



Tertiary & Quaternary

STRATA

Online natural science journal of the Herman Ottó Museum
A miskolci Herman Ottó Múzeum természettudományi online folyóirata

Tertiary & Quaternary Strata

Online natural science journal of the Herman Ottó Museum
A miskolci Herman Ottó Múzeum természettudományi online folyóirata

tqstrata.eu – 2024 Volume 2



PANNON-TENGER
MÚZEUM

Őslények és ásványok között

10 éves a Pannon-tenger Múzeum állandó őslénytani és
ásványtani kiállítása

40 éves a Miskolci Nemzetközi Ásványfesztivál

AZ ELŐADÁSOK KIVONATAI

Időpont:
2024. március 8

Helyszín:
MAB-székház és Herman Ottó Múzeum (Miskolc)

Előadótűlés a Herman Ottó Múzeum Természettudományi Osztálya, a Miskolci Egyetem Nyersanyagkutató Földtudományi Intézete, a Magyarhoni Földtani Társulat Észak-Magyarországi Területi Szervezete, valamint az MTA Miskolci Akadémiai Bizottság szervezésében.

© Copyright
Herman Ottó Múzeum — All rights reserved!
Herman Ottó Múzeum — Minden jog fenntartva!

Chief editor — Főszerkesztő
PÉTER SZOLYÁK PhD
(Herman Ottó Múzeum)

Editors — Szerkesztők
BÉLA FEHÉR PhD
(Herman Ottó Múzeum)

SÁNDOR SZAKÁLL DSc
(Miskolci Egyetem)

Technical editor and webpage designer —
Technikai szerkesztő és weblap szerkesztő
VERONIKA EDINA WATAH

Cover design — Borítóterv
PÉTER SZOLYÁK – VERONIKA EDINA WATAH

Published by the Herman Ottó Múzeum
Kiadja a Herman Ottó Múzeum

Responsible publisher — Felelős kiadó
PÉTER SZOLYÁK
museum director — múzeumigazgató

ISSN 3004-2275



MTA
Miskolci Akadémiai Bizottság
1979.



HERMAN OTTÓ MÚZEUM
A TUDOMÁNYOK ÉS MŰVÉSZETEK KINCSESHÁZA

Az előadórés programja	3
<i>Balassa Csilla—Németh Norbert—Kristály Ferenc</i> Radioaktív anomáliát mutató kőzettestek az Upponyi- és Szendrői-hegységekből	4
<i>Bujtor László</i> A zengővárkonyi (Mecsek hegység) felső jura rétegsor: rétegtan, biogeográfia, ammonitesz-taxonómia	8
<i>Fehér Béla—Szakáll Sándor—Vácz Tamás—Koller Gábor</i> Tschernichit, egy ritka zeolitásvány Markazról	14
<i>Fodor, Rozália—Dávid, Árpád</i> Paleoenvironmental and ethological description of <i>Nodulichnus hungaricus</i> , Fodor-Dávid, 2022	16
<i>Görög Ágnes</i> Mészvázú parányok (nannofosszíliák) a Pannon-tenger üledékeiből	20
<i>Kereskényi Erika—Szakmány György—Fehér Béla—Kristály Ferenc— Harsányi Ildikó—Szilágyi Veronika—Kasztovszky Zsolt—M. Tóth Tivadar</i> Neolit amfibolit csiszolt kőeszközök archeometriája a Herman Ottó Múzeum gyűjteményéből	24
<i>Kóthay Klára</i> Az ásványokban rejlő szépség az oktatás minden szintjén	26
<i>Leskó Máté Zsigmond</i> Az ágyúgolyóktól a részecskegyorsítóig: a rézérc története	29
<i>Less György</i> A Tethys oligo-miocén nagyforaminifera-zonációjának numerikus kalibrálása Sr-izotóp koradatok alapján	31
<i>Mezei Tünde—Watah Veronika Edina</i> A Miskolci Egyetem őslénytani gyűjteményének digitális feldolgozása	34
<i>Oláh, Róbert</i> “Poets’ romances set in stone in the 19th and 20th centuries”, or the relationship of János Arany and his colleagues with mineralogy in the light of their works	38
<i>Raucsik Béla—Varga Andrea—Pál-Molnár Elemér</i> Kincses sziget a Pannon-tengerben: a Hegyes-hegység ásványegyüttese	42
<i>Szakáll Sándor—Mádai Ferenc</i> Gondolatok a Miskolci Nemzetközi Ásványfesztivál 40 évéről	45
<i>Szolyák Péter</i> A Pannon-tenger Múzeum 10 éve	49
<i>Szolyák Péter—Mezei Tünde—Watah Veronika Edina</i> A parasznyi Kő-lyuk I. 2021–2022. évi ásatásainak eredményei	51
<i>Zajzon Norbert—Topa Boglárka Anna—Biró Máté—Leskó Máté Zsigmond</i> Fluoreszkáló szfaleritek Mežicáról (Szlovénia)	54
Szerzői útmutató	56

A megjelent írások tartalmáért a szerzők felelnek.

2024. március 8. (péntek)

délelőtt (MAB-székház – 3530 Miskolc, Erzsébet tér 3.)

10.00–10.10	Fehér Béla: A résztvevők köszöntése.
10.10–10.40	Szakáll Sándor, Mádai Ferenc: Gondolatok a Miskolci Nemzetközi Ásványfesztivál 40 évéről
10.40–11.10	Szolyák Péter: A Pannon-tenger Múzeum 10 éve
11.10–11.30	Zajzon Norbert, Topa Boglárka Anna, Biró Máté, Leskó Máté Zsigmond: Fluoreszkáló szfaleritek Mežicáról (Szlovénia)
11.30–11.50	Raucsik Béla, Varga Andrea, Pál-Molnár Elemér: Kincses sziget a Pannon-tengerben: a Hegyes-hegység ásványgyűttese
11.50–12.10	Leskó Máté Zsigmond: Az ágyúgolyóktól a részecskegyorsítókig: a rézérc története

délután (Herman Ottó Múzeum főépülete – 3529 Miskolc, Görgey Artúr u. 28.)

12.30–14.00	Büféebéd
13.00–13.30	Könyvbemutató. A Pannon-tenger Múzeum állandó kiállításainak új kiállításvezető kötetei (HOM I. emeleti előadóterme)
13.30–14.10	A látható láthatatlan. Bányák és barlangok ibolyántúli fényben. Berentes Ágnes fotókiállítása. Tárlatvezetést tart az alkotó (HOM, I. emeleti kiállítóterem)

Ásványtani előadások (HOM I. emeleti előadóterme):

14.40–15.00	Oláh Róbert: „Poéták kőbe zárt románcai a XIX–XX. században”, avagy Arany János és pályatársai kapcsolata a mineralógiával a műveik tükrében
15.00–15.20	Kóthay Klára: Az ásványokban rejlő szépség az oktatás minden szintjén
15.20–15.40	Kereskényi Erika, Szakmány György, Fehér Béla, Kristály Ferenc, Harsányi Ildikó, Szilágyi Veronika, Kasztovszky Zsolt, M. Tóth Tivadar: Neolit amfibolit csiszolt kőeszközök archeometriája a Herman Ottó Múzeum gyűjteményéből
15.40–16.00	Balassa Csilla, Németh Norbert, Kristály Ferenc: Radioaktív anomáliát mutató kőzettestek az Upponyi- és Szendrői-hegységekből
16.00–16.20	Fehér Béla, Szakáll Sándor, Váczi Tamás, Koller Gábor: Tschernichit, egy ritka zeolitásvány Markazról

Őslénytani előadások (ásványkiállítás):

14.40–15.00	Szolyák Péter, Mezei Tünde, Watah Veronika Edina: A parasznyi Kő-lyuk I. 2021–2022. évi ásatásainak eredményei
15.00–15.20	Less György: A Tethys oligo-miocén nagyforaminifera-zonációjának numerikus kalibrálása Sr-izotóp koradatok alapján
15.20–15.40	Bujtor László: A zengővárkonyi (Mecsek hegység) felső jura rétegsor: rétegtan, biogeográfia, ammonitesz-taxonómia
15.40–16.00	Görög Ágnes: Mészvázú parányok (nannofosszíliák) a Pannon-tenger üledékeiből
16.00–16.20	Fodor Rozália, Dávid Árpád: A <i>Nodulichnus hungaricus</i> – Fodor-Dávid, 2022 – őskörnyezeti és etológiai értékelése
16.20–16.40	Mezei Tünde, Watah Veronika Edina: A Miskolci Egyetem őslénytani gyűjteményének digitális feldolgozása

A múzeumban zárásig (17 óráig) egyénileg megtekinthető a Pannon-tenger Múzeum Kiállítóépület három állandó kiállítása: *Őserdei ősvényeken – A bükkábrányi mocsárciprus-erdő és kora; A Kárpátok ásványai; Dinók Földjén – MezoZOOikum*

2024. március 9–10. (szombat-vasárnap)

40. Miskolci Nemzetközi Ásványfesztivál a Miskolci Egyetemen

2024. március 9., 11 óra: „Őslények világa” című új állandó kiállítás megnyitója
helyszíne: A/3. épület, III. emeleti üvegterem



Radioaktív anomáliát mutató kőzettestek az Upponyi- és Szendrői-hegységekből

Balassa Csilla*, Németh Norbert, Kristály Ferenc

Miskolci Egyetem, Nyersanyagkutató Földtudományi Intézet, 3515 Miskolc-Egyetemváros

*csilla.balassa@uni-miskolc.hu

1. Bevezetés

A ritkaföldfémek (RFF) és ritkaelemek (pl. Nb, Zr, Hf, Th) legtöbbje technikai jelentőségük és magas beszerzési költségük révén a kritikus nyersanyagok közé tartozik, így kutatásuknak kiemelt jelentősége van (BLENGINI *et al.*, 2020). Mivel ezen elemeknek – a Th-ot is beleértve – gyakran közös geokémiai környezetben lelhetőek fel, azok megtalálásához a gyakorlatban jelentős segítséget nyújt a radiometriai anomáliák megléte. Ezt a jelenséget a Bükkben fellelhető ritkaelemekben dúsult kőzettestek kimutatása során már sikeresen alkalmaztuk (NÉMETH *et al.*, 2023). Az Upponyi-hegység területén korábban a Mecseki Ércbányászati Vállalat (MÉV) végzett U-dúsulás kimutatására irányuló vizsgálatokat természetes gamma mérések segítségével, de az eredményeiről csak elenyésző mennyiségű publikáció áll rendelkezésre. Az egykori kutatások szerint az urán kingitbe $[Al_3(PO_4)_2(F,OH)_3 \cdot 8H_2O]$ épült be. Bár a Szendrői-hegység területén is tártak fel gyenge urános anomáliát, részletesebb kutatásra itt egyáltalán nem került sor (SZABÓ, 2002). Újabb kutatások (LESKÓNÉ MAJOROS, 2019; LESKÓNÉ MAJOROS *et al.*, 2021) szerint a területéről származó grafitos mintákban bőségesen észlelhetőek voltak ritkaelem-tartalmú ásványfázisok, ami perspektivikussá tette ezeket a területeket egy újabb, természetes gamma mérésekkel alapuló kutatásra.

Az új terepbejárások során a radiometriai mérések szerint magas Th- és/vagy U-tartalommal bíró kőzetek megminta-azására került sor, annak érdekében, hogy ritkaelemekben dús kőzettesteket találjunk, illetve pontosabb ismereteket kapjunk az U-dúsulásról is. Jelen cikkben a kémiai és ásványtani összetételre vonatkozó kezdeti eredményeinket mutatjuk be.

2. Földtani felépítés

Az Upponyi- és Szendrői-hegységek a Bükkium részei. Az Upponyi-hegység képződményei két alegységbe sorolhatóak, ezek a Tapolcsányi- és Lázberci-alegységek. A Tapolcsányi-alegység legidősebb képződménye a felső-ordovíciumi-alsó-devon, euxin fáciesű Tapolcsányi Formáció, főként aleurolit- és kovapalából, illetve homokkőből álló szintekkel (Rágyincsvölgyi és Csernelyvölgyi Tagozatok). A devon elején riftesedés miatt bázikus vulkáni anyagok közbetelepülése történt, míg a medence pereméről szilur-devon mészkő törmelékfolyások alkotnak olisztosztrómaszinteket (Strázahegyi Tagozat). A Lázberci-alegység kifejlődése ezzel szemben középső-devon karbonátplatformmal kezdődik (Upponyi Mészkő F.), majd a késő-devonban pelágikus medenceüledékek képződtek (Abodi Mészkő F.), bázikus vulkanit-betelepülésekkel (Zsinnyi Metabazalt T.). A kora-karbonban mészkő-agyagpala üledékegyüttes rakódott le (Lázberci F.). Innentől kezdve egészen a felső-kréta Nekezsényi Konglomerátumig, amely a már metamorf Tapolcsányi Formációra települt, nem ismertek földtani képződmények (PELIKÁN, 2002; BABINSZKI *et al.*, 2023).

A Szendrői-hegység ugyanúgy, mint az Upponyi-hegység, két alegységre osztható, melyek a Rakacai- és Abodi-alegységek. A Rakacai-alegységet középső-devon-középső-karbon platform- (Rakacai Márvány F., Abodi Mészkő F., Kopaszhegyi Mészkő F.) és medencefáciesű (Verebeshegyi Mészkő F.) kőzetek, és a rájuk települt középső-karbon metahomokkő-agyagpala (Szendrői Fillit F.) sorozat alkotja, míg az Abodi-alegység középső-felső-devon platform- és medencefáciesű mészkővekből (Szendrői Mészkő F., Bükhegyi Márvány F., Abodi Mészkő F., Verebeshegyi Mészkő F.) és kevés törmelékes üledékes kőzetekből áll (Irotai F., Szendrői Fillit F.) (KOROKNAI, 2004).

A térség metamorf viszonyait ÁRKAI (1983) vizsgálta. Véleménye szerint az Upponyi-hegységet érő metamorfózis foka az anchi- és epizóna közé tehető, kb. 350 °C-os hőmérséklettel és 2,5 kbar nyomással. A Szendrői-hegység metamorfózisa a zöldpala fácies alacsony hőmérsékletű részére tehető. A metamorfózis maximális hőmérséklete kb. 440–450 °C, átlagosan 400 °C lehetett, a nyomás kb. 3 kbar (ÁRKAI, 1983).

Az Upponyi-hegység területén a mintagyűjtés helyszínénél elsősorban a Dédestapolcsány melletti Rágyincsvölgy, a Szendrői-hegységben a Rakaca-völgy került kijelölésre. A vizsgált minták az Upponyi- és Szendrői-hegységek törmelékes üledékes kőzeteiből kerültek ki (Tapolcsányi F., Szendrői Fillit F.). A minták között találhatóak grafitos kőzetek és egykori vasérc-tárókból származóak. Gyakori a kőzetek redőzöttsége, utólagos kvarc- és kalciterekkel való átjártsága. Egy minta laza, konzolidálatlan üledékből áll, ami a vele előforduló aleurolitpala bevonatát is alkotja.

3. Vizsgálati módszerek

A természetes gamma mérésekhez a Miskolci Egyetem Nyersanyagkutató Földtudományi Intézetének Gamma Surveyor típusú szcintillációs detektorát használtuk. A terepi bejárás során a műszer keresőmódban üzemelve mérte a beütésszámot. Spektrális mérésekre ott került sor, ahol az összbetűtésszám a 200 cps-t meghaladta. A műszer a K-, az eTh-, az eU- és a dózisértékeket határozta meg. Egy-egy helyszínen minden esetben legalább két mérés történt a statisztikai hibák kiküszöbölése végett.

A minták geokémiai összetételére vonatkozó méréseket az ALS laboratóriuma végezte el a főelemek mérése ICP-AES módszerrel, a nyomelemeké Li-borátos feltárás és négyasvas oldás utáni ICP-MS-sel (6 db szendrői + 8 db upponyi minta), illetve bizonyos minták esetében Na_2O_2 -vel való feltárás és ICP-AES segítségével is történt (6 darab szendrői + 3 db upponyi minta), mely utóbbi eljárás alkalmas a Li koncentrációjának meghatározására is.

Az ásványtani összetételt röntgen-pordiffrakció (XRD) segítségével határoztuk meg. A méréshez egy Bruker D8 Advance (40 kV, 40 mA, $CuK\alpha$ -sugárzás) műszert használtunk Vantec-1 helyzetérzékelő detektorral, párhuzamos nyalábgeometria alkalmazásával. A kvalitatív kiértékelés

az ICDD PDF2 2005 adatbázison alapuló DiffracPlus Eva szoftver segítségével, míg a kvantitatív mérés a Rietveld-illesztést használó Diffrac.suite Topas szoftverrel történt.

Elektronmikroszondás vizsgálatokkal határoztuk meg egyedi ásvány szemcsék kémiai összetételét (energiadiszperzív röntgen spektrometria, EDX), és különítettük el egymástól a különböző ásványokat visszaszórtelektron-képeken (BSE) és elemtérképeken. Az általunk használt berendezés egy SDD-EDX detektorral ellátott, SamX-vezérelt JEOL JXA 8600 Superprobe elektronmikroszonda (15–20 kV gyorsítófeszültség, 20 nA mintaáram).

Az optikai mikroszkópia szerepe a kőzetalkotó ásványok és a kőzetszövet vizsgálata volt. A vizsgálatok során Zeiss AxioCam MRC5 kamerával ellátott Zeiss Imager A2m AXIO polarizációs mikroszkópot használtunk.

Az ICP-vizsgálatokon kívül az összes vizsgálat a Miskolci Egyetem Nyersanyagkutató Földtudományi Intézetében történt.

4. Eredmények

4.1. A spektrális gamma mérések eredményei

A K spektrális gamma mérések szerinti, pontonként átlagolt mennyisége az Upponyi-hegységben 1,5 és 6,7%, a Th-é 5,1 és 23,3 ppm, míg az U-é 2,8 és 61,1 ppm között mozog (22 db mérési pont alapján). A Szendrői-hegységben ezek az értékek 3,31–4,2%, 11,35–15,6 ppm és 2,5–4,2 ppm (8 db mérési pont alapján). Összehasonlításként a Bükkben már a 20 ppm körüli Th-értékek is rendszerint egyértelmű ritkaelem-dúsulással jártak együtt (BALASSA, 2018). Nem minden mérési pontnál történt mintavétel, viszont olyan pont is volt, ahonnan egynél több mintát is vettünk a kőzetanyag inhomogenitása miatt. A későbbi kémiai vizsgálatok alapján a legtöbb mérési pont esetében a gamma mérések eredményei inkább csak a viszonylag magas koncentrációértékek jelzésére alkalmasak, a tényleges mennyiségek meghatározására nem.

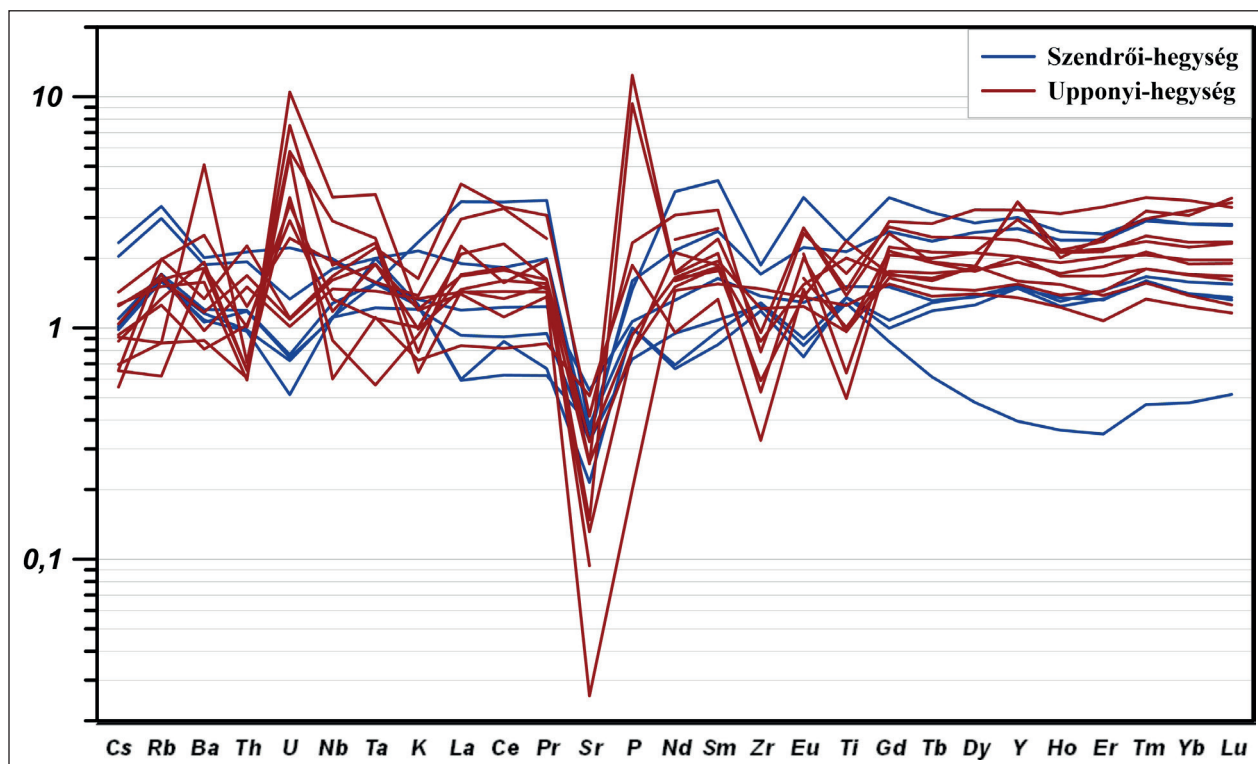
Mind a három elem esetében előfordulnak túl-, illetve alábecslések is, a terepen meghatározott / ICP-vel mért értékek aránya 0,45 és 3,2 között változik.

4.2. Kémiai összetétel

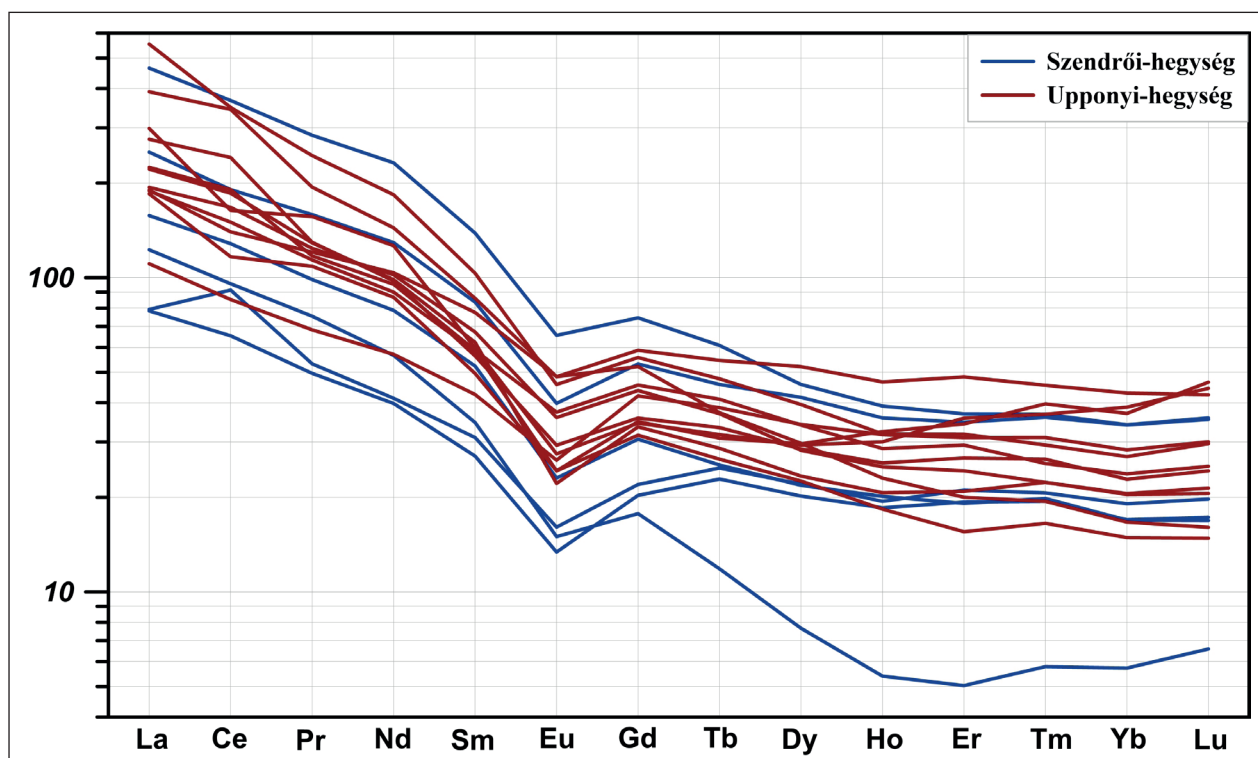
Az elemzett minták magas Si- (kb. 40–70 tömeg%) és Al-tartalommal (kb. 10–30%) bírnak, de néhány mintában jelentős lehet a Fe (akár 10%) és a K (2–7%) mennyisége is. A Mg rendszerint 1–3% körül mozog, míg a Ca- és Na-tartalmak az 1–2%-ot is csak ritkán érik el. A Ti koncentrációja legtöbbször 1% körüli. A szendrői mintákban az Al, a K, a Fe, a Mg és a Ti, míg az upponyiakban az Al, a Mg, a Na és a K erős lineáris korrelációt mutatnak. Két upponyi mintában a P koncentrációja kb. 10-szeres dúsulást mutat a felső-kéreghez képest (RUDNICK—GAO, 2013).

Nyomelemek tekintetében (1. ábra) mind a két területről származó mintákra jellemzőek az alacsony Sr-koncentrációk. A Zr, Nb és Th a legtöbb mintában a felső-kéregnek kb. megfelelő koncentrációban van jelen, bizonyos mintákban legfeljebb 2-szeres dúsulásuk mutatható ki. A Zr növekedett koncentrációi inkább a Szendrői-hegységben gyűjtött mintákra jellemzőek. A többi ritkaelemhez képest a RFF-ek felső-kéreghez képesti dúsulása valamivel erősebb, akár 3–4-szeres is lehet. Az upponyi mintáknál a $\Sigma RFF+Y$ mennyisége 210–550 ppm, a szendrőiéknél 130–590 ppm (a Li-borátos feltárás utáni eljárással meghatározott értékek). Egyéb nyomelemek közül megemlíthető az U, ami az upponyi mintákban akár 15–28 ppm-es mennyiségben is jelen lehet (5–10-szeres dúsulás a felső-kéreghez képest). A Li-tartalmak kb. 30 és 80 ppm között mozognak. Egy viszonylag U-dús minta kiemelkedően magas Ba- (3190 ppm) és V- (2220 ppm) tartalommal bír.

A kondritnormalizált RFF-görbékben (2. ábra) minden esetben negatív Eu-anomália figyelhető meg. Némelyik mintánál Ce-anomália (pozitív vagy negatív) is jelen van. A görbék lefutására jellemző még a könnyű RFF-ek domi-



1. ábra. A vizsgált minták felső-földkéregre normált nyomelemekkoncentrációja (RUDNICK—GAO, 2013). A csak Na_2O_2 -vel való feltárás utáni ICP-AES-sel vizsgált minták esetében a P- és Zr-értékek nem ismertek.



2. ábra. A vizsgált minták kondritnormalizált RFF-görbéi (ANDERS—GREVESSE, 1989).

nanciája, különösen az Upponyi-hegységből származó minták esetében, de mindkét területről van olyan minta, mely enyhe felfutást mutat a nehéz RFF-ek irányába. Egy szendrői minta a többihez képest jóval szegényebb nehéz RFF-ekben, ez a minta az egyetlen a vizsgáltak közül, ami radioaktív anomáliát sem mutatott.

A két területről származó mintákban bár hasonló nagyságrendben változnak a nyomelem-koncentrációk, azok karakterisztikája eltérő. Így pl. logaritmus adatokat alapul véve a Szendrői-hegységből származó minták esetében a Zr erős korrelációt mutat a Th-mal, U-nal, Nb-mal, a Ti-nal és a RFF-ekkel, az upponyi mintákban viszont elsősorban a Nb-mal és a Ta-lal, kisebb mértékben a Ti-nal korrelál, a RFF-ekkel nem. Az U és a könnyű RFF-ek korrelációja gyenge, a nehéz RFF-ekkel való közepes. Természetesen ezen kapcsolatok megítélésénél nem szabad elfelejtenünk az alacsony mintaszámból fakadó statisztikai megbízhatatlanságról.

4.3. Ásványtani összetétel

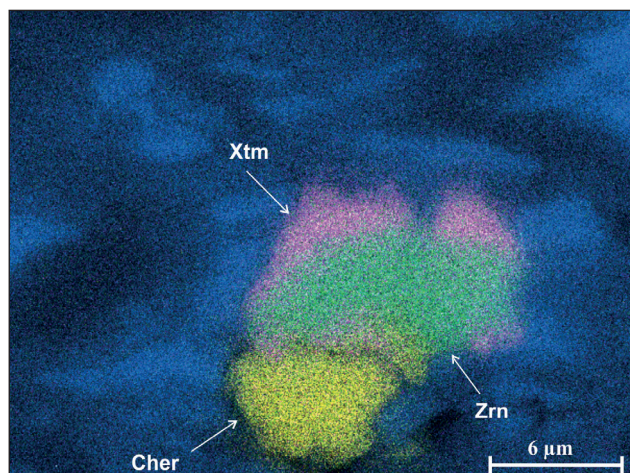
Az XRD-vizsgálatok eredményei alapján a vizsgált minták fő kőzetalkotó ásványai hasonlóak, bár arányaik változhatnak. Az elektronmikroszkopos mérések is megerősítették az XRD-vel detektált ásványok jelenlétét. EDX-mérések a csillámok fengites összetételére utalnak, bár egyes mintákra jellemző lehet egyedi összetétel. Általánosságban az eddigi mérések alapján a szendrői minták fengitjeiben alacsonyabb és kevésbé változatos a Si/Al arány, mint az upponyiakban, de a K, a Fe és Mg mennyisége egy-egy mintára specifikus lehet. Az upponyi minták közül egy vasérc-tárból származóban a Fe túlsúlya jellemző, ami részben a környező goethitekből származó mérési hiba is lehet, illetve a csillámlemezek határfelületén kiváló vékony vasas réteg hatása. A csillámok szinte minden esetben alacsony Na-tartalommal bírnak (0,13–0,72 atom%), emellett tartalmaznak Ti-t (0,02–1,02 atom%) és gyakran V-ot is (0,1 atom%-ig). Az upponyi kloritok összetételében a Fe csak kis mértékben dominál a Mg-mal szemben, a Fe/Mg arány 1,05–1,7 között változik.

A szendrői mintákban előfordulnak jellemzően Fe- valamint Mg-domináns kloritokat tartalmazó példányok is. Földpátok közül albit fordul elő. Az albitok valószínűleg reliktek, amire a szegélyük mentén észlelhető bontottság utal.

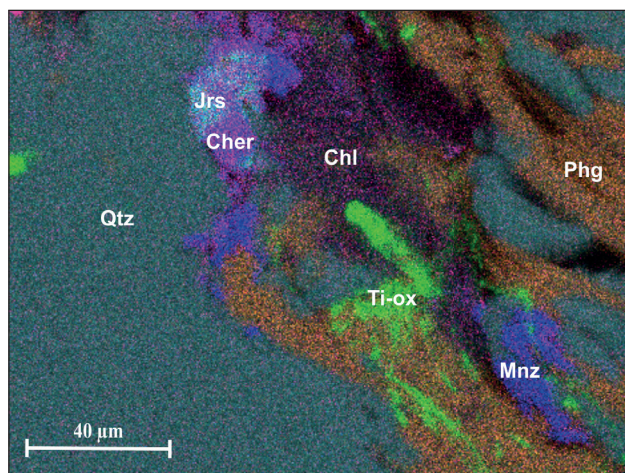
Fontosabb járulékos ásványok a vas-oxidok és -oxidok, valamint az Al-foszfát-szulfát fázisok is (APS; elsősorban az Upponyban), melyek sajnos az EDX-mérések pontatlansága miatt nem határozhatóak meg. Utóbbiaknak rendszerint van S-, Ti- és V-tartalma, de ritkábban előfordulhat bennük más nyomelem is (Cu, Pb, Sr, As, Ba, Cr, Mn, Cl; egyenként maximum 0,6 atom%-ig).

Egyéb járulékos ásványok a fluorapatit, az ilmenit, a barit és a grafit, bár ezek közül egyedül az apatit előfordulása tekinthető általánosnak.

Ritkaelem-ásványok közül a monacitok jelenléte általánosan jellemző, viszont változhat, milyen megjelenéssel és szöveti helyzetben találhatóak meg. Így lehetnek néhány 10 μm -es megnyúlt kristályok (a szövet bizonyos részeiben akár irányítottan), nagyobb (akár 100 μm -es), porózus, relik példányok, valamint néhány 10 μm -es hintett aggregátumok. A monacitok mindig Ce-dominánsak, alacsony Th-tartalommal (0,2–1,1 atom%), néha U-nal (maximum 0,2 atom%). Jellemző a monacit-keralit-huttonit szilárd oldat más egyedeinek a jelenléte is. Egy upponyi mintában keralit-huttonit átmeneti összetétellel rendelkező ásványok találhatók cirkonnal és monacittal. Ezekben a halmazokban egy központi, a BSE-képen rendhagyóan sötétnek mutató cirkon, az annak szegélyére nőtt xenotim, valamint a hozzá nőtt keralit-huttonit található meg (3. ábra). A rendhagyóan alacsony nehéz RFF-tartalommal bíró (2. ábra) szendrői mintában inkább tisztán keralitos vagy keralit-monacit átmeneti összetételek mérhetőek, gyakran szemcsehalmazon belül is változó összetétellel, jellemzően jarosittal társulva. Ahol nincs jarosit, inkább a monacit-összetétel jellemző (4. ábra). Más szendrői mintákban a porózus, jellemzően megnyúlt, akár 100 μm -es keralit vas-oxidhoz vagy titán-oxidhoz társul. A xenotim is több mintában megfigyelhető, ami a már



3. ábra. Cirkon (Zrn), továbbnövekedési zónájában xenotimmal (Xtm) és a hozzáított keralit-huttonit (Cher) átmeneti összetételű fázissal. Elemterkép: kék = Si, rózsaszín = Y, zöld = Zr, sárga = Th.



4. ábra. Keralit (Cher) és jarosit (Jrs) társulása fengites (Phg)-klorit (Chl) sávhoz kötődve, illetve egy szintén itt előforduló, inkább tisztán monacit (Mnz) összetételű szemcse. Elemterkép: szürkészöld = Si, kék = P, türkiz = S, narancs = K, rózsaszín = Ca, élénkzöld = Ti.

említett halmazok mellett alkothat kisebb (kb. 10 μm -ig) aggregátumokat, de apró szemcséi üregekhez is kötődhetnek. RFF-F-karbonátokat néhány szendrői mintában sikerült kimutatni. Az EDX-mérések legtöbbje bastnäsit-(Ce)-hez közelálló összetételt jelez, de előfordul inkább röntgenit-(Ce) és szinchizit-(Ce) is. Az összetétel egy adott halmazon belül is erősen változhat. Ezek az ásványok jellemzően szétegyedett szövetűek, és Si- és Al-tartalmú vas-oxidokkal vagy Fe-szilikátokkal társulnak. A halmazaik mérete kb. 10–100 μm lehet. A cirkonok talán a legközönségesebbek az előforduló ritkalelem-ásványok közül. Gyakran több 10 μm -esek, szögletesek, továbbnövekedési zónákkal. Előfordulhatnak a már említett keralitos-xenotimos halmazokban, de önállóan is, a BSE-képen rendhagyóan sötétnek mutatkozva. Ezt a sötét árnyalatot a Zr mellé beépült nyomelemek (Al, Y) okozzák. A BSE-képeken sötét cirkonokat mások is leírták a szakirodalomban (HAY—DEMPSTER, 2009), a rendhagyó összetételt a kisfokú metamorfózis hatásának betudva.

5. Következtetések és összefoglalás

Az Upponyi- és Szendrői-hegységeken spektrális gamma mérésekkel támogatott mintagyűjtések történtek. Minták kerültek begyűjtésre a mért beütésszámok alapján magas Th- és/vagy U-tartalmat mutató kőzettestekből. Az Upponyi-hegységben a mért RFF-koncentrációk kb. 150–500 ppm, a Nb 11–35 ppm, a Zr 60–285 ppm között mozognak, míg ezek az értékek a Szendrői-hegységből származó mintákban rendre 100–530 ppm, 13–24 ppm és 230–360 ppm. A ritkaföldfémek, ritkalelemek RFF-foszfátokba (monacit-keralit-huttonit szilárd oldat, xenotim) és RFF-karbonátokba épülnek be.

Bár a kémiai eredmények szerinti U-tartalom messze elmarad a természetes gamma mérések által indikálttól, egyes upponyi mintákban így is 5–10-szeres U-dúsulás van jelen. Azonban az elektronmikroszkopos vizsgálatok segítségével egyik eddig vizsgált mintában sem sikerült önálló U-tartalmú ásványfázisokat kimutatni, leszámítva néhány alacsony U-tartalommal bíró RFF-foszfátot. Elképzelhető, hogy az U a különféle APS-fázisokba épült be, melyeket az eddigiekben csak részben vizsgáltunk meg, vagy az EDX érzékenysége nem elég a kimutatásához.

A vizsgált területeken a ritkalelemek kismértékű dúsulásáért feltehetően az alacsony fokú metamorfózis miatti elemobilizációs folyamatok a felelősek.

