Földtani Közlöny

155/1

A Magyarhoni Földtani Társulat folyóirata
Bulletin of the Hungarian Geological Society

Budapest, 2025

Felelős kiadó
M. TÓTH Tivadar, az MFT elnöke
Főszerkesztő
SZTANÓ Orsolya
Műszaki szerkesztők
BABINSZKI Edit
KOVÁCS Zoltán
BARTHA István Róbert
Nyelvi lektor
LUKOCZKI Georgina
Szerkesztőbizottság
FODOR László, FŐZY István, LUKÁCS Réka, PÓSFAI Mihály, SZANYI János, TÖRÖK Ákos

Támogatók
Magyar Tudományos Akadémia, ANZO Perlit Kft., Biocentrum Kft., Colas Északkő Kft., Geo-Log Kft., Geoproduct Kft., Geoteam Lambda Kft., Mecsekérc Zrt., Mineralholding Kft., OMYA Hungária Kft., O&G Development Kft., Perlit-92 Kft., Terrapeuta Kft.

A kéziratokat az alábbi felületen kérjük benyújtani
www.foldtanikozlony.hu

* * *

Responsible publisher
Tivadar M. TÓTH,
President of the Hungarian Geological Society
Editor-in-chief
Orsolya SZTANÓ
Technical editors
Edit BABINSZKI
Zoltán KOVÁCS
István Róbert BARTHA
Language editor
Georgina LUKOCZKI
Editorial board
László FODOR, István FŐZY, Réka LUKÁCS, Mihály PÓSFAI, János SZANYI, Ákos TÖRÖK
Sponsors
Hungarian Academy of Sciences, ANZO Perlit Kft., Biocentrum Kft., Colas Északkő Kft., Geo-Log Kft., Geoproduct Kft., Geoteam Lambda Kft., Mecsekérc Zrt., Mineralholding Kft., OMYA Hungária Kft., O&G Development Kft., Perlit-92 Kft., Terrapeuta Kft.

Submission of manuscripts through
www.foldtanikozlony.hu

Földtani Közlöny is abstracted and indexed in
Crossref.org
Scopus
GeoRef (Washington),
Pascal Folio (Orleans),
Zentralblatt für Paläontologie (Stuttgart),
Referativny Zhurnal (Moscow) and
EPA, MTA REAL (Budapest)

Földtani Közlöny

MAGYARHONI FÖLDTANI TÁRSULAT 1848 MENTE ET MALLEO

155/1

A Magyarhoni Földtani Társulat folyóirata
Bulletin of the Hungarian Geological Society

Tartalom — Contents

HÁLA József: *„Elegyengették az utat, mely a társulatot életre hívni volt hivatva”* – Dokumentumok és adatok a Magyarhoni Földtani Társulat megalapításának időszakából. – *Documents and data from the period of establishment of the Hungarian Geological Society.* 3

SEBE, Krisztina, PAZONYI, Piroska: Late Neogene–Quaternary exhumation of the Tisza unit basement carbonates based on paleontological data: Villány Hills, SW Pannonian Basin. – *A Tiszai-egység aljzati karbonátjainak késő neogén – kvarter kitakaródása őslénytani adatok alapján a Villányi-hegységben.* 21

SOLT Péter, SZUROMINÉ KORECZ Andrea, SÍKHEGYI Ferenc, LÓKI Róbert, MAJOROS Gábor: Archeogeológiai megfigyelések az egresi ciszterci kolostor és királyi temetkezőhely ásatásán (Igriş, Románia). – *Archeogeological observations at Egres (Igriş, Romania) Cistercian monastery, a royal burial place.* 37

KONCZ István: A vizes és a víz nélküli pirolízissel meghatározott kinetikai konstansok összehasonlítása. – *Comparison of the kinetic constants determined by hydrous and anhydrous pyrolysis.* 53

