

BARADLA-BARLANG MÜNNICH-ÁTJÁRÓ ELŐTERÉNEK FÖLDTANI VISZONYAI

VIKTORIK ORSOLYA¹ - BERÉNYI ÜVEGES ISTVÁN¹ - NÉMETH
TIBOR² - JÓZSA SÁNDOR³ - BENDŐ ZSOLT³ - BERÉNYI ÜVEGES
JUDIT¹ - VID GÁBOR¹

¹Niphargus Barlangkutató Egyesület, 3758 Jósvafő, Kaffka-Péter u. 4.
info@niphargus.hu

²Eötvös Loránd Tudomány Egyetem, Természettudományi Kar, Földrajz- és
Földtudományi Intézet, Ásványtani Tanszék

³Eötvös Loránd Tudomány Egyetem, Természettudományi Kar, Földrajz- és
Földtudományi Intézet, Kőzettan-Geokémiai Tanszék

Abstract: We examined the geologic conditions of the foreland of the Munnich-tunnel situated in the Baradla-cave. We found that the foreland of the Munnich-tunnel is filled in great thickness with sandy silts. Quartz is the dominant mineral in it. The grains of the examined deposit are hardly rounded, therefore they suggest short transition.

1. Bevezetés

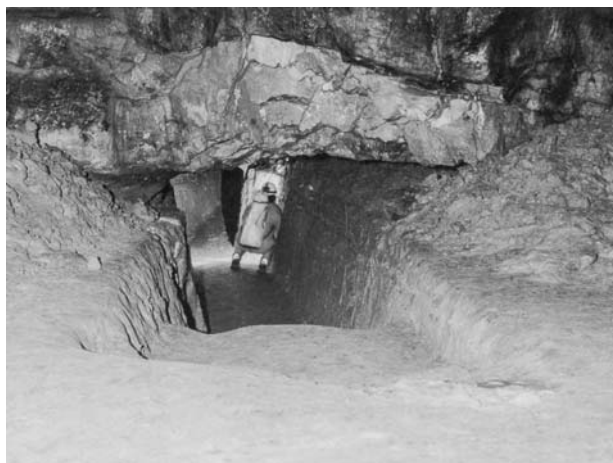
Kutatócsoportunk 2002 óta vizsgálja a Baradla-barlang üledékeit. A vizsgálatokról korábban elsősorban a Karsztfelődés konferenciákon, illetve 2008-ban Lans en Vercors-ban tartott nemzetközi konferencián, valamint több egyéb hazai konferencián számoltunk be.

A Münnich-átjáró az Aggteleki főbejárattól 1300m-re található. Nevét onnan kapta, hogy a barlang első nagyobb arányú idegenforgalmi kiépítésekor (1890-ben) Münnich Kálmán bányamérnök felismerte, hogy ezen a helyen egy rövid eltömődött járatszakasz átbontásával olyan kényelmes túraútvonal hozható létre amely kikerüli a barlang akkori viszonyok között nehezebben járható szakaszát a Nehéz-utat. Gyakorlatilag ekkor alakult ki a mai túraútvonal (1. ábra).

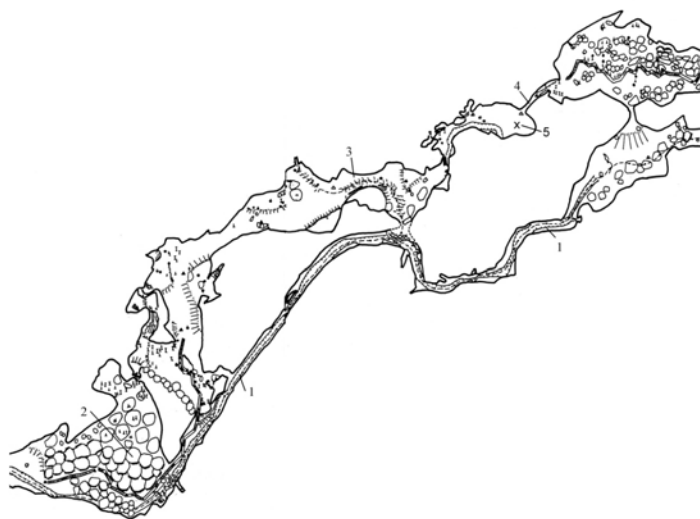
Az átjáró készítésekor mindkét oldalon megmaradt az eredeti üledékfal, amely így jól vizsgálhatóvá vált (1. kép).