Köszönetnyilvánítás

A Kulturális és Innovációs Minisztérium ÚNKP-23-3-II kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

Irodalom

- ANDERS, E.—N. GREVESSE (1989): *Geochimica et Cosmochimica Acta* 53, 197–214.
- ÁRKAI, P. (1983): *Acta Geologica Hungarica* 26, 83–101.
- Babinszki E.—Piros O.—Budai T.—Gyalog L.—Halász A.—Király E.—Haranginé Lukács R.—M. Tóth T. (szerk.) (2023): *Magyarország litosztratigráfiai egységeinek leírása I. Prekainozoos képződmények. Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága, Budapest.*
- BALASSA CS. (2018): *A Bükk hegységi Vesszős-völgyi ritkaföldfém- és ritkalelem-dúsulással járó kőzetelváltozás vizsgálata. TDK-dolgozat, Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar.*
- BLENGINI, G.A.—C. EL LATUNUSSA—U. EYNARD—C. TORRES DE MATOS—D. WITTMER—K. GEORGITZIKIS—C. PAVEL—S. CARRARA—L. MANCINI—M. UNGURU—D. BLAGOEVA—F. MATHIEUX—D. PENNINGTON (2020): *Study on the EU's list of critical raw materials (2020): final report. Publications Office of the European Union, LU.*
- HAY, D.C.—T.J. DEMPSTER (2009): *Journal of Petrology* 50, 571–589.
- KOROKNAI B. (2004): *Tektonometamorf fejlődés az upponyi és szendrői paleozoikumában. Doktori értekezés, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Budapest.*
- LESKÓNÉ MAJOROS L. (2019): *Upponyi- és Szendrői-hegységi feketepalákban lévő grafitos anyagok ásvány- és kőzettani vizsgálata, illetve kárpáti kapcsolataik. Szakdolgozat, Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Miskolc.*
- LESKÓNÉ MAJOROS L.—LESKÓ M.ZS.—SZAKÁLL S.—KRISTÁLY F. (2021): *Multidiszciplináris Tudományok* 11, 90–97.
- NÉMETH, N.—F. KRISTÁLY—CS. BALASSA (2023): *Journal of Geochemical Exploration* 246, 107159.
- PELIKÁN P. (2002): In: BARÁZ CS. (szerk.): *A Bükk Nemzeti Park. Hegyek, erők, emberek. Bükk Nemzeti Park Igazgatóság, Eger*, pp. 51–70.
- RUDNICK, R.L.—S. GAO (2013): In: TUREKIAN, K.K.—H.D. HOLLAND (Eds.): *Treatise on geochemistry. Vol. 4. 2nd Edition. Elsevier*, pp. 1–51.
- SZABÓ I. (2002): In: SZAKÁLL S.—MORVAI G. (szerk.): *Érc kutatások Magyarországon a 20. században. Közlemények a magyarországi ásványi nyersanyagok történetéből XIII. Miskolci Egyetem, Herman Ottó Múzeum, Érc- és Ásványbányászati Múzeum, MTA Miskolci Akadémiai Bizottság, Miskolc-Rudabánya*, pp. 217–234.



A zengővárkonyi (Mecsek hegység) felső jura rétegsor: rétegtan, biogeográfia, ammonitesz-taxonómia

Bujtor László

Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, Földrajz és Környezettudományi Intézet, 3300 Eger, Eszterházy tér 1.
bujtor.laszlo@uni-eszterhazy.hu

1. Bevezetés

Az Osztrák-Magyar Akció Alapítvány anyagi támogatásával (Grant no.: 990u02) 2018 nyarán mód nyílt arra, hogy a Mecsek hegység egyik legfontosabb felső jura pelágikus rétegsorát Zengővárkony mellett újrvizsgáljam. A Pécsi Tudományegyetem alapszakos hallgatóival végzett terepmunka során mintegy 1500 ősmaradványt gyűjtöttünk be, melyek számos, a Mecsekből és hazánkból korábban ismeretlen taxont tartalmaztak. Vizsgálatuk jelentős mértékben finomította a Mecsek hegység felső jura rétegtanáról alkotott ismereteinket, színesítette a faunát, módot adva kvantitatív biogeográfiai összevetések végzésére. Ezen vizsgálatok legfontosabb rétegtani, biogeográfiai és taxonómiai eredményeit mutatom be.

Karl Peters 1862-ben Stramberg-típusú mészkőként tesz először említést a cephelopodás mészkőről (Ammonitenkalkstein von Pusztafalu), majd BÖCKH (1880) pontosítja korát, a tithon emeletbe helyezve az üledéket, ahonnan *Pygope diphya* maradványokat is említ. VADÁSZ (1914) a Pygopék mellett már 10 ammoniteszfajt is említ a zengővárkonyi felhagyott kőbányából (=Várkonyi mészkemence), sőt valamennyi felső jura emelet jelenlétét jelzi. A Mecsek hegységről írt összefoglaló munkájában (VADÁSZ, 1935) további 6 felső jura ammoniteszfajjal bővítette ismereteinket a Mecsek ammonitesz-faunájáról. NAGY (1964) elvégzi a rétegsor részletes felvételét és elvégzi annak tagolását, amit mikrofauna alapján végez el, folyamatos felső jura rétegsorról téve említést. FÜLÖP (1967) bemutatja a zengővárkonyi felhagyott kőbánya rétegsorát, kijelölve abban a jura/kréta határt, melyet diszkordánsnak tart.

FÖZY (1993) új gyűjtés eredményeként további 7, korábban a hegységből ismeretlen taxont említ, és elsőként végez finomrétegtani vizsgálatot, mely során elsőként mutat ki ammonitesz-zónát a mecseki felső jura rétegsorból (Tethys-i Semiformiceras semiforme zóna). Később FÖZY—MELÉNDEZ (1996) ammoniteszekkel és VÖRÖS (1997) brachiopodákkal teszik teljesebbé a késő jura faunaképet, összesen 7, korábban ismeretlen fajt ismertetve.

Jelen munka a zengővárkonyi felhagyott nagy és kis kőbánya rétegsorára, és annak gazdag, de rossz megtartású ammonitesz-anyagára fókuszál, megjegyezve, hogy kutatásaim során új, korábban a földtani irodalomban ismeretlen szelvényt is feltártam (BUJTOR—ALBRECHT, 2021, 2022), ami ugyancsak gazdag faunát tartalmazott. Ekként a három szelvényből összeállított rétegsor (1. ábra) a csaknem teljes felső jura rétegsort reprezentálja, egyben megerősíti Böckh (1880) megállapítását: az egyetlen olyan hely a Mecsekben, ahonnan kimmeridgei ammonitesz-fauna gyűjthető.

2. Eredmények

Az új gyűjtések eredményeként előkerült gazdag, de rossz megtartású fauna meghatározása, valamint a múzeumi anyag revíziója során 56, korábban a Mecsekből is-

meretlen ammonitesz- és brachiopoda-taxonon gyarapítottam ismereteinket. Elsőként mutattam ki 8 ammonitesz kronozóna jelenlétét a Mecsekből és statisztikai módszerek segítségével vizsgáltam a Mecsek tithon idején létezett biogeográfiai kapcsolatait. Ezen eredményekről számolok be a következőkben.

2.1. Ammonitesz-taxonómia

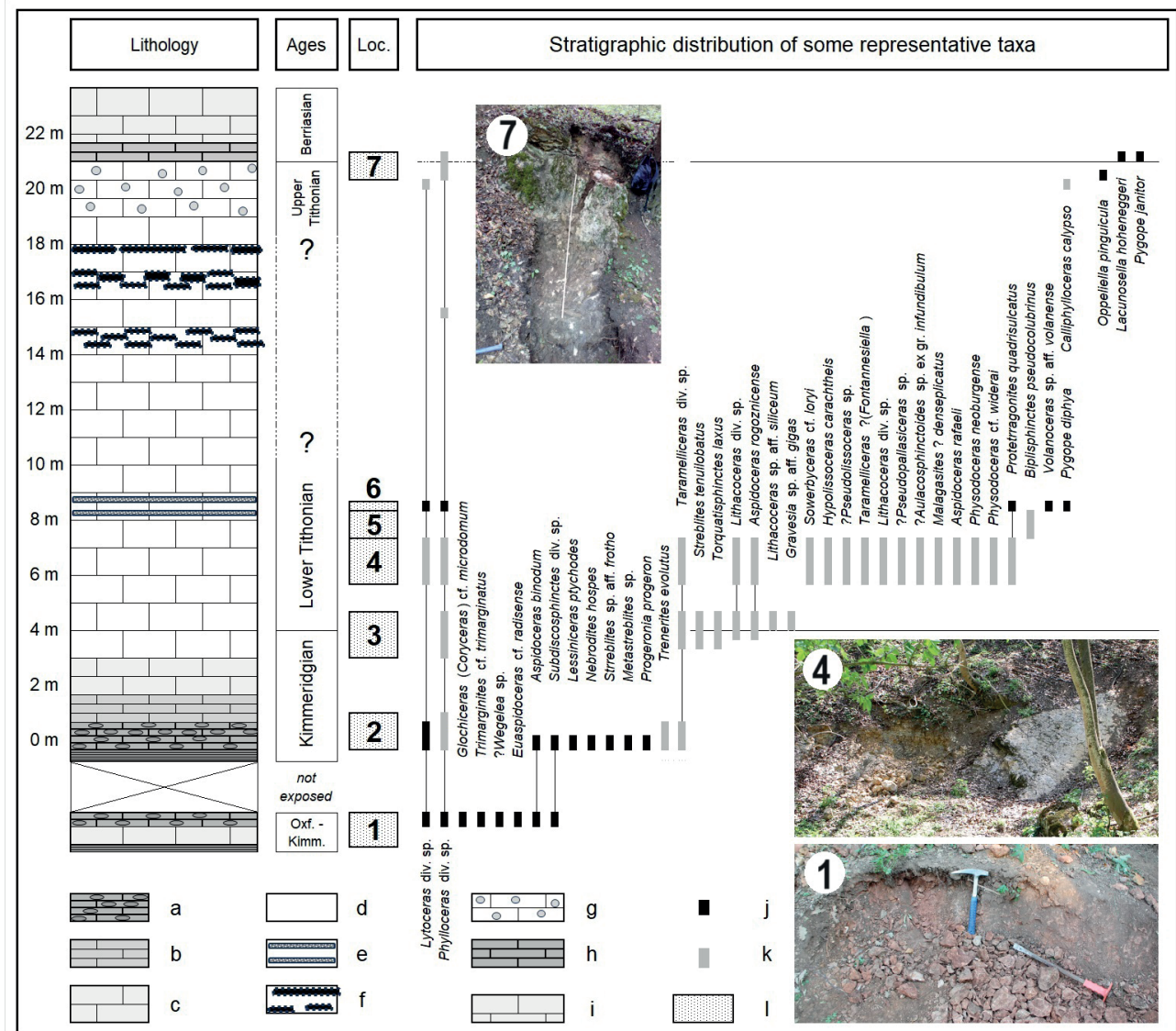
Az új gyűjtés mellett a Böckh János és Semsey Andor által 1874–1877 között gyűjtött példányok revízióját is elvégeztem, melyek eredményeként számos esetben (az új taxonómiai munkák ismeretében) pontosítani tudtam a határozásokat. A teljesség igénye nélkül, inkább esztétikai, mint tudományos szempontból készült válogatás alapján mutatok be néhányat, az általam a Mecsekből felismert, korábban ismeretlen ammoniteszek közül (2. ábra). A korábban a Mecsekből (olykor hazánkból is) ismeretlen ammonitesz taxonok felsorolását emeletenként az alábbiakban adom meg:

oxfordi emelet:

- *Euaspidoceras* cf. *radisense*
- ?*Geysantia* aff. *geyssanti*
- *Glochiceras* (*Coryceras*) cf. *microdomum*
- *Lissoceras* (*Lissoceratoides*) *erato*
- *Physodoceras* *altenense/wolfi*
- *Subdiscosphinctes* sp.
- *Trimarginites* cf. *trimarginatus*
- ?*Wegelea* sp.

kimmeridgei emelet:

- *Aspidoceras* *caletanum*
- *A. hystricosum*
- *Calliphyloceras* *benacense*
- *Crussoliceras* cf. *aceroides*
- *Euvirgalthacoceras* sp. aff. *ombonii*
- *Idoceras* *sautieri*
- *Lytoceras* *polycyclum*
- *Mesosimoceras* *cavouri*
- *Metastreblites* sp.
- *Nebroditis* *agrigeninus*
- *N. hospes*
- *Orthaspidoceras* cf. *ziegleri*
- *Orthosphinctes* (*Orthosphinctes*) *pseudoaachilles*
- *O. (O.) evolutus*
- *O. (O.)* sp. aff. *freybergi*
- *O. (O.) polygratus*
- *O. (O.) tiziani*
- *Pachysphinctes* sp.
- *Physodoceras* *wolfi*
- *Praesimoceras* sp.
- *P. cf. herbichi*
- *Progeronia* *progeron*
- *P. breviceps*
- *Pseudaganides* *strambergensis* [*nautilida*]



1. ábra. A zengővárkonyi (Mecsek hegység) mészkemencék és környékének felső jura rétegsora (BUJTOR—ALBRECHT, 2021; BUJTOR et al., 2021b; BUJTOR 2024) alapján, kiegészítve.

- *Pseudowaagenia inerme*
- *P. micropla*
- *Simaspidoceras bucki*
- *Sowerbyceras cf. loryi*
- *Streblites sp. aff. frotho*
- *Subdiscosphinctes orbigny*
- *Taramelliceras ?(Fontanesiella) sp.*
- *T. (Metahaploceras) sp. aff. strombecki*
- *Torquatisphinctes laxus*
- *Trenerites evolutus*

tithone emelet:

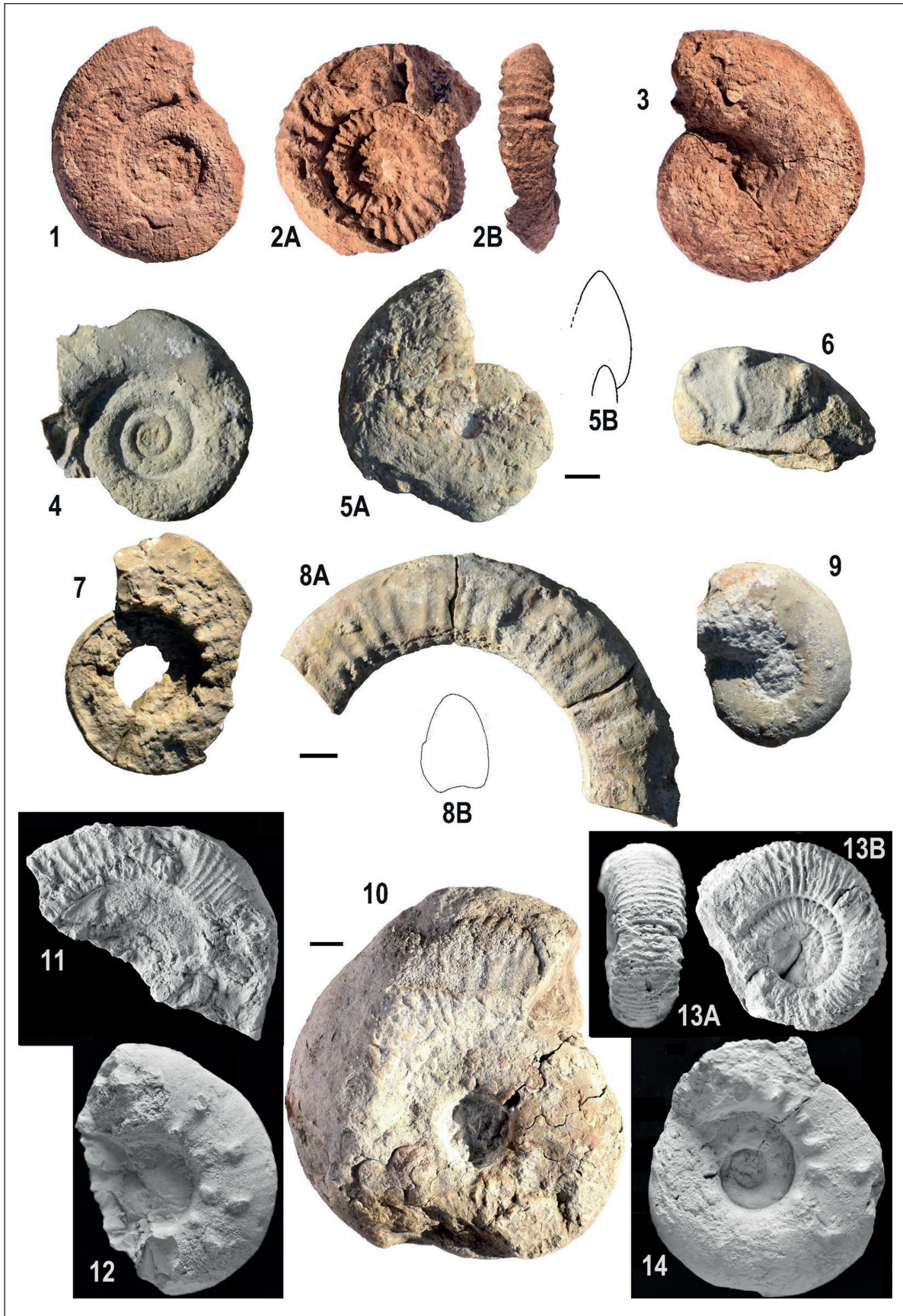
- *Aspidoceras rafaeli*
- *A. rogoznicense*
- *A. cf. widerai*
- *Aulacosphinctoides sp. ex gr. infundibulum*
- *Biplisphinctes pseudocolubrinum*
- *Gravesia sp. aff. gigas*
- *Hybonotoceras hybonotum*
- *Lithacoceras sp. aff. siliceum*
- *Malagasites? denseplicatus*
- *Pseudopallasiceras sp.*
- *Volanoceras volanense*

Ez a meghökkentően gazdag felső jura anyag (52, a Mecsek-ből eddig ismeretlen taxon) tette lehetővé, hogy (az oxfordi kivételével) a mecseki felső jura rétegsor tagolását és ammonitesz-zonációját elvégezzem.

2.2. Rétegtan

A felső jura rétegtan napjainkban virágkorát éli. Ebben nemcsak a jura/kréta rendszerhatár kutatása játszik szerepet (mely a földtörténet egyetlen rendszerhatára, amelynek GSSP-jét még nem tűzték ki), hanem a kréta kezdetének kitűzéséhez kapcsolódó vita, mert egyesek teljesen új alapokra kívánják helyezni a jura/kréta határt és ezzel a kréta rendszer tartalmát is. Jelentős előrelépés volt 2021-ben a kimmeridgei emelet újradefiniálása és a skóciai Skye szigetén a GSSP kitűzése (WIERZBOWSKI et al., 2023).

A felső jura rétegtan egyik legnagyobb problémája az egyre erősödő provincialitás, sőt endemizmus. Míg az alsó és középső jurában a hettangitól a sinemuriig terjedő emeletek 33 ammonitesz-zónája néhány eltéréssel megegyezik a Tethys-i és a Boreális Provinciák között, addig az alsó oxfordi közepén, nagyjából 158 millió évtől ez az egyezés eltűnik, és a korreláció egyre nehezebbé válik –



2. ábra. Jellemző késő jura ammoniteszek a zengővárkonyi felső jura rétegsorból Bujtor—Albrecht (2021), Bujtor et al. (2021a,b), valamint Bujtor (2024) alapján. **Oxfordi** ammoniteszek: 1: *Subdiscosphinctes* sp. 2: *Geyssantia* sp. 3: *Lissoceras* (*Lissoceratoides*) *erato* (D'ORBIGNY, 1847). **Kimmeridgei** ammoniteszek: 4: *Lytoceras polycyclum* (NEUMAYR, 1871). 5: *Streblites tenuilobatus* (OPPEL, 1857). 6: *Hemihaploceras nobile* (NEUMAYR, 1873). 7: *Hybonoticeras pressulum* (NEUMAYR, 1871). 8: *Praesimoceras* cf. *herbichi* (HAUER, 1866). 9: *Pseudowaagenia micropla* (OPPEL, 1863). 10: *Gravesia* sp. aff. *gigas* (ZIETEN, 1830). **Tithoni** ammoniteszek: 11: *Lithacoceras* sp. 12: *Aspidoceras* cf. *rafaeli* (OPPEL, 1863). 13: *Aulacosphinctoides* sp. aff. *infundibulum* (UHLIG, 1910). 14: *Physdoceras* cf. *widerai* (SCHERZINGER, PARENT, SCHWEIGERT, 2018). A méretskála 1 cm-t jelöl.

olykor még a Tethys-en belül is. A területi elkülönülés már a kimmeridgeiben oly mértékű, hogy a két nagy (Tethys-i és Boreális) zonáció mellett további négyet (Szubmediterrán, Franko-Germán, Kevert, Szubboreális), azaz mindösszesen hatfélélt (!) használunk (ZEISS, 2003). Egy ennyire bonyolult helyzetben, amikor a Mecsek vonatkozásában a kiindulási pontunk az ammonitesz-fauna ÉNy-európai affinitása (GÉCZY, 1973), már az is megfontolandó, hogy milyen zonációt (Boreális? Szubboreális? Szubmediterrán? esetleg egyéb?) alkalmazzunk. Az elért új faunisztikai adatok alapján nemvárt következtetésekre jutottam a felső jura vonatkozásában. Az oxfordiban a kép még nem eléggé világos, ám a késő kimmeridgei és a kora tithon idejére egyértelműen kimondhatjuk: a mecseki ammonitesz-fauna elvesztette minden szubboreális-szubmediterrán affinitását, és egyértelműen mediterrán Tethys-i. Ám mielőtt erre az izgalmas és alapvetően nemvárt eredményre rátérnék, nézzük meg a felismert 14 ammonitesz-zónát, melyek közül 8 jelenlétét elsőként igazoltam.

[1] Felső oxfordi, Tethys-i *Gregoryceras transversarium* zóna

A zónát OPPEL (1863, p. 165) vezette be, és megjegyzi (OPPEL 1863, p. 173), hogy előfordul benne az *Ammonites cf. perarmatus* [= *Euspidoceras perarmatum*] is. Sem a zónajelző, sem más, a zónára jellemző alak terepi munkám során nem került elő. Azonban a MBFSZ gyűjteményében fellelt, J 712 jelzetű példányt Böckh János gyűjtötte, vélhetőleg a kis kőbánya ÉK-i elvágódása által feltárt rétegekből.

[2–3] Felső oxfordi, Tethys-i *Euspidoceras hypselum* és alsó kimmeridgei, Tethys-i *Epipeltoceras bimammatum* zónák

A Bimammatum zónát OPPEL (1863, p. 175) vezette be. A zónajelző nem került elő, azonban a *Glochiceras (Coryceras) microdomum* jelenléte alapján a zóna biztonsággal kimutatható. A kísérő faunából a *Trimarginites trimarginatus* az alsó kimmeridgei Bimammatum zóna legfelső szubzónájára utal (OPPEL 1863, p. 175), míg az *Euspidoceras radisense* annak alsó részére jellemző. Kronosztratigráfiai egységként még ZEISS-NÉL (2003) is szubzóna rangú egység a jelenleg zóna rangra emelt *Euspidoceras hypselum* zóna, ami a módosított zonáció során a Bimammatum zóna szétválásztásával keletkezett. Alsó felét a Hypselum szubzóna alapján Hypselum zónának nevezték és az oxfordi legfelső zónájaként definiálták, míg a korábbi Bimammatum zóna felső részét a kimmeridgei legalsó zónájaként definiálták, így jobb megtartású és gazdagabb anyag hiányában a leginkább elfogadhatónak az tűnik, ha mindkét „új” zóna jelenlétét valószínűsítjük.

[4] Alsó kimmeridgei, Tethys-i *Sutneria platynota* zóna [= *Sowerbyceras silenum mediterrán zóna*]

A *Sowerbyceras silenum* zónát SARTI (1993, p. 39) taxon-tartomány zónaként vezette be a Venetói Alpok és a Trento-plató rétegsorai alapján, ugyanis a mediterrán kifejlődésekben a Tethys-i zónajelző *Sutneria* hiányzik, ugyanakkor a *Sowerbyceras silenum*, *Trenerites* fajok és a *Bennetticerias vaii* példányai gyakoriak. A zóna jelenlétére egy Semsey Andor által 1881-ben gyűjtött, „*Perisphinctes*” jelzetű, jó megtartású, nagyméretű, mostanáig meghatározatlan példány (J 2024) részletes vizsgálata vezetett, melyet Semsey a cédula szerint a várkonyi mészkemencéknél, a kisebb kőbányából, kimmeridgei rétegekből gyűjtött. A példányt

a *Trenerites evolutus* fajhoz tartozónak határoztam. Mivel gyűjteményi, nem réteg szerint gyűjtött példányról van szó, a kísérő fauna bizonytalan. A rétegből gyűjtött fauna további elemei: *Aspidoceras hystricosum*, *A. sesquinosum*, *Idoceras sautieri*, *Lessinicerias raschii*, *Nebroditis agrigentinum*, *Streblites sp. aff. frotho*, *Subdiscosphinctes orbigny*.

[5] Alsó kimmeridgei, Tethys-i *Ataxioceras hypselocyclum* zóna [= *Metahaploceras strombecki mediterrán zóna*]

A *Metahaploceras strombecki* zónát OLÓRIZ (1978, p. 663) mint akmé zóna vezette be. A zónát néhány, nem réteg szerint gyűjtött töredékes megtartású példány alapján azonosítottam. Kísérőfaunája bizonytalan.

[6] Alsó kimmeridgei, Tethys-i *Crussoliceras divisum* zóna [= *Praesimoceras herbichi mediterrán zóna*]

A *Praesimoceras herbichi* zónát SARTI (1993, p. 41) együttes-zónaként vezette be, melyre a *Praesimoceras* fajok együttes jelenléte jellemző. Mivel nem réteg szerint gyűjtött példány és kísérőfaunája bizonytalan, ezért a *Divisum* zónával lehetséges korrelációról értelmetlen nyilatkozni.

[7] Felső kimmeridgei, Tethys-i *Aspidoceras acanthicum* zóna

NEUMAYR (1873, p. 221) az *Aspidoceras acanthicum* szintet, mint emeletet vezette be, melybe két zónát sorolt: *Opepelia tenuilobata* [= *Streblites tenuilobatus*] és *Aspidoceras beckeri* [= *Hybonotoceras beckeri*]. SARTI (1993, p. 43) szerint a zónát az *Aspidoceras longispinum* megjelenése jelöli ki. Lejtőtörmelékből származó zónajelző, valamint *Aspidoceras longispinum* töredéke alapján azonosítottam. Kísérőfaunája bizonytalan.

[8] Felső kimmeridgei, Tethys-i *Aulacostephanus eudoxus* zóna [= *Mesosimoceras cavouri mediterrán zóna*]

A *Cavouri* zónát OLÓRIZ (1978, p. 665) vezette be, mint taxon-tartomány zónát. A zónát a felső kimmeridgei-alsó tithon kevert faunából előkerült zónajelző (*Mesosimoceras cavouri*) alapján azonosítottam. A zóna jelenlétét megerősíti a Szubmediterrán provincia Eudoxus zónája legfiatalabb szubzónáját, a Caletanum szubzónát (HANTZPERGUE, 1979) jelző *Aspidoceras caletanum* egy jó megtartású példánya, mely a *Cavouri* zóna felső részével korrelál.

[9] Felső kimmeridgei, Tethys-i *Hybonotoceras beckeri* zóna [= *Hybonotoceras pressulum mediterrán zóna*]

A taxon-tartomány zónát NEUMAYR (1873, p. 221) állította fel. A mediterrán területekre SARTI (1988) vezeti be a *Hybonotoceras pressulum* zónát, mint kimmeridgei *Hybonotoceras*-ok együttes zónája. A zónajelző *Hybonotoceras beckeri* nem a zóna bázisán jelenik meg, hanem kicsivel feljebb). A zóna biztosan igazolható az előkerült számos *Hybonotoceras pressulum* példány alapján.

[10] Alsó tithon, Tethys-i *Hybonotoceras hybonotum* zóna

A zónajelző mellett több, egyéb faunaprovinciákban (Szubmediterrán és Szubboreális) zónajelző forma is előkerült. Ezek közül a legfontosabb forma a *Gravesia gigas* egyetlen példánya. A *Gravesia* azon kevés ammonitesz-taxon egyike, mely folyamatos elterjedésű a kimmeridgei-tithon határregegekben és számos helyen fordul elő a szubmediterrán és szubboreális területeken.

[11–12] Alsó tithon, Tethys-i Semiformiceras semi-forme / Semiformiceras fallauxi zónák

A két zóna valamelyikére (vagy mindkettőre) az erdőszéli kocsiút keréknyomából előkerült, nem réteg szerint gyűjtött *Biplisphinctes pseudocolubrinus* egy példánya alapján következtethetünk, mely faj rétegtani elterjedése OLÓRIZ (1978) szerint a *Haploceras verruciferum* és *Richterella richteri* zónákra jellemző.

[13] Alsó tithon, Tethys-i Micracanthoceras ponti zóna [= Volanoceras volanense mediterrán zóna]

A Volanense zónát CECCA—SANTANTONIO (1988, p. 539). vezették be. A zóna jelenlétét a mészkemencék nagy kőbánya déli oldalában létesített kutatóárok során előkerült nem túl jó megtartású *Volanoceras volanense* példány alapján biztosnak vehetjük. Kísérő faunája: *Pygope diphya* és rossz megtartású ammoniteszek.

[14] Felső tithon–alsó berriasi, Tethys-i Berriasella jacobi zóna

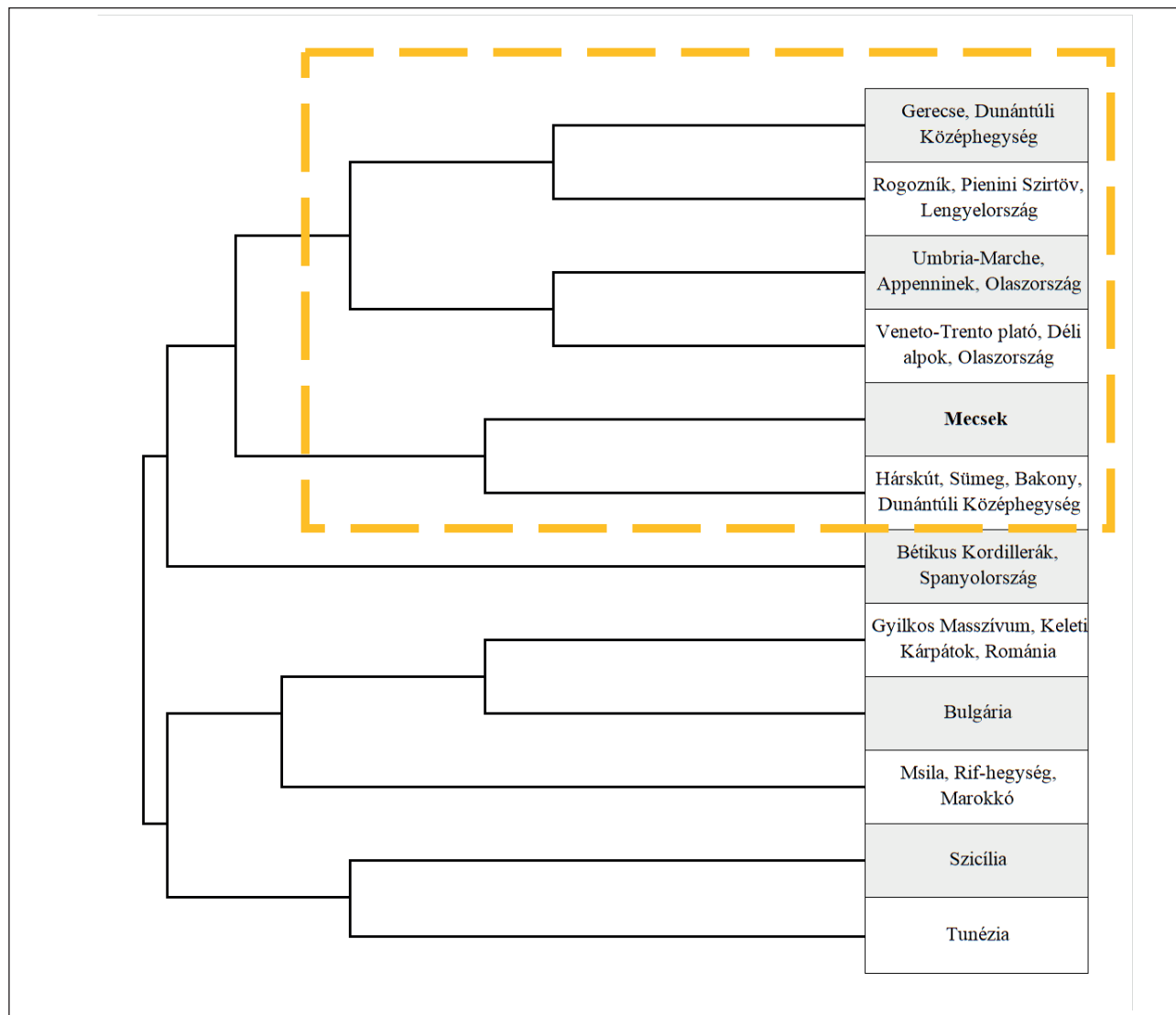
A zónát LE HÉGARAT—REMANE (1968, p. 24) vezették be. A zóna jelenlétét ammoniteszekkel nem, csak calpionellákkal lehetett igazolni. A vékonycsiszolatból meghatározott

Crassicollaria brevis faj jó megtartású, típusos példánya egyértelműen utal a *Crassicollaria* zónára és ezzel Zengővárkonynál a felső tithon rétegek jelenlétére. A zónajelzőhöz gazdag mikrofauna társul (*Calpionella alpina*, *Spirillina* sp., *Lenticulina* sp., ammonitella, aptychus, bivalvia héj).

2.3. Biogeográfia

Az őslénytani felhasználásra kifejlesztett PAST program (HAMMER *et al.*, 2001) 4.14 változatát alkalmazva, Neighbour-joining klaszteranalízist választva kimutattam (3. ábra), hogy a kora tithonra teljesen eltűnik a Mecsek észak-európai faunisztikai affinitása és teljesen belesimul a mediterrán Tethys-i faunák közé, mennyiségileg leginkább az Appenninek Umbria-Marche régiójának faunáihoz (CECCA, 1990) hasonlítva. A Mecsek egy klaszterbe került a Dunántúli-középhegység (Bakony és Gerecse), valamint Olaszország (Venetói Alpok és Appenninek) faunáival. Ez a klaszteranalízissel kapott eredmény összhangban áll a legújabb paleotektonikai rekonstrukciókkal (VAN HINSBERGEN *et al.*, 2020), melyek a Mecsek fejlődésére a legújabb modellt kínálják.

Ami a klaszteranalízis eredményében igazából meglepő az az, hogy a kvalitatív analízis alapján rokonnak tűnő Kele-



3. ábra. Hasonlósági kapcsolatok Európa és Észak-Afrika 12 kiválasztott kora tithon ammonitesz-faunája között, Simpson hasonlósági index alkalmazása alapján. Az ábra a Neighbour-Joining klaszteranalízissel kapott fadiagramot ábrázolja. A klaszteranalízis során 398 fajnak a kiválasztott 12 lelőhelyen jelzett előfordulási adatait használtam fel.

ti-Kárpátok (Brassó) faunájával nincs rokonság, e kettő egészen más klaszterbe kerültek. Ez már csak azért is fejtőresre ad okot, mert ősföldrajzilag a Gyilkos-masszívum (Brassó) nem volt messzebb a Mecsektől, mint a Venetoi Alpok, amivel viszont egy klaszterbe tartoznak. Mindenképpen további gyűjtés és elemzés szükséges tehát ahhoz, hogy ellentmondásmentes képet kapjunk.

2.4. Izotóp-geokémia

Kutatásaim egyik váratlan eredménye volt az oxfordi-kimmeridzei rétegösszetételből gyűjtött *Laevaptychus*-minták stabilizotóp-vizsgálata, melynek eredményeként bebizonyítottuk (Bujtor *et al.*, 2024), hogy az aspidoceratid ammoniteszek alsó állkapcsai alkalmas és megbízható adatforrások az egykori felszíni-felszínközeli tengervíz hőmérséklet meghatározásának, ezzel új utat nyitva a *Laevaptychus*-ok geológiai felhasználásának.

3. Következtetések

A legfrissebb bio- és kronozstratigráfiai felosztás (Hesselbo *et al.*, 2020) szerint a felső jura 22 Tethys-i ammonitesz kronozónát tartalmaz, melyek közül 14 jelenlétét mutattam ki a Mecsekből. Ez az időszak 18,43 millió évet fog át, tehát egy-egy felső jura ammonitesz-zóna mintegy 840.000 évet képvisel. Ez persze messze nem olyan jó felbontás, mint a középső jurában, ahol egy-egy ammonitesz-zóna időtartama 506.000 év. Ám ennek igazából nincs jelentősége a rétegtani munkában.

Annak azonban van jelentősége, hogy Zengővárkonynál csaknem valamennyi felső jura ammonitesz-zóna jelenlétét be tudtam bizonyítani. Ami hiányzik, az a felső jura három legelső zónája (Mariae, Cordatum, Plicatilis), hiszen Böckh (1880) munkája alapján tudjuk, hogy a területen folyamatosan középső-felső jura rétegsor található, melyből egy szelvényben a bajoci jelenlétét magam is megfigyeltem. A munka tehát abban az irányban folytatható, hogy találjunk olyan kibúvákat, amelyekből a középső és felső jura kezdete és zónái is igazolhatóak.

Az előkerült gazdag fauna alapján az egyik izgalmas kérdés további klaszteranalízisekkel feltárni a faunisztikai affinitások változását és ezt összevetni a faciológiai és paleotektonikai elemzések alapján következtetett változások időbeli lefutásával. Számos érdekes és megoldatlan kérdést rejt tehát még a mecseki jura rétegsor, és ma is aktuálisak Böckh János 1880. április 19-én tartott akadémiai székfoglaló beszédjének gondolatai: „...ez alkalommal is hazánk érdekesebb pontjai egyikére tekintek, a Mecsekhegység és dombvidékére...”

Irodalom

BÖCKH J. (1880): *Értekezések a természettudományok köréből* 10(10), 1–50.

