

Berényi Üveges István–Berényi Üveges Judit–Vid Gábor

ADALÉKOK A BARADLA-BARLANG FEJLŐDÉSÉNEK ELMÉLETÉHEZ ÜLEDÉK VIZSGÁLATOK ALAPJÁN

ÖSSZEFOGLALÁS

A Baradla-barlang üledékeinek vizsgálata céljából fúrásokat mélyítettünk a Münnich-átjáró előtti teremben, az Olimposzon, a Styx lejárataánál és a Róka-ág bejárataánál. A felszínre került üledékek sovány agyagnak, iszapnak, homoklisztes iszapnak minősültek. Három fúrásban mérhető mennyiségű víz észleltünk. Két fúrást megfigyelő kúttá képeztünk ki. Feltételezzük, hogy a Baradla-barlang fejlődés-történetében egy valószínűsíthetően metamorf lepusztulási területről származó, kavicsból, illetve finomabb szemcsés üledékből álló kitöltő anyag legalább egyszer szinte teljes mértékben feltöltötte a barlangot, majd a későbbiek során ebbe a kitöltésbe vágódott bele a mai barlangi patak.

Előzmények

A Baradla-barlang tudományos kutatása Vass Imre 1829-ben megjelent munkájától számolható, azóta számos kutató, kutató kollektíva vizsgálta a barlang morfológiáját, hidrológiáját és kialakulását. A barlang tudományos kutatásának történetében három kiemelkedő szerzőt kell megemlítenünk: Dudich Endre (1930-as évek), Kessler Hubert (1930-as, 40-es évek), valamint Jakucs László (1950-es évektől az 1970-es évek végéig), akik részletesen is feldolgozták az addig rendelkezésre álló adatokat, összefoglaló munkákat készítettek. Az 1970-es évek második felétől egyre több kutató kezdett foglalkozni a barlang tudományos vizsgálatával. Első sorban a VMTE Baradla barlangkutató csoport tagjai (Szilágyi Ferenc és Gyuricza György vezetésével), valamint tőlük függetlenül Szenthe István végzett nagyszámú megfigyelést. A 1990-es évek végén, 2000-es évek elején Zámbo László (Zámbo et al. 2002), Móga János (Bosák et al. 2003, Bosák et al. 2004), Leél-Össy Szabolcs (Lauritzen et al. 1994) elsősorban külföldi kutatókkal, egymástól részben függetlenül cseppkő- és üledék-kormeghatározásokat végeztek. A cseppkőkorokat U-Th izotóposoros módszerekkel, az üledékkort Móga János és társai paleomágneses módszerekkel vizsgálták. Számos morfológiai vizsgálatot végzett és végez a térképezési munkáival párhuzamosan Szunyogh Gábor is. A barlangot be-foglaló kőzetek legújabb vizsgálatait Veledits Felicitás és Piros Olga végzik. Sajnos azonban az 1980-as évek közepétől a publikációk száma csökken, új eredmények már csak nehezen fellelhető tanulmányokban, kutatási jelentésekben találhatók meg, melyek nagy része már csak "szájhagyomány" útján létezik, elveszett, megsemmisült. Sok kutató az elmúlt kb. 20 évben már nem is publikált, munkáikról szóban, baráti beszélgetéseken adtak beszámolót.

Csoportunk 2002-ben kezdte meg a Baradla- és Béke-barlang üledékeinek részletes vizsgálatát. Következtetés levonására alkalmas eredményt eddig csak a Baradla-barlang főágában sikerült elérjünk, a Béke-barlangi adatok értelmezése még folyik.

Kutatási módszereink

Az üledék-vizsgálatok egy részét terepi megfigyeléssel végeztük, a jellemző részekről fotódokumentációt készítettünk. Leírtuk a kavics-teraszokat, nagy magasságban lévő egykori üledékszinteket és az azokat jelző cseppkőképződményeket. A vizsgálatok egy részét Végh Hajnalka szakdolgozatának (Végh H. 2004) keretében végezte el társaságunk közreműködésével.