A Münnich-átjáró Aggtelek felé eső oldalán (a továbbiakban ezt tekintjük az átjáró előterének) korábban az 1980-as években a MÁFI (Magyar Állami Földtani Intézet) Szilágyi Ferenc vezetésével már készített egy kutatófúrást, azonban annak sem a jegyzőkönyve, sem az akkor felszínre került mintaanyag nem maradt fent. Szintén itt végzett Móga János munkatársai-

val paleomágneses, és U/Th soros kormeghatározást, méréseik szerint az üledékösszlet tetején lévő cseppkőkéreg kora kb. 100-120 000 év, valamint megfigyeltek az átjáró oldalfalában pólus átfordulást. Egybevetve az U/Th soros kormeghatározással a pólus átfordulást a Blake-eseményhez kötik (BOSÁK *et al.*, 2004). Kutatócsoportunk 2002-ben is itt készítette első fúrásait.



1. kép: Baradla-barlang Münnich átjáró (aggteleki oldal felől);
Picture 1: Baradla-Cave Münnich-Tunnel (from Aggtelek side)



1. ábra: Münnich-átjáró és környékének térképe (ORSZÁG ET AL. 1989), a térképen balra található Aggtelek, jobbra Jósvalő. Jelmagyarázat: 1: Nehéz-út, 2: Mórea-hegye, 3: Viasz-utca, 4: Münnich-átjáró, 5: Fúrás helye
Fig. 1: Map of Münnich tunnel and it's region (ORSZÁG ET AL. 1989), left side: direction to Aggtelek, right side direction to Jósvalő. Legend: 1: Hard passage, 2: Hill of Mórea, 3: Wax street, 4: Münnich-tunnel, 5: Place of borehole

Az elmúlt években összegyűlt ismeret anyag alapján 2011/12 években azt a célt tűztük ki, hogy a lehető legtöbb információt szerezzük meg a Münnich-átjáró előterének földtani viszonyairól. Ennek a munkának a legfontosabb eredményeit mutatjuk be cikkünkben.

2. Befoglaló kőzet

A Baradla-barlang a Gömör-Tornai-karszthegység területén található, a hegység alapkőzetének legvastagabb rétegeit a középső-felső-triász mészkőképződmények alkotják. A barlangrendszer üregei a Guttensteini, Steinalmi és Wettersteini mészkövekben alakultak ki.

A barlang kőzetének részletes fácies és mikrofácies vizsgálata (*VELLEDITS* 2009, *VELLEDITS et al.* 2011) megállapította, hogy a barlang Drégely vára (Aggteleki bejáratától 5200 m) és a Vaskapu (Aggteleki bejáratától 1800 m) közötti része Wettersteini zátonyban, míg az aggteleki bejárat és a Hangverseny terem (Aggteleki bejáratától 500 m) közötti szakasza Wettersteini lagúna képződményben alakult ki. A kettő közötti rész (így az általunk vizsgált Münnich-átjáró előtere is) átmeneti fáciest képvisel a zátony és a lagúna között. Az igazi zátonyalkotó szerkezetek, a szivacsok és a Microproblematicumok nagyrészt már eltűntek, de a lagúnákra oly jellemző algák még nem jelentek meg. Ezt az általunk elvégzett vizsgálatok is megerősítették.

A Münnich-átjáró előterében két minta vizsgálatára került sor. Az egyik minta a korábbi kézi fúrás során a fúrástalpról felszínre került mészkőtörmelék, a másik az átjáró fölötti a főtéből származik.