- BUJTOR L. (2024): *Földtani Közlöny* 154, in press.
- BUJTOR, L.—R. ALBRECHT (2021): *Volumina Jurassica* 19(1), 61–96.
- BUJTOR, L.—R. ALBRECHT (2022): *Paläontologische Zeitschrift* 96, 51–65.
- BUJTOR, L.—R. ALBRECHT—D. MARÓTI—Á. MIKLÓSY (2021a): *Paläontologische Zeitschrift* 95, 85–95.
- BUJTOR, L.—R. ALBRECHT—CS. FARKAS—B. MAKÓ—D. MARÓTI—Á. MIKLÓSY (2021b): *Carnets de Géologie* 21(13), 265–314.
- BUJTOR, L.—A. DEMÉNY—P. NÉMETH—B. BAJNÓCZI (2024): *International Journal of Earth Sciences* <https://doi.org/10.1007/s00531-023-02376-5>
- CECCA, F. (1990): In: G. PALLINI—F. CECCA—S. CRESTA—M. SANATONIO (Eds.): *Atti del secondo convegno internazionale. Fossili, Evoluzione, Ambiente. Pergola* 25–30 ottobre 1987, pp. 39–55.
- CECCA, F.—M. SANTANTONIO (1988): In: R.B. ROCHA—A.F. SOARES (Eds.): *2nd International Symposium on Jurassic Stratigraphy*, Lisboa, pp. 525–542.
- FÖZY, I. (1993): *Földtani Közlöny* 123(2), 195–205.
- FÖZY, I.—G. MELÉNDEZ (1996): *GeoResearch Forum* 1–2, 187–194.
- FÜLÖP J. (1967): *A jura-kréta határ kérdéséről*. Budapest: Magyar Állami Földtani Intézet.
- GÉCZY, B. (1973): *Acta Geologica Hungarica* 17, 421–428.
- HAMMER, Ø.—D.A.T. HARPER—P.D. RYAN (2001): *Palaeontologia Electronica* (4)1, art. 4, 1–9.
- HANTZPERGUE, P. (1979): *Bulletin de la Société géologique de France*, 7^{ème} série 21(6), 715–726.
- HESSELBO, S.P.—J.G. OGG—M. RUHL (2020): In: F.M. GRADSTEIN—J.G. OGG—M.D. SCHMITZ—G.M. OGG (Eds.): *Geologic Time Scale 2020*. Amsterdam-Oxford-Cambridge: Elsevier, pp. 955–1021.
- LE HÉGARAT, G.—J. REMANE (1968): *Géobios* 1, 7–70.
- NAGY I. (1964): *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1961. évről* 1, 97–108.
- NEUMAYR, M. (1873): *Abhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt* 5(6), 142–257.
- OLÓRIZ, F. (1978): *Kimmeridgiense-Tithonico inferior en el sector central de las Cordilleras Béticas (Zona Subbética)*. *Paleontologia. Biostratigrafía*. Tomo I, Tomo II. Atlas. Tesis Doctorales de la Universidad de Granada, Granada.
- OPPEL, A. (1863): *Mitteilungen aus dem Museum des königlichen bayerische Staates*, Stuttgart 3, 127–162 [1862]; 163–266 [1863].
- PETERS, K. (1862): *Sitzungsberichte der kaiserliche Akademie der Wissenschaften Wien, Mathematisch-Naturwissenschaftliches Klasse* 46, 1–53.
- SARTI, C. (1988): In: R.B. ROCHA—A.F. SOARES (Eds.): *2nd International Symposium on Jurassic Stratigraphy*, Lisboa, pp. 459–476.
- SARTI, C. (1993): *Memorie del Museo Civico di Storia naturale di Verona (II serie), Sezione Scienze della Terra* 5, 1–144.
- VADÁSZ E. (1914): *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1913-ról*, 336–352.
- VADÁSZ E. (1935): *A Mecsek hegység. Magyar tájak földtani leírása I*. Budapest: Magyar Királyi Földtani Intézet.
- VAN HINSBERGEN, D.J.J.—T.H. TORSVIK—S.M. SCHMID—L.C. MATJENCO—M. MAFFIONE—R.L.M. VISSERS—D. GÜRER—W. SPAKMAN (2020): *Gondwana Research* 81, 79–229.
- VÖRÖS A. (1997): *Magyarország jura brachiopodái. Faunafejlődés és paleobiogeográfia a Tethys nyugati részén*. *Studia Naturalia* 11, 1–110.
- WIERZBOWSKI, A.—M. BARSKI—A.L. COE—M.W. HOUNSLOW—B.A. MATYJA—G.D. PRICE—H. WIERZBOWSKI—J.K. WRIGHT (2023): *Episodes* 46(2), 281–307.
- ZEISS, A. (2003): *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* 1, 75–114.



Tschernichit, egy ritka zeolitásvány Markazról

Fehér Béla¹, Szakáll Sándor², Váczi Tamás³, Koller Gábor⁴

¹ Herman Ottó Múzeum, Ásványtár, 3525 Miskolc, Kossuth u. 13.
feherbela@t-online.hu

² Miskolci Egyetem, Alkalmazott Ásványtani Intézeti Tanszék, 3515 Miskolc-Egyetemváros

³ HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont, 1121 Budapest, Konkoly-Thege út 29–33.

⁴ Pilisborosjenő

1. Bevezetés

A tschernichit egy ritka zeolitásvány, a markazival együtt hat lelőhelye ismert a világon. Először 1993-ban írták le Goble közeléből (Columbia megye, Oregon, USA), ahol eocén bazalt apró üregeiben fordul elő (BOGGS *et al.*, 1993), de már előzetesen a Zeolites of the World című monográfiában is szerepelt (TSCHERNICH, 1992). Egyéb lelőhelyei: Pederal de Puriscal, San José körzet, Costa Rica (TSCHERNICH—BOYD, 1992; ZELEDÓN, 2004); Mt. Adamson, Victoria Föld, Antarktisz (GALLI *et al.*, 1995); Jehla-hegy, Česká Kamenice, Csehország (PAULIŠ *et al.*, 2015) és a Waitakere-hegység, Auckland régió, Új-Zéland (GRAHAM *et al.*, 2018). Ideális képlete: $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}] \cdot 4\text{--}8\text{H}_2\text{O}$. Szerkezetileg megfelel a mesterséges fázisként sokkal régebb óta ismert zeolit bétának (SZOSTAK *et al.*, 1994).

2. A markazi előfordulás

Markaztól északra, a Mrzavnica-tető ÉNy-i oldalán lévő útbevágások középső miocén andezitet tárnak fel (Kékési

Andezit Formáció). Ezekben kisebb üregek fordulnak elő, melyek érdekes zeolitos ásványtársulást rejtenek. Az üregekben az első, magas hőmérsékleten képződött fázisokként az andezit kőzetalkotói jelennek meg: kvarc, piroxén, biotit, tridimit és magnetit. Ezeket a szaponit kiválása követi, majd végül a zeolitok képződtek. Az 1–1,5 cm-nél nagyobb üregekben a stellerit jelenik meg, ezt más zeolitok nem kísérik. A kisebb üregekben mutatkozik a tschernichit, s rá települhet még heulandit, kabazit (leginkább fakolit ikerkristályok formájában), lévyn és erionit-offretit. A zeolitokat markazit- és pirithintések kísérik, ezek átalakulásából vas-oxidok és gipsz képződtek.

A tschernichit legfeljebb 1–2 mm-es, szintelen, víztiszta, máskor sárgás, üvegfényű, meredek dipiramisos kristályokat formáz, melyeken csak a {302} tetragonális dipiramis és a {001} bázislap formák fejlődtek ki (1. és 2. ábra). A {001} forma fejlettsége, vagyis az, hogy milyen mértékben nyesi le a dipiramis csúcsait, elég változó. Rendszerint a nagyobb



1. ábra. Tschernichit szintelen, dipiramisos kristályai. A kristálycsoport mérete: 1,5 mm. Koller Gábor gyűjteménye. Fotó: Tóth László.

kristályokon fejlettebb a {001} forma. Vannak olyan kicsi kristályok is, melyeken a bázislap egyáltalán nem mutatkozik; ezek főleg a 0,5 cm-nél kisebb üregekben jelennek meg és a méretük 0,5 mm alatti. Gyakran alkotnak ikreket is, melyek kereszt vagy csillag alakú összenövéseket eredményeznek (hogyan melyik ikertörvény szerint, azt nem sikerült megállapítani). Nagyon ritkán megfigyelhető, hogy a nagyobb, lecsapott végű tschernichiteken ülnek a jóval kisebb, hegyes típusú kristályok.

3. Vizsgálati eredmények

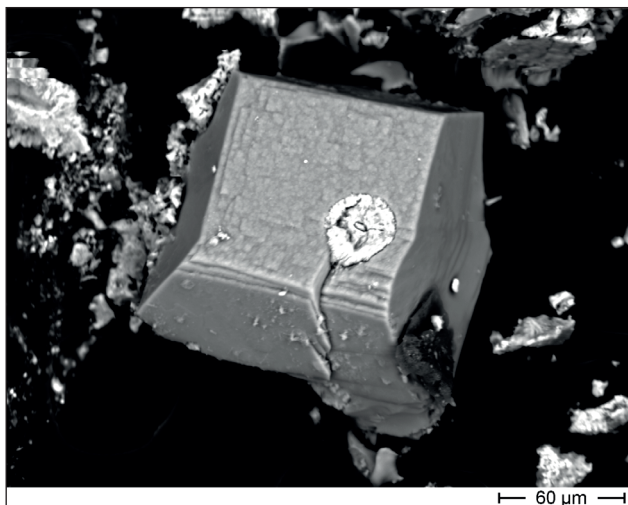
A markazi tschernichitet röntgen-pordiffrakcióval határoztuk meg. Ezen kívül készültek még róla elektronmikroszkopos elemzések, valamint termikus és Raman-spektroszkópos vizsgálatok.

3.1. Röntgen-pordiffrakció

A röntgen-pordiffrakciós vizsgálat (XRPD) Gandolfi-kamerával készült. A felvételen megjelent hét legerősebb intenzitású csúcson a következők (d -értékek Å-ben, utánuk zárójelben a relatív intenzitás %-ban): 12,43 (26); 11,86 (47); 11,23 (34); 10,76 (19); 4,230 (18); 4,029 (100); 3,065 (18). A kapott értékek viszonylag jó egyezést mutatnak a [BOGGS et al. \(1993\)](#) által közölt (ICDD 00-046-1396), illetve egyéb publikált adatokkal ([GALLI et al., 1995](#); [PAULIŠ et al., 2015](#)). Az előforduló különbségek oka, hogy a tschernichitnek két polimorf módosulata van, egy tetragonális ($P4_122$ vagy $P4_322$) és egy monoklin ($C2/c$), melyek részaránya, valamint a kristályrácsban lévő statisztikus eloszlásuk nagy hatással van röntgen-pordiffrakciós felvételre, különösen annak $2\theta = 5-10^\circ$ -os régiójára (CuK α -sugárzásnál; [MIHAILOVA et al., 2005](#)). Így aztán XRPD-adatokból elemi cellát nem igazán lehet számolni.

3.2. Elektronmikroszkopos és termikus elemzések

A markazi tschernichitről öt elektronmikroszkopos elemzés készült hullámhosszdiszperzív üzemmódban. A mérés során a minta víztartalmának egy része eltávozott, emiatt az eredeti elemzésekben az egyes komponensek túl lettek mérve. Ez gyakori jelenség a zeolitok mikroszkopos analizésénél. A valódi víztartalmat termogravimetriai mérésből határoztuk meg (19,82%), a többi komponens elemzési adatait pedig úgy számoltuk át, hogy a víztartalmat is figyelembe véve az elemzések végösszege 100% legyen.



2. ábra. Tschernichit visszaszórtelektron-képe.

Az öt elemzés kis szórást mutatott, az átlagos összetétel tömegszázalékban a következő: SiO₂ 59,02; Al₂O₃ 13,69; Fe₂O₃ 0,06; MgO 0,20; CaO 6,61; SrO 0,06; BaO 0,01; Na₂O 0,03; K₂O 0,50; H₂O* 19,82, összesen 100,00. Az átlagos összetételből 16 oxigénre számolt képlet: (Ca_{0,76}K_{0,07}Mg_{0,03}Na_{0,01})[Al_{1,72}Si_{6,29}O₁₆] · 7H₂O. A mérés egyensúlyi hibája (3,61%) jóval a megengedett határértéken ($\pm 10\%$) belül van.

3.3. Raman-spektroszkópia

A markazi tschernichitről készült Raman-spektrumon a következő eltolódásértékekkel jelentek meg szórásisávok (cm⁻¹): 207, 311 (váll), 332, 388, 430, 450 (váll), 665, 805, 1068 (váll), 1122, 1171 (váll), illetve a kristályvíztartalomra utaló 1636, 3290 (váll) és 3450–3535. Ezek jól közelítik a zeolit bétára publikált adatokat ([MIHAILOVA et al., 2005](#)), bár a röntgen-pordiffrakciós felvételekhez hasonlóan a szerkezeti különbségekből adódó eltérések a Raman-spektrumokon is megfigyelhetők.

4. Diskusszió

A tschernichitnek ez ideig hat lelőhelye ismert világszerte. Mindenhol vulkáni/szubvulkáni kőzetek üregeiben található, mint hidrotermás kiválás. Bár a tschernichitek tektonoszilikát vázában a mért Si/Al arány magas (T_{Si} 80% körüli), ez a zeolit többnyire bázisos magmás kőzetekben (bazaltokban, doleritekben) jelenik meg.

A markazi Mraznica-tető miocén andezitje korábban nem volt zeolitlelőhelyként számon tartva. Ehhez képest egy gazdag, ritka zeolitokat is tartalmazó ásványtársulás került meghatározásra, bár a kristályegyedek mérete a mm-es, vagy az alatti tartományban mozog. Itt a két leggyakoribb zeolitásvány a stellerit és a tschernichit, melyek azonban együtt nem mutatkoznak. Ha csak a zeolitokat nézzük, akkor a stellerit mindig egyedül jelenik meg az üregekben, viszont a tschernichit mellett heulandit, kabazit, lévyn és erionit-offretit is előfordulhat. Ilyenkor a kiválási sorrend: tschernichit → heulandit → kabazit → lévyn és erionit-offretit. E paragenézis többi zeolitjának részletesebb vizsgálata még nem történt meg.

A szerzők köszönetüket fejezik ki Simona Biginek (Modenai Egyetem, Olaszország) az elektronmikroszkopos és a termikus elemzésekért.

Irodalom

- ALBERTI, A.—G. CRUCIANI—E. GALLI—S. MERLINO—R. MILLINI—S. QUARTIERI—G. VEZZALINI—S. ZANARDI (2002): *Journal of Physical Chemistry B* 106, 10277–10284.
- BOGGS, R.C.—D.G. HOWARD—J.V. SMITH—G.L. KLEIN (1993): *American Mineralogist* 78, 822–826.
- GALLI, E.—S. QUARTIERI—G. VEZZALINI—A. ALBERTI (1995): *European Journal of Mineralogy* 7, 1029–1032.
- GRAHAM, I.T.—D.M. COLCHESTER—N. BERKAHN—R.E. POGSON—S. HAGER—E. CARTER—K. JUDD—M. LEGRASS—G. CHOMISZAK (2018): *Australian Journal of Mineralogy* 19(2), 15–19.
- MIHAILOVA, B.—V. VALTCHEV—S. MINTOVA—A.-C. FAUST—N. PETKOV—T. BEIN (2005): *Physical Chemistry Chemical Physics* 7, 2756–2763.
- PAULIŠ, P.—L. HRŮZEK—O. JANEČEK—J. SEJKORA—R. MALÍKOVÁ—O. POUR—F. FEDIUK (2015): *Bulletin mineralogicko-petrologického oddělení Národního muzea v Praze* 23(2), 147–170.
- SZOSTAK, R.—K.P. LILLERUD—M. STÖCKER (1994): *Journal of Catalysis* 148, 91–99.
- TSCHERNICH, R.W. (1992): *Zeolites of the World*. Phoenix: Geoscience Press.
- TSCHERNICH, R.W.—R.A. BOYD (1992): *Micro Probe* 7(6), 4–6.
- ZELEDÓN, L.A. (2004): *Revista Geológica de América Central* 31, 67–80.



Paleoenvironmental and ethological description of *Nodulichnus hungaricus*, Fodor-Dávid, 2022

Rozália Fodor¹ & Árpád Dávid²

¹ Mátra Museum of Hungarian Natural History Museum, Kossuth u. 40, H-3200 Gyöngyös, Hungary
neaddfella@yahoo.com

² Department of Mineralogy and Geology, University of Debrecen, Egyetem tér 1, H-4032 Debrecen, Hungary

1. Introduction

Miocene siliciclastic sediments of North-Hungary belong to the most investigated Neogene formations in the Carpathian Basin. It is because its Ottnangian-Karpatian deposits contain numerous paralic coalbeds. These beds belong to the Salgótarján Lignite Formation. A number of publications mention the bioturbation structures of the formation, but their sedimentological and palaeoenvironmental significance have not been taken into consideration, and their trace fossil content have remained unexposed.

2. Geological setting and paleoichnological characteristics

The Salgótarján Lignite Formation is the most extensive Miocene formation in the East-Borsod Coal Basin, North Hungary. Its sediments have been deposited among wave-dominated, microtidal, shallow marine circumstances. Palaeoichnological investigation of the coal bearing series of the East-Borsod Basin began in 2006 (DÁVID *et al.*, 2006). Its goal was to complete the results of the sequence stratigraphic examinations by giving detailed and more exact look at the dynamics of the former sedimentary environment.

One of the largest exposures of Salgótarján Lignite Formation is an abandoned sand-pit, which is examined herein, situated in the vicinity of Miskolc-Diósgyőr (geographical coordinates: 48°06'23.25"N, 20°43'51.69"E and 48°06'21.91"N, 20°44'00.77"E). The abandoned sand-pit is about 14 m high and 210 m long. The same deposits are exposed in two smaller sand-pits located west to the large one. The sandy-marly formations are rich in bioturbation structures. The revealed ichnoassemblages show great number of individuals, but moderate diversity.

According to PÜSPÖKI (2002), the sedimentary material of the exposure was deposited at the lower, transgressive phase of the 20th parasequence.

The lowermost part of the section is a 1 m thick limonitic fine-grained sandstone with planar cross bedding. Macrofauna is lacking, while the microfauna consists of foraminifera and sponge spicules. Trace fossils are rare in this level. Mainly the horizontal components of *Ophiomorpha nodosa* occur here. It is why the bioturbation index doesn't exceed 2. The lowermost part is overlain by a 5 m thick light grey coloured, fine grained sandstone with trough cross bedding and planar cross bedding. The lack of macrofauna and the presence of foraminifera and sponge spicules are characteristic features in this layer, too. The sand-body can be divided into three parts regarding the occurring trace fossils. Presence of *Ophiomorpha nodosa* and rarely *Gyrolithes nodosus* can be detected at the lower 2 m (BI = 2). The following 1.5 m thick part shows higher

trace fossil diversity. It contains the *Nodulichnus hungaricus*, Fodor-Dávid 2022, characterised by small, pelleted burrows. It is dominant in the greyish coloured fine-grained sand in this part of the section. Beside horizontal galleries of *Ophiomorpha nodosa*, *Gyrolithes nodosus*, *Planolites* isp., *Thalassinoides* isp. and *Tomaculum problematicum* occur subordinately (BI = 3). The third, uppermost part is 1.5 m thick. *Thalassinoides* isp. is dominant here. Its density is increasing upward permanently. Galleries filled with faecal pellets can be detected sporadically (BI = 2–4). The upper boundary of the grey coloured, fine-grained sand is an erosional surface. Above it, a package of a 2.6 m thick limonitic fine-grained sand bed with current ripple cross-lamination is present. Similarly, to the previous formations the lack of macrofauna is characteristic in the sediment while microfauna consists of foraminifera and sponge spicules. The constitution of the trace fossils changes upward. In the lower 1.5 m the *Macaronichnus segregatis* is dominant. Some cross-sections and longitudinal sections of *O. nodosa* also occur. But the upper 1.0 m shows the dominance of *O. nodosa*. Mainly longitudinal galleries can be seen. Some *G. nodosus* is also present connecting to the *Ophiomorpha* boxwork (BI = 2–4; reaching the maximum at the *Macaronichnus* dominant level). The upper boundary of the limonitic sand is an erosional surface.

The overlying bed is a 0.2 m thick highly bioturbated sandy marl, which is rich in shell fragments. Locally, it contains *Ostrea* valves. This thin layer, rich in mollusc shells is lag sediment, which covered the flooding surface during the culmination of a transgression event. The base of the lag is a colonization surface of the underlying sediments, too. Sparsely cross-sections of *Thalassinoides* isp. occur in the sediment (BI = 1). The caprock of the profile is a 5 m thick laminated marl, containing several sandy intercalations, which show hummocky cross-stratification with lenticular bedding and current ripples. The marl itself contains no fossils, except for intercalations of molluscan lumachella that occur in two levels within that. The poorly preserved, thin-shelled bivalve fragments cannot be determined on higher level. This laminated marl rarely contains *Thalassinoides* isp. and *Ophiomorpha nodosa* which are originated from the intercalated sand bodies. The bioturbation index is 1 in the sand, but is 0 elsewhere (Fig. 1).

3. Methods

Trace fossil observations and characterization of different sedimentary units were carried out in the field in the abandoned sand pit of Miskolc-Diósgyőr. The position of the new ichnotaxon and its relation to other bioturbation structures were documented in order to gain more detailed and accurate palaeoenvironmental interpretation. The methods described by TAYLOR—GOLDRING

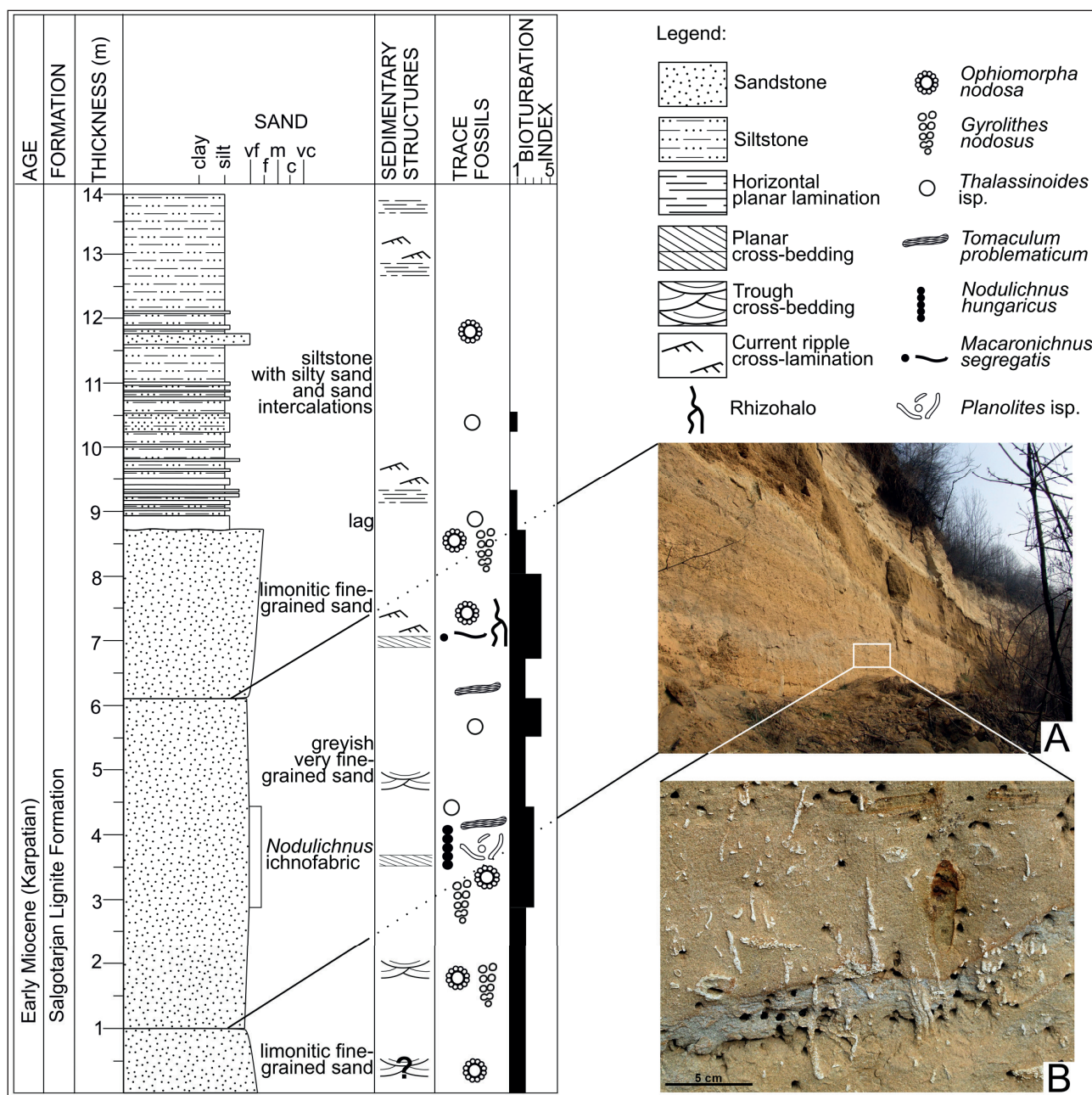


Fig. 1. Geological profile of the Miskolc-Diósgyőr sand pit and detail of the locality showing the bioturbated grey coloured fine-grained sand: A. Westward view of the grey coloured fine-grained sand; B. Highly bioturbated part of the grey coloured fine-grained sand with *Nodulichnus hungaricus*.

(1993) were followed to determine the bioturbation index of the formations. Fifty-one samples were taken for further laboratory examinations and selection of the holotype and the paratypes. Each burrow was prepared from the friable, grey coloured fine-grained sandstone. Eight thin sections have been made, and the diameter of the burrow-filling pellets have been measured using InkScape 1.0. Regarding thirty-three trace fossils the following characteristics had been measured: 1) diameter and length of the galleries; 2) diameter of the infilling pellets. At least ten pellets have been measured in the case of each trace fossils. Spearman rank correlation has been used to reveal the relationship between the diameter of the galleries and the average diameter of the infilling pellets. XRD analysis of two trace fossils and a sand sample have been carried out at Department of Mineralogy, Geochemistry and

Petrology, University of Szeged using Rigaku Ultima IV. X-ray diffractometer.

4. Discussion

Characteristic exposure of the Salgótarján Lignite Formation is a large sand-pit situated in the vicinity of Miskolc-Diósgyőr. There is a 5 m thick light-grey coloured trough cross bedded fine-grained sandstone, which contains the trace fossil described and named as *Nodulichnus hungaricus*. It is a vertical, straight or slightly winding, non-branching, cylindrical, blind ending trace fossil. The cross section of the cylinder is circular, elliptical or rarely irregularly oval. The length of the galleries varies between 20 and 150 mm. The trace fossil is 1.5–5.5 mm in diameter. It is actively filled with globose pellets, which are 0.5–0.8 mm in diameter (Fig. 2). The high proportion of clay-

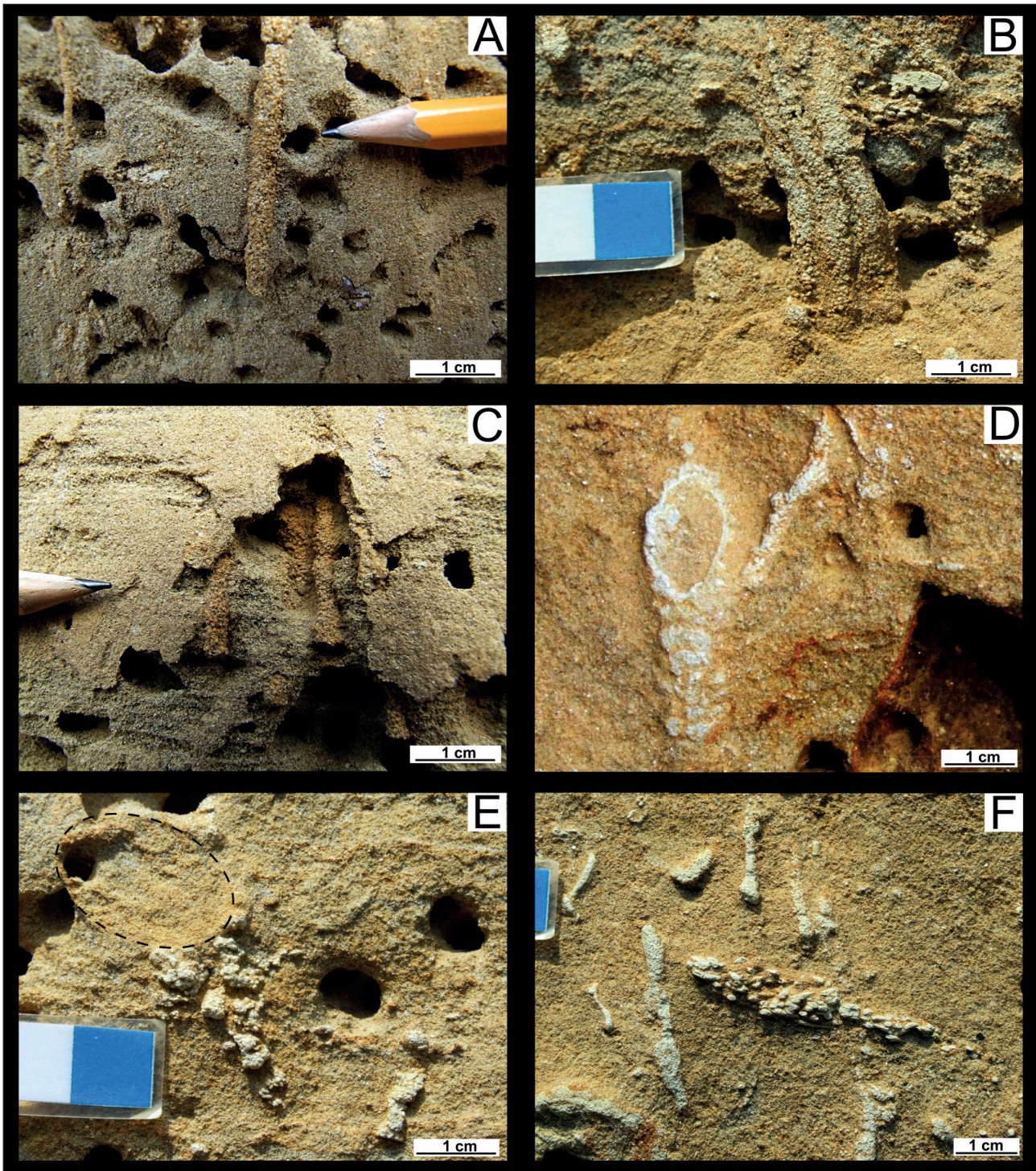


Fig. 2. Morphological characteristics of *Nodulichnus hungaricus*: A. Isolated and scattered specimen in the sand; B. Group of parallel and bending specimens; C. Group of *Nodulichnus hungaricus* inclined at 85–87° angles; D. *Nodulichnus hungaricus* cross-cut by *Ophiomorpha nodosa*; E. *Nodulichnus hungaricus* igen. cross-cut by *Thalassinoides* isp.; F. *Nodulichnus hungaricus* cross-cut by a pellet-filled burrow.

fraction regarding the composition of the pellets refers to biological reworking of the sediment. It can be assumed that the pellets infilling the trace fossil *Nodulichnus hungaricus* are subfaecal pellets which were produced by a deposit feeding animal in the course of feeding activity. The burrow structure and pellet morphology of *N. hungaricus* show considerable similarity with the same characteristics of the sand-bubbler crabs *Scopimera* and *Dotilla*, which belong to the Dotillidae family. The presence of *N. hungaricus* and the co-occurring trace fossils suggest the seawater level

fluctuations. The infaunal organisms responded to these fluctuations and their traces record three colonisation events. These refer to changes the palaeoenvironmental conditions going from the low-energy wave dominated littoral setting (*Skolithos* ichnofacies), following to upper shoreface (*Cruziana* and *Glossifungites* ichnofacies) as the transgression increased.

Type specimens of *N. hungaricus* are stored in the palaeontological collection of the Mátra Museum (Hungarian Natural History Museum), Gyöngyös, Hungary. Holotype –

HNHM-MMPAL Gy/64. Paratypes – HNHM-MMPAL Gy/65, HNHM-MMPAL Gy/66, HNHM-MMPAL Gy/67, HNHM-MMPAL Gy/68 (Fodor—Dávid, 2022).

Literature

- DÁVID, Á.—Z. PÜSPÖKI—P. KÓNYA—L. VINCZE—M. KOZÁK—R.W. MCINTOSH (2006): *Geologica Carpathica* 57(4), 279–294.
- FODOR, R.—Á. DÁVID (2022): *Annales Societatis Geologorum Poloniae* 92, 181–200.
- PÜSPÖKI, Z. (2002): *A Tardonai-dombság miocén medencefejlődése az üledékes szekvenciák fácies- és rétegtani adatainak tükrében*. Unpublished PhD dissertation. University of Debrecen, Debrecen [in Hungarian].
- TAYLOR, A.M.—R. GOLDRING (1993): *Journal of the Geological Society (London)* 150, 141–148.



Mészvázú parányok (nannofosszíliák) a Pannon-tenger üledékeiből

Görög Ágnes

Hantken Miksa Alapítvány, 1022 Budapest, Detrekő utca 1/b.

ag.gorog@gmail.com

Hagyományosan mésvázú nannofosszíliának nevezzük a 63 μm -nél kisebb kalcit vagy aragonit anyagú fosszíliákat, amelyek lehetnek egy nagyobb élőlény részei is. A késő-miocénben létező Pannon-tenger mésvázú parányait adó szervezetek is ilyenek, a Coccolithophoridae, az aszcidianok és a szivacsok. Az egysejtű alga Coccolithophoridae közel 230 millió éve jelentek meg a Földön, és napjainkig az egyetlen olyan élőlénycsoport, amely mésvázát választ ki, zömében plankton életmódot folytat és fotoszintézis mellett heterotróf módon is táplálkozhat. Emiatt jelentős hatással vannak a szén ciklusra. Az alga több tucat, egymáshoz mozgathatóan kapcsolódó, akár 2–3 féle mészlemezből álló vázat választ ki, a kokkoszférát. Ez az elhalása után általában széthullik, és mint apró (1–30 μm) izolált lemezek („kokkolitok”) fosszilizálódik. A kokkolitokban a kalcitkristályok orientáltan helyezkednek el, emiatt jellegzetes optikai tulajdonságot mutatnak, amely egyben fontos rendszertani bélyeg. A legtöbb forma normál sótartalmú tengerekben él, és mindössze néhány faj hódította meg az édesvizet, számos faj azonban nem érzékeny a sótartalom- vagy a hőmérsékletváltozásra. A földtörténet során ezek a kis vázelemek sokszor közetalkotó mennyiségben halmozódtak fel, talán a legismertebb ilyen kőzet az írókréta. Csak az idős pannóniai üledékekből ismertek a kis diverzitású, nem ritkán monospecifikus nannoplankton együttesek, amelyek részben tágtűrűsű, részben endemikus fajokból állnak. Ezen parányi élőlények vázából származik a mélyvízi üledék karbonátanyagának a jelentős része. Az aszcidian (ascidian spicule, Ascidiacea, Tunicata, Chordata) tüskék a sekélyvízi környezetben az aljzatra rögzülő zsákállatka külső cellulóz anyagú vázában (tunica) elhelyezkedő tüskés-gömb alakú kalcit-testek szétesésével jönnek létre. A badeni-alsó-pannóniai elterjedésű *Perforocalcinella fusiformis*, amelyet Bóna József

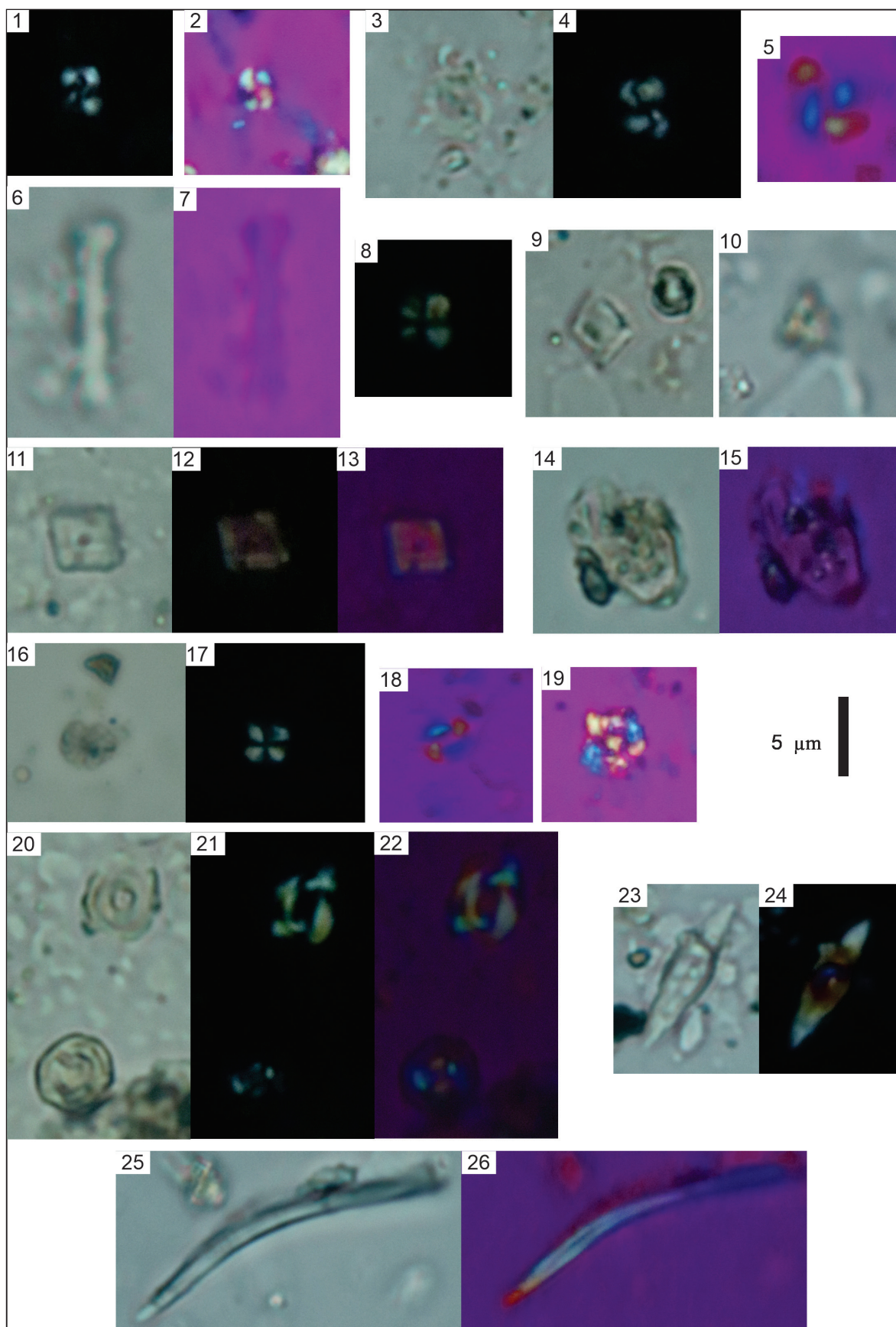
1964-ben, mint Coccolithophoridae-t írt le, gyakori a Pannon-tenger idősebb üledékeiben (BÓNA, 1964; BÓNA—GÁL, 1985a, b). Az ugyancsak bentos életmódú szivacsok vázat merevítő tük is gyakran fordulnak elő a nannofosszília preparátumokban. Az édes- vagy csökkentsós(brakk)-vízi szivacsok a kova-szaru szivacsokhoz (Demospongiae) tartoznak, azaz kova vagy szervesanyagú (spongin) tüket választanak ki. Az előbbieket a fosszilizálódás során gyakran kalcitosodnak. A ma élők algákkal élnek szimbiózisban, emiatt egyértelműen sekélyvízi környezetet jeleznek (pl. SOKOLOVA *et al.*, 2020).