A járattalpat alkotó finomszemcsés üledéket kézi fúrások technikával tártuk fel, így a Baradla-barlangban négy helyszínen sikerült értékelhető fúrást készíteni. A fúrások és talpmélységeik:

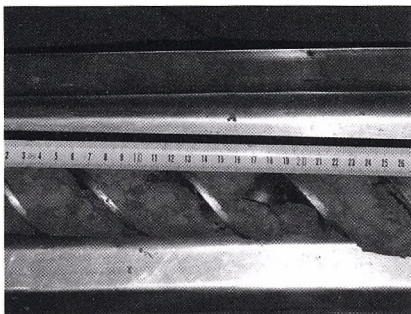
- Münnich-átjáró előtti terem (755 cm) (1. kép)
- Tigris-teremből a Styx patak felé vezető járatban (475 cm)

- Olimposzon (645 cm, 1. ábra)
- Róka-ág bejáratánál (170 cm).

A fúrás során felszínre került anyagot laboratóriumban vizsgáltuk a következő módszerekkel:

- Szemcse-eloszlás meghatározása
- Röntgen pordiffrakciós vizsgálat (Berényi et al. 2004)
- Plasztikus index meghatározása (Berényi et al. 2004)
- SEM/BS (pásztázó elektronmikroszkóp, visszaszórt elektronkép).

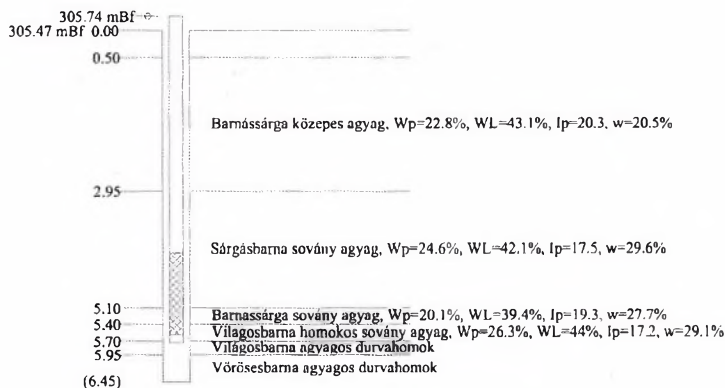
A patakmederben található kavicsokból mintát gyűjtöttünk, néhány típusos példányból (10 db) vékonycsizolat készült, és azt polarizációs mikroszkóppal vizsgáltuk a kavicsanyag leírásához (2. kép).



1. kép. A Münnich-ájtáránál mélyített fúrás felszínre került anyaga (200–230 cm): világosbarna iszapos homokliszt-homokos vályog. Ez a minta jellemző a barlang egészére, szinte az összes fúrásban legnagyobb részben ilyen anyag került a felszínre

A legfontosabb vizsgálati eredmények

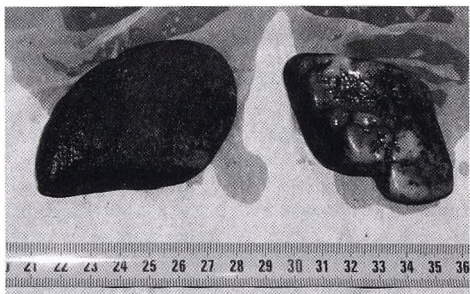
A barlangban kavics, homokos kavics, durva homok, homok, kőzetliszt, iszap, kis mennyiségben elszórtan agyag fordul elő. Részletes szemcse-eloszlás vizsgálatot a



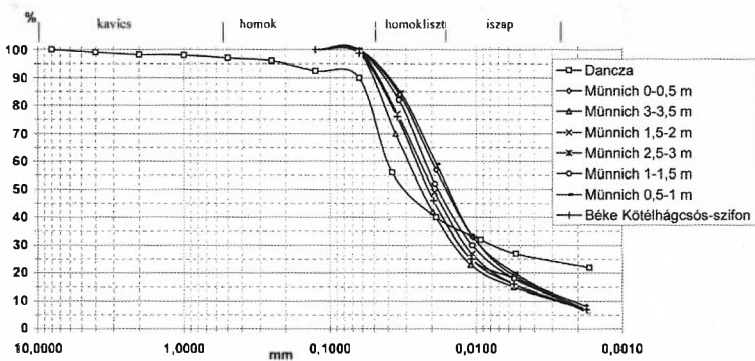
1. ábra. A Baradla-barlang Olimposz kút rétegsora

fúrásokból felszínre került anyagból végeztünk, ami az esetek jelentős részében homokos vályog-vályog-agyagos vályognak minősült (sovány agyag, illetve iszap és homoklisztes iszap a talajmechanikai besorolás szerint, 2. ábra).