Az átjáró előtt a főtéből származó minta ősmaradvány-tartalmú, világosszürke, egyenetlen törésű, feltárásban közepes-, vagy vastagpados, tömött mészkő. A mintából készült vékonycsiszolat (2. kép) mikroszkópos vizsgálatával megállapítottuk, hogy a mátrix mikrites-, mikropátitos jellegű, melyben szórványos mennyiségű (< 2%) fosszília váz figyelhető meg. A szemcsék nem érintkeznek egymással, a szemcséközi teret mészszipa tölti ki. A mikrites-, mikropátitos részek nagy pátitos üregekkel váltakoznak. Az üregkitöltő pátit megjelenése ekvigranuláris. A mátrixban a legfontosabb szemcsefajta a bioklaszt, mely foraminifera (*Variostoma* sp., *Nodosaria* sp., *Hoyenella* gr. *sinensis*, *Trochammina* *almtalensis*, *Meandropsira* sp.), Cyanobakterium, Microproblematics (*Tubiphytes*?) és brachiopoda vázból, illetve váztöredékéből tevődik össze. Szintjelző fossziliák nem figyelhetők meg a csiszolatokban. A nagyszámú üreg jelenléte alapján feltehetően mikrobiális eredetű, tehát genetikailag feltételezhető, hogy ez a képződmény csekély vízmozgású, mikrobiális zátony (mud mound) területén ülepedett le.



2. kép: Münnich-átjáró főtéből származó minta egy részlete (vékonycsiszolat, 1N, *Variostoma* sp.)
Picture 2: Specimen from roof of the Münnich-Tunnel (thin section, 1N, *Variostoma* sp.)

A fúrástalpról származó minta az alkalmazott fúrási technika miatt (kézi, Ø55 mm spirálfúrás) mindössze egy kisméretű kb. 1 cm átmérőjű kőzet törmelék. A minta ősmaradvány-tartalmú, egyenetlen törésű, világosszürke, tömött mészkő. A mintából készített vékonycsiszolat vizsgálatával megállapítottuk, hogy az hasonló a főtéből származó mintához. A két vizsgált minta között eltérés a megfigyelt bioklasztos elegyrészekben jelentkezik. A csiszolatban a következők figyelhetők meg: microproblematicum, *Endotriadella wirzi*, *Endotheba* gr. *badouxi*, Foraminifere, gen. et sp. ind.

3. Módszerek

A Münnich-átjáró előterét nagy vastagságban, finomszemcsés üledék alkotja, az üledéket kézi fúrással 755 cm vastagságban tártuk fel (1. ábra). A fúrást, hagyományos, kézi talajmechanikai fúrókészlettel, Ø55 mm spirállal mélyítettük. A fúrás során a helyszínen rögzítettük az üledék legfontosabb jellemzőit, majd a mintákat szabad levegőn történő szárítás után laboratóriumban vizsgáltuk tovább (1. táblázat). A laboratóriumi vizsgálatok során a szemcse eloszlást, illetve a legfontosabb ásványi alkotórészeket vizsgáltuk. Az ásványi összetételt egyrészt röntgen pordiffrakciós módszerrel, másrészt a minta nedves szitálása és nehézfolyadékos frakcionálása után az egyes frakciókat binokuláris mikroszkópban vizsgáltuk. Az átjáró oldal falából vett, bolygatatlan mintából ezenkívül elektronmikroszkopos (SEM/EPMA EDAX) vizsgálatot végeztünk. Az elektronmikroszkopos vizsgálatokat, az átjáró oldal falából vett bolygatatlan mintán végeztük. A vizsgálat céljára

egy 10x10x10cm méretű, az eredeti szerkezetet megőrző mintatestet vágunk ki az átjáró oldalfalából. Ezt szabad levegőn szárítottuk. A szárítás után vákuumimpregnátor segítségével műgyantába ágyasztuk. Ezt követően az eredeti 10x10x10cm mintatest belsejéből egy kb. 3x3x1 cm méretű, az elektronmikroszkop mintatartójába illeszkedő mintadarabot vágunk ki, majd ezt políroztuk. A vizsgálatokat ezen végeztük el. Az elektronmikroszkop vizsgálatához a mintadarabot vákuumban grafitral vontuk be. A vizsgálatot az ELTE TTK Földrajzi és Földtudományi Intézet Amray X 1830 I/T6 SEM/EDX készülékével végeztük.

Az üledékek ásványtani és agyagásványtani vizsgálata röntgenpordiffrakciós (XRD) módszerrel, az MTA CSFK Földtani és Geokémiai Intézetének Philips PW 1710 készülékén történt, Cu K α sugárással, 35 mA csőáramot és 45 kV gyorsítófeszültséget alkalmazva. A teljes üledékanyag dezorientált röntgenpordiffrakciós felvételéből becsültük a minták fémnyiságsági ásványos összetételét.