A Pannon-tenger nannofossziliáiról viszonylag kevés publikáció született összehasonlítva a nagyobb biosztrigráfiai vagy ökológiai értékkel bíró palinológiai vagy malakológiai munkákkal. A Bécsi-medencéből ČORIĆ—GROSS (2004); Szlovákiából ANDREJEVA-GRIGOROVICH *et al.* (2003) és VLČEK *et al.* (2020); Magyarország területéről BÓNA (1964, 1986), BROKÉS (1978), BÓNA—GÁL (1985a, b), KOLLÁNYI (2000) és ČORIĆ (2021); Horvátországból JERKOVIĆ (1970), GALOVIĆ—YOUNG (2012), ČORIĆ (2004, 2005); Szerbiából JERKOVIĆ (1971) és MIHAJLOVIĆ (1993); Romániából MĂRUNȚEANU (1991, 1995, 1996, 1997a, b), CHIRA—MALACU (2008), BOTKA *et al.* (2019) és CHIRA *et al.* (2021); valamint Ukrajnából Luljewa (1989) és GOZHYK *et al.* (2015) publikáltak pannóniai nannofossziliákat.

MĂRUNȚEANU (1997a) a Noelaerhabdaceae család evolúciója alapján három biozónát különített el a Pannon-tenger keleti részének az üledékeiben. A legidősebb a *Praenoelaerhabdus banatensis* zóna, felette következik a *Noelaerhabdus bozinovicæ* zóna és a legfiatalabb *N. bonagali* zóna. Ezeket a zónákat az NN9 (részben), az NN10 és NN11 (részben) standard nannoplankton zónákkal párhuzamosították az együttesekben időnként megjelenő normál tengeri fajok alapján (pl. KOLLÁNYI, 2000; CHIRA *et al.*, 2021). A Pannon-tenger más

Pannóniai nannofosszíliák	Minták			
	2486,71 m	2485,00 m	2483,63 m	2481,86 m
* <i>Praenoelaerhabdus</i> sp. "small" sensu Čorić, 2021	xx		xx	x
* <i>Praenoelaerhabdus banatensis</i> Mihajlović, 1993	x	xx		
*Noelaerhabdaceae spp.	x		x	
* <i>Isolithus pavelici</i> Čorić, 2005		x	x	x
<i>Pontosphaera multipora</i> (Kamptner, 1948 ex Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Roth, 1970			x	
<i>Sphenolithus</i> spp.			x	xx
<i>Scyphosphaera</i> sp.	xx			
<i>Reticulofenestra pseudoumbilicus</i> (Gartner, 1967) Gartner, 1969		x		
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich 1877) Schiller, 1930		x		
<i>Perforocalcinella fusiformis</i> Bóna, 1964 (ascidian spicule)	x	x	xx	xx
Szivacstűk (porifera spicules)			xx	

1. táblázat. A Békéscsaba-GV-2 számú fúrás mintáinak alsó-pannóniai nannofossziliái. A preparátumokban a fossziliák mennyisége: x: 1–2 példány, xx: 3–10 példány, *: alsó-pannóniai endemikus taxon.



1. ábra. A Békéscsaba GV-2 sz. fúrás alsó-pannóniai nannofossziliái. Ugyanarról a példányról készült képek szorosan illesztettek. 1. *Praenoelaerhabdus* sp. "small", 2486,71–2686,60 m; 2. *Praenoelaerhabdus* sp. "small", 2483,63–2483,52 m; 3-4. *Praenoelaerhabdus banatensis*, 2483,63–2483,52 m; 5. *Praenoelaerhabdus banatensis*, 2486,71–2686,60 m; 6-8. *Noelaerhabdaceae* sp., 2486,71–2686,60 m; 9. *Isolithus pavelici*, 2483,63–2483,52 m; 10. *Isolithus pavelici*, 2485,00–2484,90 m; 11-13. *Isolithus pavelici*, 2485,00–2484,90 m; 14-15. *Pontosphaera multipora*, 2483,63–2483,52 m; 16-17. *Sphenolithus* sp., 2481,86–2481,8 m; 18-19. *Scyphosphaera* sp., 2486,71–2686,60 m; 20-22. *Reticulofenestra pseudoumbilicus* (fent) és *Coccolithus pelagicus* (lent), 2485,00–2484,90 m; 23-24. *Perforocalcinella fusiformis*, 2485,00–2484,90 m; 25-26. Szivacstű, 2483,63–2483,52 m.

területén is dokumentálták ezeknek a biozónáknak a megjelenését (pl. ANDREJEVA-GRIGOROVICH *et al.*, 2003; CHIRA *et al.*, 2021; ČORIĆ, 2021).

A Békéscsaba-GV-2 számú fúrás 2488–2481,8 m-es tegeket harántoló fúrás nannofosszília vizsgálata lehetőséget adott a csoportról az ismeretek bővítésére és a nannoplankton zonáció használhatóságának tesztelésére.

A Békéscsaba-GV-2 számú fúrás 2488–2481,8 m-es mélységközéből vett fúrómag négy mintájából (2486,71–2686,60 m, 2485,00–2484,90 m, 2483,63–2483,52 m és 2481,86–2481,8 m) készültek mészvázú nannofosszília vizsgálatra preparátumok. Makroszkóposan a kőzet a pannóniai korú (11,6–5,3 millió év) Endrődi Márta Formáció jellegét mutatja: sötétszürke vagy középszürke agyagmárga és finomhomokos agyagmárga, szórta elhelyezkedő muszkovit csillámokkal és helyenként 0,5–2 mm-es szenesedett növénymaradványokkal, valamint zöldesszürke lemezes elválású aleurolit sűrű váltakozásából áll. A fúrómag fiatalabb szakaszán 1–2 cm vastag, hullámos és flázeres rétegződésű szakaszok jelennek meg, utalva az áramlási viszonyok változására.

A preparátumokhoz mintánként kb. 1 cm³-nyi kőzetet porítottuk, majd desztillált vízben néhány percig forraltuk. Az így kapott elegy legfelső részéből (a nannofossziliák nagyon könnyűek és a forralásnál a felszínre kerülnek) üveglemezre csipegettünk. A szobahőmérsékleten történt megszárítás után kanadabalzsammal odaragasztott fedőlemezzel befedtük. Mindegyik mintából két preparátum készült. A nannofossziliák vizsgálata Olympus BH2-BHS polarizációs fénymikroszkóppal történt, 1000x nagyítással. A fotódokumentációhoz az alábbi optikai beállításokat használtunk annak érdekében, hogy a határozóbélyegek jól tanulmányozhatóak legyenek: nikolok nélkül, keresztezett nikolokkal, keresztezett nikolokkal és gipszlemezzel. A nikolok nélküli képek szürkék és áttetsző szemcsék látszanak rajtuk, a keresztezett nikolokkal készült képeken a fossziliák fekete háttéren sárgásfehér színben látszanak. A gipszlemezzel készültek háttere lila és a nannofossziliák a kalcit jellegzetes szivárvány színét mutatják.

Mindegyik minta tartalmazott kismennyiségben mészvázú nannofossziliát. Az ősmaradványok megőrződése jó, csak a legfelső mintában voltak megfigyelhetőek a visszaoldódás nyomai. A legalsó mintában viszonylag gyakoriak az idősebb (jura és kréta korú) kőzetekből áthalmozott Coccolithophoridae (pl. *Micula* sp., *Rhombolithion* sp. és *Palaeomicula maltica*), de a legfelső mintából is előkerült felső-kréta faj. Az alsó-pannóniakra jellemző nannofossziliák közül a leggyakoribbak és minden mintában előfordultak az aszcidian tüskék, a *Perforocalcinella fusiformis*. Ezeket követik a kisméretű (~5 µm) Coccolithophoridae maradványok, és a leggazdagabb mintában szivacsok is előfordultak. A rétegsorban felfelé haladva mintánként 4, 3, 6, illetve 3 autochton Coccolithophoridae formát lehetett elkülöníteni, amelyeket 9 taxonba sorolhatóak (1. táblázat). Négy ezek közül a Pannon-tenger endemikus formája, azaz csökkentősvízi formák és csak az idősebb pannóniai rétegekből ismertek. Ezek a következők: *Praenoelaerhabdus* sp. "small" sensu ČORIĆ (2021), *Praenoelaerhabdus banatensis*, *Isolithus pavelici* és *Noelaerhabdaceae* spp. A többi taxon, mint a *Pontosphaera multipora*, a *Reticulofenestra pseudoumbilicus*, a *Coccolithus pelagicus*, a *Sphenolithus* spp. és a *Scyphosphaera* sp. alsó-pannóniainál idősebb üledékből is előkerültek (pl. BÓNA—GÁL, 1985a,b; CHIRA—MALACU, 2008; CHIRA *et al.*, 2021; ČORIĆ, 2021), illetve a mai óceánokban is előfordulnak. Meg kell jegyeznünk, hogy az alsó-pannóniai endemikus

nemzetségek fajait, sőt néha a nemzetségeket sem lehet minden esetben fénymikroszkóppal elkülöníteni. Különösen igaz ez a Noelaerhabdaceae család nemzetségeire, mint a *Bekelithella*, *Praenoelaerhabdus* vagy a *Noelaerhabdus*. Ez utóbbi nemzetség és az *Isolithus* vagy *Syracosphaera* nemzetség fajai is nehezen megkülönböztethetőek (pl. MÄRUNTEANU, 1997b; ČORIĆ, 2021; <https://www.mikrotax.org/Nannotax3/>). A pontos fajbesoráláshoz sokszor elektronmikroszkópos vizsgálatra van szükség.

A Pannon-tenger különböző területein végzett nannoplankton-vizsgálatok során (pl. BÓNA, 1964; BÓNA—GÁL, 1985a,b; LULJEW, 1989; MÄRUNTEANU, 1995, 1996; ČORIĆ—GROSS, 2004; CHIRA—MALACU, 2008; GALOVIĆ—YOUNG, 2012; BOTKA *et al.*, 2019; CHIRA *et al.*, 2021; ČORIĆ, 2021) egymásutániségében hasonló nannoplankton együttes változást dokumentáltak. Nevezetesen a legfelső szarmata/legalsó pannóniai rétegekben a Coccolithophoridae vagy teljesen hiányoznak, vagy csak az *Isolithus* nemzetség és a *Perforocalcinella fusiformis* vannak jelen. Majd az endemikus Noelaerhabdaceae-félék jelennek meg, gyakorivá válnak és diversifikálódnak. Mellettük előfordulnak a pannóniainál idősebb rétegekből is ismert normál tengeri formák.

A fentiek alapján a vizsgált rétegsor párhuzamosítható a BÓNA (1964) által a mecseki rétegsorokban elkülönített alsó-pannóniai „*Perforocalcinella* szint” feletti *Rhabdolithus signatorius*-os szinttel. A MÄRUNTEANU-FÉLE (1997a) Noelaerhabdaceae biozónák közül a legidősebb, a *Praenoelaerhabdus banatensis* zónába tartozik a vizsgált képződmény. Ezt a biozónát BOTKA *et al.* (2019) az Erdélyi-medencében történt komplex vizsgálataik alapján a Spiniferites oblonga dinoflagelláta, a Congeria banatica mollusca és a Hemicytheria tenuistriata ostracoda zónával párhuzamosította. Ez kb. 11 millió évnek felel meg, amely nagyjából az NN7 és NN8 standard nannoplankton zónák határa (<https://www.mikrotax.org/Nannotax3/>). Korábban az endemikus formák megjelenését az NN9 zónába tették.

A jelen munka eredményei és az irodalmi adatok alapján:

a) meg lehetett erősíteni ČORIĆ (2021) feltevését, miszerint a Pannon-tenger endemikus nannoplankton együttese hamarabb, már a NN7/NN8 zónák határánál alakult ki, mint azt korábban feltételezték;

b) a Pannon-tenger különböző területein a normál tengeri nannoplankton formák egymással korrelálható szintekben jelentek meg, amely alátámasztja azt a korábbi feltevést (pl. ANDREJEVA-GRIGOROVICH *et al.*, 2003) miszerint az idős pannóniai során a beltenger időnként kapcsolatba kerülhetett a Mediterráneummal, illetve a Keleti-Paratethys-szel;

c) a fent említett tengeri kapcsolatok létrejöttének és a pontos idejének a nyomozását a nannofosszília együttes változásának jövőbeli részletes elemzése nagyban elősegítheti;

d) a bentosz szervezetek, mint a szivacsok és a zsákállatkák fossziliáinak megjelenése a mélyvízi üledékekben a transzgressziós eseményekhez köthetőek, mely során a maradványaik az elárasztott, és így sekélyvízi környezetbe vált területekről mosódtak be.

Irodalom

- ANDREJEVA-GRIGOROVICH, A.S.—K. FORDINAL—M. KOVAČ—A. ZLINSKA (2003): *Acta Universitatis Carolinae – Geologica* 47, 33.
 BÓNA J. (1964): *Földtani Közlemények* 94(1), 121–131.
 BÓNA J. (1986): *Kömlői Közlemények* 2, 7–22.
 BÓNA J.—GÁL M. (1985a): *MÁFI Évkönyv* LXIX, 229–258.
 BÓNA, J.—M. GÁL (1985b): In: PAPP, A. (Ed.): *Chronostratigraphie und Neostratotypen, Miozän der Zentral Paratethys Bd VII, M6*

- Pannonien (Slovenien und Serbien). Budapest: Akadémiai Kiadó, pp. 482–515.
- BOTKA, D.—I. MAGYAR—V. CSOMA—E. TÓTH—M. ŠUJAN—ZS. RUSZKICZAY-RÜDIGER—A. CHYBA—R. BRAUCHER—K. SANT—S. ČORIĆ—V. BARANYI—K. BAKRAČ—K. KRIZMANIĆ—I.R. BARTHA—M. SZABÓ—L. SILYE (2019): *Austrian Journal of Earth Sciences* 112(2), 221–247.
- BROKÉS F (1978): *Földtani Közlöny* 108(4), 499–540.
- CHIRA, C.M.—C. AROLDI—M.V. POPA—S.N. ȘERBAN—T.I. SUCIU—R. BINDIU-HAITONIC (2021): *Acta Palaeontologica Romaniae* 17(2), 63–73.
- CHIRA, C.—A. MALACU (2008): *Acta Palaeontologica Romaniae* 5(6), 17–28.
- ČORIĆ, S. (2004): *Scripta Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis, Geology* 31–32, 19–22.
- ČORIĆ, S. (2005): In: M. HARZHAUSER—M. ZUSCHIN (Eds.): *12th Congress RCMNS, Vienna*, Abstracts, pp. 53–54.
- ČORIĆ, S. (2021): *Földtani Közlöny* 151(3), 253–266.
- ČORIĆ, S.—M. GROSS (2004): *Joannea Geologie und Paläontologie* 5, 9–18.
- GALOVIĆ, I.—J.R. YOUNG (2012): *Micropaleontology* 58(4), 305–334.
- GOZHUK, P.—V. SEMENENKO—A. ANDREEVA-GRIGOROVICH—N. MASLUN (2015): *Geologica Carpathica* 66(3), 235–244.
- JERKOVIĆ, L. (1970): *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences, Paris, Série D Sciences Naturelles* 270, 468–470.
- JERKOVIĆ, L. (1971): *Bulletin Scientifique, Yougoslavie* A16, 206–207.
- KOLLÁNYI K. (2000): *Földtani Közlöny* 130(3), 497–527.
- LULJEWA, S. A. (1989): *Doklady Akademii Nauk Ukrainskoi SSR Seriya B Geologicheskije Khimicheskije i Biologicheskije Nauki* 1, 10–19.
- MĀRUNTEANU, M. (1991): In: J.R. YOUNG (Ed.): *Proceedings of the 4th INA Conference, Prague*, pp. 247–261.
- MĀRUNTEANU, M. (1995): *Romanian Journal of Paleontology* 76, 99–101.
- MĀRUNTEANU, M. (1996): *Anuarul Institutului de Geologie si Geofizica* 69(1), 125–129.
- MĀRUNTEANU, M. (1997a): In: *International Symposium, Geology in Danube Gorges Yugoslavia and Romania*, 263–265.
- MĀRUNTEANU, M. (1997b): *Acta Palaeontologica Romaniae* 1, 96–100.
- MIHAJLOVIĆ, D. (1993): *Geologica Carpathica* 44(1), 59–62.
- SOKOLOVA, A.M.—D.M. PALATOV—V.B. ITSKOVICH (2020): *ZooKeys* 915, 1–6.
- VLČEK, T.—N. HUDÁČKOVÁ—M. JAMRICH—E. HALÁSOVÁ—J. FRANČŮ—P. NOVÁKOVÁ—M. KOVÁČOVÁ—M. KOVÁČ (2020): *Acta Geologica Slovaca* 12(1), 43–55.



Neolit amfibolit csiszolt kőeszközök archeometriája a Herman Ottó Múzeum gyűjteményéből

Kereskényi Erika¹, Szakmány György², Fehér Béla³, Kristály Ferenc⁴, Harsányi Ildikó⁵, Szilágyi Veronika⁶, Kasztovszky Zsolt⁶, M. Tóth Tivadar⁷

¹ Bükki Nemzeti Park Igazgatóság, 3304 Eger, Sánc utca 6.
kereskenyerika@yahoo.com

² Eötvös Loránd Tudományegyetem, Közzétan-Geokémiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c

³ Herman Ottó Múzeum, Ásványtár, 3525 Miskolc, Kossuth utca 13.

⁴ Miskolci Egyetem, Alkalmazott Ásványtani Intézeti Tanszék, 3515 Miskolc-Egyetemváros

⁵ HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont, 1121 Budapest, Konkoly-Thege Miklós út 29-33.

⁶ HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont, 1121 Budapest, Konkoly-Thege Miklós út 29-33.

⁷ Szegedi Tudományegyetem, Ásványtani, Geokémiai és Közzétani Tanszék, 6722 Szeged, Egyetem utca 2.

1. Bevezetés

A Herman Ottó Múzeum régészeti gyűjteményébe tartozó 28 db neolitikus korú, amfibolit csiszolt kőeszköz archeometriai vizsgálatát végeztük el. Az amfibolit kőeszközök nagy része Borsod-Abaúj-Zemplén megye különböző régészeti lelőhelyeiről származik. Néhányuk szórványlelet, ám legtöbbjük pontosan korolt, alaposan feltárt régészeti lelőhelyekről került elő.

Amfibolit kőzettípusba soroltuk azokat a kőeszközöket, mely a regionális metamorfózis során elérték az amfibolit fáciest.

2. Módszerek és eredmények

A legtöbb kőeszköz ép, emellett némely kőbaltán használatból eredő sérülések, kopásnyomok láthatók. A kőbalták finomszemcsésék, tömöttek, jellemzően foliáltak. Színük szürke, szürkésfekete és sötétbarna. Zöld és barna foltok és sávok szabad szemmel is megfigyelhetők felszínükön.

23 db kőbaltán roncsolásmentes kőzetkémiai PGAA elemzést végeztünk. A kapott adatokat TAS-diagramban ábrázolva a vizsgált kőeszközök a bazalt, trachibazalt, bazaltos andezit és andezit mezőbe esnek, szubalkáli összetételt mutatva, mivel a $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ tartalmuk 0,92-5,17 m% közötti.

Ugyanezen adatokat AFM-diagramban ábrázolva a kőeszközök nyersanyagának összetétele zömében tholeiites jellegű mutat.

23 mintát EDS/SEM módszerrel vizsgáltunk meg, a vizsgált kőeszközök többsége finomszemcsés. A kőzettípus megismerésében és termobarometriai modellezésében fontos szerepet játszott az amfibolok szöveti helyzete és kémiai összetétele, így az alábbiakban ezt részletezzük.

A vizsgált amfibolit kőeszközöket főleg Ca-amfibolok, változatos összetételű plagioklászok, epidot/klinozoisit és kloritok alkotják. Titanit, ilmenit és kvarc a gyakori akcesszóriák. A magneziohornblende nematoblasztként az összes kőeszközből jelentős mennyiségben kimutatásra került.

Tekintettel a fő kőzetalkotó ásványok szöveti helyzetére, az ásványkémiai klasszifikációra és az egyensúlyt mutató ásványtársaságra, három csoportot különböztettünk meg.

Az első csoportba hat kőeszközt soroltunk, melynél az amfibol magjában alacsonyabb $\text{Al}_{(\text{tot})}$ -tartalmú (0,14–2,84 apfu) kalciumos amfibol kristályosodott ki, míg a szegélyén nagyobb $\text{Al}_{(\text{tot})}$ -értékek jellemzőek (0,73–2,83 apfu), őrizve a progresszív metamorfózis jegyeit.

A második csoportba sorolható a vizsgált amfibolit kőbalták többsége (16 minta), melyben magneziohornblende, pargasit, sadanagait és ezek vasgazdag megfelelői kristályosodtak ki a magban $\text{Al}_{(\text{tot})} = 0,83\text{--}3,45$ apfu tartalommal, míg szegélyüket tipikusan aktinolit alkotja $\text{Al}_{(\text{tot})} = 0,18\text{--}1,03$ apfu értékkel jellemezve.

A harmadik csoportba egy durvaszemcsés szövettű, D22 jelű kőbalta került, melyen már szabad szemmel is megfigyelhetők az amfibol- és kvarckristályok. A kőeszközből egy ritka amfibolfaj, a ferroferrisadanagait került meghatározásra. A második és a harmadik csoportokban a retrográd metamorfózis jegyei ismerhetők fel.

Termobarometriai modellezésre az amfibolitok Ca-amfiboljait használtuk fel (GERYA *et al.*, 1997; ZENK—SCHULZ, 2004). Az 1. csoport $T_{(\text{max})} \approx 540\text{--}635$ °C, $P_{(\text{Tmax})} \approx 5,0\text{--}6,2$ kbar, a 2. csoport $T_{(\text{max})} \approx 600$ °C, $P_{(\text{Tmax})} \approx 6$ kbar viszonyokkal jellemezhető. A B12 minta elkülönülve a 2. csoport P-T értékeitől $T_{(\text{max})} \approx 680$ °C, $P_{(\text{Tmax})} \approx 7,3$ kbar értékekkel modellezhető. A 3. csoportba sorolt D22 jelű minta $T_{\text{max}} = 715$ °C és $P_{(\text{Tmax})} = 5$ kbar P-T értékekkel írható le.

3. Összefoglalás

Az 1. csoportba sorolt, progresszív metamorfózist mutató 6 kőeszköz forrásterülete a Gömörikum és Veporikum határán elhelyezkedő Ochtiná-csoporttal rokonítható, de néhány elszórt előfordulása a Veporikumból és a Tátrikum-ból is ismert a progresszív metamorf jegeket őrző amfibolitesteknek (KRIST *et al.*, 1992).

A vizsgált kőeszközök zömét retrográd metamorfózis bélyegezte felül (2. csoport). Közülük a tschermakit-, pargasit- és sadanagait-tartalmú amfibolit nyersanyagú kőeszközök érték el a legnagyobb metamorf fokot. A szegélyükön megjelenő magneziohornblende és aktinolit retrográd metamorfózist tükröz. Ezek forrásterülete a Kárpát-medence környezetéből számos helyről lehetséges, melyek közül a legvalószínűbb a Nyugati-Kárpátok és környezete, ezen belül is elsősorban a Gömörikum-Veporikum, a Zempléniikum, illetve a Kis-Kárpátok metabázitjai hasonlítanak a legjobban a vizsgált amfibolit kőeszközökre.

A 3. csoportba sorolt D22 jelű kőbalta forrásterülete egyelőre biztosan nem azonosítható, bár a ritka amfibol jelenléte az Inovec-hegységet sugallja.

Proveniencia azonosítást lelőhely szinten kielégítően megadni az amfibolit kőeszközök esetében diagnosztikus

ásvány hiányában nem lehet. Mivel a lehetséges forrásterületek P-T adatai átfednek és a kőszközök becsült P-T értékei is bizonytalansággal terheltek, nem lehet kizárólagosan egy forrásterületet egyedi mintákhoz kötni.

Irodalom

- GERYA, T.V.—L.L. PERCHUK—C. TRIBOULET—C. AUDREN—A.I. SEZ'KO (1997): *Petrology* 5, 503–532.
- KRIST, E.—P.S. KORIKOVSKIJ—M. PUTIŠ—M. JANÁK—S.W. FARYAD (1992): *Geology and petrology of metamorphic rocks of the Western Carpathians crystalline complexes*. Bratislava: Comenius University
- ZENK, M.—B. SCHULZ (2004): *Mineralogical Magazine* 68, 769–786.



Az ásványokban rejlő szépség az oktatás minden szintjén

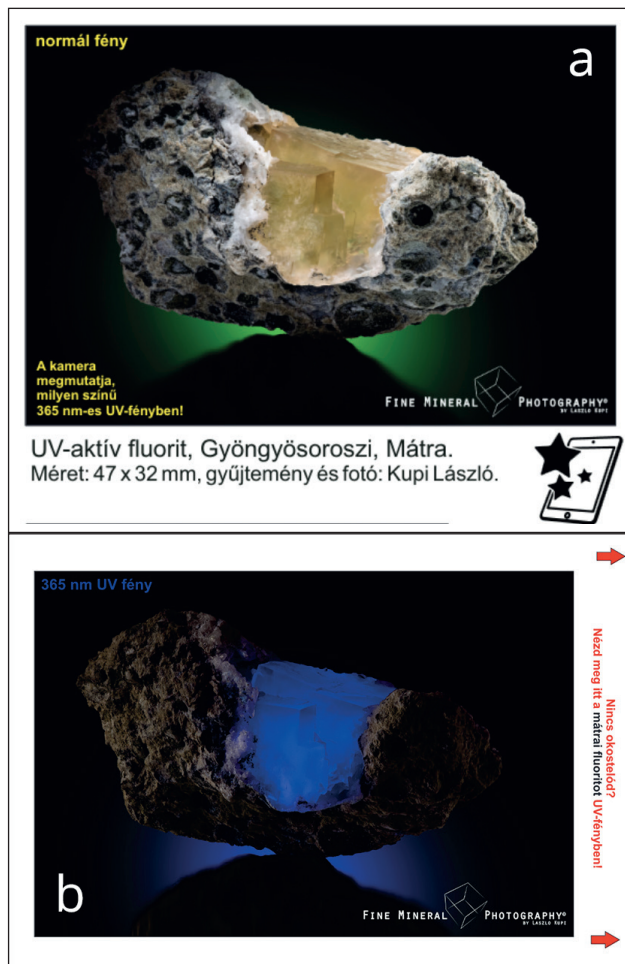
Kóthay Klára

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Múzeum, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C
klara.kothay@gmail.com

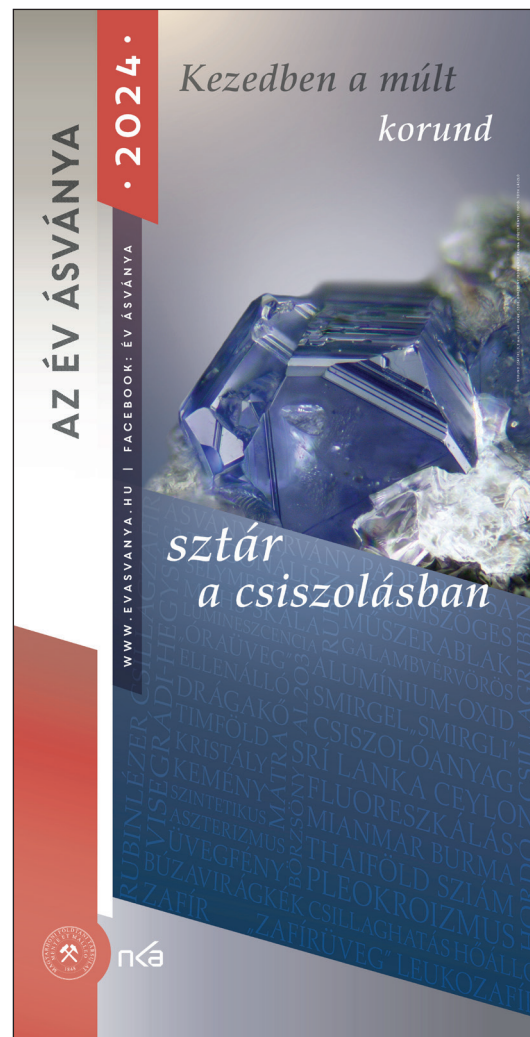
1. Az ásványok vizuális vonzása

Az ásványok általában (csillogó, színes, formás megjelenésükkel) a legtöbb ember számára tetsző, látványos, vizuálisan is vonzó képződmények. Ezt a vizuális élményt kihasználva közelebb hozhatjuk az ásványtan, a geológia, a tudomány világát azokhoz, a hétköznapi emberekhez is, akiknek máshogy nem tudnánk felkelteni a figyelmét, érdeklődését. Egy vizuális élmény hatására érdekessé válnak a miért, a hogyan, a mikor és más hasonló kérdésekre adható válaszok. A Magyarhoni Földtani Társulat Év ásványa és Év ősmaradványa ismeretterjesztő programja erre a vizuális érdeklődésre épít.

Amikor egy ásvány magával ragadja a tekintetet, egy pillanatra megállítja a rohanó világ aktív résztvevőjét, kihasználva a pillanat nyugalalmát, érdekes megfigyelések, információk továbbításával felkeltik a figyelmet és elmélyültebb érdeklődésre készíthetik a megfigyelőt. Egy-egy látványos ásvány mellett a kevésbé látványos példányok izgalmas, érdekes, hasznos tulajdonságait is könnyebben észreveszik, vagy hajlandók az elmélyültebb megfigyelésre. Az előadásban konkrét példák mutatják be, hogyan és milyen tulajdonságokat, folyamatokat tudunk a korábbi évek nyertes ásványaival a nagyközönség érdeklődésének középpontjába állítani.



1. ábra. A fluoreszcencia jelenségének vizuális megjelenítése nyomtatott formában a fluorit (Év ásványa 2018) segítségével. a.) Részlet a fluorit poszter magyarázó ábrái közül. b.) Az a.) ábrán szereplő fluorit UV-fényben. Okostelefonos applikációval a telefont a képre irányítva jelenik meg az ásvány UV-fényben, de okostelefon nélküli is megjeleníthető a poszter hátuljára erősített kihúzható kép segítségével. A fotón egy kőzetbe ágyazott fluoritkristály látható, 47 x 32 mm, Gyöngyösoroszi, Mátra, a fotókat Kupi László geológus, profi ásványfotós készítette.



2. ábra. 2024-ben az Év ásványa a korund. Az ábra szemlélteti az évek alatt kialakult egységes grafikai megjelenést. A grafika Bubik Veronika profi grafikus munkáját dicséri, a fotót Tóth László profi ásványfotós készítette és bocsátotta rendelkezésünkre, az ásványpéldány Körmendy Regina ásványgyűjteményéből származik. Korund (zafír), 0,3 mm, Csákhely, Szob, Börzsöny.

2. Az oktatás szinterei

A kezdeményezés nem csak a hétvégi ismeretterjesztő programok, múzeumi rendezvények fontos része, de a tanár szakokon (földrajz, természettudomány, kémia, fizika...) is nagyon jól használható interaktív elemként, ráadásul a tanár szakos egyetemi hallgatók nem csak tanulmányaik során, de később tanárként is jól felhasználhatják. Interaktivitását és látványosságát kihasználva a közoktatásban az óvodától a gimnáziumig nagyon jól használható kiegészítő, figyelemfelkeltő anyagként.

Egyetemi hallgatóként nemcsak tanár szakosokat foghat meg a látvány, de a földtudományokat komolyabban művelő hallgatók is könnyebben tanulhatnak meg a segítségével tényeket, folyamatokat. Ízelítőként pár hasznos érdekesség az Év ásványa eddigi nyerteséhez kapcsolódóan. Fluoritok és a fluoreszcencia (1. ábra), illetve a kritikus elem fogalma; gránátok és a torlatképződés, nehézásványok; magnetit és a mágnesesség, lemeztektonika; a turmalin és a piezoelektromosság; a kvarc és az üvegyártás; galenit, antimonit és az érc fogalma, képződése. És ne feledkezzünk meg az élet-hosszig tartó tanulásról és a felnőttképzésről sem.

3. Eszközök

Egységes grafikai arculat (2. ábra) biztosítja, hogy az érdeklődők könnyen felismerjék, rátaláljanak a program állandó elemeire. Szavazási időszakban könyvjelző, plakát, fejléc, kitűzőhöz használt grafikai elemek készülnek. Az ásványok színe, formája, fénye meghatározza milyen kép alkotható belőle, ehhez igazodik a grafika. A vizualitás azonban nem egyszerűen élményforrás, hanem információátadás, egyfajta kommunikáció is.

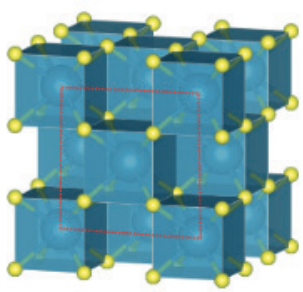
3.1. Információ a vizualításban

Az ember sokkal könnyebben, gyorsabban és nagyobb mennyiségben képes befogadni és értelmezni információt egy kép alapján, ugyanis az emberek nagy része vizuális beállítottságú, sokkal könnyebben tanul vizuális ingerek segítségével. A tanulás során azonban a leghatékonyabb módszer, ha többféle inger együttes hatására támaszkodva tanulunk.

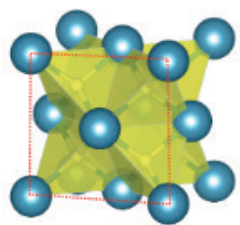
A tudományos világban, különösen a természettudományok területén előszeretettel használjuk az adatok vizuális megjelenítési formáit. Diagramok, táblázatok, térképek, fo-

2


Kristályszerkezet két szemszögéből



0,2 nm
0,0000002 mm

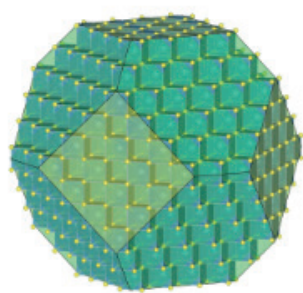



● Ca²⁺
● F⁻



A két ábrán piros pontozott vonal jelöli ki a kristályszerkezet legkisebb építőegységét, az ún. **elemi cellát**. E kockának a csúcsain és lapközepein található a kalcium-ionok, és minden térfolykad közepén a fluorid-ionok. A két képen ugyanazt a szerkezetet mutatjuk, baloldalt a **kalcium-ion** szemszögéből, annak **kocka elrendeződésű szomszédságát (koordinációját)** emelve ki kékkel, jobboldalt a **fluorid-ion** szemszögéből, annak **tetraéderes elrendeződésű szomszédságát** hangsúlyozva sárgával.

A kristályszerkezetek okostelefon kamerájának segítségével körbeforgathatók.





Ez aztán a nagyítás!
A 3 nm-es kristály
(a nanométer a milliméter milliommód része!) kb. 1500 atomot tartalmaz.

3. ábra. A fluorit (Év ásványa 2018) kristályszerkezetét szemléltető grafikai részlet magyarázattal a fluoritok poszteréről. Készítette Harman-Tóth Erzsébet.

tók. Az ásványokról nyert ismereteink átadásában is nagy szerepet játszanak például a szerkezeti ábrák (3. ábra), a grafikai módszerekkel való információ koncentráció, magyarázat, értelmező ábrák, animációk, kiterjesztett valóság (2D, 3D, 4D) használata.

Mit érhetünk el a vizualizációval? Figyelemfelkeltés, érzelmekre való hatás, nagyítás, kicsinyítés, fókuszálás, információ egyszerűsítés, láthatóvá tétel, folyamatok szemléltetése.

3.2. Inspiráció és érzelmek a vizualitás útján

A színek, fények, formák együttese érzéseket kelt bennünk. Nem egyértelműen azonos érzéseket, de az esetek többségében meg lehet jósolni, hogy egy kép pozitív, vagy negatív érzéseket kelt a legtöbb emberben. Tetszik-e, vagy sem? A vizuális elemek nem csak pozitív, hanem negatív érzelmeket is kiválthatnak és egyes esetekben céljuk is kiválta-

ni. Egy-egy problémára pont „elrejtendő” vizuális tartalmakkal hívhatjuk fel a figyelmet a leghatékonyabban.

Az eddigi Év ásványa nyertesek mind vizuálisan vonzó jelöltek voltak. Minden évben rajzpályázat inspirálja az óvodás és általános iskolás korosztályt, hogy jobban megismerjék az adott év ásványát, miközben lerajzolják. Ezzel fejlődnek finom motoros, esztétikai képességeik, információ is gyűjtenek, mert minden képhez leírást is kér a pályázat (4. ábra).

A videófelvételek, mozgóképek audiovizuális élményt nyújtanak, ráadásul a mai fiatalokra, már a Z generációra is, az alfa generációra pedig kifejezetten, könnyebb mozgó dolgokkal hatni, mint statikus képekkel. Ennek ellenére minden évben vándorkiállításaként fotókiállítás járja az ország természettudományos gyűjteménnyel rendelkező múzeumainak egy részét, hogy segítse és népszerűsítse a kezdeményezést.