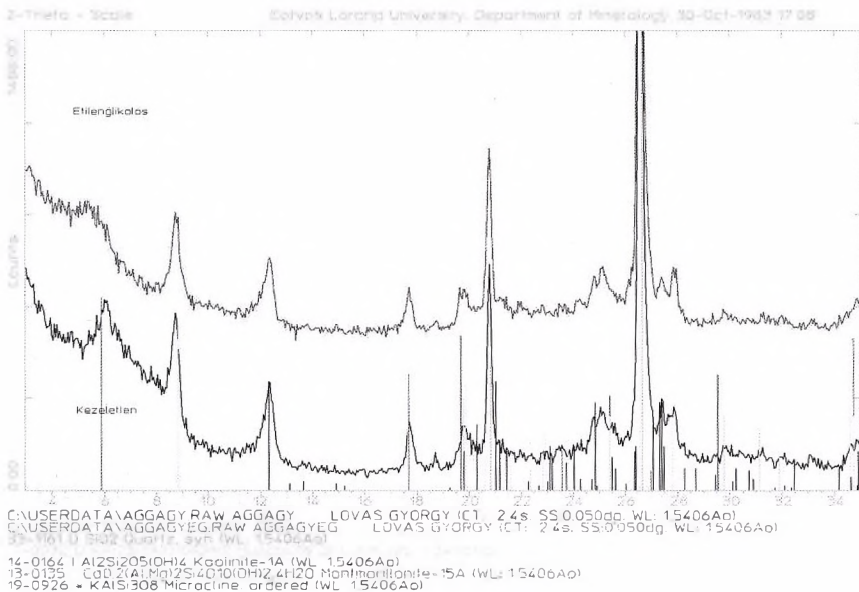
Az általunk röntgenpordiffrakcióval (3. ábra) vizsgált összes minta uralkodó ásványa a kvarc, amely a legfinomabb szemcsemérettől a kavicsok anyagáig mindenütt nagy mennyiségben előfordul, mellette földpátok és szericit azonosítható. A finomszemcsés üledékekben agyagásványok nagyon kis mennyiségben fordulnak elő, az agyagfrakció uralkodó ásványa a kaolinit, mellette kis mennyiségben szmektit azonosítható (Berényi et al. 2004). A kavicsok anyagában a kvarcon kívül



2. kép. A Baradla-barlang főágának két tipikus kavicsa: balról metahomokkő, jobbról kvarckavics. A főágon haladva leggyakrabban ilyen anyagú kavicsokkal találkozunk



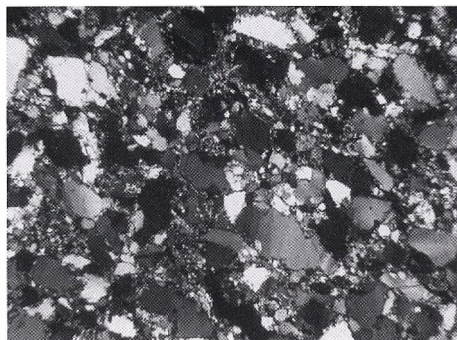
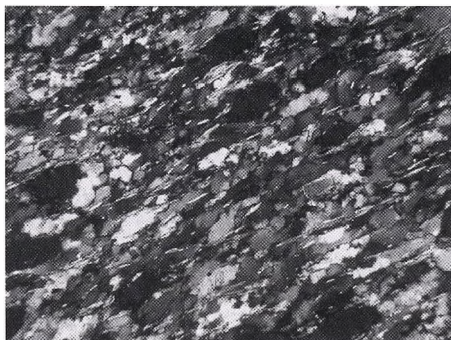
2. ábra. A Baradla- és Béke-barlangból származó minták szemcse-eloszlási diagramja. A "Dancza" jelű minta a Dancza-akna bontásából származik, a mai főagszinthez képest kb. -30 m szintből, a Münnich jelű minták a Baradla-barlang Münnich-átjárójánál készített fúrás megadott mélységéből származó minták, a Béke Kötélhágcsós-szifon jelű minta a Béke-barlang fúrásából származó minta.