A minták agyagásványos összetételének meghatározása a 2 μ m alatti szemcseméret-frakcióból történt, amelyet az előzetesen desztillált vízben többször átmosott mintákból ülepítéssel állítottunk elő. A duzzadó agyagásványok meghatározásához minden mintát etilén-glikollal szolvatáltunk. Ugyanígy elvégeztük az összes minta hőkezelését is 350, illetve 550 °C-on, elsősorban a kaolinit és a klorit elkülönítése, továbbá az OH-közberétegződés kimutatása érdekében.

I. táblázat
Table I.

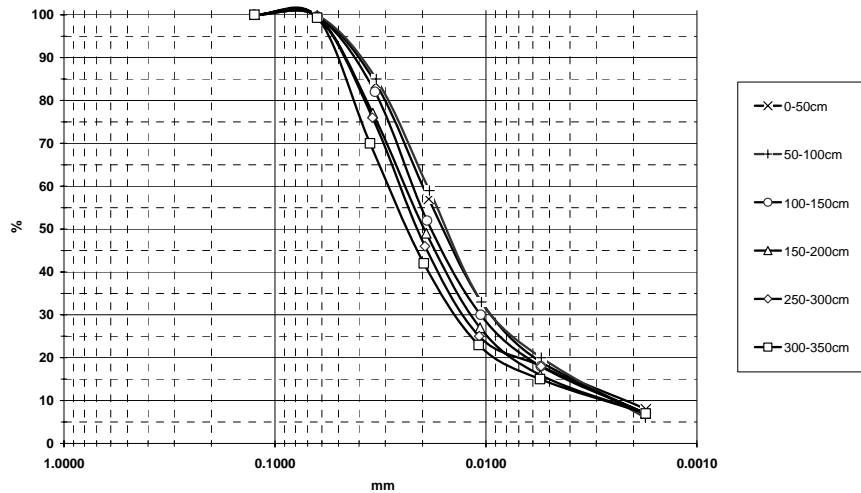
A fúrás leírása
Description of the borehole

Mélység/depth	Anyag	Material
0-195 cm	vörösesbarna iszap	redish brown silt
195-202 cm	faszéntartalmú iszap	silt with charcoal
202-220 cm	világosbarna iszapos homokliszt	light brown silty sand
220-245 cm	vörösesbarna iszap	redish brown silt
245-400 cm	sárgásbarna iszap	yellowish brown silt
400-710 cm	sárgásbarna homoklisztes iszap	yellowish brown silty sand
710-755 cm	sárgásbarna homoklisztes iszap fekete szemcsékkel	yellowish brown silty sand with black grains

4. Kiértékelés

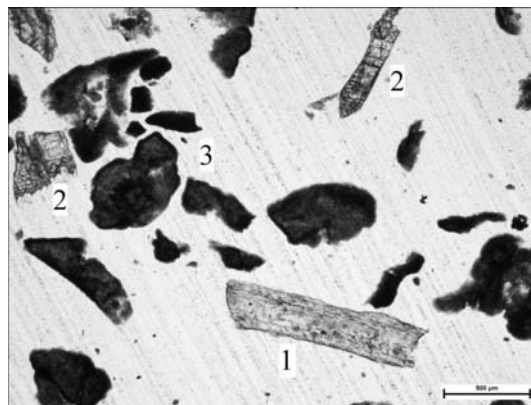
A rétegsor ásványtani, közettani jellemzői alapján egyveretű, jelentős eltérés nem mutatható ki. A rétegsorban a vizsgált szemcseeloszlási görbék (2. ábra) nagyon hasonlóak. Megfigyeltük, hogy a rétegsor tetején és az alján a limonit-aggregátumok alakja változik: a rétegsor tetején lemezesek, míg az

alján halmazosak. Szintén kimutatható különbség, hogy a fúrás alján megjelenik a goethit. A fúrás anyagában a karbonát csak ott fordul elő, ahol egy cseppkőkerget fúrtunk át.