4. ábra. Díjazott rajzok a 2021. évi rajzpályázatról, fókuszban a turmalin és a megalodon. a.) Kolompár Mihály, 3-4. korosztály, különdíj, b.) Erdélyi Ákos, 7-8. korosztály, 1. helyezett.



Az ágyúgolyóktól a részecskegyorsítókig: a rézérc története

Leskó Máté Zsigmond

Miskolci Egyetem, Nyersanyagkutató Földtudományi Intézet, 3515 Miskolc-Egyetemváros
mate.lesko@uni-miskolc.hu

1. Történeti áttekintés

1.1. Őskor

A réz az első fémek egyike, amelyet az emberiség használni kezdett. Legalább 10 000 évvel ezelőttre nyúlik vissza története. A legkorábbi ismert tárgyat a mai Törökország és Észak-Irak területén találták. Ez az időszak jelzi az átmenetet a kőszerszöktől a fémesszerszöktől és díszítőelemekig, jelezve a fémkorok hajnalát. A réz kezdetben természetes formájában használták, mivel az emberek megtanulták formálni ezt a könnyen alakítható fémeket eszközökké és díszítő tárgyakká (LEIBBRANDT, 2001).

1.2. Bronzkor (i.e. 3300–1200)

A bronzkor jelentős fejlődést jelent a rézbányászatban és a fémfeldolgozásban. A felfedezés, hogy a réz ötvöztetése ónnal bronzot – egy keményebb és tartósabb anyagot – eredményez, segítette az emberiség fejlődését. Ez az időszak jelentős növekedést mutat a rézbányászatban. A legfőbb rézbányászati helyszínek a Közép-Keleten, a Földközi-tengeren (különösen Ciprus szigetén) és a Brit-szigeteken voltak. A bronztechnológia bevezetése hatékonyabb eszközök és fegyverek létrehozását tette lehetővé, amelyek viszont elősegítették a kereskedelmi hálózatok kiterjesztését és a hatalmas civilizációk felemelkedését (SMITH, 1965; LEIBBRANDT, 2001).

1.3. Ókor és középkor

Az ókori világban a réz kulcsszerepet játszott az egyiptomi, görögországi és római gazdaságában, technológiájában. A rómaiak különösen ügyesek voltak a bányászatban és a fémfeldolgozásban, kiterjedt rézbányákat működtettek Európában és fejlett technikákat alkalmaztak a rézérc kinyerésére és feldolgozására. A réz és a bronz használata a pénzverésben, a fegyverekben és az építészetben kiemelte fontosságát ezekben a társadalmakban (SMITH, 1965).

1.4. Ipari forradalom

Az ipari forradalom fordulópontot jelentett a rézbányászatban, amelyet a gőzgépekben, elektromos berendezésekben és távközlésben használt réz iránti robbanásszerű kereslet hajtott. A bányászati technológia innovációi lehetővé tették nagyobb és mélyebb érctelepek kiaknázását, különösen az Egyesült Királyságban és később az Egyesült Államokban. A 19. század vége felé az elektrotechnika bevezetése jelentősen megnövelte a réz iránti keresletet annak kiváló vezetőképesége miatt (SMITH, 1965; LYNCH, 2004).

1.5. 20–21. század

A 20. században további technológiai fejlődés következett be a (réz)bányászatban, mint például a külszíni bá-

nyászat, amely lehetővé tette a réz hatékony kinyerését alacsony fémkoncentrációjú ércekből. Az új vezető rézérc-termelő országok: Chile (a világ legnagyobb termelője), Peru, Indonézia és Zambia. Ma a réz elengedhetetlen a modern technológiákhoz, beleértve a megújuló energiarendszereket és az elektromos járműveket, hangsúlyozva folyamatos fontosságát az emberi fejlődésben (SMITH, 1965; LYNCH, 2004).

2. A rézbányászat története Magyarországon

A magyarországi rézbányászat története nem olyan kiterjedt vagy jól dokumentált, mint a világ egyes más régióiban, de mégis izgalmas betekintést nyújt az ország ipari és gazdasági fejlődésébe, különösen a középkori és modern időszakokban.

2.1. Középkori idők

A rézbányászat Magyarországon a bronzkorig nyúlik vissza, régészeti bizonyítékok sugallják, hogy a helyi népesség rézet használt eszközök, fegyverek és díszítő tárgyak készítésére. Azonban a magyarországi rézbányászat legjelentősebb időszaka a középkorban kezdődött. Például Recsk városa a 14. században vált ismertté rézbányáiról. Ezek a középkori bányák viszonylag kicsik és munkaerő-igényesek voltak, a kitermelt réz főleg a régióban került felhasználásra (Izsó, 2010).

2.2. Oszmán megszállás és utóhatásai

Az Oszmán Birodalom magyarországi megszállása (1541–1699) súlyosan érintette a bányászatot a folyamatos háborúskodás és a gazdasági erőforrások átcsoportosítása miatt. Sok bánya elhagyottá vagy munkaerőhiányosá vált ebben az időszakban. Az oszmánok visszavonulása után a Habsburg-monarchia igyekezett újraéleszteni a bányászatot, beleértve a rézbányászatot is, mint a gazdaság újjáépítésére irányuló szélesebb körű gazdasági reformok részét. Ez az időszak új bányászati technológiák bevezetését és a termelés fokozatos növekedését eredményezte, bár a mérete korlátozott maradt Európa vezető rézbányászati régióihoz képest (Izsó, 2010).

2.3. Ipari forradalom és a 19. század

Az ipari forradalom jelentős változásokat hozott a magyarországi rézbányászatban, az új technológiák, mint például a gőzüzemű szivattyúk és a hatékonyabb olvasztási technikák alkalmazásával. A technológia fejlődése nem hozta el a magyarországi rézbányászat robbanásszerű növekedését, mint Európa más részein, elsősorban a jelentős rézkészletek hiánya és a külföldi, bőségebb forrásokkal való verseny miatt. Azonban a bányászat fontos részét képezte az ország ipari alapjának, hozzájárulva a kapcsolódó ágazatok, mint a metallurgia és a vegyipar fejlődéséhez (Izsó, 2010).

2.4. 20. század

A 20. században további modernizálódás következett be a magyarországi rézbányászatban, bár kisebb mértékben a globális vezetőkhöz képest. A fókusz eltolódott a fenntarthatóbb és hatékonyabb bányászati gyakorlatok felé, különös hangsúlyt fektetve a környezetvédelemre és az erőforrás-megtakarításra. A kommunizmus bukása és az átmenet a piacgazdaságra a 20. század végén új kihívásokat és lehetőségeket hozott a bányászati szektor számára, beleértve a külföldi befektetéseket és a nemzetközi szabványok alkalmazását a környezetvédelmi és munkaügyi gyakorlatokban (Izsó, 2010; Földessy, 2013).

Irodalom

- FÖLDESSY J. (2013): In: PÁL-MOLNÁR E.—BIRÓ L. (szerk.): *Szilárd ásványi nyersanyagok Magyarországon*. Szeged: GeoLitera, pp. 65–88.
- IZSÓ I. (2010): *A magyar bányászat évezredek története*. Budapest: Magyar Olajipari Múzeum, Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület.
- LEIBBRANDT, A. (2001): *Civilization and Copper: The Codelco Collection*. New York: International Copper Association.
- LYNCH, M. (2004): *Mining in World History*. Chicago: The University of Chicago Press.
- SMITH, W. (1965): *Sixty Centuries of Copper*. London: Hutchinson of London.



A Tethys oligo-miocén nagyforaminifera-zonációjának numerikus kalibrálása Sr-izotóp koradatok alapján

Less György

Miskolci Egyetem, Nyersanyagkutató Földtudományi Intézet, 3515 Miskolc-Egyetemváros
gyorgy.less@uni-miskolc.hu

A Sr-izotóp sztratigráfia (SIS) jelenleg a sekélytengeri üledékek numerikus korolásának egyik leghatékonyabb eszköze. Alapja az, hogy a nyílttengerekben a $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotóparány bármely adott földtani időpontban azonos, valamint, hogy bizonyos hosszú időszakokban ez az arány gyorsan és egy irányban változott. Ilyen időszak pl. az eocén legvégétől (kb. 34,5 M évvel ezelőttől) hozzávetőleg a miocén közepéig (kb. 15 M évvel ezelőttig) tartó időszak, amikor $<0,5$ M év pontosságú korhatározás érhető el a módszerrel. Tudatában kell lenni annak is, hogy jelentős édesvízi hozzákeveredés torzíthatja a normál tengeri Sr-izotóparányt, ami elsősorban gyorsan kiemelkedő magas hegységekből bezúduló bővízű folyók esetében lehet probléma. Ezen kívül diagenetikus hatások szintén módosíthatják az eredeti Sr-izotóparányt.

A CAHUZAC—POIGNANT (1997) által bevezetett európai oligo-miocén nagyforaminifera-zonáció a rupeli-serravallei időszakot fogja át és ma már sikeresen alkalmazzák Spanyolországtól akár India Ny-i részéig is. A hat (SBZ 21–26) zónát tartalmazó, Nummulitidaeakra, *Lepidocyclina*- és *Miogypsina*-félékre alapozott zonáció szinte kizárólag izolált lelőhelyek adatain nyugszik, korrelálása a földtani időskálával nagyrészt plankton adatok felhasználásával történt. Mivel az általunk vizsgált (durván az ezelőtt 34 és 17,5 M év közötti, a priabonai végétől a burdigaliali közepéig terjedő) időszak SIS-vizsgálatokra is kiválóan alkalmas, ezek keretében számos, makroszkóposan elváltozásmentes, kis Mg-tartalmú *Pecten*- és *Ostrea*-kalcitvázat gyűjtöttünk be DNy-Franciaország, É- és D-Olaszország, Magyarország, Szlovákia, Erdély, Ausztria, Törökország és Ny-India területéről. Az esetleg diagenetizált vázak kiszűrését laboratóriumi módszerekkel, majd a mikroprocesszor-vezérelt mintavételt már Gianluca Frijia végezte Potsdamban, végül a minták Ca-, Mg-, Sr-, Fe-, és Mn-tartalmát ICP-MS-elemzéssel, valamint $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ izotóparányát a Bochumi Ruhr-Universitát Izotópföldtani Laboratóriumában határozták meg Dieter Buhl vezetésével. A Sr-izotóparányok numerikus kalibrálását McARTHUR *et al.* (2012) referenciagörbéje alapján Mariano Parente (Nápolyi Egyetem) végezte el. A munka során 58 lelőhelyről 160 Sr- és 128 ICP-MS-elemzés készült. A lelőhelyek földrajzi adatait és SIS-korait (az ezek megállapításához felhasznált elemzések számával) az **1. táblázatban** összesítettük.

Az oligocént közvetlenül megelőző, gazdag nagyforaminifera-faunát tartalmazó legfelső-priabonai SBZ 20-as zónából három lelőhelyet vizsgáltunk. Ezek közül a biarritzi lelőhely egy hosszabb szelvény legidősebb tagja. Fölötte a kora-rupelire jellemző kis diverzitású *Nummulites*-faunát (*N. fichteli*, *N. vascus*, *N. bouillei*) és a legfelső mintában *Operculina complanata*-t tartalmazó SBZ 21-es zónába tartozó, egymás fölötti minták (Villa Belza, Rocher de la Vierge és Phare St. Martin) egyre fiatalabb SIS-korokat adtak. Ebből a zónából még a közeli gaas-i, valamint az északnyugat-olaszországi cassinellei lelőhely SIS-korai állnak rendelkezésünkre.

Utóbbit a többi értéktől való nagy eltérés miatt nem vehetjük figyelembe. Mindezek alapján az SBZ 20/21 zónahatár SIS-kora összhangban áll a SPEIJER *et al.* (2020) által az eocén/oligocén (priabonai/rupeli) határra megadott 33,9 M évvel.

A *Lepidocyclinák* megjelenése jelzi az SBZ 22-es zóna kezdetét, melynek primitívebb formákkal jellemzett alsó része (SBZ 22A) még a késő-rupelibe esik. Az SBZ 21/22A zónahatár SIS-korára az **1. táblázat** meglehetősen gyér adatai alapján hozzávetőleg 30,5 M év adódik, ami elég jól egyezik a CAHUZAC—POIGNANT (1997) által megadott korrall.

Az SBZ 22-es zóna felső részét (SBZ 22B) az idősebb SBZ 22A alzónától a *Nummulites kecskemetii*, a *Cycloclypeus*-ok és a *Heterostegina assilinoidea*, valamint a fejlettebb *Eulepidinák* és hálózatos *Nummulites*-ek (a *N. fabianii-fichteli* evolúciós sorban a *N. bormidiensis*) megjelenése különbözteti meg. A két alzóna határa az **1. táblázat** adatai alapján 29,0 M évvel ezelőttre tehető, ami valamivel (kb. 0,5 M évvel) idősebb a CAHUZAC—POIGNANT (1997) által megadott, általuk a rupeli/katti határnak megfelelő kornál. Megjegyzendő, hogy újabban (SPEIJER *et al.*, 2020) a fenti két emelet határát már fiatalabbnak (27,3 M évvel ezelőttinek) gondolják, ami alapján az SBZ 22A/22B határ még a rupelin belülre esik.

Az SBZ 23 zóna (együttal a Központi Paratethys egri emelete) bázisát a *Miogypsinoides*-ek és a *Spiroclypeus margaritatus* megjelenése jelöli ki. Ebben a zónában viszont nem található már hálózatos *Nummulites*-ek. Az idetartozó lelőhelyek (**1. táblázat**) mindegyike 25–23 M év közötti kort adott, ami már a késő-legkésőbbi-kattinak felel meg. Ezek az adatok a vártnál 2–3 millió évvel fiatalabbak, és szűkségessé teszik az SBZ 22/23 (valamint a kiscelli/egri) határ áthelyezését 25,0–25,5 M évvel ezelőttre. Ez együttal azt is jelenti, hogy a még a késő-rupeliben elkezdődött SBZ 22B alzóna magában foglalja a teljes kora-kattit is.

Az unispirális *Miogypsinák* (*M. gunteri* és a fejlettebb *M. tani*) megjelenése már az SBZ 24-es zónát jelzi. Itt már nem fordulnak elő *Nummulites*-ek, *Heterosteginák* és *Spiroclypeus*-ok. Megfigyelhető, hogy a zónán belül a kevésbé fejlett *M. gunteri*-t tartalmazó lelőhelyek (Bretka, Monte Aman) a SIS-adatok alapján valamivel idősebbek, mint a valamivel fejlettebb *M. tani*-tartalmú lelőhelyek (Szajla, L'Arrey, Goyla). Feltűnő még, hogy a közép-anatóliai lelőhelyek SIS-korai (Sivas és Malatya környékéről) konzekvensen 1,5–2,5 M évvel idősebbek a vártnál, így ezeket irreálisnak tartjuk. Az anomáliát okozhatja egyrészt, hogy ezek a medencék csak korlátozott összeköttetéssel bírhattak a nyílttenger felé, és így a környező, ofiolitokban gazdag lefordási területről származó ^{86}Sr feldúsulhatott. Másrészt ismeretlen diagenetikus okok is állhatnak a háttérben. CAHUZAC—POIGNANT (1997) az SBZ 24-es zónát teljes egészében akvitan korúnak tekintik. Az **1. táblázat** adatai alapján az SBZ 23/24-es zónahatár le-

1. táblázat.
Lelőhelyadatok
SIS-korokkal
(releváns,
kérdéses, irreális).

SBZ	Lelőhely	Ország autójele	Koordináták (hddd°mm.mmm')		Elemzések száma	SIS-kor (M év)		
			Szélesség (N)	Hosszúság		Min.	Közép	Max.
20	Cluj, Pleșca	RO	46°44.265'	E 23°33.180'	1	32.85	33.57	34.40
	Cluj, Baci	RO	46°46.891'	E 23°31.205'	2	33.30	33.90	34.45
	Biarritz, Cachaou	F	43°28.885'	W 1°34.157'	2	33.25	33.80	34.40
21	Biarritz, Belza	F	43°28.883'	W 1°34.127'	2	33.20	33.65	34.25
	Biarritz, Vierge	F	43°29.033'	W 1°34.130'	2	32.25	32.95	33.55
	Biarritz, Phare	F	43°29.623'	W 1°33.290'	2	30.50	31.75	32.70
	Gaas	F	43°36.467'	W 1°03.293'	4	30.80	31.40	31.85
	Cassinelle	I	44°35.807'	E 8°33.820'	1	26.12	27.32	28.45
22A	Tuc de Saumon	F	43°46.202'	W 0°52.775'	4	29.25	30.20	31.20
	Illats	F	44°36.185'	W 0°20.885'	5	28.90	29.50	30.20
	Kelereş 7	TK	38°48.077'	E 41°55.457'	1	31.20	32.15	32.90
22B	Dazkırı	TK	37°55.365'	E 29°51.444'	4	27.27	28.30	29.45
	Yuvaköy	TK	37°21.383'	E 30°24.239'	1	27.16	28.30	29.57
	Kızılcağağaç	TK	37°20.575'	E 30°26.508'	2	27.50	28.33	29.25
	Kharai 2	IND	23°28.791'	E 68°40.697'	1	27.55	28.62	29.85
	Waior	IND	23°25.627'	E 68°41.961'	3	25.95	27.25	28.45
	Recsk	H	47°55.729'	E 20°05.413'	1	28.65	29.75	30.90
	Kelereş 16–20	TK	38°51.539'	E 41°56.064'	3	28.62	29.42	30.35
	Kharai 1	IND	23°28.846'	E 68°40.795'	4	21.75	22.72	23.85
23	Escornebéou	F	43°42.133'	W 1°11.500'	3	23.25	23.90	24.45
	Estoti	F	43°44.812'	W 1°05.230'	2	22.50	23.15	23.75
	Abesse	F	43°45.000'	W 1°05.600'	3	23.35	23.80	24.25
	Porto Badisco	I	40°04.893'	E 18°29.002'	4	23.10	23.60	24.00
	Plesching	A	48°19.326'	E 14°20.500'	2	23.25	23.80	24.30
	Novaj	H	47°53.225'	E 20°27.815'	2	23.77	24.32	24.87
	Csókás	H	48°07.500'	E 20°34.653'	2	23.82	24.35	24.92
	Budikovany	SK	48°30.832'	E 20°05.691'	3	22.69	23.22	23.71
	Kelereş 30–35	TK	38°52.687'	E 41°57.576'	4	23.96	24.55	25.34
	Bermoti	IND	23°27.851'	E 68°36.121'	2	22.20	23.15	24.10
	Kelereş 29	TK	38°52.655'	E 41°57.568'	2	24.50	25.20	26.17
24	Monte Aman	I	45°03.967'	E 7°46.730'	2	21.55	22.10	22.62
	Moulin de Augey	F	44°40.390'	W 0°32.693'	3	20.70	21.20	21.60
	Plantat	F	44°38.248'	W 0°31.388'	3	20.75	21.25	21.65
	L'Ariey	F	44°39.645'	W 0°34.180'	2	20.37	21.00	21.55
	Bretka	SK	48°29.334'	E 20°20.628'	5	21.57	21.90	22.22
	Szajla	H	47°57.018'	E 20°09.193'	2	20.28	20.92	21.47
	Kirankaya	TK	37°21.782'	E 30°24.143'	2	21.25	21.75	22.25
	Goyla	IND	23°25.144'	E 68°50.294'	3	20.73	21.17	21.55
	Koşutdere	TK	39°55.431'	E 37°23.568'	2	21.80	22.55	23.60
	Haripar	IND	23°23.056'	E 68°48.021'	4	19.55	19.80	20.15
	İşhani 1	TK	39°42.920'	E 37°04.481'	2	22.50	23.22	23.92
	İşhani 2	TK	39°42.920'	E 37°04.481'	1	23.17	23.90	24.60
	İşhani 3	TK	39°42.920'	E 37°04.481'	3	22.00	22.90	23.90
	Yazihan 1	TK	38°42.375'	E 38°07.372'	2	22.50	23.10	23.70
Celalli	TK	39°42.049'	E 37°25.145'	2	22.05	22.60	23.22	
Tuzlagözü	TK	39°43.065'	E 37°41.121'	1	22.20	22.95	23.65	
25	Mimbaste	F	43°38.217'	W 0°55.997'	2	19.70	20.25	20.87
	Léognan	F	44°43.133'	W 0°36.683'	3	18.95	19.27	19.65
	Rosignano	I	45°04.803'	E 8°24.012'	2	19.45	20.00	20.60
	Hacıbekar	TK	37°22.851'	E 30°14.804'	2	19.15	19.60	20.15
	Adilcevaz	TK	38°48.466'	E 42°42.831'	2	17.67	18.25	18.82
	Ramwada 1	IND	23°26.401'	E 68°35.778'	2	18.90	19.27	19.75
	Ramwada 2	IND	23°26.401'	E 68°35.778'	1	17.20	17.65	18.12
	Chhasra	IND	23°21.625'	E 68°46.820'	2	17.90	18.35	18.90
	Bedirören	TK	39°48.714'	E 37°52.881'	4	21.50	21.90	22.30
	Yazihan 2	TK	38°42.395'	E 38°07.785'	6	20.40	21.15	21.75
	Ahlat	TK	38°51.098'	E 42°30.628'	1	21.00	21.76	22.30

het a SPEIJER *et al.* (2020) által 23,03 M évvel ezelőttre jelzett katti/akvitán határnál valamivel fiatalabb, mivel a SIS-korok inkább a 22,5 M évvel ezelőtti értékre utalnak.

Az SBZ 25-ös zóna kezdetét a multispirális *Miogypsinák* (*M. globulina* és a fejlettebb *M. intermedia*) megjelenése jelzi. Az ide besorolt lelőhelyek SIS-korai CAHUZAC—POIGNANT (1997) álláspontjával megegyezően burdigaliai korokat jeleznek. Ez alapján az SBZ 24/25 zónahatár nagyon közel állhat a SPEIJER *et al.* (2020) által 20,44 M évvel ezelőttre jelzett akvitán/burdigaliai határhoz.

Az ide besorolt lelőhelyek SIS-korai CAHUZAC—POIGNANT (1997) álláspontjával megegyezően burdigaliai korokat jeleznek. Ez alapján az SBZ 24/25 zónahatár nagyon közel állhat a SPEIJER *et al.* (2020) által 20,44 M évvel ezelőttre jelzett akvitán/burdigaliai határhoz.

Az SBZ 26-os zónában új típusú *Heterosteginák* jelennek meg, a *Miogypsinák* viszont innen már hiányoznak. Ezt a zónát általában langhei-serravallei korúnak tartják. Mivel ebből a zónából nincsenek SIS-adataink, az SBZ 25/26 zónahatárt egyelőre nem tudjuk kalibrálni.

Irodalom

- CAHUZAC, B.—A. POIGNANT (1997): *Bulletin de la Société géologique de France* 168, 155–169.
- MCARTHUR, J.M.—R.J. HOWARTH—G.A. SHIELDS (2012): In: F.M. GRADSTEIN—J.G. OGG—M.D. SCHMITZ—G.M. OGG (Eds.): *The Geologic Time Scale*. Boston: Elsevier, pp. 127–144.
- SPEIJER, R.P.—H. PÁLIKE—C.J. HOLLIS—J.J. HOOKER—J.G. OGG (2020): In: F.M. GRADSTEIN—J.G. OGG—M.D. SCHMITZ—G.M. OGG (Eds.): *Geologic Time Scale 2020*. Amsterdam: Elsevier, pp. 1087–1140.



A Miskolci Egyetem őslénytani gyűjteményének digitális feldolgozása

Mezei Tünde*, Watah Veronika

Herman Ottó Múzeum, 3529 Miskolc, Görgey Artúr u. 28.

*tundemez@gmail.com

1. A Miskolci Egyetem története

Selmecbánya a Magyar Királyság egyik legjelentősebb bányavárosa volt. A Tatárjárás pusztító csapása után, a 13. században IV. Béla király külföldi telepésekkel töltötte fel az elnéptelenedett területeket. Selmecbányán (akkori írásmóddal Selmeczbánya) német ajkú bányászok telepedtek le, akik a közeli bányákban vállaltak állást.

A bányászat fellendülését követően a város virágkorát élte, így a 18. században felmerült a bányászati-kohászati tanintézet létesítése. III. Károly király 1735-ben alapította meg az iskolát, amely lehetővé tette a bányász és kohász szakemberek képzését. A tanítás német nyelven folyt.

1762-ben Mária Terézia akadémiai szintű intézménnyé nyilvánította az iskolát. Ekkor bevezették a hároméves képzési rendszert (SZAKÁLL-KUPI, 2021). Az Akadémián olyan képzést szerettek volna létrehozni, ahol a diákok testközelből, kézbe fogható leleteken, kőzeteken keresztül ismerhetik meg a különböző anyagokat. A tanulmányozáshoz azonban érceket, ásványokat és fossziliákat tartalmazó gyűjteményre volt szükség.

A 19. században újrászervezték az Akadémia földtani oktatását, ennek köszönhetően 1840-ben létrehozták az Ásványtan-Földtan-Őslénytani Tanszéket, mely az első ilyen jellegű intézmény volt a Habsburg Birodalom területén.

A jellemzően mélyművelésű bányákban elengedhetetlen volt a faanyagok használata, így célszerűvé vált, hogy az erdészeti képzést is az intézményben oktassák. Az összevonás után, 1846-tól a Bányászati és Erdészeti Akadémia, majd az osztrák-magyar kiegyezés után 1867-től a Magyar Királyi Bányászati és Erdészeti Akadémia nevet viselte az oktatási intézmény. Ekkor változott az oktatás nyelve németről magyarra.

1904-től egy újabb átszervezés után már Bányászati és Erdészeti Főiskolaként működött tovább az intézmény.

Az első világháború után, az Osztrák-Magyar Monarchia felbomlásával, sor került az országrészek elcsatolására is. 1918 végén megkezdték a főiskola áttelepítését Selmecbányáról Sopronba. A gyűjteményi, laboratóriumi, könyvtári anyagokat vasúti kocsikra pakolták. A gyors költözés miatt sok dokumentum hátramaradt, ezek ma a Szlovák Bányászati Levéltárban található meg (SZAKÁLL-KUPI, 2021).

1922-től az oktatási intézmény Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola néven szerepel a dokumentumokban. Ekkor Bányamérnöki, Fémkohómérnöki, Vaskohómérnöki és Erdőmérnöki Osztályokon tanulhattak a hallgatók.

1949-ben törvényben döntöttek a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem létrehozásáról. Mivel az egyetem mostani épületének helyét ezekben az időkben jelölték ki, az oktatás a Földes Ferenc Gimnáziumban kezdődött el. Sopronból a Bánya- és Kohómérnöki Kar települt át, valamint megalapították a Gépészmérnöki Kart. A következő 10 évben az oktatás Miskolcon és Sopronban egyaránt folyt. Az előbbi helyen kezdték a főiskolai éveket a hallgatók, majd

2 év után Sopronban fejezték be a felsőfokú tanulmányaikat. 1959-ben végleg „kettévált” a két intézmény. Sopronban az erdészeti tanszékek maradtak és létrejött az Erdészeti és Faipari Egyetem.

A Miskolcra került őslénytani gyűjtemény a Földtan-Teleptani Tanszéken a vitrines szekrények aljában került elhelyezésre. A költözés közben sok alátétcédula összekeveredett. Sőt, nem kevés azon példányok száma sem, melyeknek egyáltalán nincs alátétcédulája. 2023-ban megkezdődött az anyagból egy új kiállítás összeállítása, mely 2024-ben nyitja meg kapuit.

1.1. A gyűjtemény

1774-ben vásárlás útján került az intézményhez Johann Thaddäus Peithner akadémiai tanár privát ásványgyűjteménye, melyben kővületek és ősmaradványok is szerepeltek.

Zipser Keresztély András hagyatékának őslénytani anyaga 1865-ben került az iskolába (SZAKÁLL-KUPI, 2021). Az alátétcédulák alapján erre nem találtunk bizonyítékot, nagy valószínűséggel a „selmeci anyagként” emlegetett leletek között vannak, úgynevezett „selmeci leltári számmal” ellátva. Előfordulnak német nyelvű, kézzel írott alátétcédulák, melyek minden bizonnyal a kiegyezés előtti időszakban kerülhettek a gyűjteménybe. Közöttük lehetnek akár Zipsertől eredő példányok is, a történet nyomozása további vizsgálatokat igényel.

Az 1870-es és 80-as években Pettkó János tanszékvezetése alatt az őslénytani gyűjtemény 3163 darabot számlált. Ebben az időszakban az ásványtani, közettani és paleontológiai anyag a bányabírórsági épületben kapott helyet (SZAKÁLL-KUPI, 2021).

Az alátétcédulákból kinyert információk alapján Friedrich Krantz, August Krantz és Theodor Fuchs nevét ismerjük, akiknek példányai megtalálhatók a kollekciónban. A Krantz család generációkon átívelő „ásványboltja” ma is működik. Az őslénytani anyagnál kétféle cédulával talákoztunk. Az „A. Krantz in Bonn” feliratúak a források alapján az 1850–1888-as év között gyarapították a kollekción, míg az F. Krantz felirattal ellátottak a 19. század végén, vagyis 1890 után kerülhettek az iskola tulajdonába (SZAKÁLL-KUPI, 2021).

1.2. Tanárok

Az iskola történetében nemcsak a bányászati, kohászati, ásványtani, hanem az őslénytani oktatásban is jeles szakemberek vettek részt. 1843-ban Pettkó János lett az Ásványtan-Geológia-Paleontológia Tanszék vezetője, őt 1899-ben Böckh Hugó követte. Utóbbi munkássága során az őslénytani gyűjteményt is fejlesztette. 1914-ben Vitális István lett a tanszék vezetője. Ő nemcsak Selmecbányán, hanem Sopronban is tanított a főiskola átköltözése után (SZAKÁLL-KUPI, 2021). 1923-ban a tanszék kettévált: ásványtan-földtan, valamint földtan-teleptani tanszékekre. Az utóbbi Vitális István vezetésével működött tovább 1941-ig. Ekkor Vendel Miklós

vette át a vezetést, az őslénytani oktatást először Bogsch László meghívott előadó, majd Kovács Lajos professzor tartotta. Az intézmény Miskolcra költözése után, 1959-től is folytatódott a paleontológia oktatása (ZSÁMBOKI, 1991).

2. Az őslénytani gyűjtemény digitális feldolgozása

Szakáll Sándor felkereste a Herman Ottó Múzeum munkatársait a Miskolci Egyetem őslénytani anyagának digitális feldolgozásával kapcsolatban. Az első megbeszélés 2023. június 2-án zajlott, ezen az egyetem részéről Szakáll Sándor, a Herman Ottó Múzeum részéről pedig Fehér Béla osztály-

vezető, Mezei Tünde muzeológus asszisztens és Watah Veronika muzeológus vettek részt. A leletanyag szemrevételezése és a digitalizálás részleteinek megbeszélése után július 4-én láttunk hozzá a leletanyag feldolgozásához.

Összesen 10 alkalommal tettünk látogatást az egyetemen, ez idő alatt 2113 tétel részleges feldolgozása történt meg, azaz sorszámmal láttuk el őket, azonosító fotót készítettünk (1. ábra) a leletekről és a hozzájuk tartozó (?) címkékről, és visszarendeztük őket a fiókokba (2. ábra). Később, már a múzeumban végeztük el a képanyag feldolgozását, melynek során az adatokat Excel táblázatba vittük fel. Így eddig összesen 1014 tétel dolgoztunk fel a lefotózott anyagból.



1. ábra. A leletek azonosításához készített munkafotó.



2. ábra. A fotózás után fiókba rendezett leletek.

2.1. Leletanyag

A gyűjteményt nagyon szép és rendkívül változatos fossziliák alkotják. Az eredeti leletek mellett másolatokkal is találkozunk. Növényi és állati lenyomatok és maradványok egyaránt gazdagítják a kollekción.

Bár még csak a leletanyag töredékét dolgoztuk fel (a teljes gyűjtemény valószínűleg több mint 8000 tételt számlál), már látjuk, hogy a főbb rendszertani egységek mind képviseltetve vannak a növényektől a mohaállatokon át egészen az emlősökig. A következőkben a teljesség igénye nélkül bemutatunk néhányat.

A növényfossziliából eddig 30 tételt fotóztunk. A lenyomatok között találunk a korpafüvek törzsébe tartozó pikkelyfát (3. ábra), a harasztok törzsébe tartozó zsurlófát, de magvaspáfrány lenyomatát is.

Az izeltlábúak közül figyelemreméltó egy jó megtartású miocén korú rovarfosszília, mely az erdőbényei kovaföldbányából került elő.

Legnagyobb mennyiségben (596 tétel) a puhatestűek vannak jelen. Különböző csigák, kagylók, de külső- és belsővázas lábasfejűek maradványaiból sincs hiány. Fellelhető a gyűjteményben a három magyar vonatkozású ammonitesz fossziliája, a *Hungarites sp.*, a *Balatonites sp.*, és az *Arpadites sp.* vázak, de belemnitesz rostrumból és nautilusz vázból is találunk példányokat.

A halak csoportjába eddig 100 tétel tartozik, melyből 46 az olaszországi Monte Bolcából származó hallenyomat, ezek szinte mind Theodor Fuchstól származnak. A cápafogak között nem csak vérszomjas ragadozóra utaló leletek találhatóak, hanem a durofág életmódot folytató *Acrodus gaillardoti* és *Ptychodus sp.* fossziliája is fellelhető.

A perm időszakból kitűnő megtartású kételtű lenyomatok gazdagítják a gyűjteményt (4. ábra).

A tengeri őshüllők közül a kavicsfogú álteknős nothosaurusz és plesiosaurusz maradványaival találkozunk. Dinoszauruszból eddig egy hazai lelet volt, a *Komlosaurus carbonis* lábnyom lenyomata.

2.2. Lelethelyek

A kollekción darabjai nem csak a történelmi Magyarországról származnak. Más európai lelethelyek közül, a teljesség igénye nélkül szerepel a listán Belgium, Franciaország, Németország, Olaszország, Anglia, Svédország. Az amerikai kontinens leletei 8 tétellel képviseltetik magukat, melyek főleg pörgekarúak. Az USA több államából kerültek ide, de a lelethelyek között szerepel Kanada és a dél-amerikai Patagónia is. Oroszországból, Pakisztánból és Új-Zélandról ugyancsak szép leleteket őriz a gyűjtemény.

2.3. Periódusok

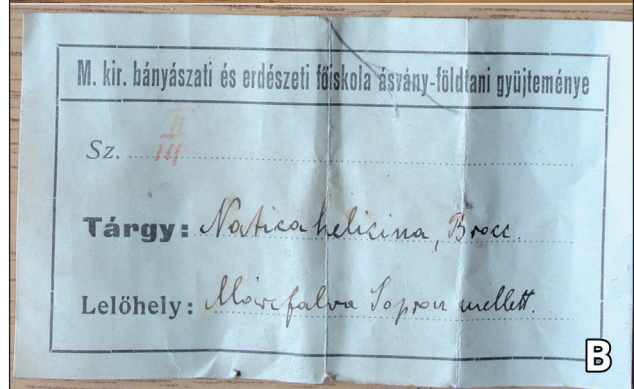
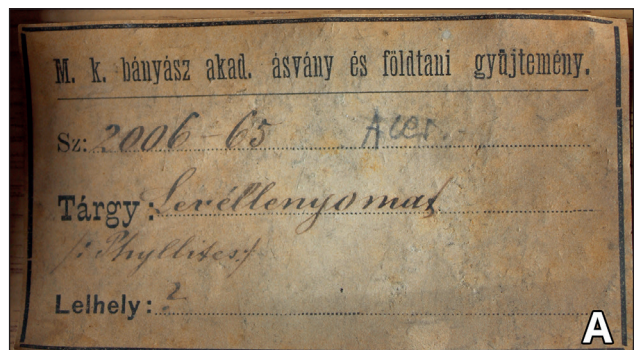
Párhuzamot vonva az ásványgyűjteményben fellelhető alátétcedulákkal, az általunk feldolgozott anyag egy része az 1867–1904-es periódusból származik (Magyar Királyi Bányászati és Erdészeti Akadémia) (5a. ábra), ez 126 tétel. Erre az időszakra tehető a Krantz-féle vásárlásból származó fossziliák bekerülése (6a. és 6b. ábra), az alátétcedulák azonban különbözőek, a gyűjteményben belül nincsenek egységesítve. A Fuchs-féle kollekción szintén ebben a ciklusban érkezett az iskolába (6b. ábra). Legnagyobb tételszámban a cédula nélküli vagy úgymond „hanyag cédulával” ellátott leletek vannak, amelyekről nem lehet megállapítani, hogy mikor kerültek az intézmény tulajdonába. Az 1904–1922-es periódusból is vannak alátétcedulák, Magyar Királyi Bányászati és Erdészeti Főiskola fejléccel ellátva (5b. ábra).



3. ábra. *Sigillaria mamillaris*, pikkelyfa lenyomata.



4. ábra. *Protriton petrolei*, kételtű csontvázlenyomata Franciaországból.



5. ábra. Alátétcedulák az iskola különböző periódusából.
a) Magyar Királyi Bányászati és Erdészeti Akadémia (1867-1904);
b) Magyar Királyi Bányászati és Erdészeti Főiskola (1904-1922).

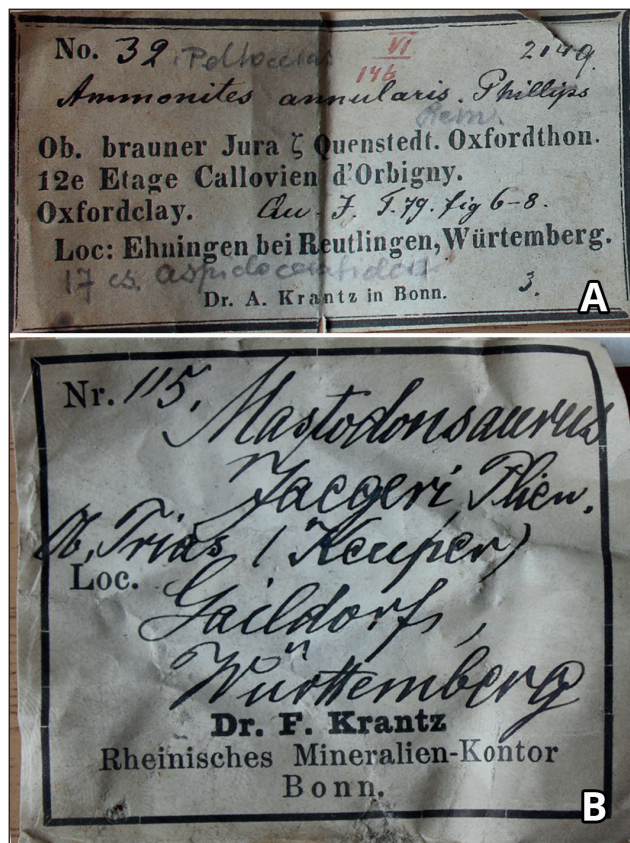
3. Összegzés

Az anyag feldolgozása során több nehézségbe ütköztünk. Sok esetben nincsenek alátétcedulák a leletek mellett vagy ezek hiányosan vannak kitöltve. A régi írásmódú papírokhoz átírt vagy begépelte cetlik is tartoznak, viszont a nehézkes kiolvasás miatt ezek sokszor hibás adatokat tartalmaznak. Számos kallódó cedulát találtunk, melyekről az adatokat egy külön táblázatba rögzítjük. Reményeink sze-

rint sok leletet utólag össze tudunk majd párosítani a hozzá tartozó cetlivel.