CSÁKINÉ DOBOS, Laura, HÍR, János, KOLLARICS, Tímea, BERKI, Imre, HOSCHEK, Mónika: Survey ofs Attitudes towards natural assets in relation to museum and field activities at the Kozárd geological section. – *Tanulók attitűdvizsgálata a természeti értékekre vonatkozóan a kozárdi geológiai szelvény múzeumi és terepi foglalkozásaihoz kapcsolódóan.* 61

HAAS János: In memoriam PÉRÓ Csaba. 73

Hírek, ismertetések (összeállította: Piros Olga) 79

Első borító: „Vörös márványból” csiszolt férfifej az egresi ciszterci kolostor és királyi temetkezőhelyástásról (SOLT Péter felvétele)

Hátsó borító: KUBINYI Ágoston igazoló jegye a Magyar Orvosok és Természetvizsgálók soproni nagygyűlésén való részvételhez

Budapest, 2025 ISSN 0015-542X

Rövidített útmutató a Földtani Közlöny szerzői számára

Kérjük olvassa el részletes útmutatónkat a www.foldtanikozlony.hu weboldalon.

A Földtani Közlönybe a földtudományok széles köréből várunk a Kárpát–Pannon térség földtani felépítésével foglalkozó magyar vagy angol nyelvű kéziratokat. Magyar nyelvű cikkek esetében annak címét, kulcsszavait, összefoglalóját, az ábrák és táblázatok címét, feliratait angol nyelven is meg kell adni, angol nyelvű cikkek esetén fordítva. Az angol nyelvű szövegek elkészítése a szerző feladata.

A kéziratot bírálatra pdf formátumban, egyetlen fájlként kell benyújtani, a szöveg mögé sorrendben elhelyezett számozott ábraanyaggal. A fájl neve a szerző nevéből és a cikk témáját lefedő néhány szóból álljon (pl. szujo_etal_villanyi kavicsok). Kéziratok a fenti honlapon keresztül küldhetők be. Bármilyen technikai probléma esetén forduljon a technikai szerkesztőhöz (piros.olga@mbfsz.gov.hu) vagy a főszerkesztőhöz (sztano.orsolya@gmail.com).

Az **értekezések** eddig publikálatlan adatokat, új eredményeket következtetéseket közölnek, széles tudományterületi képbe helyezve. A rövid közlemények célja az adatközlés, adatmentés, vagy az új eredmény gyors közzététele. A szemle széleskörű, szakmailag közérthető áttekintést nyújt egy tudományterület új eredményeiről, vagy kevéssé ismert, új módszereiről, annak alkalmazásáról. Vitairat a vitatott cikk megjelenésétől számított hat hónapon belül küldhető be. A vitatott cikk szerzője lehetőséget kap arra, hogy válasza a vitázó cikkel együtt jelenjen meg. A gyakorlati rovatba a földtani kutatással – bányászattal kapcsolatos kéziratok kerülnek, melyek eredménye nem elsősorban tudományos értékű, hanem a szakközösség tájékoztatását, szolgálja. **A tömör fogalmazás, az állításokat alátámasztó adatszolgáltatás, a szabatos szaknyelv használata és a nem specialista olvasók érdekében a közérthetőség mindegyik műfajban alapkövetelmény.**

A KÉZIRAT TAGOLÁSA ÉS AZ EGYES FEJEZETEK JELLEMZŐI (kötelező, javasolt)

a) Cím (magyarul, angolul) Rövid, informatív és tárgyra törő, utal a fő mondandóra.

b) Szerző(k), munkahelye, postacímmel (e-mail cím)

c) Összefoglalás (magyarul, angolul) Kizárólag a tanulmány célját, az alkalmazott módszereket, az elért legfontosabb új eredményeket és következtetéseket tartalmazza, így önállóan is megállja a helyét. Hossza legfeljebb 300 szó. Az angol nyelvű összefoglaló lehet bővebb a magyarnál (max. 1000 szó).