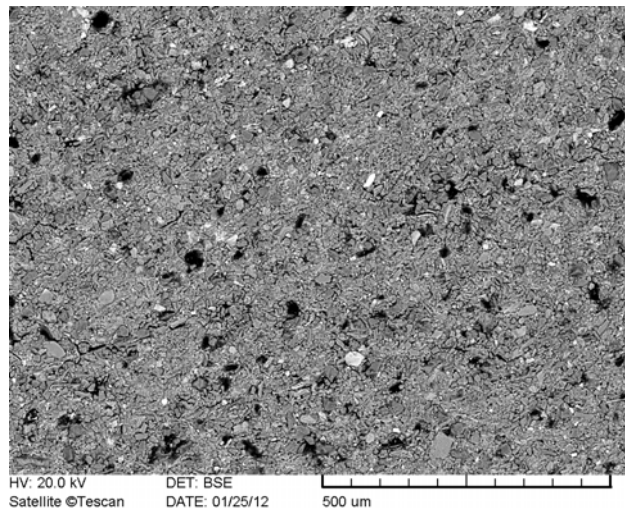
2. ábra: A rétegsorban mért szemcseeloszlási görbék. Particle size distribution curves measured in the sequence.
Fig. 2: Particle size distribution curves measured in the sequence

Az üledék fő összetevője a kvarc, jelentős mennyiségben találunk faszén szemcséket, rostos és törmelékes kifejlődésben, illetve limonit aggregátumokat. Szórványosan muszkovit és metamorf kőzettörmelék szemcsék is megfigyelhetők. Néhány mintában megfigyelhető volt kalcit törmelék, illetve csont maradvány (3. kép).



3. kép: A fúrás 0-50 cm mélységéből származó minta >250 μm szemcséiből készített beágyazott vékonycsizolat egy részlete (1N). Jelmagyarázat: 1: csont törmelék, 2:kalcit szemcsék, 3: limonit aggregátumok
Picture 3: Part of bedded thin section sample from 0-50cm depths >250 μm grains. Legend: 1: bone fragment, 2:calcite, 3: limonite aggregate

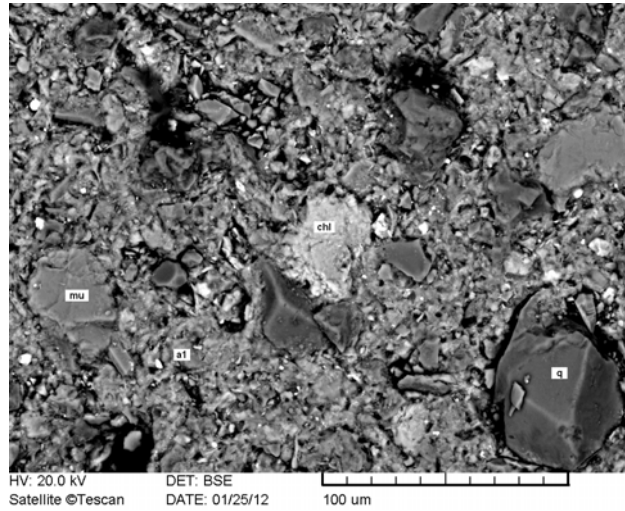
Az elektromikroszkopos átnézeti felvétel (4. kép) alapján látható, hogy az üledékszemcsék érintkeznek, a szövet szemcsevázú. A szemcsék jól osztályozottak, szögletes, szilánkos megjelenésűek. A felvétel és a szemcseeloszlási görbe eredménye egybevág. Összevetve a kettőt, elmondhatjuk azt, hogy a szemcseméret 10-60 μm között változik, valamint azt, hogy 20-30 μm közé esik a görbe legmeredekebb része. Az üledék, uralkodóan kvarc szemcsékből, muszkovit lemezekből, limonitos aggregátumokból áll, ami mellett kisebb mennyiségben előfordul klorit és turmalin (5. kép).