587 tételen, vagyis több mint az átnézett anyag felén egyáltalán nem volt leltári szám. A feldolgozott tételek 10%-án találhatóak meg a régi, selmeci leltári számokat magukba foglaló kis rombuszok. Azonban ebből mindössze 29 tétel az, vagyis 2,5 %, amihez megvannak a hivatalos intézményi alátétcedulák. Sajnos az egyetemen nincsenek meg az őslénytani leleteket tartalmazó leltárkönyvek, emiatt nehéz visszaazonosítani a fossziliákat. Nem csak a selmeci, a soproni időkből sincsenek dokumentumok a leletek leltározására vonatkozóan.

A továbbiakban folytatjuk az eddig lefotózott anyag rendszerezését, és tervezzük a teljes gyűjtemény digitalizálását, és ezáltal az anyag kereshetőségét. Ezután mindenképp szükség lenne a gyűjtemény revíziójára, a fossziliák meghatározásának ellenőrzésére, pontosítására, amelyben specializált szakemberek nyújthatnának segítséget. Jövőbeli terveink között szerepel a Soproni Egyetem és a selmecbányai Bányászati Levéltár felkeresése is, reményeink szerint ezekben az intézményekben őriznek még régi leltárkönyveket, melyek az azonosításban segítségünkre lehetnek.



6. ábra. A Krantz cég eredeti alátétcedulái: a) Dr. A. Krantz in Bonn; b) Dr. F. Krantz, Rheinisches Mineralien-Kontor Bonn.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnénk megköszönni dr. Szakáll Sándornak a megkeresést és felkérést a gyűjtemény feldolgozásával kapcsolatban, valamint, hogy megosztotta velünk a leletanyaghoz kapcsolódó rengeteg háttérinformációt. Továbbá dr. Szolyák Péternek, a Herman Ottó Múzeum igazgatójának, hogy a múzeum lehetővé tette számunkra, hogy a Miskolci Egyetem gyűjteményével foglalkozhassunk és tanulhassunk belőle. Végül, de nem utolsósorban hálásak vagyunk Bencze Solyom Ivánnak a fotók feldolgozásában nyújtott lelkiismeretes segítségéért.

Irodalom

- SZAKÁLL S.–KUPI L. (2021): *A Miskolci Egyetem ásványgyűjteménye, avagy Selmecebányától Miskolcig*. Miskolc: Miskolci Egyetem.
 ZSÁMBOKI L. (2005): In: ZSÁMBOKI L. szerk.: *Selmeci ezüst, körmöci arany*. Rudabánya-Miskolc: Érc-és Ásványbányászati Múzeum, pp 235–237.



“Poets’ romances set in stone in the 19th and 20th centuries”, or the relationship of János Arany and his colleagues with mineralogy in the light of their works

Róbert Oláh

Educational District Centre of Cegléd – Kolping Catholic Primary School and Vocational Secondary School in Nagykőrös
olahr88@gmail.com

1. Introduction

The process of making Hungarian the official state language was completed on 13th November in 1844 with the ratification of *Act II of 1844* by Emperor **Ferdinand V** (1793–1875). Although there had been several milestones in this noble ‘case’ before that, such as, without claiming to be exhaustive, the *Ratio Educationis* issued by **Maria Theresa** (1717–1780) in 1777, the *Act XVI of 1790* on the non-use of foreign languages, the *Act VII of 1792* on the Hungarian language in secondary and higher education, and the *Act III of 1836* on the Hungarian edition of laws. There was little opportunity to get to know the sentiments of our poets in Hungarian before the Reform Era, so in this paper I will focus on the two centuries, mentioned above, since it was during this period that works closely related to the science of mineralogy, were printed.

It is interesting to note that after the abdication of Ferdinand V, i.e. after 2nd December 1848, the new imperial government did not recognise the laws and decrees of the former ruler, including those concerning the Hungarian language. In Hungary, the person of **Franz Joseph I** (1830–1916) was disputed on the grounds of his appointment, so Ferdinand V was regarded as the legitimate King of Hungary until 14th April 1849, when the Habsburg dynasty was dethroned. During these ‘historical storms’, our poets not only focused on the nation, their ideals, their muses and the stirrings of their souls, but also, as we shall see, they came into contact with representatives of the third kingdom of nature, including minerals and rocks. In her work, **DUDICH—HÁLA** (2010), without claiming to be exhaustive, tried to collect poems that specifically belonged to the field of geology, mainly in a taxative way, but they were not explained. I believe that my study – similar to which has not yet been conducted in our country – will appeal to readers from other nations, which is why I have urged that the present work be published in English. In my research, I will discuss the relevant literature that expands our knowledge of mineralogy in the order of the poets’ years of birth.

2. From the dawn of the Reform Era to those representing the ideals of ‘48

The literary figure with the largest vocabulary in the Hungarian literature was **János Arany** (1817–1882), who interestingly did not write a work about the ‘realm of stones’, except for a few scattered mentions in his works. Such is the case of the fifth canto of his epic poem *The Lost Constitution* [Az elveszett alkotmány] (1845), in which the poet wrote of shooting stars “*These spheres were of iron-stone fragments, the gaping ... They scattered so many thousands of corpses in the air. / (And the shepherd on the ground saw their fallen / Brown pieces, and the scientist called them meteors.)*” (KERESZTURY—KERESZTURY, 1973).

Arany started his higher education in 1833 in Debrecen, where, according to the *Ratio Educationis* mentioned above, he was obliged to study mineralogy as part of the natural sciences (OLÁH, 2021a). The subject itself was finally abolished in 1948, so it can be said that most of our great poets must have had at least an elementary knowledge of “*the science of the ‘stones’ and ‘ores’*” [a’ kövek’ ’s értzek’ tudománya], as the title of **Ferenc Benkő’s** (1745–1816) 1786 work states. In “*Calvinist Rome*”, **Ferenc Kerekes** (1784–1850) taught Arany the ‘science of stones’, which the poet recalled in his twilight years, in his 1873 work *Foolish Istók* [Bolond Istók] “*To digest’ the name of a stone or a flower; / And if a mineral passed from hand to hand / It became a crumbling piece on its circuit.*” (KERESZTURY—KERESZTURY, 1973). Arany left Debrecen before beginning his examinations, and in the nearly two centuries since then the authenticity of his results has been a matter of debate. In the end, the poet achieved excellent results in mineralogy, although he failed the semester.

Arany was then in contact with mineralogy by his colleague **János Kovács** (1816–1906), who was a great collector and researcher, and who acquired the Kaba meteorite of 15th April 1857 from the estate of **Pál Szőnyi** (1808–1878) (OLÁH, 2021b). When Arany moved to Nagykőrös

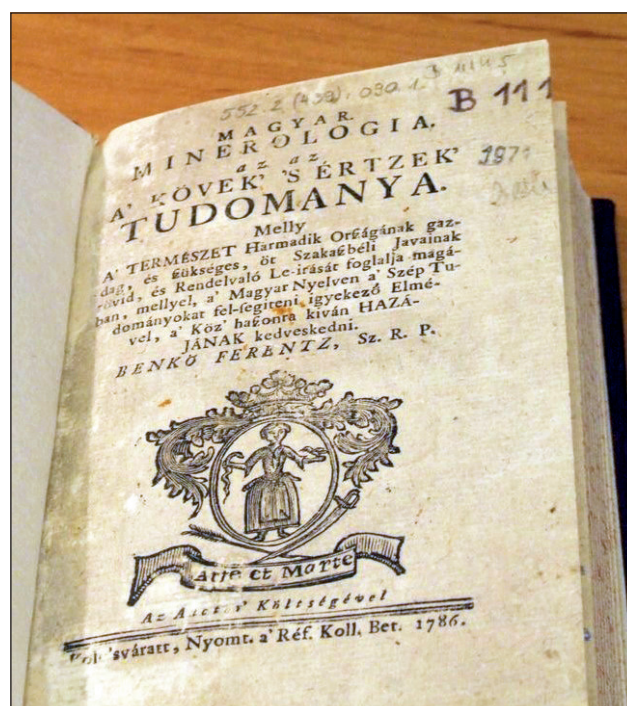


Fig. 1. Front page of the first mineralogical work in Hungarian from the Collection of the Hungarian Natural History Museum (detail). Source: <http://www.nhmus.hu/>



Fig. 2. Sample from Knyahinya meteorite (detail). Collection and photo by Kereszty Zs., 2024.

in 1851, he was among the ranks of a large teaching staff that saw the translation of a pioneering textbook, some of which dealt with mineralogy, and the largest mineralogical collection in the history of the centuries-old institution (OLÁH, 2022). He was also in lively correspondence with his poet friend **Mihály Tompa** (1817–1868), and even invited the poet-teacher from Szalonta, now a poet from Kőrös, to Hanva. The trip finally took place on 20th August 1855. Arany informed his brother-in-law, **Sándor Ercsey** (1827–1898), of all this in letters dated 10th September and 19th (–21st) October of the same year, in which he also reported that he and his family had visited the Aggtelek cave (OLÁH, 2023a).

Arany left Nagykovács in 1860 as an academic (1858–1882), and eventually became the Secretary of the *Hungarian Academy of Sciences* (1865–1869), and then Secretary General (1870–1879), so he was informed firsthand about the latest news and data in mineralogy. He and **József Szabó** (1822–1894), the "greatest Hungarian geologist", had extensive correspondence about collecting trips abroad, donations and even the Knyahinya meteorite that fell on 9th June 1866 (OLÁH, 2023b). In addition to his secretarial work, he also devoted time to the case of the Hungarian language and to his works. He also made corrections at the request of his contemporaries, and in the appendix to his letter of 27th October 1861 to **Imre Madách** (1823–1864), we can read a correction of the work *The Tragedy of Man* [Az ember tragédiája]. On page 121, in line 3289 (KERESZTURY, 1966), Arany noted that in his "Let us see something else. Here are our minerals." according to him it is correct in this way "Let us see something else, our minerals.", even in today's definitive version we read the same "Let us therefore see something else. Behold, our minerals." (BENE, 2014). From all this we can see that the term 'mineral', which is so important to us, was first described by **János Molnár** (1728–1804) in the 1783 issue of the journal *Hungarian Book House* [Magyar Könyv-ház], and that it is a tribute to Arany's

precise work (OLÁH, 2023c). In summary, Arany's career was connected to mineralogy in so many ways that his research and presentation go beyond the works of the poets listed below, and so a detailed discussion of this is inevitable.

In addition to the above, Tompa's name can be found in my research on mineralogy not only through Arany's invitation to Aggtelek, but also with his work entitled *Mineral* [Ásvány], written in 1851, in which the poet commemorated the village of the same name in the Danube region. In 1936, the name of the village itself disappeared, merging with Ráró to become the village of Ásványráró, as it is known today. Tompa linked the history of the Danube gold panning of the past with the covetousness for the precious metal and the human evil that resulted. But gold panning ceased in the course of time due to exhaustion, and Tompa put it this way in the romantic conclusion of his narrative poem "But evil is gone, / Money is gone – and morality has returned!" (ARANY *et al.*, 1913).

Sándor Petőfi (1823–1849), the ardent poet of the Revolution and War of Independence of '48, can also be associated with the world of minerals. On the one hand, the poet had already visited Aggtelek in 1845, 'ahead of Arany', and in his work entitled *Travel guides* [Útirajzok] he wrote "When the partisan angels were cast out of heaven, they began to dig their future dwelling, hell, here; but not succeeding here, they turned elsewhere. Imagine how weary the poor devils were in this unsuccessful work, their sweat still dripping from the sides and roof of this half-finished hell." (PETŐFI, 1962). Afterwards, on 25th May 1847, in Nagybánya, the poet wrote his poem *In the Mine* [Bányában], in which the desire for gold is mixed with the fear of the abyss: "Or am I already in hell? / In there, for Satan's house is there, / Where the gold grows." (HAVAS, 1935). Finally, partly touching on our theme, who would not remember the exclamation of Petőfi's most famous poem, *My Mother's Hen* [Anyám tyúkja], well learned in childhood, the opening of the poem "Aw, what a stone! ...!" (HAVAS, 1935).

3. From Haynau's reign of terror to the millennium

In the period defined by the title of this chapter, between 1850 and 1896, we had several eminent poets associated with the science of mineralogy. Although the beginning of this period was marked by unprecedented repression and dictatorial or martial acts the end, following the Reconciliation (1867), was a period of social, cultural and economic 'prosperity'. All this is, of course, 'palpable' in the poems of these poets, even though they were written in the second half of the 20th century, far from the boundaries of the period. One of the representatives of this complex half-century was the lesser-known **György Versényi** (1852–1918), who not only researched the life of the miners but also immortalised it in his poetry. The central theme of his poem *The Fairy Lizard* [A tündérgyík] – in the coat of arms of the mine of Selmec – is the lizard, whose story the poet tells through the sorrow of a poor boy. This time the well-known saying is in verse form. The romantically brooding little boy, who knew his limits, wanted to get rich, but he had no means to do so, and even his daily bread was precarious. So, out of his poverty and empty pouch, he was able to feed, if not himself, then a small lizard, who suddenly found himself in a hole. The little boy followed, where he was lucky enough to find gold. In the story, the poet mentions the famous mining village "And in the place where it fell thus, / Today is Selmecbánya. / Two lizards in its coat of arms / That is why it bears them today." (VERSÉNYI, 1888). In his work MÁRKUS *et al.* (2011) pointed out Versényi's forgotten works, in which we can find, for example, poems such as *Christ and the Miners* [Krisztus és a bányászok], *The Slatina Salt Cutter* [A szlatinai sóvágó] and *The Fortune of the Hunter* [Vadászszerecsse], in addition to *The Fairy Lizard*. Versényi's next work, *The Diamond Miner* [A gyémántbányász], is also to be found here, in which he brings the world of Asia to the reader's attention, while at the same time painting a realistic picture of the miserable 19th century gem-mining industry "In far-off India / There is a sweet perfume of spices / A golden light, a pile of treasure / A pile of shining diamonds, a slave of squalor. ... They collect the shining diamonds, / And the whip lashes for them. ... Advice: will the murderous lord / Give his freedom for a stone? ... And the diamond that caused all this / Shines smiling on a crown." (MÁRKUS *et al.*, 2011).

Endre Ady (1877–1919), as one of the most important poets of the early years of the 20th century, who 'perpetuated' one of the main aims of the Reform Era, set the need for development and progress as his banner. In the title of his poem *The Tossed Stone* [Föl-földobott kő], written in 1909, he uses the word stone allegorically, in which we read the beautiful prayer of his fateful attachment to his homeland "Stone thrown up, falling on your earth, / My little country, again and again / Your son comes home." (SZÁSZ, 1965), and in the second half of the poem Ady no longer refers to the "the tossed stone" but to the "thrown-up stone". As such a metaphor, stone has never appeared in Hungarian literature as it does in this poem by Ady.

In addition to the poems described above, the lyrical expressiveness of **Gyula Juhász** (1883–1937) culminated in his 1927 work *Stone on Stone* [Kő a kövön]. "Stone on stone: there was a pub here yesterday, / Where our youth sang loudly long ago." (GÖRÖG, 1959). Finally, the poet, in his deep melancholy, envisions the cemetery before his soul's eyes, but admits that "In vain, the eternal earth is always fertile" (GÖRÖG, 1959), whose foundation will always remain the stone.

One of the most important poets of our subject, **Dezso Kosztolányi** (1885–1936), as a master of form, one of the most important figures of prose and lyric poetry, 'spoke' nature in his work *Roaring Nature* [Zsivajgó természet] in 1930, thus giving it the subtitle of his work *Speech of Minerals: Silver* [Ásványok beszéde: Ezüst]. Here Kosztolányi discussed silver romantically, but wrongly. Here the poet has written the metal's faded glow in his unique style, but these are all metaphors for his own passing. In addition, Kosztolányi rightly classified this element of the crop as a mineral and did not treat it more narrowly as an ore. In the same vein, the poet, in his *Speech of Gems* [Drágakövek beszéde], subtitled *Emerald* [Smaragd], gives a kind of instruction in his concluding line to the polisher of the gem: "artist, carve it into a hard, bright flame." (MÁRVÁNYI, 1984).

Lajos Áprily (1887–1967) was born in the 19th century, but his works were published in the 20th century. We should highlight the collection *Report from the Valley* [Jelentés a völgyből], published in 1965, whose poem entitled *Silent Quarry* [Néma kőbánya] is related to our theme. In it, the poet conveys the solitude of a quarry that once yielded precious stones, and in his lines we can feel the closeness of nature, a cavalcade of sounds, light and movement: "Old rock face. But here and there it's a thicket: / In its half-open space the sound and echo / Of the fall of a stone that has been weathered beats." (GYÖRI, 2006).

Sándor Reményik (1890–1941), the last born of the period indicated in the title of the chapter, was a prominent figure of Transylvanian lyric poetry between the two World Wars. His poem *Form* [Forma], published in 1918 in the collection *The Mistletoes* [Fagyöngyök], describes the formation of a crystal from the dark matter of the deep – albeit not with a mineralogist's eye – in a way that is unyielding in its use "... torments, cross-bearings, / False, grey shadows, vile dwarfs / From me they gain new light." (DÁVID, 2019). The poet makes all these statements in a way that the crystal itself has overcome the diagenetic processes "Dark matter: behold, I have been wrought, / I am made of you: but I am your master, / Above the misty valley floor / On the gables - my light shines." (DÁVID, 2019).

4. From peace at the turn of the century to the end of the Second World War

Attila József (1905–1937), our young poet of the 20th century, who died tragically. His life's work includes a relevant work, which should be brought to the attention of mineralogists, namely the poem entitled *Stones* [Kövek], dated early January 1924. In it, the poet asks the question "Why is there a stone if it will not become a building?" (KÁLNOKY, 1954), and József answers it in the concluding lines, where it is already noticeable that he has sunk into a deep melancholy "The pain of stones lying in the road, / Which, trampling in dust and dirt, / Longs for the dome of the church steeple!" (KÁLNOKY, 1954).

Another native of the era was **Miklós Radnóti** (1909–1944), who strived for pure genre, and whose 'life thread', like Attila József, was cut short tragically and prematurely. His poem *I Cannot Know...* [Nem tudhatom...], written on 17th January 1944, was such a success in the Heidenau camp that it was recited a second time at the Sunday cultural programme for labour camp inmates. In his work Radnóti wrote about a simple roadside stone, which has become perhaps the most famous stone in the history of Hungarian literature since then "and on my way to school, on the edge of the pavement, / so as not to answer that day, I

stepped on a stone, / here is this stone, but from above this stone is not visible, / there is no instrument to show all this well." (ERDŐS, 1964).

5. From the second half of the 20th century to the dawn of the millennium

Sándor Weöres (1913–1989) was the first representative of the era defined in the last chapter of my research topic, who published his poem of the same title in his 1935 volume *The Stone and the Man* [A kő és az ember] in the collection *Songs of the Mass Soul* [A tömeglélek énekei]. In it, the poet engages in a kind of dialogue with the imaginary rock, which ends with the following words of mutual agreement between the representatives of the living and the inanimate world "I would go to Heaven like you, / I would burn, said the rock. / I cannot hide." (WEÖRES, 1935).

The last poet of my present essay is **János Pilinszky** (1921–1981), who in 1949, in *On the Margins of a Passion* [Egy szenvedély margójára], describes the relationship and separation of the young child and the stone he found. The short poem is a collection of spiritual catharsis, thanks to the following lines by Pilinszky: "The little child walking the beach / Always finds one among the pebbles, ... / Grasping for the lost! / His whole heart throbs in the palm of his hand, / He turns to the water and throws it far away. ... / Yet a whole sea roars back." (DOMOKOS—HAFNER, 1996).



Fig. 3. The old Arany. Photograph (excerpt) by Ede Ellinger (1846–1915). János Arany Public Interest Museum Collection is Nagykörs, Historical Documentation Collection, inventory number: NAJM TD.74.173.1.

6. Summary

As we can see from above, Hungarian literature is inextricably linked to the field of mineralogy – and, more broadly, to the field of petrology – because, on the one hand, our poets had a thorough knowledge of mineralogy. On the other hand, they drew inspiration from it, and thirdly, our poets used terms that sound profane but are merely multiply connected or abstract in our language, not as a sign of disparagement, but as a generalisation. They did not delve deeper into the jargon of mineralogy and petrology. In view of all this, we should encourage the collection of other relevant poems, in addition to the works of the above poets, which I believe will go a long way not only to enrich our knowledge of the geology of our country, but also to give other nations a valuable insight into our language and values. As VÖRÖS (2013) put it, "From the very beginning, man has been interested in and stimulated to think about the Earth, or the nature, formation and movement of the Earth.", and we must carry this way of thinking forward. To achieve these goals, we must also encourage multidisciplinary research in this direction in the future.

I would like to thank my wife, **Évi Oláhné Gulácsi** for her endless patience with me and in my research as well as **Csilla Csontos** for her selfless help in professional translation.

Bibliography

- ARANY, J.—P. GYULAI—K. SZÁSZ—J. LÉVAY (Eds.) (1913): *Tompa Mihály összes költeményei*. Budapest: Franklin Társulat Magyar Irodalmi Intézet és Könyvnyomda.
- BENE, I. (Ed.) (2014): *Madách Imre művei V. – Drámák 5*. Szeged: Madách Irodalmi Társaság.
- DÁVID, GY. (Ed.) (2019): *Reményik Sándor összes verse I*. Budapest: Kálvin Kiadó, Luther Kiadó; Kolozsvár: Polis Könyvkiadó.
- DOMOKOS, M.—Z. HAFNER (Eds.) (1996): *Pilinszky János összes versei*. Budapest: Osiris Kiadó.
- DUDICH, E.—J. HÁLA (Eds.) (2010): Geológia a költészetben, költészet a geológiában. *Ponticulus Hungaricus* 14(10), www.ponticulus.hu
- ERDŐS, M. (Ed.) (1964): *Radnóti Miklós összes versei*. Budapest: Magyar Helikon.
- GÖRÖG, L. (Ed.) (1959): *Juhász Gyula összes versei*. Budapest: Szépirodalmi Könyvkiadó.
- GYÓRI, J. (Ed.) (2006): *Áprily Lajos összes költeményei*. Budapest: Osiris Kiadó.
- HAVAS, I. (Ed.) (1935): *Petőfi Sándor összes költeményei*. Budapest: Tolnai Nyomdai Műintézet és Kiadóvállalat Rt.
- KÁLNYOKY, L. (Ed.) (1954): *József Attila összes versei*. Budapest: Szépirodalmi Könyvkiadó.
- KERESZTURY, D. (Ed.) (1966): *Arany János összes művei XIII. Hivatali iratok I. (1831–1865)*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- KERESZTURY, D.—M. KERESZTURY (1973): *Arany János összes költeményei II*. Budapest: Szépirodalmi Könyvkiadó.
- MÁRKUS, ZS.—S. HADOBÁS—J. HÁLA (Eds.) (2011): Versényi György: *Bányák, bányászok, hagyományok*. Rudabánya: Érc- és Ásványbányászati Múzeum Alapítvány.
- MÁRVÁNYI, J. (Ed.) (1984): *Kosztolányi Dezső összes versei I*. Budapest: Szépirodalmi Könyvkiadó.
- OLÁH, R. (2021a): *Geoda* 31(1), 37–41.
- OLÁH, R. (2021b): *Geoda* 31(3), 8–11.
- OLÁH, R. (2022): *Geoda* 32(3), 22–24.
- OLÁH, R. (2023a): *Geoda* 33(1), 23–25.
- OLÁH, R. (2023b): In: OLÁH, R. (Ed.): „A sok közt e kis tréfa...” Nagykörs: Magánkiadás, pp. 392–426.
- OLÁH, R. (2023c): *Geoda* 33(3), 20–24.
- PETŐFI, S. (1962): *Útirajzok*. Budapest: Magyar Helikon.
- SZÁSZ, I. (Ed.) (1965): *Ady Endre összes versei I*. Budapest: Szépirodalmi Könyvkiadó.
- VERSÉNYI, GY. (1888): *Költemények*. Budapest: Nádor Kálmán Könyvkiadása.
- VÖRÖS, A. (2013): In: GURKA, D. (Ed.): *Formációk és metamorfózisok – A geológia, a filozófia és az irodalom kölcsönhatásai a 18–19. században*. Budapest: Gondolat Kiadó, pp. 9–15.
- WEÖRES, S. (1935): *A kő és az ember*. Budapest: Nyugat.



Kincses sziget a Pannon-tengerben: a Hegyes-hegység ásványegyüttese

Raucsik Béla*, Varga Andrea, Pál-Molnár Elemér

Szegedi Tudományegyetem, Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék, 6722 Szeged, Egyetem utca 2.

*raucsik@geo.u-szeged.hu

1. Bevezetés

Az Erdélyi-középhegység (vagy Erdélyi-szigethegység) ásványtani szempontból a Kárpát-Pannon-térség egyik legismertebb területe, ami elsősorban dél-délkeleti, Erdélyi-érc-hegységként megkülönböztetett részének köszönhető. Az Erdélyi-középhegységben a neogén magmatizmus (ROȘU *et al.*, 1997, 2001) kiterjedt ércesedést eredményezett. A leg híresebb előfordulások (Aranyosbánya/Baia de Arieș, Brád/Brad, Nagyág/Săcărâmb, Verespatak/Roșia Montană) az ún. „Aranyegyszög” tagjaiként ismertek. A terület ásványtani és ezzel együtt gazdasági jelentőségét kiemeli, hogy Verespatakon található Európa egyik legnagyobb aranyércletele; a Zalatna környéki Au-telluridos ércesedés vezetett a tellúr elem felfedezéséhez, továbbá Nagyág számos ásvány típus-lelőhelyeként a Kárpát-Pannon-térség egyik leggazdagabb előfordulása (WANEK, 2015). Az Erdélyi-érc-hegységből származó szulfidok és telluridok számos hazai közgyűjtemény, így a miskolci Herman Ottó Múzeum értékes példányainak anyagát adják (FEHÉR—SZAKÁLL, 2014). Az Erdélyi-középhegység másik jelentős lelőhelye Rézbánya/Băița térsége a Bihar-hegységben, ahol a késő kréta-paleogén „banatitos” magmatizmushoz kapcsolódóan számottevő szulfidos ércesedés alakult ki (ZAJZON *et al.*, 2015)

Jelen munkánkban az Erdélyi-középhegység egy ásványtani szempontból kevésbé közismert és talán kevésbé megkutatott területére, a Hegyes-hegységbe kalauzoljuk el az olvasót. A Hegyes-hegység az Erdélyi-középhegység dél-nyugati részén, az Alföld közvetlen keleti szomszédságában, a Maros és a Fehér-Körös völgye között húzódik. Fő tömegét az Északi-Erdélyi-középhegység Kisbihari/Biharia-takarórendszerének metamorfittjai alkotják, északi szegélyén (Világos/Șiria városa közelében) a Codrui-takarórendszer triász üledékes kőzetei is megtalálhatók (SÂNDULESCU, 1984; BALINTONI *et al.*, 2009). Ez a preneogén kőzettömeg szigetként különül el a környező területek neogén (főként pannóniai) képződményeitől.

2. Ércesedések, ásványelőfordulások a Hegyes-hegységben

2.1. Hegyes-hegységi ásványlelőhelyek a szakirodalomban

A Hegyes-hegység földtani megismerése a 19. századig nyúlik vissza. A területtel foglalkozó kutatók közül többben említett tettek ásványlelőhelyekről, sőt kifejezetten nyersanyagkutatási célú geológiai munkák is születtek. Az áttekinthetőség érdekében a szakirodalomban fellelhető

szerző	ásvány	lelőhely
Lóczy (1876)	amfibol (1), ankerit (2), azbeszt (3), azurit (4), bornit (5), epidot (6), fakóérc (7), galenit (8), hematit (9), kalcit (10), kalkopirit (11), klorit (12), krizokolla (13), limonit (14), magnetit (15), malachit (16), „melakonit” (17), pirit (18), talk (19), termésréz (20), turmalin (21)	Alsódombró/Dumbrăvița (3, 9, 10); Aranyág/Arăneag (2, 4, 7, 8, 9, 11, 16, 19); Berzova/Bârzava (18); Dúd/Dud (5, 9, 10, 13, 14, 17); Feltót/Tauț (14); Kovászi/Covășint (13); Maroszlátina/Slatina de Mureș (21); Milova (20); Ópálos/Păuliș (1, 6, 9, 10, 11, 12, 15, 18, 21)
Bordea—Bordea (1993)	biotit, epidot, magnetit, mikroklin, turmalin	Aradkövi/Cuvin; Kladova/Cladova; Kovászi/Covășint
Ciobanu <i>et al.</i> (2006)	albit, allanit, apatit, biotit, bizmutin, bornit, cirkon, cosalit, epidot, galenit, glaukodot, ikonolit, ilmenit, ingodit, jonassonit, kalkopirit, káliföldpát, klorit, kobaltin, kubanit, kvarc, laitakarit, magnetit, markazit, monacit, muszkovit, pentlandit, pirit, pirrotin, rutil, szfalerit, sziderit, tennantit, termésarany, termésbizmut, titanit	Alsószakács/Secaș—Valea Prundului; Aranyág/Arăneag—Hegyes-völgy/Valea Highiș; Ilea-patak, Soimuș Ilii telér; Marosmonyoró/Monorăștia; Milovai-völgy—Burdiz-hegy
IAEA (2009):	autunit (1), kalkopirit (2), torbernit (3), uraninit (4)	Konop/Conop (1, 3, 4); Milova (1, 3, 4); Pajzs/Păiușeni (1, 2, 3, 4)
Bonin—Tatu (2016)	apatit, albit, biotit, epidot, fluorit, kassziterit, kvarc, magnetit, mikroklin, topáz, turmalin	?
Varga <i>et al.</i> (2023)	albit, amfibol, apatit, biotit, cirkon, cordierit, epidot, hematit, kalcit, káliföldpát, klorit, kvarc, magnetit, muszkovit, titanit, turmalin (drávit és schörl)	Kovási/Covășint

1. táblázat. A Hegyes-hegységben dokumentált fő ásványelőfordulások és ércesedések listája betűrendben. Amennyiben a szerző egyértelműen megadta az ásványok lelőhelyét, az ásványokhoz rendelt számok rendre azok előfordulását jelzik a lelőhelyneveket követően zárójelben felsorolva.

hegyes-hegységi ásványlelőhelyek, ércesedések listáját az **1. táblázatban** foglaljuk össze. A területi korlátok miatt kizárólag az értelepekhez, üreg- és érköltésekhez, fészkekhez, hintésekhez tartozó ásványtársulásokat soroljuk fel; nem szerepelnek a listában a mellékközetek közetalkotó ásványai.

A tárgyalat terület első dokumentált, szisztematikus földtani felvételi munkálatai 1874–1887 között Lóczy Lajos vezetésével folytak. Lóczy a földtani térképezéshez kapcsolódóan a szerkezeti, rétegtani viszonyok feltárásán és pontosításán túl kitért a terepen azonosítható ásványelőfordulásokra és ércesedésekre is. Témánk szempontjából kiemelkedő jelentőségű **Lóczy (1876)** összefoglaló munkája, amelyet kifejezetten az ásványlelőhelyeknek szentelt.

BORDEA—BORDEA (1993) a hegység perm korú üledékes kőzeteiben kontaktmetamorfózis eredményeként kialakult biotit, epidot, magnetit, mikroklin és turmalin előfordulását említik.

A terület gazdasági jelentőségű ércesedéseinek részletesebb megkutatása eredményeként **BEJENARU—CIOLOBOC (1995)**, valamint **CIOBANU et al. (2006)** a Milovai-völgy térségében, a Burdiz-hegyen és a Soimus Ilia telérhez kapcsolódó Cu-Bi-Co-szulfidérctelepek kutatásának eredményeit mutatták be. A 20. század második felében végzett kutatások adataiból kiindulva, mikropetrográfiai és ásványkémiai módszerekkel megállapították, hogy a dominánsan réz-szulfidokból álló ásványegyüttes mellett más szulfidok (pl. pirit, szfalerit, pirrotin, pentlandit, kobaltin) is előfordulnak kvarc, apatit, sziderit és epidot kíséretében. Említésre érdemes, hogy Pajzs/Păiușeni, Konop/Conop és Milova térségében uránércesedés is található uraninnel, autunittel és torbernittal (**BEJENARU—CIOLOBOC, 1995; IAEA, 2009**).

BONIN—TATU (2016) a hegyesi magmatitokban kőzetalkotó amfibolok és biotitok ásványkémiai vizsgálata alapján kimutatták, hogy vetőzónákhoz, törésrendszerekhez kötődően fluor- és klórgazdag hidrotermás fluidumok járták át az összletet. Munkájuk szakirodalmi áttekintésre épülő bevezetésében megemlítik, hogy az intruzív kontaktus mentén a kontaktmetamorfózist szenvedett bazaltban és aleurolitban magnetit, biotit és turmalin képződött. A területen továbbá két fő teleptípus különíthető el. Az egyik egy kvarc-epidot-apatiterekhez kötődő, réz-ásványokat tartalmazó típus, amelyet felülírt egy Au-Pb-Bi-Te-S ásványegyüttes, a másik egy greizenesedéshez kapcsolódó kvarc-mikroklin-albit-csillám-turmalin-kassziterit-topáz előfordulás,

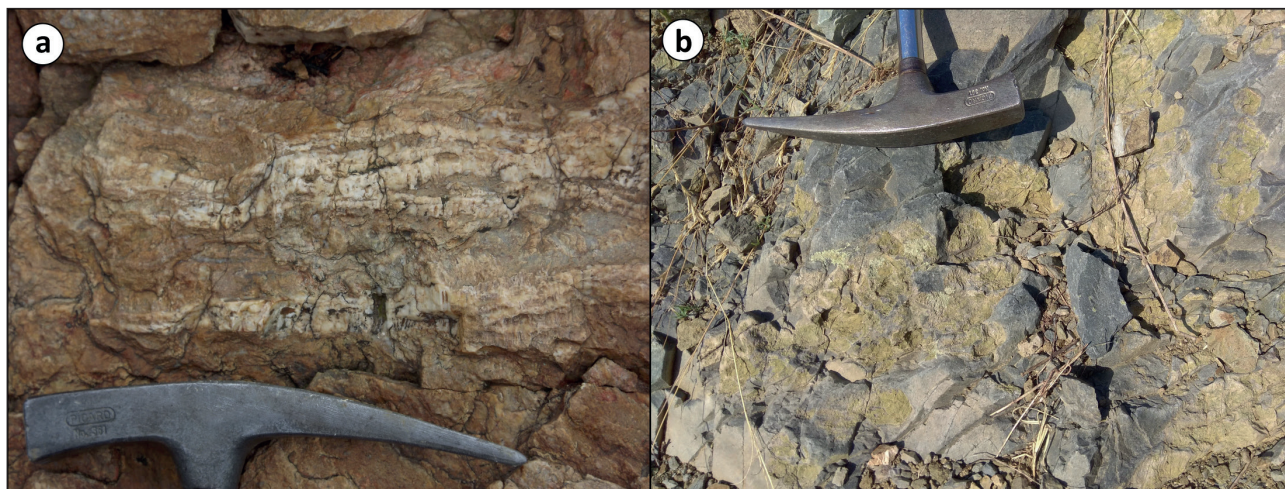
ami (pontosabb helymegjelölés nélkül) elsősorban a hegység déli részén fordul elő.