d) Tárgyszavak (magyarul, angolul) Legfeljebb 8 szó / egyszerű kifejezés e) Bevezetés A munkához kapcsolódó legfontosabb korábbi szakirodalmi eredmények összefoglalása, és ebből következően a tanulmány egyértel- műen megfogalmazott célja.

f) *Anyag és módszerek* A vizsgált anyag, esetleg korábbról származó adatok, a mérési, kiértékelési eszközök és módszerek ismertetése. Standard eljárások esetén csak a hivatkozott módszertől való eltérést kell megfogalmazni.

g) Eredmények Az új adatok és kutatási eredmények ismertetése, dokumentációja ábrákkal és táblázatokkal.

h) Diszkusszió A kapott eredményeknek a saját korábbi eredményekkel és a szakirodalmi ismeretekkel való összevetése, beágyazása a tágabb tudo- mányos környezetbe.

i) Következtetések Az új következtetések tézisszerű, rövid ismertetése az eredmények és a diszkusszió ismétlése nélkül.

j) Köszönetnyilvánítás

k) Hivatkozott irodalom Csak a szövegközi, az ábrákhoz és táblázatokhoz kapcsolódóan megjelenő hivatkozásokat foglalja magába (se többet, se kevesebbet).

l) *Ábrák, táblázatok és fényképtáblák (magyar és angol felirattal)* A szemléltetni kívánt jelenség, vagy összefüggés megértéséhez szükséges mennyiségű.

m) Ábra-, táblázat- és fényképmagyarázatok (magyarul és angolul) Az illusztrációk rövid, összefogott, tartalmában érdemi magyarázata.

FORMAI KÖVETELMÉNYEK

Értekezés, szemle maximális összesített **terjedelme** 20 nyomdai oldal (szöveg, ábra, táblázat, fénykép, tábla együttesen). Ezt meghaladó tanulmány csak abban az esetben közölhető, ha a szerző a többletoldal költségének térítésére kötelezettséget vállal. A rövid közlemények összesített terjedelme maximálisan 4 nyomdai oldal.

A **szöveg** doc, docx vagy rtf formátumban készüljön. Az alcímeknél ne alkalmazzanak automatikus számozást vagy ábécés jelölést, csak a tipográfiával jelezzék a címrendet. A hivatkozásokban, irodalomjegyzékben a SZERZŐK nevét kis kapitálissal, ősmaradványok faj- és nemzetségneveit dőlt betűvel, fajok leíróit szintén kis kapitálissal kell írni. A kézirat szövegében az ábrákra és a táblázatokra számozásuk növekvő sorrendjében a megfelelő helyen hivatkozni kell.

A szövegközi **hivatkozások** formája RADÓCZ 1974, vagy GALÁCZ & VÖRÖS 1972, míg három vagy több szerző esetén KUBOVICS et al. 1987. Több hivatkozás felsorolásakor ezek időrendben kövessék egymást. Az irodalomjegyzék tételei az alábbi minta szerint készüljenek, szoros ábécében, ezen belül időrendben álljanak. Kérjük a folyóiratok teljes nevének dőlt betűvel történő kiírását. Ezen kívül, ha a hivatkozott műnek van DOI száma, azt meg kell adni teljes URL formátumban. Hivatkozott egyedi kiadványok esetén a mű címét kérjük dőlt betűvel szedni. Magyar szerzők idegen nyelvű publi- kációi esetén a vezetéknév után vesszőt kell tenni.

CSONTOS, L., NAGYMAROSY, A., HORVÁTH, F. & KOVÁC, M. 1992: Tertiary evolution of the intra-Carpathian area: A model. — *Tectonophysics* **208,** 221–241. http://dx.doi.org/10.1016/0040-1951(92)90346-8

JÁMBOR Á. 1998: A Tiszai nagyszerkezeti egység karbon üledékes képződményei rétegtanának ismertetése. — In: BÉRCZI I. & JÁMBOR Á. (szerk.): *Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana.* MOL Rt. — MÁFI kiadvány, Budapest, 173–185.