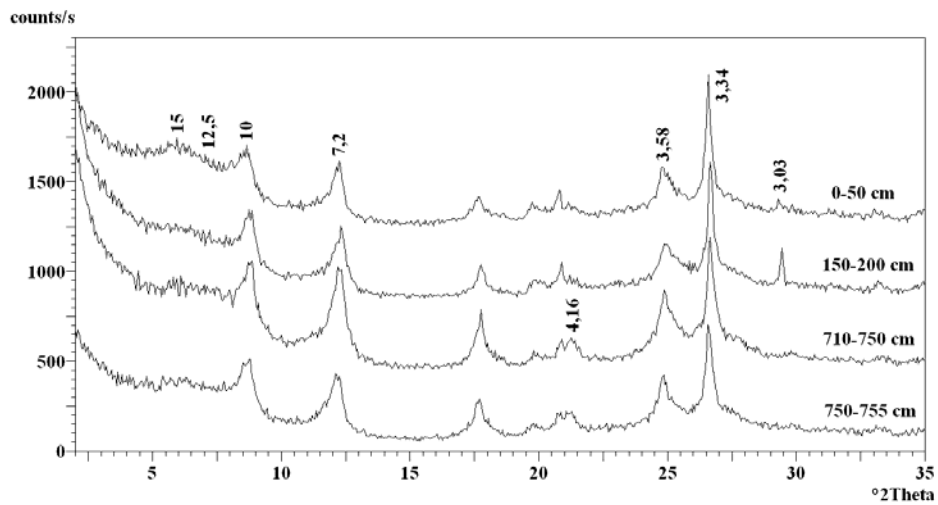
4. kép: A Münnich-átjáró oldalfalából vett minta átnézeti visszaszórt elektron képe.
 Picture 4: Backscattered electron image of the sample taken from the sidewall of the Münnich-tunnel

A felvételeken megfigyelhető szögletes, szilánkos alakú szemcsék rövid szállításra utalnak. Az üledék helyszíni megfigyelésével kiegészítve megállapíthatjuk, hogy az feltehetően egy lassan mozgó (szivárgó) vízfolyásból vagy tavi környezetben rakódhatott le.

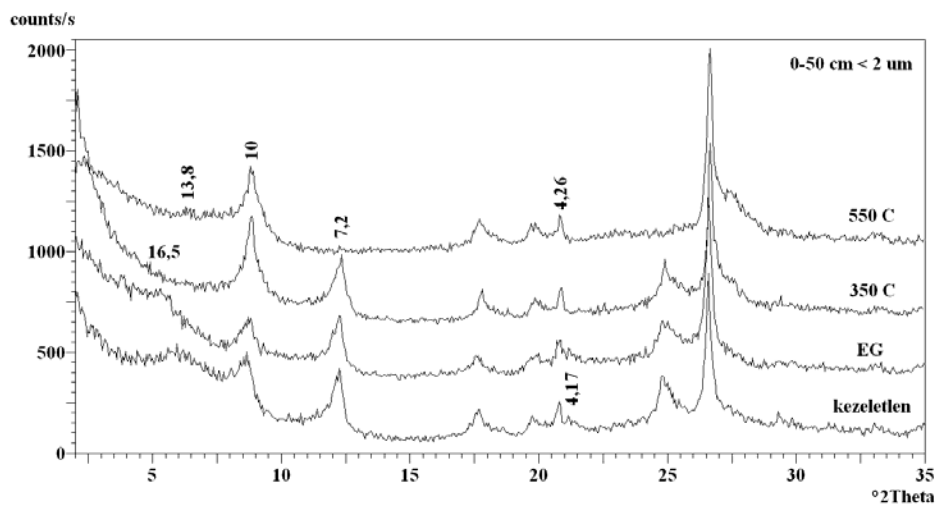
A röntgen-pordiffrakciós módszerrel állapítható meg, hogy a vizsgált barlangi üledékminták uralkodó ásványa az 50–70 %-nyi kvarc, amely mellett 5 % földpát (káliföldpát és plagioklász egyaránt megjelenik), valamint rétegszilikátok, agyagásványok (csillám-illit, kaolinit, illit/szmektit, szmektit) társulnak. A két legmélyebbről vett mintában 5 % alatti mennyiségben goethit mutatható ki. Feltűnő, hogy a négy minta közül három teljesen karbonátmentes, míg a 150–200 cm-ből származó mintában jelentős (15–20 %) a kalcit mennyisége, mely egy átfűrt cseppkőkéregből származhat.