3. ábra. A Baradla-barlang Münnich-fúrásából felszínre került minta XRD felvétele (orientált minta), a felvételt Lovas György (ELTE Ásványtani tsz.) készítette.

turmalin és csillámok fordulnak elő a kvarc alapanyagon kívül számottevő mennyiségben (3., 4. kép). Az üledék jellege egy valószínűsíthetően nem túl távoli metamorf lepusztulási területet jelez. Józsa Sándorral közösen teljesít néhány minta előzetes nehézasvány vizsgálatát is, amely szintén alátámasztja a kavicsok anyagából levont következtetéseket. Az eddigi adatok és a további tervezett nehézasvány-vizsgálatoktól azt várjuk, hogy pontosabban meghatározható lesz a Baradla-barlangot kitöltő üledék származási helye.

Az általunk feltárt üledékek elnevezése nem egyértelmű, mert a különböző, ezzel foglalkozó szakágak



3. kép. Makroszkopikus leírás (csiszolás előtti): 4x3x1cm-es jól kerekített lapos fekete bevonatos metahomokkő kavics, jól megfigyelhető rajta a lapjával párhuzamos lemezesség, felületén szabad szemmel jól megfigyelhető kvarc-szemcsék és limonitos erek láthatóak. Mikroszkopikus leírás: Egyenletesen finomszemcsés, erősen palás kvarc-fillit, amely metahomokkőként értelmezhető, jól megfigyelhetőek benne kisebb-nagyobb muszkovit csillámok, cirkon és turmalin szemcsék. A csillámok erősen irányítottan helyezkednek el, egymással lapos szögben hajlól két irányútság figyelhető meg, az egyik erőteljesebb (főirány) a másik kevésbé erőteljes (mellékirány). A csillámok mentén limonitos erek figyelhetőek meg. A felvétel 10x +N beállítással készült.

4. kép. Makroszkopikus leírás (csiszolás előtti): Lapos, enyhén kerekített fekete bevonatos homokkő kavics. Mikroszkopikus leírás: Kevésbé osztályozott, eredetileg közepesen kerekített szemcséket tartalmazó homokkő, szemcsék között finom, mozaikos kvarcit kötőanyaggal. A kvarcit kötőanyag mentén limonit fut végig. A csiszolatban aprószemcsés turmalin, gömbölyített cirkon a nagy kvarc-szemcsék között, elszórtan kloritosodott biotit, kevés biotit, tovább néhány rutil szemcse. Az eredeti kvarc-szemcsék egy részében apatit zárványok figyelhetőek meg. A felvétel 10x +N beállítással készült.

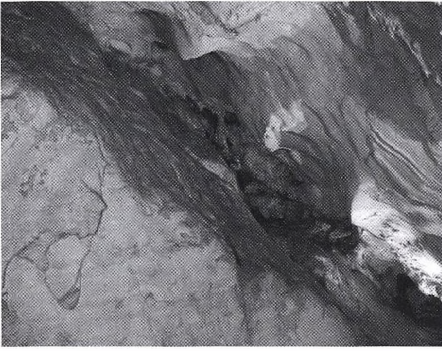
(pl. geológia, talajtan, talajmechanika) ugyanazt a szemcsetartományt az adott tudományterület igényeinek megfelelően más és más néven említik (Berényi et al. 2004)