VARGA A. 2009: A dél-dunántúli paleozoos–alsó-triász sziliciklasztos kőzetek kőzettani és geokémiai vizsgálatának eredményei. — PhD értekezés, ELTE Kőzettan–Geokémiai Tanszék, Budapest, 150 p.

WEAVER, C. E. 1989: *Clays, Muds, and Shales.* — Developments in Sedimentology 44, Elsevier, Amsterdam, 819 p. http://dx.doi.org/10.1016/s0070-4571(08)×7036-0

Az **ábrákat** a szerzőknek kell elkészíteni, nyomdakész állapotban és minőségben a tükörméretbe (170×240 mm) álló, vagy fekvő helyzetben beilleszthetően. A fotótábla maximális magassága 230 mm lehet. Az ábrákon a vonalvastagság 0,3 pontnál, a betűméret 6 pontnál ne legyen kisebb. Az illusztrációkat X4-nél nem frissebb CorelDraw ábraként, az Excel táblázatokat és diagramokat word vagy cdr formátumban tudjuk elfogadni. Egyéb esetben a fekete és színes vonalas ábrákat 1200 dpi felbontással, tif kiterjesztéssel, a szürkeárnyalatos fényképeket 600, a színes fényképeket 300 dpi felbontással, tif vagy jpg kiterjesztéssel kérjük beküldeni. A színes illusztrációkat a megfelelő nyomdai minőség érdekében CMYK színprofillal kérjük előállítani, ezért az online megjelenő pdf esetében előfordulhat némi színváltozás. A színes ábrák, fotótáblák nyomtatási költségeit a szerzőknek kell fedezniük. Ha a költséget a szerzők nem tudják vállalni, már benyújtáskor szürkeárnyalatos illusztrációkat használjanak.

A cikk benyújtásakor, kérjük a szerzőket, hogy **nevezzenek meg legalább négy olyan szakértőt**, akik annak tartalmáról érdemi véleményt adhatnak, és adják meg e-mail címüket. A bírálatot követően a szerzőtől egy vagy két hónapon belül várjuk vissza a javított változatot, ekkor **még mindig egyetlen összesített pdf-ben** (eredeti fájl név_átdolgozott megjelöléssel). E mellé kérünk csatolni egy **tételes jegyzéket,** melyben bemutatják, hogy lektoraik megjegyzéseit, tanácsait hogyan vették figyelembe, valamint esetleges egyet nem értésüknek milyen szakmailag alátámasztható indokai vannak.

A közlésre elfogadott kéziratok szövegét, ábráit, táblázatait egyesével kérjük a szerkesztőségi felület megfelelő menüpontját használva feltölteni. Tördelést követően a szerzők feladata a korrektúrázás. Különlenyomatokat még külön költségért sem tudunk biztosítani.

MTA 200 ÉVES A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA

Magyarhoni Földtani Társulat
Földtani Közlöny
Hungarian Geological Society

155/1, 3–19., Budapest, 2025

DOI: 10.23928/foldt.kozl.2025.155.1.3

„Elegyengették az utat, mely a társulatot életre hívni volt hivatva”*

Dokumentumok és adatok a Magyarhoni Földtani Társulat megalapításának időszakából

„... a mag, melyet dr. Zipser András még 1847-ben vetett el, tudvalevőleg csak közel három évvel később kelhetett ki, de a jó mag nemes gyümölcsöt hozott.”
(BÖCKH János 1900)

HÁLA József

Magyarhoni Földtani Társulat, Tudománytörténeti Szakosztály
1015 Budapest, Csalogány u. 12. I/1.
E-mail: jozsefhala@gmail.com

Documents and data from the period of establishment of the Hungarian Geological Society

Abstract

The idea of establishing a “geological society of miners” was raised by Keresztély András Zipser (Christian Andreas Zipser) in 1847 at the 8th General Meeting of Hungarian Physicians and Naturalists held in Sopron. The idea, which was met with widespread approval, culminated in the founding of the Hungarian Geological Society—a milestone achieved after a three-year process spanning from August 11, 1847, to July 6, 1850. The society continues to operate to this day. The process of establishment is presented here, based partly on the relevant literature, and partly on documents newly discovered by the author.