5. kép: A Münnich-átjáró oldalfalából vett minta egy részletének visszaszórt elektron képe, az azonosított főbb ásványzemcsékkel. Jelmagyarázat: q: kvarc, mu: muszkovit, chl: klorit, a1: alapanyag
 Picture 5: Backscattered electron image of the sample taken from the sidewall of the Munnich-tunnel with identified, main minerals. Legend: q:quartz, mu: muskovite, chl: chlorite, a1: base material



3. ábra: Az agyagfrakciókról készült XRD felvételek a mélység szerint. A számok d értékeket jelentenek Å-ben. 15: smektit, 12,5: illit/szmeztit, 10: illit, 7,2: kaolinit, 4,25: kvarc, 4,16: goethit, 3,03: kalcit
 Fig.3: XRD patterns of the clay fractions by depth. Numbers indicate d values in Å. 15: smectite, 12,5: I/S, 10: illite, 7,2: kaolinite, 4,25: quartz, 4,16: goethite, 3,03: calcite

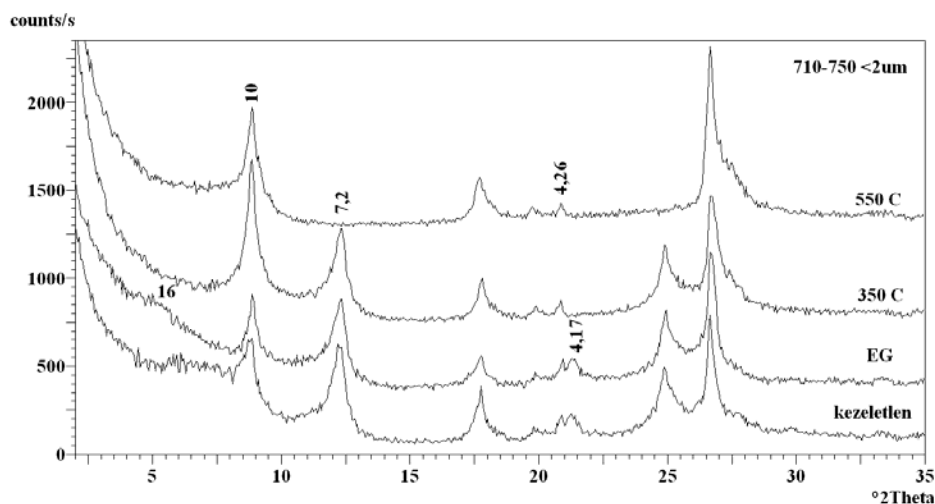


4. ábra: Az agyagfrakciókról készült XRD felvételek a különböző kezeléseket követően a 0–50 cm-es mintában. A számok d értékeket jelentenek Å-ben. 16,5: szmektit, illit/szmektit, 10: illit, 7,2: kaolinit, 4,26: kvarc, 4,17: goethit, 13,8: klorit. EG: etilén-glikolos, 350, 550 °C: 350 és 550 °C-os hőkezelés.

Fig. 4: XRD patterns of the clay fractions of 0–50 cm sample. Numbers indicate d values in Å. 16,5: smectite, I/S, 10: illite, 7,2: kaolinite, 4,26: quartz, 4,17: goethite, 13,8: chlorite. EG: ethylene glycol solvated, 350, 550 °C: heat treatment at 350 and 550 °C, kezeletlen: untreated sample.

A rétegszilikátok összmenyisége 20–25 %-ra becsülhető. Mennyiségük változásában a mélységgel nem látszik semmiféle tendencia, azonban az agyagfrakciót vizsgálva minőségi eltérések már megfigyelhetők (3. ábra). Az illit és a kaolinit a két uralkodó agyagásvány a mintákban. Az agyagfrakcióban ezek egymáshoz viszonyított aránya közelítőleg végig azonos a szelvényben. Az előbbiekhöz képest nem jelentős mennyiségben duzzadó agyagásvány (szmektit) is előfordul az üledékben, méghozzá főképp illit/szmektit kevert szerkezetű agyagásvány formájában. A szelvényben felfelé haladva a szmektites jelleg egyértelmű növekedése figyelhető meg, olyannyira, hogy a 0–50 cm-es mintában a szmektit illetve a szmektitben dús illit/szmektit aránya már összevethető az illittel és a kaolinnal. Az üledékrétegek eredetét és lerakódási környezetét illetően jelentősége van a klorit hiányának, illetve annak, hogy kevés klorit csak a legfelső szintből mutatható ki biztosan (4. ábra). Ezzel szemben a legalsó mintában, a kevert szerkezetű agyagásványokban, alacsonyabb a szmektit komponens aránya, továbbá nem jelenik meg klorit (5. ábra). Ugyanakkor a szelvény legmélyebb részén a goethit az agyagfrakcióban is számottevő mennyiségben megjelenik, ami a goethit kis szemcseméretére, esetleg felszíni mállási vagy pedogén eredetére utal. Az Aggteleki-karszt vörösayagjaiban FEKETE et al. (2008) kutatásai alapján a goethit a domináns vasásvány, ugyanakkor CZIRBUS et al. (2010) hematitban gazdag vörösayagos rendzina talajról