A Baradla-barlang fejlődéstörténete

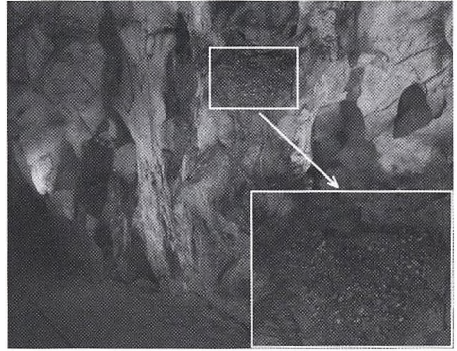
A korábbi kutatások eredményei és más kutatókkal történt beszélgetések, valamint saját terepi megfigyeléseink alapján egyre pontosabb képet kapunk a barlang fejlődéstörténetének lényeges fázisairól. Kezdetben a barlang tektonikusan preformált üregeit víz töltötte ki, ez a víz a keveredési korrózió néven ismert folyamat szerint oldással tágtította azokat. Ennek nyomai mind a mai napig jól megfigyelhetőek a barlang számtalan pontján – gömbfülkék, gömbfülke sorok, mennyezeti csatornák stb. (5., 6. kép). Az így kialakult barlangnak – nevezzük Ős-Baradlának – elkezdődött az üledékekkel történő feltöltődése már a felszínről származó vizek vízhozamától és hordalékszállításától függően. Ez a folyamat a Főág számos pontján jól megfigyelhetően a főte szintjéig feltöltötte a barlangot egy zömében kavicsos-homokkal és áthalmazott finomszemcsés üledékkel (7., 8., 9. kép). Ezt követően az Ős-Baradlán keresztül folyó barlangi patak hozama megnövekedett és a barlang üledékkel kitöltött járataiban kezdődött meg a patak bevágódása a korábbi üledékbe, az üledék kihordása. Ez a feltöltődés-bevágódási ciklus ismétlődhetett, az ismétlési ciklusok számának meghatá-



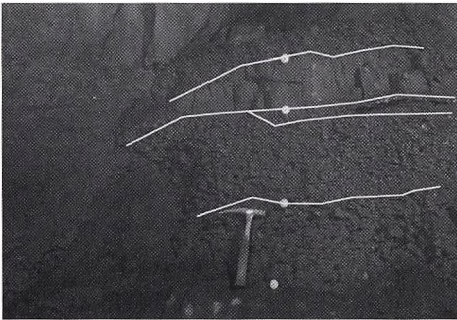
5. kép. Baradla-barlang Stryx meder (Tigris-termini lejárati közelében), tektonikusan preformált hasadék mentén kioldódott járatszakasz. Jól megfigyelhetőek a jellegzetes oldási formák.



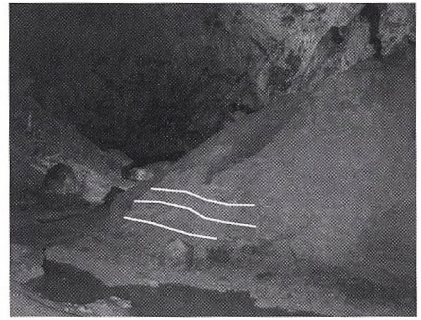
6. kép. Baradla-barlang Denevér-ág, tektonikus sík mentén kialakult oldási zóna. Jól megfigyelhetők a jellegzetes oldási formák, a lekerekített élek, a hengeres, helyenként gömbszerű hemélyedések.



8. kép. Baradla-barlang főág (Csónakázó-tó, Nádor oszlopa közelében, bal falon), kb. 2,5 m magassághán található kavicsos homokkitöltés maradványai.



7. kép. Baradla-barlang Főág, bal oldalfal a 40. számú hídnál (2700 - 2800 m). Az oldalfalon megfigyelhető az üledék lerakódása. A rétegsor alján és tetején kavicsos, közte felülről lefelé haladva finomszemcsés, majd kavicsos homokrteg látható. Ez a feltárás bizonyítja, hogy az üledékfelhalmozódás során a barlangba többféle szemcseméretű üledék került. A fényképen a pontok a réteghatárokat jelzik.