Keywords: history of earth science, Hungarian Geological Society, history of society, history of science

Összefoglalás

Egy „földismei bányászegyesület” megalapításának gondolatát 1847-ben Sopronban, a Magyar Orvosok és Természetvizsgálók VIII. Nagygyűlésén vetette fel Zipser Keresztély András (Christian Andreas Zipser). A nagy tetszéssel fogadott ötlet megvalósítása, vagyis a ma is működő Magyarhoni Földtani Társulat megalapítása egy majd hároméves folyamat eredménye volt. A szerző ezt az 1847. augusztus 11-től 1850. július 6-ig tartó folyamatot mutatja be a vonatkozó szakirodalom és az általa újonnan feltárt dokumentumok felhasználásával.

Tárgyszavak: földtantörténet, Magyarhoni Földtani Társulat, társulattörténet, tudománytörténet

Bevezetés

A Királyi Magyar Természettudományi Társulathoz hasonlóan a Magyarhoni Földtani Társulat is az orvosok és természetvizsgálók vándorgyűléseinek (nagygyűléseinek) köszönheti létét. Miként GOMBOCZ Endre megfogalmazta: a földtani „a második tudományos társulat, melynek keresztszülei a Bene Ferenc alapította vándorgyűlések voltak” (GOMBOCZ 1941). Míg az előzőt a BUGÁT Pál kezdeményezte első pesti tudományos összejövetelen 1841. május 29-én alapították (uo.), addig a Földtani Társulat létrehozásának az ötlete a VIII., soproni rendezvényen 1847-ben vetődött fel, de a megvalósulás egy majd három évig tartó folyamat lett. Az egyesület létrejöttének főbb állomásai a következők voltak: 1. javaslatok egy „földismei bányászegyesület” megalapítására (Sopron, 1847. augusztus 11.); 2. az „alakító választmány” értekezlete (Videfalva, 1848. január 3.); a megalakulás (Pest, 1850. július 6.).

Az egyesület megteremtésében résztvevők közül lelkesedésük, az ügy érdekében kifejtett fáradozásuk és aktivitásuk alapján az alábbi öt személy emelkedett ki, őket tekintjük a legfőbb „alapító atyáknak”: KUBINYI Ágoston (1799–1873) királyi tanácsos, akadémikus, a Magyar Nemzeti Múzeum igazgatója; bátyja, KUBINYI Ferenc (1796–1874) földbirtokos, régész és természetbúvár, akadémikus (*1. ábra*); ZIPSER Keresztély András (Christian Andreas ZIPSER) (1783–1864) besztercebányai tanár, nem hivatásos természetbúvár, nemzetközi hírű ásvány- és kőzetgyűjtő, a *Versuch eines*

* Az idézet forrása: SCHMIDT 1880. E dolgozat a Magyarhoni Földtani Társulat Tudománytörténeti Szakosztályának 2024. január 15-i szakülésén elhangzott előadás szerkesztett változata.

1. ábra. KUBINYI Ágoston és KUBINYI Ferenc (MOT Munkálatok 1875. o. n.)
Figure 1. *Ágoston KUBINYI and Ferenc KUBINYI (MOT Munkálatok 1875. o. n.)*

topographisch-mineralogischen Handbuches von Ungern (ZIPSER 1817) című munka, „a XIX. század első felének legkiválóbb magyarországi ásványtopográfiája" (PAPP 2002) szerzője (*2. ábra*); PETTKÓ János (1812–1890) bányatanácsos, a selmecbányai Bányászati és Erdészeti Akadémia tanára (*3. ábra*) és MARSCHAN József (1802–1872) bányamérnök, az előbb említett tanintézmény tanára (róluk legutóbb, további irodalommal: HÁLA 2023).