számolnak be Aggtelek környékéről. A goethit tehát származhat a felszíni vasas képződményekből. Ugyanezen képződmények agyagásványos jellege sem egynemű: előfordul nagy montmorillonit tartalmú kaolinites (FEKETE et al., 2008) és uralkodóan kaolinites (CZIRBUS et al., 2010) egyaránt.



5. ábra: Az agyagfrakciókról készült XRD felvételek a különböző kezeléseket után a 710–750 cm-es mintában. A számok d értékeket jelentenek Å-ben. 16: illit/szektit, 10: illit, 7,2: kaolinit, 4,26: kvarc, 4,17: goethit. EG: etilén-glikolos, 350, 550 °C: 350 és 550 °C-os hőkezelés

Fig. 5: XRD patterns of the clay fractions of 0–50 cm sample. Numbers indicate d values in Å. 16: I/S, 10: illite, 7,2: kaolinite, 4,26: quartz, 4,17: goethite. EG: ethylene glycol solvated, 350, 550 °C: heat treatment at 350 and 550 °C, kezeletlen: untreated sample.

5. Következtetések

Az ásványtani és agyagásványtani vizsgálatok alapján nem zárható ki, hogy a barlangi üledékanyag az Aggteleki-karszt felszíni talajaiból, agyagaiból származik. Rövid szállítási útra utal az idiomorf kvarc és turmalin jelenléte is a mintákban. Ennek alátámasztására azonban nem kerülhető el a barlang egykori vízgyűjtőjén a felszíni laza képződmények részletes vizsgálata a közeljövőben.

IRODALOM

- BOSÁK, P.–HERCMAN, H. – KADLEC, J. –MÓGA, J. –PRUNER, P. (2004): Paleomagnetic and U-series dating of cave sediments in Baradla Cave, Hungary – Acta Carsologica Ljubljana 33/2 pp. 219-238.
- VELLEDITS F. (2009): Az aggteleki zátony – Természet Világa: 2009 február pp. 56-59.

VELLEDITS, F. –PÉRO, Cs. –BLAU, J. –SENOWBARI-DARYAN, B. –KOVÁCS, S. –PIROS, O. –POCSAI, T. –SZÜGYI-SIMON, H. –DUMITRICĂ, P. –PÁLFY, J. (2011): The oldest Triassic platform margin reef from the Alpine–Carpathian Triassic, Aggtelek, NE Hungary – *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*. 177/2 pp. 221-268.

CZIRBUS N. – NYILAS T. – BOZSÓ G. – HETÉNYI M. (2010): Az aggteleki-karsztról származó vörösayagos rendzina talaj szerves anyagának geo-kémiai jellemzése Rock-Eval pirolízissel – Kárpát-medencei Doktoranduszok Nemzetközi Konferenciája, Konferencia Kötet, pp. 46-54.

FEKETE J. – CSIBI M. – STEFANOVITS P. (2008): Magyarországi vörösayagok jelentősége, fontosabb talajtani jellemzőik. – *Talajvédelem* külön-szám pp. 585-594.

ORSZÁG GY. – VID Ö. – SZILÁGYI F. – VÉGH ZS. – GYURICZA GY. – FRUNYÓ E. – TÓTH ZS., Sorozatszerkesztő: *HAZSLINSZKI T. (1989):* Baradla-barlang 1:1000, Magyarország barlangtérkepei 7. kötet