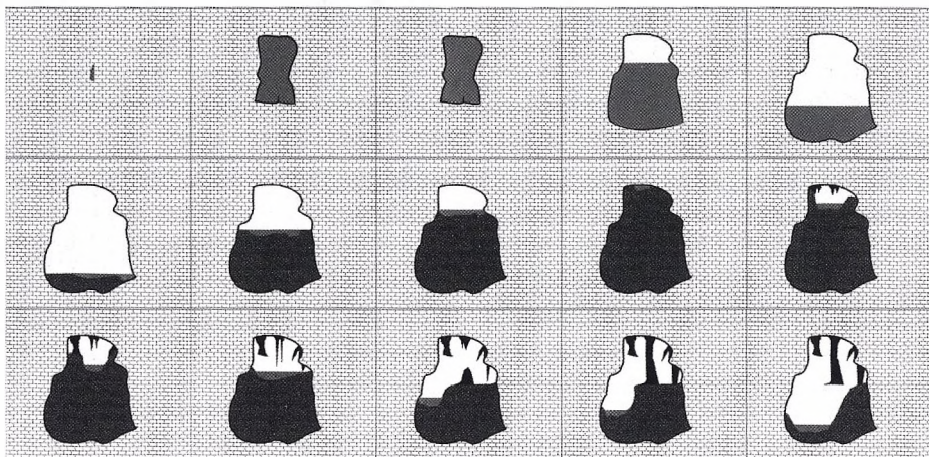


9. kép. Baradla-barlang Főág (Vas-kapu előtt, jobb part) régi üledékfelhalmozódásból visszamaradt üledékdomb, a domb teteje megközelíti a főte szintjét. Az üledékdomb alja, valószínűleg egy korábbi járdaépítés miatt megbontott, itt is jól megfigyelhetők a kavicsos finomszemcsés üledékek váltakozásai. A feltárásban megfigyelhető a lapos jelleget mutató kavicsok zsendelyes elrendezése, amelyből pontosan rekonstruálni lehetett az üledéklerakódás idején a barlangi patak folyásirányát, amely megegyezett a mai folyásiránnyal.

rozása további vizsgálatokat igényel. (4. ábra) Az utolsó ciklus valószínűleg körülbelül 100 000 évvel ezelőtt fejeződhetett be, Mőga János (Bosák et al. 2003) a München átjárónál található üledékben végzett paleomágneses vizsgálatai alapján, valamint Leél-Őssy Szabolcs és mások U-Th soros cseppkőkor adatai alapján.

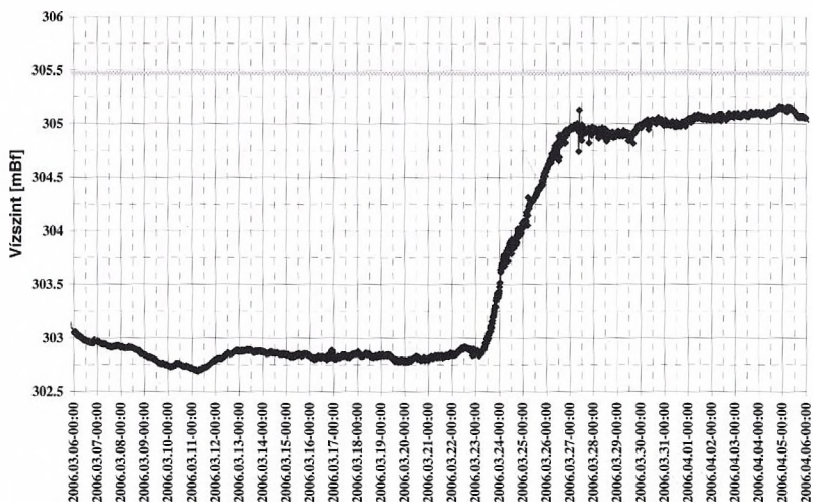
A barlangi üledékekben szivárgó víz

A fúrások készítése közben a Béke-barlangban két fúrásban, a Baradla-barlang 3 fúrásában az üledékben megfigyelhető, mérhető mennyiségű vizet észleltünk. A Baradla-barlang Styx lejárataánál lévő (10. kép), valamint az Olimposzon mélyített fúrást észlelő kúttá képeztük ki. Az Olimposzon folyamatos észleléssel (DATAQUA), a Styx fúrásnál esetenkénti észleléssel gyűjtjük a vízszint-adatokat. Az észlelési adatok mutatják, hogy az észlelő kutak vízszintváltozásai teljesen hasonló jellegű mutatnak bármelyik fel-