Rajtuk kívül meg kell még említenem herceg ESTERHÁZY Pált (1786–1866), Sopron vármegye örökös főispánját (*4. ábra*), aki az egyesületalapítási ötlet felvetésekor az ügy mellé állt, és tetemes pénzösszeg felajánlásával járult hozzá a szán-

2. ábra. ZIPSER Keresztély András (Magyar Nemzeti Múzeum, Történelmi Képcsarnok)
Figure 2. *Keresztély András ZIPSER (Christian Andreas ZIPSER) (Hungarian National Museum, Historical Portrait Gallery)*

3. ábra. PETTKÓ János (Fotó: SCHRECKER Ignác; Fővárosi Szabó Ervin Könyvtár, Budapest Gyűjtemény)
Figure 3. *János PETTKÓ (Photo: Ignác SCHRECKER; Szabó Ervin Library, Budapest Collection)*

4. ábra. Herceg ESTERHÁZY Pál (KUBINYI F. 1867a, II.)
Figure 4. *Prince Pál ESTERHÁZY (KUBINYI F. 1867a, II.)*

dék megvalósításához. A rendelkezésre álló forrásokból egyértelműen kiderül, hogy az „alapító atyák" vezéralakja, aki a legtöbbet tette a megalakulás érdekében, kétségtelenül KUBINYI Ágoston volt. Ismerve a cél érdekében kifejtett, fáradhatatlan munkáját, nem tartom túlzónak és szerénytelennek, amit önéletrajzában írt: „indítványomra a Magyar Földtani Társulat létrejött, melynek elnöke lettem" (KUBINYI Á. 1871).

Az alábbiakban a megalakulás folyamatával kapcsolatos, részben a szakirodalomból már ismert, részben újonnan feltárt adatokat és dokumentumokat közlünk időrendben, ezzel is tisztelettel fejet hajtva elsősorban a fő „alapító atyák" emléke előtt.

Sopron, 1847. augusztus 11.

A Magyar Orvosok és Természetvizsgálók VIII. Nagygyűlését, az egész Sopront „megmozgató eseményt" (HÁRS 1966), a kiállításokkal és kirándulásokkal színessé és változatossá tett (CSATKAI 1922, KELÉNYI 1961) tudományos összejövetelt 1847. augusztus 11. és 17. között rendezték meg.