2.2. A Hegyes-hegység nyugati részének jellemző ásványai

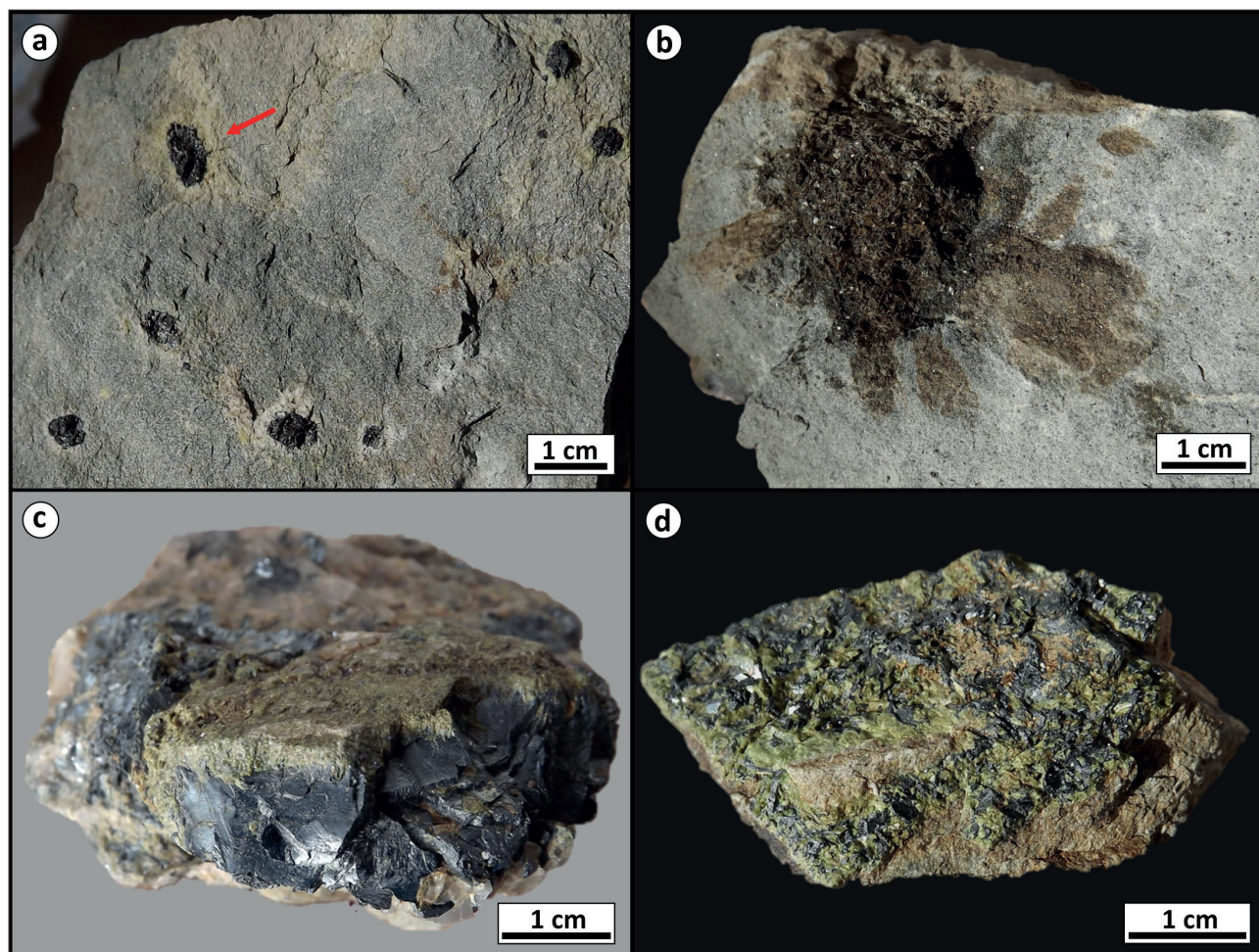
Az elmúlt néhány évben közettani, geokémiai és geokronológiai eszközöket alkalmazó, földtani korrelációt célzó kutatást végeztünk a Hegyes-hegységben, aminek eredményeként néhány érdekes ásványelőfordulást is dokumentáltunk. Munkánk során a Hegyes-hegység nyugati szélén, a Világos/Şiria melletti várhegyen, Kovászi/Cováşinţ községtől délkeletre, illetve Aradkövi/Cuvin községtől északra lévő feltárások anyagát vizsgáltuk. A részletes ásványkémiai és geokronológiai vizsgálatok eredményeit (kovászi feltárások) **VARGA et al. (2023)** munkájában publikáltuk.

A kovászi területen jellemzőek a középszemcsés, világos színű gránitok és a finomszemcsés, valamint „réteges” aplitok. Mellékközeteik változatosak, részben zöldesszürke-barnásszürke, jól foliált fillonit és metahomokkő, valamint több centiméteres kvarcklasztokat tartalmazó, kvarcerekkel szabdalta, gyengén foliált metakonglomerátum, ami a világosi várhegyen is gyakori (**1.a ábra**). Ezen kívül világosszürke-sötétszürke, fekete, finomszemcsés, általában homogén szaruszirt a jellemző mellékközet, ami részben mafikus, részben pélités eredetű. Ennek jellegzetes előfordulása található Aradkövi közvetlen északi szomszédságában, ahol epidotos erek és fészkek találhatók benne (**1.b ábra**). A tömeges szaruszirtet aplittelérek és kvarc-földpáterek szelik át, amelyek gyakran turmalin-tartalmúak. A turmalin fészkekben, erekben és gumós megjelenésű ásványcsoportokban jelentkezik, helyenként nyúlt oszlopos habitusú egyedekkel. Kovászitól délkeletre törmelékben kvarcból, káliföldpátból, albitból és turmalinból álló pegmatit kőzetpéldányokat is találunk. Ugyanitt akár 1 cm átmérőt elérő erekben epidot és „szpekularit” megjelenésű, lemezes hematit fordul elő, míg fészkekben epidot és biotit előfordulásával is találkozhatunk (**2. ábra**).

Az említett, makroszkóposan elkülöníthető ásványokon, valamint a granitoidokra jellemző lényeges elegyrészekben (kvarc, földpátok, csillámok) kívül röntgen-pordiffrakcióval és polarizációs mikroszkópi vizsgálat segítségével egy-egy mintában kalcitot és amfibolt azonosítottunk. Megállapítottuk, hogy a finomszemcsés szaruszirt lényeges elegyrészei a plagioklaszok és a biotit, amit legtöbbször hematit és kvarc, néhány minta esetében klorit, muszkovit, turmalin és cordierit kísér. A fillonitok fő elegyrészei a muszkovit, a klorit,



1. ábra. A Hegyes-hegység néhány jellegzetes ásványelőfordulásának terepi megjelenése. A kalapács fejének hossza 18 cm. Fotók: Varga Andrea. a) Kvarcerekkel tagolt metakonglomerátum hematitos impregnációval (világosi várhegy); b) Epidottal kitöltött üregek szaruszirtben (Aradkövi).



2. ábra. A Hegyes-hegység néhány jellemző ásványtársulásának makroszkópos képe (Kovácsi DK). Fotók: Varga Andrea. a) Turmalinfészkek szárazsirtben, amelyeket halvány zöldesszürke epidotgyűrű övez (piros nyíl); b) Sajátalakú biotitkristályokkal kitöltött fészkek szárazsirtben; c) és d) Érkítőző epidot és lemezes, „vascsillám” habitusú hematit („szpekularit”) tipikus megjelenése.

a kvarc és a plagioklász földpát. Polarizációs mikroszkópi és Raman-spektroszkópiai vizsgálatok eredményeként a granitoidok már említett ásványain túl magnetitet, valamint magnetit utáni hematitot, járulékos elegyrészként cirkont és apatitot azonosítottunk. Általánosan elterjedt a földpátok albitosodása, szericitedése és a biotit kloritosodása. Mikropetrográfiai és ásványkémiai jellegei alapján kétféle turmalintípus különböztethető meg. Az egyik egy barna színű, általában nem sajátalakú sörli, ami esetenként zárványként titanitot tartalmaz. A másik típus egy kékes színű drávit, ami vagy önállóan jelenik meg kvarcérben, vagy a barna turmalinra ránőve, illetve azt helyettesítve hematittal, epidottal és biotittal társul (VARGA *et al.*, 2023).

A részletes mikropetrográfiai megfigyeléseken, valamint műszeres anyagvizsgálaton alapuló kutatásunk alapján feltehezzük, hogy a bemutatott ásványtársulás többfázisú kristályosodás terméke. A magmás-hidrotermás átmenet során kvarc, káliföldpát és magnetit keletkezett. Az ezt követő greizenesedés korai és fő szakaszában albit, kvarc, „szericit” és sörli képződött, a késői szakaszban kvarc, epidot, drávit, apatit és hematit („szpekularit”), majd albit és csillámok kristályosodtak (VARGA *et al.*, 2023).

A kutatást az NKFIH/OTKA K 108375 és K 131690 nyilvántartási számú projektjei támogatták.

Irodalom

- BALINTONI, I.—C. BALICA—M. CLIVETI—L.-Q. LI—H.P. HANN—F. CHEN—V. SCHULLER (2009): *Geologica Carpathica* 60(6), 495–504.
- BEJENARU, C.—D. CIOLOBOC (1995): In: *Recent Developments in Uranium Resources and Supply*; IAEA-TECDOC-823; International Atomic Energy Agency (IAEA): Vienna, Austria, pp. 193–206.
- BONIN, B.—M. TATU (2016): *Mineralogy and Petrology* 110, 447–469.
- BORDEA, S.—J. BORDEA (1993): *Romanian Journal of Stratigraphy* 75, 17–19.
- CIOBANU C.L.—COOK N.J.—DAMIAN F.—DAMIAN G. (2006): *Mineralogy and Petrology* 87, 351–384.
- FEHÉR B.—SZAKÁLL S. (2014): *Geoda* 24(2), 29–40.
- IAEA (2009): *Word Distribution of Uranium Deposits (UDEPO) with Uranium Deposit Classification*; IAEA-TECDOC-1629; International Atomic Energy Agency (IAEA): Vienna, Austria. https://wwwpub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/te_1629_web.pdf.
- LÓCZY L. (1876): *Földtani Közlöny* 6(11–12), 275–286.
- ROȘU, E.—Z. PÉCSKAY—A. STEFAN—G. POPESCU—C. PANAIOTU—E.C. PANAIOTU (1997): *Geologica Carpathica* 48(6), 353–359.
- ROȘU, E.—A. SZAKÁCS—H. DOWNES—I. SEGHEDI—Z. PÉCSKAY—C. PANAIOTU (2001): *Romanian Journal of Mineral Deposits Supplements* 79, 3.
- SĂNDULESCU, M. (1984): *Geotectonics of Romania*. Bucharest: Editura Tehnică [román nyelven].
- VARGA, A.—A. POZSÁR—N. ZAJZON—B. TOPA—ZS. BENKŐ—E. PÁL—MOLNÁR—B. RAUCSIK (2023): *Minerals* 13, 1083.
- WANKE F. (szerk.) (2015): *XVII. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencia*. Kolozsvár: Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, Incitatio.
- ZAJZON, N.—K. SZENTPÉTERI—S. SZAKÁLL—F. KRISTÁLY (2015): *International Journal of Earth Sciences* 104(7), 1865–1887.



Gondolatok a Miskolci Nemzetközi Ásványfesztivál 40 évéről

Szakáll Sándor*, Má dai Ferenc

Miskolci Egyetem, Nyersanyagkutató Földtudományi Intézet, 3515 Miskolc-Egyetemváros

*sador.szakal@uni-miskolc.hu

1982-ben Szakáll Sándor (Herman Ottó Múzeum), Weiszbürg Tamás (Eötvös Loránd Tudományegyetem) és Seresné Hartai Éva (Nehézipari Műszaki Egyetem) ötletéből, - Európa legnagyobb ásványbörzéje, a müncheni Mineralientage mintáját alapul véve, - születtek azok a szakmai elképzelések, amelyek évtizedeken át meghatározták a miskolci ásványfesztivált. Olyan rendezvény volt a cél, ahol a gyűjtők, kereskedők és érdeklődők mellett jelen vannak a tanárok, szakemberek, egy-egy szakterület specialistái egyaránt. Olyan rendezvényt terveztünk, melynél a börzéhez sokféle program, - kiállítások, előadások, könyvbemutatók stb. - kapcsolódnak. A szervezésben fontos szerepet játszottak a Bányamérnöki Kar hallgatói, akik nemcsak a kiállítási terek berendezésében, de az esemény lebonyolításában is aktívan részt vállaltak. Az első években sok segítséget nyújtottak az ELTE fiatal oktatói és hallgatói is. Az eseményt rendező intézmények az első években a Herman Ottó Múzeum (szorosabban véve az Ásványtár), a helyszínt biztosító Nehézipari Műszaki Egyetem (azon belül a Bányamérnöki Kar) és az ELTE Ásványtani Tanszéke voltak. A 80-as évek közepétől Seresné Hartai Éva mellett Rainer Wiedemann és Miklós Gábor egyetemi oktatók vállaltak jelentős szerepet a szervezésben. A rendezők között az évek során előfordultak változások (1. táblázat). Jelentős változás 1992-94-ben történt, amikor a rendezvényt jelölték a Budapesten tervezett EXPO96-os világkiállításhoz, annak egyik kapcsolódó programjaként. Ekkor jelent meg a rendezők között a miskolci Fair System Kiállításszervező és Ügynöki Kft. Mivel a budapesti világkiállítás elmaradt, 1996 után visszaállt a korábbi rendszer, melynek két pillére azóta az egyetem és a múzeum. Ettől az időszaktól kezdve egészen napjainkig Má dai Ferenc egyetemi docens volt a fő szervező az egyetem

részéről. A múzeum részéről pedig a 90-es évek második felétől Fehér Béla muzeológus, osztályvezető végzett jelentős munkát, több mint 20 éven át például a műsorfüzetet szerkesztette. Az utóbbi évtizedben a két, stabil rendező intézményhez csatlakozott a konkrét szervezési feladatokat lebonyolító University Sportmarketing Kft.

A börzéhez a kezdetektől tematikus kiállítások kapcsolódtak (2. táblázat). Az első néhány alkalommal évenként három-négy kiállítás is született. Később a kiállítások száma csökkenő tendenciát mutatott. Számos kiemelkedő kiállítást rendeztek külföldi múzeumok anyagából, ilyenek voltak a következők: Az Urál hegység ásványai (Uráli Geológiai Múzeum, Jekatyerinburg és az Ilmeni Állami Természetvédelmi Terület Ásványtani Múzeuma, Miassz, Oroszország); Csehország morva és sziléziai ásványai (Morva Múzeum, Brno); Szlovákia ásványai (Selmecbányai Bányászati Múzeum, Kelet-Szlovákiai Múzeum, Kassa, Rozsnyói Bányászati Múzeum), A történeti Erdély ásványai (Joanneum, Grác); Ásványok Ukrajnából (Ukrán Tudományos Akadémia Geokémiai, Ásványtani és Ércleptani Intézete, Lviv és a Lvivi Állami Egyetem Ásványtani Múzeuma); A borostyán csodálatos világa (Föld Múzeuma, Varsó) és Bulgária ásványai (Föld és Ember Nemzeti Múzeum, Szófia). A hazai intézmények közül (a rendezőkön kívül) legtöbbször a Magyar Természetudományi Múzeum, az ELTE és (az egykori) Magyar Állami Földtani Intézet kölcsönzött példányokat a kiállításokra. 2016-tól a központi kiállítások egy része a Magyarhoni Földtani Társulat által koordinált Év Ásványa és Év Ősmeradványa mozgalomhoz kapcsolódik, minden évben első kiállítói helyszínként bemutatva ezeket a nagyközönségnek. Ezek mellett évente egy-egy további tematikus kiállítás is színe-síti a programot.

Év	Név	Rendező
1983	Tavaszi Ásványgyűjtő Találkozó	Herman Ottó Múzeum (HOM) és Nehézipari Műszaki Egyetem (NME)
1984-1989	Tavaszi Ásványgyűjtő Találkozó	HOM, NME, Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE)
1990	Tavaszi Ásványgyűjtő Találkozó	NME Miskolci Egyetemisták Szövetsége
1991	Miskolci Ásványfesztivál	Miskolci Egyetem (ME), HOM
1992-1994	Miskolci Nemzetközi Ásványfesztivál	ME, Fair System Kft., HOM
1995-2003	Miskolci Nemzetközi Ásványfesztivál	ME, HOM, Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület (OMBKE)
2004-2011	Miskolci Nemzetközi Ásványfesztivál	ME, HOM, Miskolc Megyei Jogú Város Önkormányzata, OMBKE
2012	Miskolci Nemzetközi Ásványfesztivál	ME, HOM, OMBKE
2013-2015	Miskolci Nemzetközi Ásványfesztivál	ME, HOM, University Sportmarketing Kft., OMBKE
2016-2020	Miskolci Nemzetközi Ásványfesztivál	ME, HOM, University Sportmarketing Kft., Magyarhoni Földtani Társulat (MFT)
2023	Miskolci Nemzetközi Ásványfesztivál	ME, HOM, MFT
2024	Miskolci Nemzetközi Ásványfesztivál	ME, HOM, University Sportmarketing Kft., MFT

1. táblázat. A névről és rendezőkről.

Év	Cím
1983	Kriston Béla emlékkiállítás
	Erdélyi bányahelyek régi képes levelezőlapokon
	Ásványok bélyegeken
	Régi ásványtani könyvek
1984	Őskor-hőskor - Sajdik Ferenc őssallatrajai
	Aranyak és baritok a Kárpátokból
1985	Koch Sándor emlékkiállítás
	Kalcitok a Kárpátokból
	A geológia tudományának kialakulása XVIII. sz. előtti könyvek tükrében
1986	Selmecbánya ásványai
	Példányok a hajdani Selmeci Akadémia gyűjteményéből
	A régi Selmecbánya korabeli képes levelezőlapokon
1987	Rudabánya ásványai
	Rudabánya régi képes levelezőlapokon
	Magyarországi ősnövénymaradványok
1988	Gyöngyösoroszi ásványai
	Az ipolytarnóci miocén flóra ősmaradványai
1989	Hazai és külhoni zeolit-ásványok
	Zeolit-ásványok pásztázó elektronmikroszkópos képeken
1990	A történelmi Erdély ásványaiból
	A Szatmári bányavidék ásványaiból
	A Bánsági bányavidék ásványaiból
	Erdélyi bányászat és ásványtan régi könyvekben
1991	Az Urál hegység ásványai
	Az Urál hegység régi könyvekben
	A világ ásványai képes levelezőlapokon
1992	Szlovákia ásványai
	Szlovákia (Felvidék) bányászata és ásványai régi könyvekben
1993	Az Alpok ásványai
	Ásványok ibolyántúli fényben
1994	Brazília ásványai
	Ásványok ibolyántúli fényben
	Brazília ásványai és drágakövei bélyegeken
1995	Csehország morva és sziléziai ásványai
1996	Ásványok Kanadából
1997	Ásványok Ukrajnából
	Ásványok polarizációs mikroszkópban
1998	Ásványok a tornaszentandrási Esztramos-hegyről
1999	A dunabogdányi Csódi-hegy ásványai
	Kiss László ásványgrafikái
2000	Magyarország díszítőkövei
2001	Rudabánya ásványai
2002	A borostyán csodálatos világa
	Az Ásvány-Közzetani Tanszék történeti értékei
2003	A gyöngyösoroszi kalcit változatos világa
2004	A Bánság vidékének ásványai
	Bánsági bányahelyek régi képes levelezőlapokon
2005	Az Erdélyi-érchegység ásványai
	Az Erdélyi-érchegység bányahelyei régi képes levelezőlapokon
2006	A Szatmári bányavidék ásványai
2007	Bulgária ásványai
	A miskolci Avas őskőkori kovakőbányászatának leletanyaga
2008	Egzotikus ásványok
	Világító ásványok
2009	Ásványgyűjtés 150 évvel ezelőtt: ásványok az egykori Osztrák Császárság területéről
2010	Az ásványok és az ember – ásványok mindennapjainkban
	Válogatás a Miskolci Egyetem selmeci ásványgyűjteményéből
2011	Észak-Afrika ásványai
	Aranykincsek
2012	2 x 30 ásvány a Kárpátokból – ízelítő a Herman Ottó Múzeum új állandó kiállításából
	30 hazai ásvány művészi mikrofotókon (válogatás Tóth László felvételeiből)

2. táblázat. A kiállításokról.

Év	Cím
2013	Pszeudomorfózák
2014	A Cserhát ásványai
2015	Kína nem hervadó „virágai”
	A történelmi Magyarország bányái képes levelezőlapokon
	Erdélyi és bányászati ásványok, bányák, emberek a 18. században
2016	Az év ásványa: gránát
	Az év ősmaradványa: Nummulites
	50 éve jelent meg Koch Sándor Magyarország ásványai című könyve
2017	Az év ásványa: kvarc
	Az év ősmaradványa: barlangi medve
	Kristálymodellek
	Fuxreiter András emlékkiállítás
2018	Az év ásványa: fluorit
	Az év ősmaradványa: Balatonites
	A Dudás-féle ásványgyűjtemény
	40 éves a TIT Stúdió Egyesület Ásványbarát Szakcsoportja
2019	Az év ásványa: galenit
	Az év ősmaradványa: Komlosaurus
	Az év ásványa és ősmaradványa - fotókiállítás
2020	Az év ásványa: turmalin
	Az év ősmaradványa: Megalodon
	A kötelemezői kalcedon
2023	Az év ásványa: antimonit
	Az év ősmaradványa: borostyán
	In memoriam Tóth Lajos
2024	Az év ásványa: korund
	Az év ősmaradványa: gyapjas mamut
	40 év emlékei

2. táblázat folytatása

A rendezvényhez sokszor előadói kapcsolódott, mely általában a börszét megelőző pénteki napon került megrendezésre (3. táblázat). Kiemelhető közülük a Geomúzeum c. sorozat, mely 1988-1994 között került megrendezésre. Ezen leginkább múzeumi szakemberek adtak elő. Ennek koronája az 1994-es konferencia volt, melyen Közép-Európa szinte minden jelentősebb, földtudományokkal foglalkozó muzeológusa részt vett. A rendezvényhez kötődve indult el 2000-ben az a kelet-közép európai, ásványtannal foglalkozó szakemberekre építő konferencia, melyet napjainkban is megrendeznek Mineral Sciences in the Carpathians néven.

Az Ásványfesztivállal jószerevével minden hazai, földtudományokkal foglalkozó intézmény, kutatóműhely kapcsolatba került valamilyen módon. Meghívások alapján kevés olyan meghatározó alakja volt a hazai ásványtannak, sőt talán más földtudományi diszciplínáknak is, akik személyesen ne vettek volna részt legalább egy-egy rendezvényen. A rendezők fontosnak tartották, hogy a szűkebb Kárpát-Pannon régió, vagy esetenként a tágabb Alpok-Dinári-Balkáni régió szakemberei és területei is színesítsék programokat. Túlzás nélkül állíthatjuk, hogy a Miskolci Nemzetközi Ásványfesztivál és a kapcsolódó előadói események, konferenciák nagyban segítették a szűkebb-tágabb térség (valójában Kelet-Közép Európa) szakembereinek, gyűjtőinek találkozását, egymás munkáinak jobb megismerését.

A látogatók sokféle szolgáltatásból válogathattak. Mindig jelen volt a díjmentes ásvány- és drágakőhatározás (az első években ősmaradvány-határozás is), a szakkönyvek és múzeumi kiadványok árusítása, illetve sokszor a tárlatvezetés az egyetem Selmeci Múzeumi Könyvtárában. Az utóbbi évtizedben csoportos tárlatvezetéssel meg lehetett tekinteni az egyetemen a felújított ásványtani és kőzettani kiállít-

tásokat. Két évtizeden keresztül emléklapokat nyomtattak és alkalmi bélyegzőt készítettek a rendezvényekhez. Eleinte különböző versenyek is voltak a rendezvényen, a kiállított gyűjteményekkel és ásványokkal kapcsolatban, a győzteseket a rendezők díjakkal jutalmazták, a díjakat ismert személyiségek adták át. 2010-től kerül megrendezésre a Földtudományi Játsszóház, melynek célja, hogy a gyerekeket megnyerjék a földtudományok és általában a természet-tudományok számára, játékosan ismerkedjenek meg az ásványokkal, kőzetekkel. Szintén újabb kezdeményezés az igényes ásványfotókból készült kiállítás, melynek témája az adott évi Év Ásványához kötődik, vagy a 3D vetítés barlangokból és más, nehezen elérhető természeti értékekről.

A régebbi műsorfüzetekben találkozhatunk a kiállítók és a hazai ásványgyűjtő körök listájával, illetve Kecskeméti Tibor összeállításai többször bemutatták a hazai földtudományi gyűjteménnyel vagy kiállítással rendelkező múzeumokat. Néhány alkalommal könyvek, reprintek, tanulmánykötetek megjelenését időzítették az ásványfesztiválhoz; ilyenek voltak Benkő Ferenc, Koch Antal és Tóth Mike reprintjei, Koch Sándor Emlékezés c. írása, Szakáll Sándor és Gatter István Magyarországi ásványfajok c. kötete, vagy az Ásványok és az Ember c. konferenciához kapcsolódó tanulmánykötet. Born Ignác útleveleinek reprint kiadása és a szöveg magyar fordítása 2014-ben jelent meg egy kötetben.

Érdeemes megjegyezni, hogy a Tavaszi Ásványgyűjtő Találkozó Rendező Iroda kiadványaként jelent meg először 1983-ban egy ásványtani és őslénytani népszerűsítő folyóirat, az Ásványgyűjtő Figyelő. A TÁT Rendező Iroda egy fiktív név, melyet a lap megjelenéséhez kellett létrehozni. A sikeres, közel ezer előfizetővel rendelkező lap finanszírozási problémák miatt sajnos 1988-ban megszűnt. A döntően

az ELTE oktatói és hallgatói által készített lap megjelenését egyébként két, nálunk akkor unikális jellegű ásványnaptár bevételeiből biztosították.

A jövőt tekintve optimistának kell legyünk, hiszen a két alapító intézménynek közvetlen érdeke, hogy a Föld mélyének kincsei iránti érdeklődés ne lankadjon. Az egyetem a szakmai utánpótlását, a szakma megbecsülését, a múzeum pedig leendő közönségét, vagy akár támogatóját nyer-

heti meg az itt megforduló látogatók által. Az új generációk számára azonban meggyőződés szerint növelni szükséges az interaktív földtudományi bemutatók, szolgáltatások, kiállítások sorát. Hiszem, hogy a természet élettelen világának végtelen változatossága és szépsége révén az elkövetkező évtizedekben sem fog csökkenni az érdeklődés az ásványok, drágakövek, kőzetek és ősmaradványok világa iránt.

Év	Cím	Előadók
1983	Magyar ásványgyűjtők tanácskozása I.	Kiss J., Nemezc E., Várhegyi Gy.
1984	Magyar ásványgyűjtők tanácskozása II.	Tardy J., Várhegyi Gy., Kun B.
1985	Magyar ásványgyűjtők tanácskozása III.	Kecskeméti T., Embey-Isztin A.
1986	250 éves a magyar műszaki felsőoktatás	Szilas A.P., Zsámboki L., Wiedemann, R.
1987	Rudabánya földtana, ásványtana, őslénytana és bányászata	Balogh K., Kordos L., Bics I., Szakáll S.
1988	Göngyösesorosi - Ipolytarnóc	Kiss J., Kun B., Gatter I., Hably L.
	Geomúzeum 88	Kecskeméti T., Mathé, G., Wéber, W., Huber, S.P., Zellner, H.
1989	Előadások a zeolitokról	Várhegyi Gy., Mátyás E.
	Geomúzeum 89	Korbel, P., Arnoth, J., Szakáll S.
1990	Erdélyi bányavidékek, ásványok	Pop, N., Mârza, I., Nagy B., Terteleac, N., Täutan, T., Gorduza, V., Bilcu, T.
	Geomúzeum 90	Gorduza, V., Postl, W., Wéber, W., Fitz, O.
1991	Geomúzeum 91	Jaksin, V.I., Tyulkin, V.G., Mayer F., Papp G.
1992	Nemesfémindikációk és érclelőhelyek Magyarországon	Székyné Fux V., Földessy J., Zelenka T., Dódony I., Szebényi G., Molnár F., Nagy B., Molnár P., Gasztonyi É., Horváth I.
	Geomúzeum 92	Šušková, H., Ďuďa, R., Herényi L., Zsámboki L.
1993	Észak-Magyarországi földtani kutatások újabb eredményei	Józsa G., Egerer F., Hajdúné Molnár K., Pelikán P., Radócz Gy., Nagy E., Hámoriné Vidó M.
1994	Földtudományok szerepe a környezetvédelemben	sok előadó
	Geomúzeum 94 – Ásványtani muzeológia Közép-Európában	sok előadó
1995	Új eredmények a magyarországi ásványok kutatásában	Dódony I., Pósfai M., Molnár F., Viczián I., Bognár L., Jánosi M., Szakáll S.
2000	Minerals of the Carpathians - konferencia	sok előadó
2003	2nd Mineral Sciences of the Carpathians – konferencia	sok előadó
2005	A hazai ásványtani kutatások elmúlt tíz éve	Sajó I., Molnár F., Dobosi G., Földvári M., Viczián I., Szendrei G., Weiszbürg T.
2007	Az ásványok és az ember a mai Magyarország területén a XVIII.sz. végéig	Zsámboki L., Sajó I., T. Bíró K., Kecskeméti T., Szakmány Gy., Molnár F., Főríz I., Török A., Papp G.
2009	Rudabánya, egy ércelőfordulás újra felfedezése	Földessy J., Németh N., Szakáll S., Kupi L.
2010	Ásványok, lelőhelyek, emberek	Embey-Isztin A., Sajó I., Kónya P., Jáger V., Fehér B., Szakáll S.
2012	Mi sarjad a természetrajz nyomán? – az élettelen természet tanítása a XXI. sz. magyar közoktatásában és tanárképzésében	Pajtkókné Tari I., Méhi G., Borza A., Solymosi Z., Szekernyész R., Hartai É.
2014	Az ásványok vonzásában – előadóülés a 60 éves Szakáll Sándor tiszteletére	Kecskeméti T., Kozák M., Fehér B., Prakfalvi P., Földessy J., Zilahi-Sebess E. Németh N., B. Kiss G., Molnár F.
2016	Monográfiák Magyarország ásványairól – 50 éve jelent meg Koch Sándor Magyarország ásványai című könyve	Papp G., Pál-Molnár E., Weiszbürg T., Fehér B., Szakáll S.
2017	X. Országos Középiskolai Földtudományi Diákkonferencia	sok előadó
2020	40 éves a Herman Ottó Múzeum Ásványtára	Less Gy., Weiszbürg T., Both M., Hír J., Leél-Össy Sz., Mozgai Zs., Lévai Zs., Kereskényi E., Oláh R., Balassa Cs.
2024	10 éves a Pannon-tenger Múzeum állandó őslénytani és ásványtani kiállítása, valamint 40 éves a Miskolci Nemzetközi Ásványfesztivál	sok előadó

3. táblázat. Az előadóületekről.



A Pannon-tenger Múzeum 10 éve

Szolyák Péter

Herman Ottó Múzeum, 3529 Miskolc, Görgey Artúr u. 28.
palaeo.szp@gmail.com

A Pannon-tenger Múzeum a miskolci Herman Ottó Múzeum 2013. november 20-án átadott kiállítóépületének neve. Nem önálló intézmény, viszont központja a Földtörténeti és Természettajzi Tárnak, melynek alapítására 2012-ben került sor. A tár gyűjteményi anyagának egy része is az új épület raktárában kapott helyet. A félig földbe süllyesztett, kétszintes épület jelenleg három állandó természet-tudományi kiállításnak ad otthont. Az *Őserdei ősvényeken – A bükkábrányi mocsárciprus-erdő és kora*, valamint *A Kárpátok ásványai* című alapító tárlatok 2019-ben egészültek ki a *Dinók Földjén – MezoZOOikum* című kiállítással.

A kiállítóépület – és ezzel együtt a nevével kialakult márka – mindenekelőtt egy különleges földtörténeti-ősnövénytani leletegyüttes felfedezésének köszönheti létét. Az 1985-től üzemelő bükkábrányi külszíni fejtésű lignitbányában 2007. július 1-jén mintegy 65–68 méteres mélységben, a lignitréteg tetején, annak szerves részeként találták meg a világon azóta is egyedülálló hétmillió éves fosszilis erdőrészletet. Az akkor még csak 14 álló fatörzsmaradványt tartalmazó leletanyag inspirálta dr. Veres László múzeumigazgatót és dr. Pusztai Tamás igazgatóhelyettest, a Régészeti Osztály vezetőjét a „múzeumalapításra”.

A fosszilis törzsek kimentése 2007 októberéig tartott. Nem volt cél, és nem is volt lehetőség az összes fatörzs megmentése. A miskolci múzeum négyet szállíthatott be a központjába, ahol azonnal kezdetét vette egy nagyon hosszú konzerválási folyamat Bánfalvy Ferenc restaurátor osztályvezető irányításával. Ehhez 2008-ban külön épületet is felhúztak, miközben megindult a pénzügyi források felkutatása egy látványos bemutatóhely létrehozása érdekében.

Három évvel a megtalálást követően, már megfelelő pályázati támogatást tudva az ügy mögött, megkezdődhetek az új beruházás helyén, a Görgey Artúr u. 28. alatt, a múzeumi főépület előtti parkban a megelőző régészeti feltárások. Miután sikerült leletmentesíteni a területet – ahol egyébként a második világháború idejére datálható sírok és tömegsír, valamint a miskolci kálvária egykori főkapujának maradványai, továbbá egy 1817–1857 között épült lakó- és borház (későbbi ideiglenes kolerakórház) romjai kerültek elő –, 2011–2013-ban felépülhetett a ma Pannon-tenger Múzeumként ismert kiállítóépület.

Az eredeti elképzelés szerint az elsődleges cél csak az ősi mocsárciprus-erdő és megtalálási körülményeinek bemutatása volt. A szerző és Honti Szabolcs biológus forgatókönyvírók javaslatára a központi kiállítás végül az ősfák korát, a miocén földtörténeti kort igyekezett a teljesség igényével körbejárni. Dr. Kecskeméti Tibor geológus javaslatára, dr. Szakáll Sándor és Fehér Béla mineralógusok maximális szakmai támogatásával kapott helyet az új épületben a múzeum ásványgyűjteményének tárlata is.

A Földtörténeti és Természettajzi Tár első munkatársai már 2012-ben, a forgatókönyvírással párhuzamosan megkezdték a gyűjtőtevékenységet, ami az első két évben

természetesen a miocénre fókuszált. A terepbejárások és terepi kutatások, valamint ajándékozások révén gyorsan gyarapodás vette kezdetét. A gyűjtemény 2024-re 1517 darabot számlál. A fossziliák a kambrium időszaktól a pleisztocénig fedik le a földtörténet egyes szakaszait, de közöttük a természetrajzi, a jelenkort érintő tételek is szép számban szerepelnek.

A Pannon-tenger Múzeum első 10 éve a működés szempontjából három szakaszra osztható. Az első bő három évben, 2016 végéig szinte teljes szabadságot élvezve szervezhette saját életét, melynek köszönhetően számos, sokszor nemzetközi szintű sikert is jelentő rendezvény, konferencia, időszaki kiállítás, előadás követte egymást sűrű egymásutánban. Eközben a látogatószám is tartósan magas volt, s talán nem túlzás azt állítani, az Antarktisz kivételével minden kontinens adott nekünk legalább egy látogatót. A tár munkatársai folyamatosan biztosították a magyar, az angol és a német nyelvű tárlatvezetéseket is.

A 2017–2018-as időszak, természetesen a megszokott és bevált tevékenységek mellett, teljes egészében egy új attrakció előkészítésével telt. Mivel a legjobb kiállítások esetében is számítani kell két év után az érdeklődés csökkenésére, a múzeumvezetéssel egyetértve kiemelt cél lett a lendület megtartása. Ezt az épület északi szárnyában addig működő konferenciaterem, vetítőterem és galéria felhasználásával (feláldozásával) egy új állandó, az eddigieknél még több interaktív elemet felvonultató tárlat felépítésével kívántuk elérni. A *Dinók Földjén – MezoZOOikum* című kiállítás, miután forgatókönyve a Nemzeti Kulturális Alap Kubinyi Ágoston Program pályázatán 100%-os támogatást nyert, reményeinken felül segítette megvalósítani terveinket. A mezozoikumot bemutató játékos látványosság további két évre biztosította a felfokozott érdeklődést a Pannon-tenger Múzeum iránt, és nem utolsósorban az addig megszokott jegybevételeket is egy év alatt megnégyszerezte. Külön nagy büszkeség számunkra, hogy 2019-ben az Országos Városmarketing Pályázaton Gyémánt Díjjal jutalmazták a természettudományi kiállítóhely addigi teljesítményét.

A dinók elindították a kiállítóépület és a tár harmadik korszakát. Ebben ugyan fel kellett adni a helyszíni konferencia és programszervezések egy részét, hiszen a korábbi 80 fő befogadóképességű konferenciaterem és 40 fős vetítőterem funkciói megváltoztak, cserébe viszont két addig kevésbé jelentős területen nyitottak lehetőséget nagy teljesítményekre és sikerekre. Az egyik terület a tudományos kutatás, a másik pedig a múzeumpedagógiai tevékenység.

A tudományos kutatás terén 2021–2022-ben kaptunk kiemelt feladatokat az SKHU/1902/1.1/037 azonosító számú, „Folyóparti élővilág egykor és napjainkban” c. projekt keretében. A tár munkatársai az ipolytarnóci lábnyomos homokkő felszín nyomfossziliáinak tudományos kutatásában és rendszerezéses felmérésében, valamint az ősélettér állatvilágának rekonstrukciójában vettek részt. Tevékenység-

güket konferenciárszvéttel és Q1 minősítésű nemzetközi tudományos publikációval koronázták meg. Szintén 2021-ben indult, és azóta is folyamatos a Kő-lyuk I. barlang régészeti-öslénytani feltárása, melyet immár második alkalommal támogat jelentős összeggel a Nemzeti Kulturális Alap.

Rendkívül fontos eredmény, hogy hosszas előkészítést követően éppen 2024-ben indul útjára, immár a rendszeres megjelenés biztosításával, a *Tertiary & Quaternary Strata* című természettudományi online folyóirat, melynek bölcsője a múzeumon belül a Földtörténeti és Természetráji Tár, szerkesztőségének központja pedig a Pannon-tenger Múzeum. A folyóirathoz kapcsolódva *TQS Monographs* néven 2015-ben monográfia sorozat is indult.

A Herman Ottó Múzeum múzeumpedagógiai kínálata az elmúlt öt évben általánosságban is jelentősen bővült, a Pannon-tenger Múzeumban pedig kiemelten. Jelenleg 13 különböző foglalkozás választható. Valószínűleg nemcsak a mennyiség, de a tartósan magas minőség is hozzájárul a folyamatosan növekvő igényekhez. A Múzeumpedagógiai Osztály munkatársai ennek köszönhetően a 2015-ben el-

nyert Múzeumpedagógiai Nívódíj után 2023-ban a frissen alapított Arany Süni Vándordíjat is megkapták.

A Pannon-tenger Múzeum első évtizedének részletes, teljességre törekvő áttekintését a 125 éves Herman Ottó Múzeum 2024 júniusában megjelenő ünnepi album kötetében tesszük közzé.

Ajánlott irodalom

- MEZEI T.—SZOLYÁK P.—WATAH V. E. (2024): *Ősfák nyomában a dinoszauruszoktól az emberig. Vezető a Pannon-tenger Múzeum állandó kiállításaihoz*. A Herman Ottó Múzeum Kiállításvezetői – Új Sorozat 2. Miskolc: Herman Ottó Múzeum
- SZAKÁLL S.—FEHÉR B. (2024): *A Kárpátok ásványai. Vezető a Pannon-tenger Múzeum állandó kiállításaihoz*. A Herman Ottó Múzeum Kiállításvezetői – Új Sorozat 3. Miskolc: Herman Ottó Múzeum
- SZOLYÁK P. (2014): *Honismeret* 42(2), 62–67.
- SZOLYÁK P. (2014): *Geoda*, 24(2), 3–14.
- SZOLYÁK P.—WATAH V. (2014): *Geoda*, 24(2), 15–28.
- SZOLYÁK P.—WATAH V. E.—MEZEI T. (2024): Földtörténeti és Természeti Tár. In: TÓTH A. (szerk.): *Az érték összeköt. A 125 éves Herman Ottó Múzeum gyűjteményeinek története*. Miskolc: Herman Ottó Múzeum, In press.