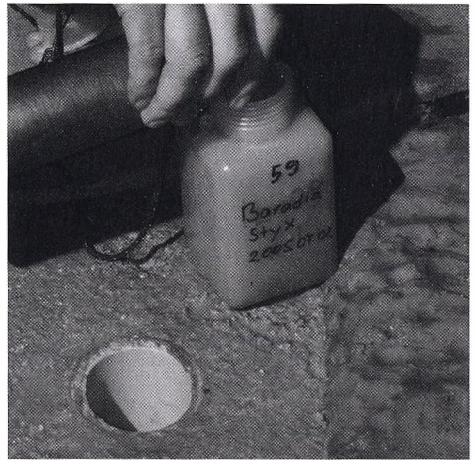


4. ábra. A Baradla-barlang kialakulásának fontosabb fázisai

színi talajvízészlelő kút hidrográfjaival. Adataink közül bemutatjuk a 2006 tavaszán bekövetkezett hirtelen hóolvadás hatására történt vízszintváltozás észlelési grafikonját (5. ábra), amely az eddigi víz valószínűleg összefüggésben van felszíni meteorológiai folyamatokkal. Mivel az üledékben szivárgó mérésünk közül legjobban bizonyítja a két jelenség szoros rokonságát. A barlangi üledékekben szivárgó víz szoros rokonságot mutat, és hasonló elhelyezkedésű, mint a felszínen megfigyelhető talajvíz. Maucha László a 2005-ben Szombathelyen tartott Karsztfejlődés konferencián javasolta a jelenség "barlangi talajvíz"-nek történő elnevezést (Berényi et al. 2005). Ezen vízminták (11. kép) kémiai jellemzői hasonlóságot mutatnak a Jósva-forráscsoportban felszínre törő vizek kémiai összetevőivel. A hasonlóságot többváltozós adat-elemző módszerekkel mutattuk ki Kovács József közreműködésével (Kovács et al. 2005). A statisztikai

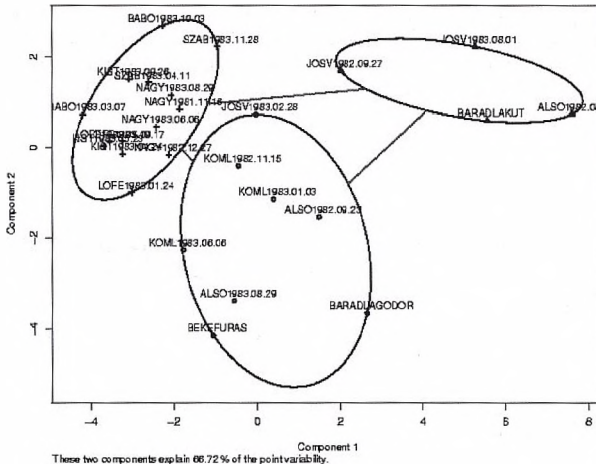


5. ábra. A Baradla-barlang Olimposz észlelő kútban megfigyelt vízszint változás a 2006. tavaszi hóolvadást környezetében (észlelési diagram).



10. kép. Baradla-barlang Tigris-terem - Styx lejárát, észlelő kút. Mivel az észlelő kút egy ma is használt járda közepén került kialakításra, a csőperem kiképzése egy vasbeton lemez segítségével történt. A hulladék észlelő kútba hullásának megakadályozását egy gumi lemez és egy azt a vasbetonlemezhez leszorító saválló, acél bordás lemez biztosítja. A kút speciális számmal nyitható, ezáltal olyan kútkialakítást sikerült megvalósítanunk, amely nem akadályozza a közlekedést, azonban a tudományos vizsgálatokhoz időtállóan biztosítja a kútat.

11. kép. Baradla-barlang Tigris-terem - Styx lejárát, vízmintavétel a béléscsővezetett észlelő kútból



6. ábra. Az egyes források "jellemző" összetételei és az általunk vizsgált minták "k" középpontú klaszterezése, a bemutatás a sokdimenziós skálázás módszerével. Az ábrán az egy pontok jelölése a mintavétel helyével és idejével történt. Az egyes forrásokat az azokra legjellemzőbb mintáikkal reprezentáljuk.

feldolgozás során meghatároztuk a terület nagy karsztforrásaira jellemző vízkémiai paraméterek értékeit. Ezek alapján kiválasztottuk a forrásokban korábban vizsgált mintákat, amelyek jellemzőek az adott forrásban feltörő vizek összetételére, majd az így kapott mintákhoz hasonlítottuk a Baradla-barlangban, az

Olimposzon mélyített fúrásból, a közeli – korábbi kutatás során mélyített – gödörből, valamint a Béke-barlang 86-os pontjánál lévő fúrásból vett vízminták paramétereivel. Az összehasonlítást az ún. „k” központi klaszteranalízis segítségével végeztük (6. ábra).

