kialakulásának fejlődéstörténete

Jelmagyarázat: 1. triász dolomit, 2. pannon kovás homokkő, 3. dolomittörmelékes homokkő, 4. agyag, 5. dolomit por, 6. karstviz szintje

Fig. 3: Development of Cserszegtomaji-kút-cave formation

Legend: 1. frasn dolomite, 2. pannon quartzic sandstone, 3. dolomitic debris sandstone, 4. clay, 5. dolomite dust, 6. karst water table surface



4. ábra: A Csesztregtomaji Kútbarlang járatainak kialakulása karsztvízszint alatti gáztérben történő oldással
 Fig. 4: Development of corridors of Csesztregtomaj-Kút-cave which was happened by solutional under karst water surface in gas field

Ugyancsak magyarázhatjuk nyomás alatti gáztérben történő oldással a Csesztregtomaji Kút-barlang járatainak kialakulását (3, 4. ábra). Ebben az esetben a gázcsapdák az egykori őskarsztfelszint jelentő karrbordák dolomit-anyagának résrendszerében alakultak ki a fedő kovás homokkő alatt, az

érintkezési zónában. A barlang közismert vízdalással történő kialakulása ellen szólnak az alábbi megfigyelések:

- a járatok kizárólag a dolomitbordák tetejében keletkeztek, ahol vízvezető, járatpreformáló törésrendszer nincs
- a bordák teteje a vízáramlás számára gyakorlatilag holttérnek számít, ennek ellenére ott keletkeztek a járatok

A széndioxid karsztrendszerbe kerülése többféle is lehet. *MÜLLER P* (1971) véleménye szerint a széndioxid nagy mélységben metamorfózis útján szabadul fel, s áramlik felfelé. *SÁSDI L.* (1997) a Cserszegtomaji Kútbarlangban észlelt széndioxidot a zalai szénhidrogén tárolókból származtatja, s úgy véli, hogy ez más területeken is elképzelhető. A karsztrendszerekben a nyomást és hőmérsékletet figyelembe véve meghatározható egy ún. buborékkiválási pont, ahol széndioxid felszabadulás mellett ásványkiválás történhet, így ettől a szinttől felfelé bárhol előfordulhatnak áramló buborékok. Széndioxid a keveredési korrózió során is felszabadulhat, melynek egy része a keletkezett keverékben elnyelődve azt agresszívvá teszi, más része viszont ugyancsak buborékok formájában áramolhat a rendszerben felfelé.

Eredmények

Elfogadva a karsztvízszint alatt gáztéri barlangkeletkezésre vonatkozó vizsgálatokból levont következtetéseket, az eddigi érvek alapján megállapíthatjuk, hogy a jelenlegi tanulmány, illetve mások publikációiban ismertetett, gázcsapdáknál történő oldással keletkező morfológiai elemeket figyelembe véve a budai barlangokban igen jelentős járatformáló szerep juthat a gázcsapdáknál megrekedő széndioxidnak. Az ilyen keletkezésű oldásformák (üstös oldásformák, buborékáramlási csövek és csatornák) a falfelületek igen nagy százalékát alkotják, így mindenképpen igen jelentős szerepet tulajdoníthatunk ennek az oldási mechanizmusnak. Ami nem bizonyítható, a vízdalás és gáztéri oldás szerepének egymáshoz viszonyított aránya. A budai-hegységi barlangok esetében mindenképpen jelentősnek tarthatjuk az elsőt, míg a másodiknak inkább jelentős továbbformáló szerepet tulajdoníthatunk. Ennek során gyakorlatilag a kondenzvíz korróziós modellt vehetjük figyelembe, azzal a lényeges különbséggel, hogy a gáztérben a széndioxid parciális nyomása a 100 %-ot is elérheti. A vizsgált oldásformákat más barlangokban is megtaláljuk, (Budai, Pilisi barlangok, Tapolcai barlangok, Vass Imre-barlang), így az ilyen jellegű barlangformálás szerepét területileg általánosnak tarthatjuk, szerepe azonban nagyságrendekkel eltérő. A Cserszegtomaji Kútbarlang esetében az említett oldással történő barlangkialakulást a speciális földtani körülmények miatt kizárólagosnak tekinthetjük.

IRODALOM

- CSER F.* (1988): Role and morfological traces of mixing corrosion in caves. – International symposium on physical, chemical and hydrological research of karst. Communication p. 122-145.
- KESSLER H.* (1936): Az új Ferenc-hegyi aragonit barlang. – Túristák Lapja 46. p. 3.
- MÜLLER P.* (1971): A metamorf eredetű széndioxid karsztkorróziós hatása. – Karszt és Barlang, II. p. 53-56.
- MÜLLER P.* (1974): A melegforrás barlangok és gömbfülkék keletkezéséről. – Karszt és Barlang I. p. 7-10.
- PÁVAI VAJNA F.* (1931): A forró oldatok és gőzök-gázok szerepe a barlangképződésnél. – Hidrológiai Közöny 21. p. 115-122.
- SÁSDI L.* (1989): A Ferenc-hegyi-barlang. – A Magyar Állami Földtani Intézet Barlangkutató Csoportjának jelentése, Kézirat, MKBT, Adattár p. 12-14.
- SÁSDI L.* (1997): Földtani megfigyelések a Cserszegtomaji Kút-barlangban és környékén. – Pagony Barlangkutató Egyesület évi jelentése az 1997. Évről, Kézirat, MKBT Adattár.
- SZUNYOGH G.* (1999): A „széndioxid lift” működésének egy matematikai modellje – Hidrológiai Közöny 79. 3. p. 133-138.
- TAKÁCSNÉ BOLNER K.* (1989): Regional and special genetic marks on the Pál-völgy cave, the largest cave of thermal water origin in Hungary. – Proceedings 10th International Congress on Speleology, Budapest, p. 819-822.