A paraszniai Kő-lyuk I. 2021–2022. évi ásatásainak eredményei

Szolyák Péter*, Mezei Tünde, Watah Veronika Edina

Herman Ottó Múzeum, 3529 Miskolc, Görgy Artúr u. 28.

*palaeo.szp@gmail.com

A Bükk hegység különösen fontos szerepet tölt be a magyarországi barlangkutatásban. A hazánkban ismert mintegy 4200 barlangból több mint 1100 itt található. Ehhez képest régészeti leletanyagot lényegesen kevesebb, már csak alig több mint 50 rejtett idáig. Különösen fontos szerepet töltenek be viszont köztük azok, melyek a pleisztocén ősemberhez kapcsolhatók, hiszen a magyarországi őskőkorkutatás első lépéseit Kadić Ottokár geológus irányításával a kelet-bükki Szeleta-barlangban tette meg e tudomány. Ugyanígy a Bükkben kell keresnünk a felső paleolitikus aurignaci kultúra első hazai bizonyítékait szolgáltató lelőhelyeket, az Istállós-kői- és a Pes-kő-barlangot, valamint a középső paleolitikus moustéri kultúra első régészeti és embertani komplex leletanyagát, mely a cserépfalui Suba-lyukból került elő.

A Parasznia közigazgatási területén található Kő-lyuk I. nevű barlang a magyarországi barlangkutatás kezdeti időszakától ismert, mára már fokozottan védett üreg.¹ A napjainkra kivetített régészeti jelentősége abban rejlik, hogy jelenleg ez az egyetlen olyan ismert barlangi régészeti lelőhely az ország területén, amely kellően nagy felületen ad lehetőséget a teljes (pleisztocén-holocén) rétegtani sorozat tanulmányozására.

A barlang kutatástörténete 1913-ban kezdődött. Ekkor Kadić Ottokár végzett feltárásokat az Előtérben. Az üreg ekkor még csak 24 m hosszú, 10 m széles bejárható szakasszal rendelkezett. Az 1944-től folytatódó kutatások az üreg belsőbb járatait is feltárták, majd 1950-ben Szabadkay Béla vett fel részletes térképet az addig ismert járatrendszeréről (SZÉKELY 2003, 173). A következő évben Venkovits István felmérésén már a régészeti feltárások helyét és rétegtani metszeteit is feltüntették (VENKOVITS 1951). Ezután a Művelődési és Közoktatási Minisztérium miniszteri határozattal régészeti védelem alá helyezte a lelőhelyet (SZÉKELY 2003, 173). A barlang kutatástörténetének részletes összefoglalásából kiderül (SZOLYÁK 2022), hogy rendszeres és komplex régészeti-őslénytan kutatás 1951 után már nem zajlott sem az üregben, sem annak előterében. Jellemzően helyszíni szemlék zajlottak. Ezekon túl két jelentős eseményt kell megemlíteni: 1. az állandó bolygatások miatt 1992-ben lezárták az üreg bejáratát (SZÉKELY 2003, 174); 2. 2010–2011-ben a Herman Ottó Múzeum szakfelügyelete alatt több mint 270 m²-nyi bolygatott felület (rablógödörök) geodéziai felmérése és visszatemetése, valamint a felszíni szórvány őslénytan és régészeti anyag begyűjtése történt meg az Óriás-teremben (SZOLYÁK 2011).

A régészeti leletek alapján a barlangot az ember már az őskőkori Aurignacien kultúra idejétől (mintegy 39–35 ezer évvel ezelőtt) kezdve ismerhette. Az üreg és előtere biztosan használatban volt a neolitikus bükki kultúra, a

bronzkor és a kora vaskor (Kyjatice-kultúra), valamint a császárkor idején.

A Herman Ottó Múzeum által 2021-ben indított kutatás kiemelt céljai között szerepelt:

- a) az Óriás-teremben több szelvényben nagy pontosságú rétegtani felvételezés, és ennek segítségével a pleisztocén-holocén határ azonosítása;
- b) nagymennyiségű üledékminta vételezése szemcseméret, kémiai összetétel, szervesanyag-tartalom vizsgálatára;
- c) paleontológiai vizsgálatokra alkalmas mintaanyag begyűjtése (mikro- és makrofauna);
- d) régészeti és antropológiai anyag feltárása;
- e) abszolút korhatározásra alkalmas minták gyűjtése;
- f) a barlangi tafonómiai folyamatok tanulmányozása.

A kutatás során összesen 14 m² felületen végeztünk feltárást két újonnan nyitott szelvényben (II. és III.) átlagosan 30 cm, maximum 100 cm mélységig, valamint egy korábbról ismert rablógödör (XIV.) metszetalainak tisztítását végeztük el.

Összesen 727 db leletet gyűjtöttünk be a szelvényekből és felszíni szórványként. Ezek egyrészt a középső és felső paleolitikum átmeneti időszakát, valamint a középső neolitikus bükki kultúra, a késő bronzkor, és a kora vaskor idejére tehető Kyjatice-kultúrát reprezentálják.

A csontanyag 327 db leletből áll, melyek közül 11 db állatfogként és 5 db emberfogként azonosítható. 346 rekordot tesz ki a kerámiaanyag. Pattintott kőeszköz vagy -szilánk eddig nem került elő. Különösen jelentős leletnek minősül 2 db lyukas borostyángöngy és egy valószínűleg ragadozó madárhoz tartozó, mindkét végén sebészi pontossággal merőlegesen levágott csont. Ez utóbbin a vágott végeken sarlófényes kopásnyomok láthatók. A használati eszköz funkcióját egyelőre nem sikerült azonosítani. A két kutatási szelvény és a XIV. sz. „rablógödör” rétegsorai, a minimális különbségek figyelembevétele mellett is, alapvetően párhuzamosíthatóak egymással, így az Óriás-teremre vonatkoztatva egy közel egységes, jól értelmezhető rétegrend került feltárássra. Az *idealizált rétegrend (dólt!)* jelenleg az alábbiak szerint írható le (az egyéb rétegleírások csak viszonyításként vannak feltüntetve):

- S1 – sötétszürke és sötétbarna, kevert, mészkőkavicsos, nedves, ragadós, modern kori taposási réteg (átl. 3–5 cm);
S2a – sötétszürke, kevert, mészkődarabos, faszenes, áthalmazott réteg, valószínűleg kihányt anyag (átl. 3 cm) – a XIV. sz. „rablógödör” Ny-i metszetében, anyaga jelentős részben az S6-tal lehet azonos;
S2b – sötétszürke, kevert, mészkődarabos, faszenes, áthalmazott réteg, valószínűleg kihányt anyag (átl. 3 cm)

¹ Hrsz.: 0135/3; Kat. sz.: 5363-4; Rég. lh. azon.: 23922.

– a XIV. sz. „rablógödör” K-i metszetében, anyaga jelentős részben az S6-tal lehet azonos;

S4 – az S5 rétegen rakott tűz S5-ben átégett foltja (5 cm), mely letről felfelé a téglavöröstől a feketéig változik és rajta kevés vékony fehér hamuréteg (8 mm) van – modern kori tűz hatása;

S5 – sárga, mészkőtörmelékes, a modern korban áthalmazott, kihányt anyag, amely egyéb keveredés nélkül azonos az S11-gyel (5–8 cm);

S12 – ismeretlen korú (modern kori?) kis tűzhely foltja az Óriás-terem K-i falánál (5 cm);

S6 – sötétszürke, faszenes, őskori (neolit és késő bronzkori, kora vaskori) leletanyagot tartalmazó réteg, feltételezhetően általános modern kori bolygatás, keveredés nélkül (2–10 cm);

S7 – metszetben fehér, felületben fehér, szürke, helyenként faszéndarabos hamuréteg, őskori tűzhely maradványa az Óriás-terem K-i falánál (max. 10 cm);

S8 – az S7-es őskori tűzhely miatt az S9_{komplex} réteg téglavörösen átégett foltja az Óriás-terem K-i falánál (max. 10 cm);

S9_{komplex} – az Óriás-teremben egyenletes vastagságban települt réteg-komplex, feltehetően barlangi tavi üledékképződés eredménye; mindössze legfeljebb 1–5 mm vastag, szabályosan világos(barna)-sötét(barna) mintázat szerint egymást váltó üledékcikók együttese (makroszkópicusan ~31–43 db!);

S10 – sáros, agyagos hatású, szürkés sötétbarna üledék, mely szemmel láthatóan az S9_{komplex} és az S11 közötti (ég-hajlatváltozást és vizesedést jelző) átmenetet képviseli; ebből eredően alja intenzíven, teteje kevésbé szabálytalan horizontot mutat (2–10 cm) – feltételeesen a–c) szintekre tagolható!

S11a – világosbarna, helyenként finom mészkőtörmelékes üledék (10–15 cm), melyben az S20-szal jelölt felszíni repedésháló jelenség talán pleisztocén fagyást jelezhet a III. sz. kutatószelvényben;

S11b – vöröses sárgásbarna, vékony, finomszemcsés barlangi agyag (1–5 cm);

S11c – sárgás közép barna réteg nagy mészkőtörmelékkel és korrodált (valószínűleg vas-oxidos), közel megkövesedett fosszilis csontokkal (5–25 cm);

S11d – sárgás világosbarna réteg nagyméretű mészkőtörmelékkel (>10 cm).

Mindhárom megkutatott szelvény tartalmazott értelmezhető régészeti jelenségeket: 1. őskori nagy kiterjedésű tűzrakás maradványát; 2. karólyukakat, melyek elhelyezkedése könnyű épített szerkezetre utal; 3. kisméretű hulladékgyödöt; 4. barlangi időszakos vízfolyás medrét, melyben valószínűleg pleisztocén ember által összetört csontanyag sodródott össze.

Minden szelvényből vettünk üledékmintát paleontológiai és szedimentológiai elemzésekre, valamint mikromorfológiai vizsgálatokra, továbbá begyűjtöttünk C14-vizsgálatra alkalmas faszénmintákat és csontanyagot. A paleontológiai vizsgálatokat dr. Pazonyi Piroska paleontológus, az üledék-tani elemzéseket pedig dr. Németh Tibor okleveles geológus végezte el. A radiokarbonos korhatározásokkal összesen 12 db mintán (6 db faszén, 6 db állatcsont) a debreceni Isotoptech Zrt.-t bíztuk meg.

A kutatás során eddig feltárt leletanyag neolit és bronzkori elemei, valamint a kapcsolódó régészeti jelenségek alapvetően nem okoztak meglepetést, a korábbi feltárások

eredményeit és következtetéseit erősítik, azokat az új, részletesebb dokumentáció segítségével elsősorban pontosítják.

Ásatásunk legnagyobb és egyértelműen új felfedezése a III. sz. kutatószelvény S10-es rétegéhez köthető, régészetileg is értelmezhető jelenségekkel van összefüggésben. Ez a horizont a csontminták (3 db) C14 korhatározásának eredményei alapján a paleolitikum 39–32 ezer BP időszakához köthető. Mivel az ugyaninnen vett faszénminták (6 db) következetesen 10,1–9,7 ezer BP közé esnek, vagy réteghiányt vagy a barlangban jelenlévő és alkalmanként dinamikusan változó mennyiségű karsztvíz hatását kell feltételeznünk. Az utóbbit a paleontológiai vizsgálatok eredményei is valószínűvé teszik. A Kő-lyuk I. korábbi kutatásai által felsorakoztatott érvek, bizonyítékok a pleisztocén kori emberi jelenlétre alapvetően közvetettek, sőt hiányosak voltak – ide értve pl. a három, orral egymásnak fordított barlangi medve koponyát (melyeket 1950-ben a feltárásukat követő nap reggelére ismeretlenek elloptak, de még részletes helyszíni dokumentációjuk sem ismert²), vagy a paleolit korúnak meghatározott egyetlen kőeszközt (amelynek megadott rétegtani helyzete³ határozottan vitatható, metariolit nyers-anya pedig indokolatlan preconcepcióra készíthető a kutatót). Sajnos az abszolút koradatok, melyek a barlang kutatástörténetében az elsők, egyelőre csak újabb kérdéseket vetnek fel és nem állt elő az a helyzet, amelyben a két típusú minta egymást erősítve, közvetve bizonyítaná a pleisztocén kori ember megtelepedését a Kő-lyuk I-ben.

Megfigyeléseink alapján – a további kutatás irányát is kijelölve ezzel – az feltételezhető, hogy a barlang Óriás-terme a jégkor utolsó hideg szakaszában (Fiatlabb Dryas stadiális alatt, 12,9–11,7 ezer év BP) és közvetlen utána még szabadon elérhető volt a bejárat felől. Legkésőbb ekkor az ember tűzhely(ek)et hagyott hátra az S11_(a-b) erősen mészkőtörmelékes, idősebb állatcsontokat is tartalmazó, enyhén (~1,7°-ban) ÉÉNy felé lejtő felszínén. A faszénmintákból nyert koradatok által kijelölt horizontot követően az intenzív és tartós felmelegedés miatt, vagy legkésőbb a Holocén Klíma Optimum csúcán a Bükk karsztrendszerében nagymértékben megemelkedett a vízszint és ez a Kő-lyuk I-ben is hosszabb időre az Óriás-terem teljes felületének elöntésével járt.

A holocén felmelegedéssel együtt bekövetkező karsztvízszint emelkedésnek két szakasza is igazolhatónak tűnik:

Az első szakaszban a nagyobb mennyiségű víz egy rövid ideig csupán az S11 aktuális felszínével közel egy magasságban tartózkodott. Ekkor a mélyről, valamint nem kis részben a barlangon kívülről érkező víz felületeket érintve, de keskeny, sekély medrekbe rendeződve folyt el a barlang mélyebb térszínei (ÉÉNy) felé. Ehhez köthető a sáros, agyagos hatású szürkés sötétbarna S10, amely az alján apró mészkőkavics csoportokat, sávokat, valamint részben irányba rendezett (kora felső paleolit korú) hosszúcson-töredékeket, és nem utolsó sorban apró (pleisztocén végi) faszéndarabokat tartalmaz.

A karsztvízszint emelkedés második szakasza egy tartósan magas vízszintet, és ezzel együtt a barlang „lakhatatlanságát” is jelentette, illetve eredményezte. Az erre vonatkozó bizonyítékot jelenleg az S9_{komplex} rétegben látjuk, amelynek szabad szemmel is megfigyelhető mikrorétegzettsége a ciklikus tavi üledékképződés jegyeit mutatja. Ennek alapján

² HOM Régészeti Adattára, 532–68

³ VII. sz. terem, 1947, Saád Andor: HOM Régészeti Adattára, 534–68

az egyenként mindössze legfeljebb 1–5 mm vastag, szabályosan világos-sötét (barna) mintázat szerint egymást váltó üledékcsíkok réteg-komplexe (makroszkópicusan ~31–43 db!) akár 16–22 évnyi vízzel való fedettséget is jelezhet. Ezt külön is megerősíti, hogy eddig semmilyen *in situ* leletet nem találtunk az S9_{komplex}-ben, és régészeti jelenség sem volt megfigyelhető benne. Az ezen réteg alsó részéből származó két faszénminta néhány évtizeddel fiatalabb kort jelöl a többinél. A kerámiás korszakok emberei által hátrahagyott leletek és jelenségek kivétel nélkül vagy az S9_{komplex} fölött találtak vagy az afölötti rétegekre vezethető vissza eredetük (pl. mélyebbre hatoló cölöplyukak).

A kutatásban nyújtott konzultációs és terepi segítségért külön köszönet illeti prof. dr. Kordos Lászlót, Ferenczy Gergelyt, Pálfi Tibort, Szabó Istvánt, Szabó Lászlót, Béres Sán-

dort, Kerekes Dalmát, dr. Mester Zsoltot, Regős Józsefet, valamint dr. Pusztai Tamást és Pusztainé dr. Fischl Klárát.

A kutatást a Nemzeti Kulturális Alap Örökségvédelmi Kollégiuma a 018/207/21 sz. döntésével a 207134/00406 sz. Támogatási szerződés keretében támogatta.

Irodalom

- SZÉKELY K. (szerk.) (2003): *Magyarország fokozottan védett barlangjai*. Budapest: Mezőgazda Kiadó
- SZOLYÁK P. (2011): *Zárójelentés régészeti megfigyelésekről és geodéziai felmérésekről*. Miskolc: Herman Ottó Múzeum
- SZOLYÁK P. (2022): *Magyar Régészet* 11(4), 1–11.
- SZOLYÁK P. (2023): *Összefoglaló szakmai jelentés a Parasznya, Kő-lyuk I. (barlang) őslénytani és régészeti feltárásáról. 2021. szeptember 14.–2022. július 17.* Miskolc: Herman Ottó Múzeum
- VENKOVITS I. (1951): *Jelentés a MÁFI Igazgatóságának. 1951. június 28.*



Fluoreszkáló szfaleritek Mežicáról (Szlovénia)

Zajzon Norbert^{1*}, Topa Boglárka Anna¹, Biró Máté², Leskó Máté Zsigmond¹

¹ Miskolci Egyetem, Nyersanyagkutató Földtudományi Intézet, 3515 Miskolc-Egyetemváros

*norbert.zajzon@uni-miskolc.hu

² Eötvös Loránd Tudományegyetem, Ásványtani Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C.

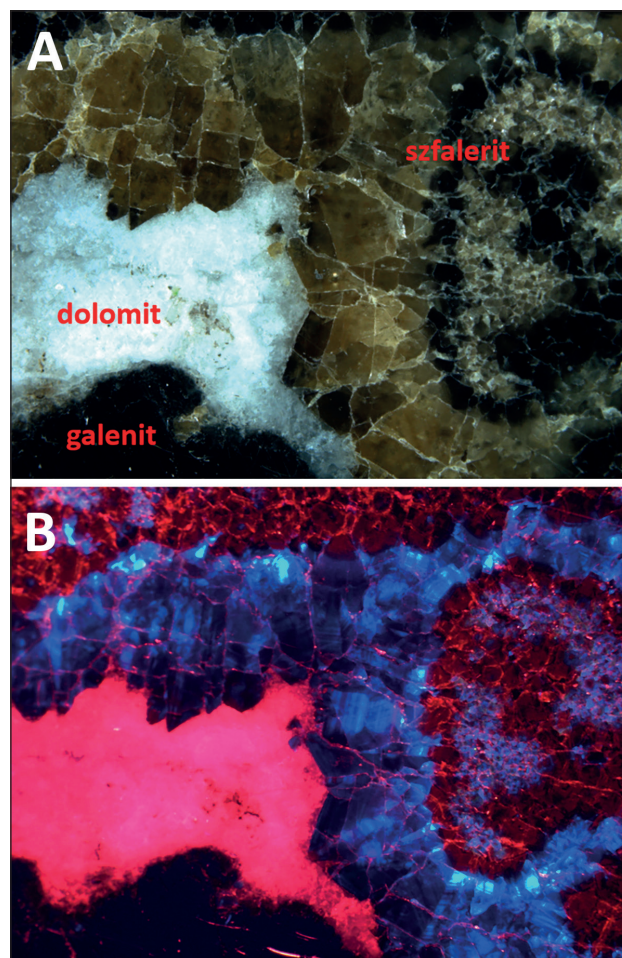
A Keleti-Karavankákban (Szlovénia) található Mežica környéki Mississippi-Valley-típusú (MVT) ólom-cinkércesedés a római kor óta ismert, melynek termelése az elmúlt körülbelül ötszáz évben zajlott és az ismert készletek kimerülésével 1994-ben ért véget. Azóta a bánya turistabányaként működik. Az itteni MVT ércesedés két másik környékbeli teleppel (Bleiberg és Raibl) rokonítható. A környéken több mint 350 darab ércetestet bányásztak, amik triász karbonátok metasomatózisével alakultak ki, ahol az érchezó hidrotermás oldatok feltehetőleg karsztosodott, közel függőleges Alpi-törésrendszerekben rakódtak le. Az ércesedés legfiatalabb részét (Topla) szingenetikusként tartják. A fő ércásványok a galenit és a szfalerit, melyek felszíni vizek általi oxidációja több mint 2 km mélységig hatolt, létrehozva a legérdekesebb és legismertebb ásványtársulását a lelőhelynek. A leggyakoribb másodlagos ásvány a wulfenit (amiről a bánya világhírű), amit még molibdénércnek is termeltek. Emellett még anglesit, cerusszit, hemimorfit, smithsonit és descloizit a leggyakoribb ásványfajok. Számos munka született a terület ásványairól, de még bőven akad kutatásra érdemes téma.

2023 októberében a ROBOMINERS Horizon 2020 projekt terepi tesztjei során két ércetestben végeztünk „in-situ” méréseket, valamint gyűjtöttünk mintákat laboratóriumi vizsgálatokhoz. Két helyszínen mértünk és mintáztunk. A Žerjavban található Graben-bánya ötödik szintjén szfaleritdús érc volt elérhető, míg Glančnikban található Mežica bányában (Podzemlje Pece) galenitdús érc volt elérhető. A masszív galenites érc könnyen azonosítható volt terepen is, míg a szfalerites érc meglehetősen jellegtelen, így legkönnyebben UV-fény mellett látszott, a szfalerit és az őt kísérő egyéb (főleg másodlagos) cinkásványok fluoreszcenciája miatt. Ez az erős és változatos színekkel jelentkező fluoreszcencia keltette fel a figyelmünket a további vizsgálatokra.

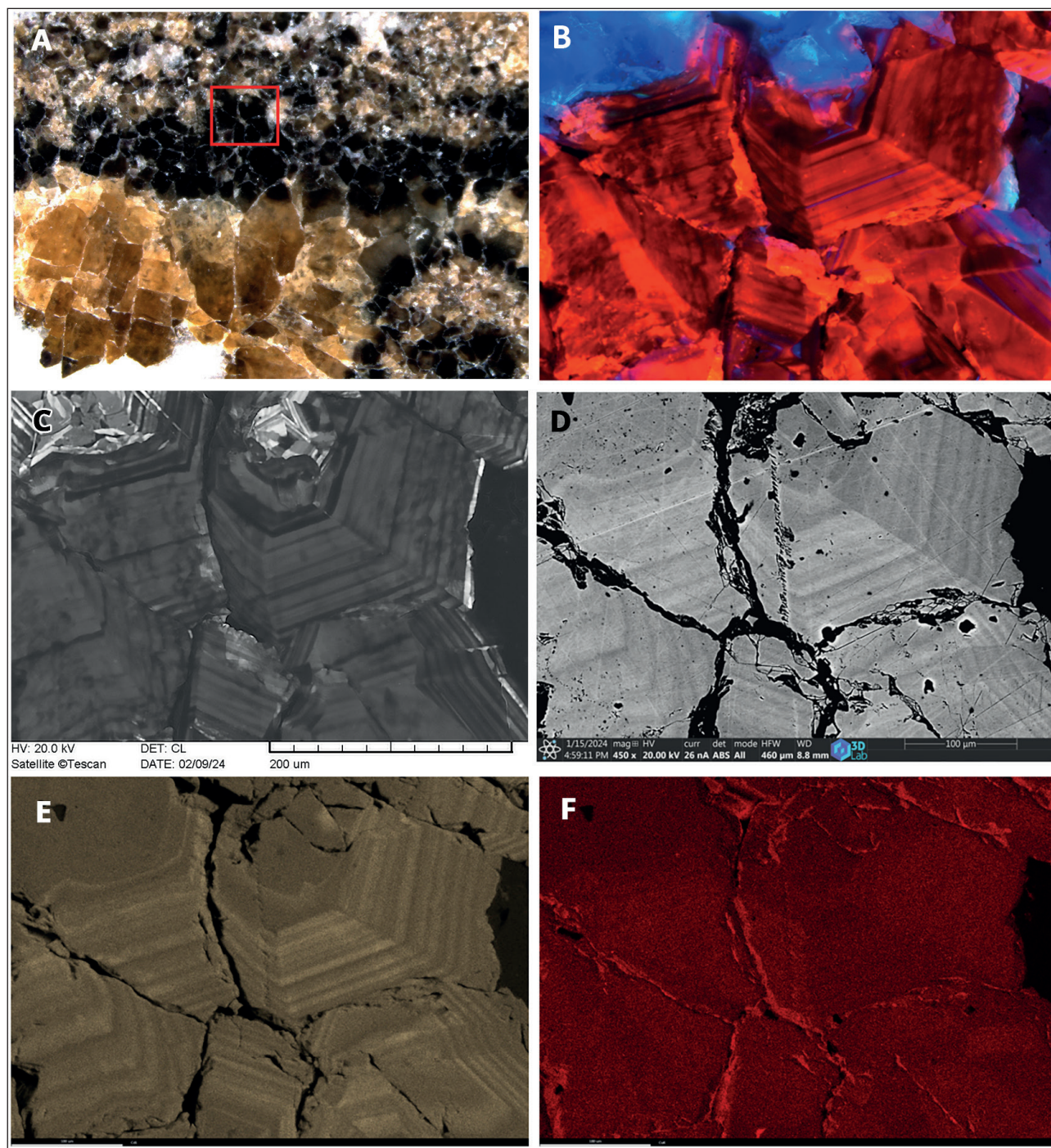
Röntgendiffrakció alapján a fő ásványok a galenit, szfalerit, dolomit és kalcit. Optikai mikroszkópban már látható fényben is látszanak eltérő szfaleritgenerációk, míg UV-fluoreszcens megvilágításban még szebben elkülönülnek (1. ábra), mert különböző színekben világítanak. A szfaleritek általában világos árnyalatúak, alacsony vastartalmúak. Nagy, durvakristályos részén kék lumineszcencia figyelhető meg zónásan az egészen sötét árnyalatoktól a világoskékig. Itt nem azonosítható nyomelemtartalom EDX-szel. A karbonát melletti külső részen inkább sötét területek dominálnak, míg a kék zóna másik oldalán az élénk világoskék területek a jellemzők. A következő zóna látható fényben sötétebb feketés és erős mélyvörös lumineszcenciát mutat. Itt gyönyörűen látszik a finomsávós zónáság és szektorzónáság is úgy a lumineszcens képeken is, mint a BSE-felvételeken és elemtérképeken (2. ábra). Itt a megjelenő vörös fény intenzitása a beépülő pár tized % kadmium (Cd) mennyiségével mutat korrelációt, míg a foltokban szektorzónásan beépülő minimális réztartalom (Cu) pedig a lumineszcencia kioltását okozza. A harmadik nagy zóna a szfaleritben pedig egy ap-

róbb kristályos kevert zóna változatos lumineszcens színekkel, amit leginkább a különböző fényben világító átlátszó zónák interferenciája okozhat. A szürkeárnyalatos SEM-CL képeken (2.c ábra) is gyönyörűen látszik a zónás, szektorzónás lumineszcencia. Van, ahol pont inverz módon viselkedik az UV-gerjesztéshez képest, van, ahol hasonlóan, együtt mozog az intenzitásuk.

REČNIK *et al.* (2014) kis mennyiségű Fe, Cu, As, Cd, Ag, Ga, Ge, Hg, Bi, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb és Tl jelenlétét említik a mežicai szfaleritekből, de pontos mennyiségeket, eloszlásokat nem közölnek. Több újabb kutatás (SALEH *et al.*, 2019; ŠOSTER *et al.*, 2023) is foglalkozik a szfaleritbe épülő nyom- és mellékelemek által okozott fluoreszcens színekkel, de a különböző beépülő elemek pontos viselkedése, hatása még nem tisztázott, mert együttes beépülésük esetén az okozott effektusok összefüggenek. A lumineszcens je-



1. ábra. Polírozott felszínű minta sztereomikroszkópos (A) és UV-fluoreszcens (B) felvétele, melyeken látszik, hogy a szfalerit több generációs és több színben világít a teljesen fekete galenit és az élénkkrózsaszín kalcit mellett. Képszélesség: 1 cm.



2. ábra. (A) sztereomikroszkópos fotó, ahol látszik a három szfalerittípus, a jelzett területről Szektorzónás szfalerit (B) UV-fluoreszcens reflexiós felvétele, (C) SEM-CL felvétele, (D) BSE képe, és minőségi röntgen-elemterképek kadmium (E) és réz (F).

lenség részletesebb tisztázásához további „in-situ” alacsonyabb kimutatási határral rendelkező vizsgálatokat (pl. LA-ICP-MS térképezés) tervezünk elvégezni.

A ROBOMINERS projektet az Európai Unió Horizon 2020 kutatás-fejlesztési programja finanszírozta 820971 szerződésszám alatt.

Irodalom

- REČNIK, A.—J. ZAVAŠNIK—S. FAJMUT—ŠTRUCL (2014): *The Mineralogical Record* 45, 507–548.
- SALEH, M.—K.G. LYNN—L.G. JACOBSON—J.S. MCCLOY (2019): *Journal of Applied Physics* 125, 075702.
- ŠOSTER, A.—V. BERTRANDSSON ERLANDSSON—M. VELOJIĆ—P. GOPON (2023): *Ore Geology Reviews* 157, 105474.

A Tertiary & Quaternary Strata a harmad- és negyedidőszak földtani kutatásainak legújabb eredményeiről számol be.

A megjelentetésnél azokat a tanulmányokat részesítjük előnyben, amelyek a Pannon-medence, valamint a Kárpátok, a Dinaridák és az Alpok területét érintő tudományos problémákat vetnek föl és próbálnak megoldani. E tekintetben kizárólag az első közléseket tudjuk befogadni, a más kiadványban korábban már megjelent témák publikálását akkor mérlegeljük, ha az magyarul jelent meg és idegen nyelvű rezümé nem készült hozzá.

A folyóirat nyelve angol. Rezümé magyar vagy német nyelven adható le.

A tanulmányokhoz két független lektortól kérünk bírálatot. A szerzők a lektorokra vonatkozóan tehetnek javaslatot, de azok személyéről a szerzővel történt egyeztetés után minden esetben a Szerkesztőbizottság dönt. A kiadó a szerkesztett, végleges kéziratokat a lehető legrövidebb időn belül megjelenteti. A tanulmányok ingyenesen elérhetők és letölthetők a folyóirat saját honlapjáról (tqstrata.eu).

A kéziratok leadása folyamatos.

A kötetünkben publikálni szándékozó szerzőket ezúton kérjük, hogy kézírataik elkészítése és leadása során az alábbi szempontokat maradéktalanul vegyék figyelembe.

Alkalmanként konferencia kivonatokat tartalmazó kötetet is közlünk, melynek formai követelményei eltérhetnek az itt leírtaktól.

TARTALMI ÉS TERJEDELMI KÖVETELMÉNYEK

a) A tanulmányok maximális terjedelme 45 000 karakter (szóközökkel). Az ettől nagyobb terjedelmű tanulmányok közlésére kizárólag a mindenkorai Szerkesztőbizottsággal történő egyeztetést követően kerülhet sor. Az ilyen esetekben első sorban azt mérlegeljük, hogy a tanulmány témájának van-e közvetlen kihatása a nemzetközi kutatások előrehaladására.

b) A Közlemények rovatba mindenekelőtt azok az írások kerülnek be, amelyek folyamatban lévő kutatások előzetes eredményeit foglalják össze, valamint részletesebb értékelés nélküli adatközléseket tartalmaznak. Az ide leadható publikációk maximális terjedelme 20 000 karakter szóközökkel, de legfeljebb 1 nyomdai ív (16 oldal) pl. táblázatok esetében.

c) A Tanulmányokat egy legfeljebb 1 100 karakter (szóközökkel) terjedelmű, angol nyelvű absztrakttal, vagyis rövid, tartalmi összefoglalóval kérjük leadni. Ehhez csatolandó 4–7 kulcsszó, melyek az írás legfontosabb jellemzőit határozzák meg. A Kulcsszavakat úgy kell kiválasztani, hogy azok lehetőleg a címben ne szerepeljenek.

AZ ILLUSZTRÁCIÓKKAL KAPCSOLATOS ELVÁRÁSOK

a) Kizárólag olyan illusztrációk közlését vállaljuk, amelyek a tanulmány szövegével összhangban vannak és ahhoz képest tartalmi és/vagy esztétikai többletinformációt hordoznak.

b) A leadható illusztrációk (fotók és rajzok) mennyisége 4000 karakterenként maximum két darab A/5-ös méretű kép. Amennyiben a képek mérete kisebb, a darabszám módosulhat. A táblázatok és diagramok külön, de ugyanilyen arányban számíthatók.

c) Az illusztrációk elvárt minősége 9 x 13 cm-nél és afölött min. 300 dpi felbontás, az ennél kisebb méretek esetében 600 dpi.

d) Minden illusztrációt digitálisan, a szövegtől függetlenül, .tiff formátumú képként kérünk leadni. Lehetőség van arra is, hogy a Szerzők a Szerkesztőbizottsággal egyeztetett email címre küldjék az anyagot.

A LEADOTT KÉZIRAT FORMAI KÖVETELMÉNYEI

a) Cím és szerző(k): 12 pt betűnagyság, Times New Roman betűtípus, szimpla sorköz. A szerző(k)nél kérjük feltüntetni a munkahely pontos nevét és székhelyét (csak a település neve).

b) Főszöveg: 12 pt betűnagyság, Times New Roman betűtípus, szimpla sorköz. Az első sorban és a főszövegben behúzás nincs, az új bekezdést csak az „Enter” leütése jelöli.

c) Ne alkalmazzon aláhúzást és félkövér kiemelés, csak dőltet, valamint idézőjelet.

d) Az illusztrációkat ne tördelje a szövegbe, legfeljebb megjegyzés formájában, egy sor kihagyással előtte és utána jelölje meg a helyet. Pl. „A 3. kép javasolt helye.”

e) A Hivatkozásokat kérjük a szövegközben, zárójelek között elhelyezni. Pl. (Herman 1893, 12), vagy (Herman 1893, 12, 18–19; Kordos 1982).

f) Végjegyzettel ellátott szöveget nem veszünk át. A Lábjegyzet formai követelményei: 10 pt betűnagyság, Times New Roman betűtípus, szimpla sorköz.

g) A Köszönetnyilvánítás a tanulmányok főszövegét követő rész, kérjük, hogy lehetőség szerint ne tegye lábjegyzetbe.

h) Szintén a főszöveget kell, hogy kövesse a Gyűjtemények rövidítései, a Rövidítések, a Források és az Irodalom jegyzéke, amennyiben szükséges.

i) Az Irodalom összeállításakor fokozottan ügyeljen a formai és tartalmi pontosságra és következetességre. Ebben a részben kizárólag dőlt betűs kiemelés használjon a megfelelő helyeken. A szövegjellemzők (betűméret, -típus és sorköz) tekintetében a Főszöveg paraméterei alkalmazandók.

j) A latin szavak, biológiai nevek (fajnév és genus név is) minden esetben dőlt betűvel szerepeljenek.

k) Az „et al.” használata 3 vagy több szerző esetén szükséges, két szerző esetén mindkét név legyen kiírva, és közé „and” kerül.

IRÁNYMUTATÓ PÉLDÁK

Szövegekben:

(Botka and Mészáros 2015; Gehlen 2010; Kordos and Begun 2001; Linzer and Tari 2013; Nriagu 1984; Shubin 2008; Sümegi 2001; Szakáll *et al.* 2011; Sziráki and Dulai 2002)

Bibliográfiánál:

Folyóirat

SZERZŐ (évszám): Cím. *Folyóirat* évfolyam(kötet), oldalszám.

BOTKA D.—MÉSZÁROS L. (2015): A Somssich-hegy 2-es lelőhely (Villányi-hegység) alsó-pleisztocén *Beremendia fissidens* (Mammalia, Soricidae) maradványainak taxonómiai és paleoökológiai vizsgálata. *Földtani közlöny* 145(1), 73–84.
KORDOS, L.—D.R. BEGUN (2001): A new cranium of *Dryopithecus* from Rudabánya, Hungary. *Journal of Human Evolution* 41(6), 689–700.

Periodika

SZERZŐ (évszám): Cím. *Kiadvány* kötetszám, oldalszám.

SZIRÁKI, Gy.—A. DULAI (2002): Sarmatian (Late Miocene) arthropods from Tállya and neighbouring localities (Tokaj Mts, Hungary): preliminary report. *Annales historico-naturales Musei nationalis hungarici* 94, 31–44.
SZAKÁLL, S.—F. KRISTÁLY—Z. NORBERT—N. NÉMETH—B. FEHÉR (2011): Másodlagos foszfátok és szulfátok a diósgyőri Fényeskő-völgy kovásodott metariolitjában. *A Herman Ottó Múzeum Évkönyve* 50, 35–46.

Könyv

SZERZŐ (évszám): Cím. Kiadás helye: kiadó.

SÜMEGI P. (2001): *A negyedidőszak földtani és ökoszisztémái alapjai* (Sümegi Pál). Szeged: JATEPress.
SHUBIN, N. (2008): *Your Inner Fish: A Journey Into the 3.5-billion-year History of the Human Body*. United States of America: Pantheon Books.

Tanulmány gyűjteményes kötetben

SZERZŐ (évszám): Cím. In: SZERKESZTŐ (ed) *Kiadvány*, oldalszám. Kiadás helye: kiadó

GEHLEN, B. (2010): Neolithic transition processes in southern Europe: The present state of knowledge and its deficiencies in Northern Italy and Southwestern France. In D. GRONENBORN—J. PETRASCH (eds) *Die Neolithisierung Mitteleuropas. Internationale Tagung, Mainz 24. bis 26. Juni 2005. The Spread of the Neolithic into Central Europe. International Symposium, Mainz 24 June – 26 June 2005. RGZM Tagungen*, 607–635. Mainz: Römisch-Germanischen Zentralmuseums
LINZER, H.-G.—G.C. TARI (2013): Structural Correlation between the Northern Calcareous Alps (Austria) and the Transdanubian Central Range (Hungary). In D. GAO (ed) *Tectonics and Sedimentation*, 249–266. Tulsa, Oklahoma: American Association of Petroleum Geologists
NRIAGU, J.O. (1984): Formation and Stability of Base Metal Phosphates in Soils and Sediments. In J. O. NRIAGU—P. B. MOORE (eds) *Phosphate Minerals*, 318–329. Berlin, Heidelberg: Springer

A Szerkesztőbizottság