További vizsgálatokat érdemes végezni a jelenség pontosabb megismerése érdekében, vizsgálandó, hogy ez a víz milyen mennyiségben van jelen és milyen mértékben játszik szerepet a karsztrendszerek hidrológiai képében.

Összefoglalás

Megállapíthatjuk tehát, hogy a Baradla-barlang fejlődéstörténetében egy valószínűsíthetően metamorf lepusztulási területről származó, kavicsból illetve finomabb szemcsés üledékekből álló kitöltő anyag legalább egyszer szinte teljes mértékben feltöltötte, majd a későbbiek során ebbe a kitöltésbe vágódott bele a mai barlangi patak. A behordott üledék fő alkotó ásványa a kvarc, egyéb ásványok kisebb, alárendelt mennyiségben fordulnak elő. Megállapítható az is, hogy a mai főte magasságához képest is jelentős vastagságú üledékkitöltés alkotja legtöbb helyen a járattalpat. Ebben a járattalpat alkotó üledékben jelentős mennyiségű, jól megfigyelhető víz mozog.

Köszönetnyilvánítás

Ézúton is köszönjük mindazok (több mint 30-an) segítségét, akik a terepi, laboratóriumi, feldolgozási, fényképezési stb. munkáinkban segítségünkre voltak, s terjedelmi okok miatt felsorolni őket nem áll módunkban.

IRODALOM

- BERÉNYI ÜVEGES Judit, BERÉNYI ÜVEGES István, LOVAS György, VID Gábor (2004): Vizsgálatok a Baradla- és Béke-barlang kitöltéseiben – Karsztfejlődés IX. BDF Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely, pp.311-321
- BERÉNYI ÜVEGES István, BERÉNYI ÜVEGES Judit, VID Gábor (2005): Járattalpat alatti vízeséslelés a Baradla-barlangban – Karsztfejlődés X. BDF Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely, pp.121-125
- KOVÁCS József, VID Gábor, MAUCHA László, BERÉNYI ÜVEGES Judit, IZÁPY Gábor (2005): Az Aggtelek-karszt nagyforrásainak és a Baradla- illetve a Béke-barlangban a járattalpat alatt észlelt vizek kémiai összetevőinek vizsgálata többváltozós adatelemző módszerekkel – Karsztfejlődés X. BDF Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely, p.107-120
- VÉGH Hajnalka (2004): Az Aggteleki Baradla-barlang kitöltés-maradványainak morfológiai és anyagvizsgálata (szakdolgozat) – ELTE.
- BOSÁK Pével, MÓGA János, KADLEC Jaroslav, PRUNER Petr, CHADIMA Marti (2003): Előzetes beszámoló a Baradla-barlangban végzett paleomágneses vizsgálatokról – Karsztfejlődés VIII. BDF Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely, p.297-307
- BOSÁK P., HERMAN H., KADLEC J, MÓGA J., PRUNER P. (2004): Paleomagnetic And U-series Dating Of Cave Sediments in the Baradla Cave, Hungary – Acta Carsologica, Ljubljana 33. 2. p.219-238.
- ZÁMBÓ László, FORD Derek, TELBISZ Tamás (2002): Baradla-barlangi cseppkőradatok a késő-negyedidőszaki klímaingadozások tükrében. – Földtani Közlöny 132/különszám pp. 231-238.
- LAURITZEN, S.E., LEÉL-ÖSSY Szabolcs (1994): Előzetes koradatok egyes baradlai cseppkövekről. – Karszt és Barlang. 1994. évf. p3-8.

ADDITIONAL INFORMATION TO THE FORMATION OF BARADLA CAVE (NORTH-EASTER HUNGARY NEAR TO AGGTELEK) BASED ON SEDIMENTS STUDIES

In order to study the sediments on Baradla Cave, drillings were carried out at the hall near "Münnich" pass, between „Tiger” hall and „Styx” creek, at „Olympos” hill and at the entrance of „Fox” branch. The sediments are lean clay, silt and silty sand. Water was found in 3 bore holes in measurable amount. We converted two boreholes into water observation wells. We assume that during the formation of Baradla Cave gravels from presumably metamorphic source and other fine grained sediments at least once almost completely filled the cave. Later the present creek of the cave cut into these sediments.