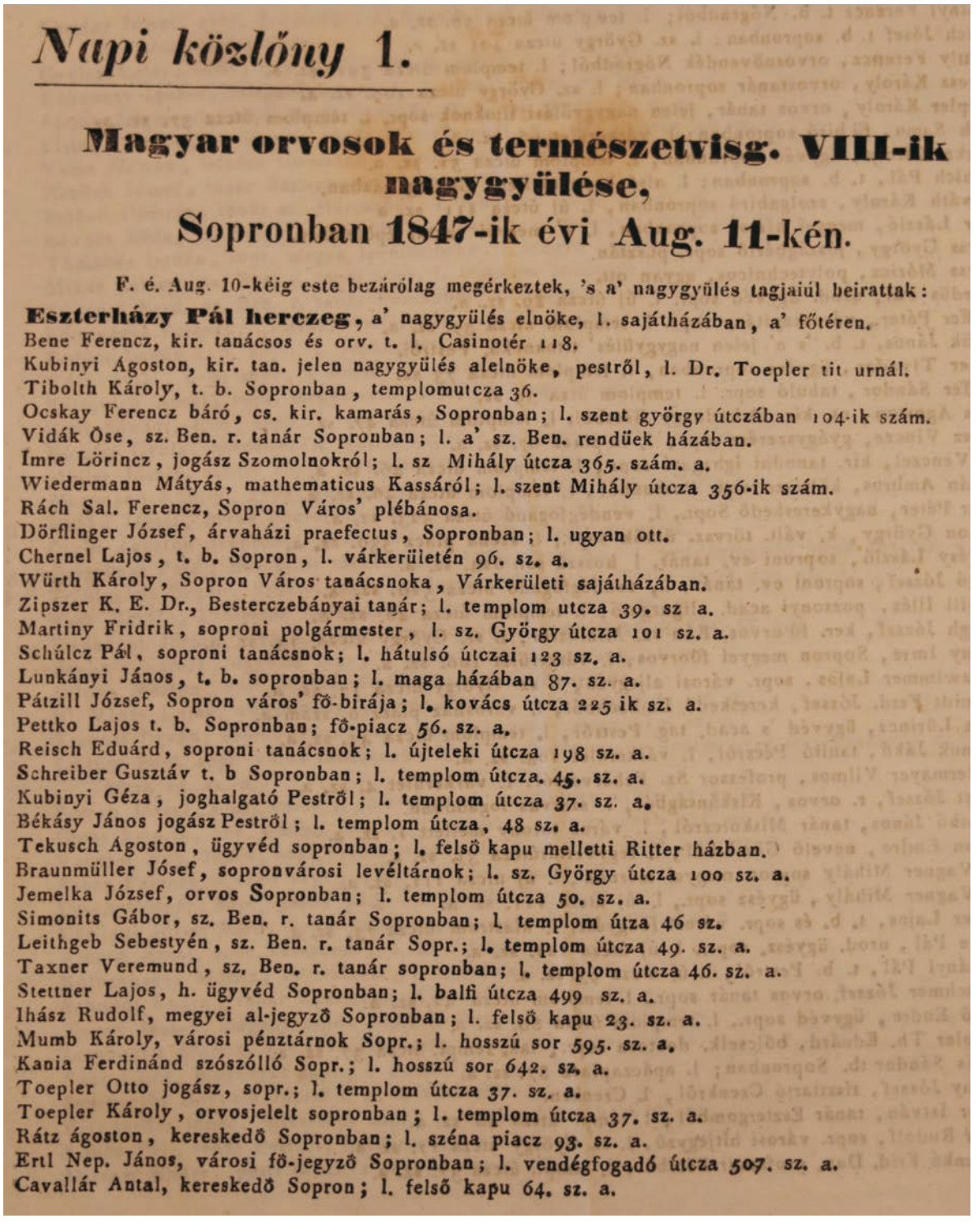
A résztvevők 10-én érkeztek a városba, a regisztráció és a szálláshelyek elfoglalása (*5. ábra*) után herceg ESTERHÁZY Pál, a rendezvény elnöke ismerkedési esten fogadta őket a Városi Kaszinóban (*6–7. ábra*). A 483 külföldi és hazai vendég (Névsor 1863) között jelen volt a Földtani Társulat későbbi öt „alapító atyja" közül négy: a vándorgyűléseken a testvérével, Ferenccel kezdetektől részt vevő (CHYZER 1890) KUBINYI Ágoston (*8. ábra*) a nagygyűlés alelnöki tisztét töltötte be, és az állat- és növénytani, valamint a régészeti szekcióba („tudományszakra") regisztráltatta magát; KUBINYI Ferenc, PETTKÓ János és ZIPSER Keresztély András az ásványtani szekciót választotta (Névsor 1863).

Másnap, augusztus 11-én került sor a „megnyitó közgyűlésre" (KUBINYI Á., TOEPLER & TÖRÖK 1863). ESTERHÁZY Pál elnök megnyitóbeszéde (ESTERHÁZY 1863), majd MARTINY Frigyes, Sopron város polgármestere üdvözlőbeszéde (MARTINY 1863) után előadások következtek. KUBINYI Ágoston az az évben elhunyt botanikus és archeológus JÓZSEF főherceget mutatta be (KUBINYI Á. 1863), TOEPLER Károly Sopron történetét vázolta (TOEPLER 1863), majd a „lelkes besztercebányai tanár" (KOCH 1902), „azon férfiú, ki a 40-es években legjobban ismerte hazai bányászatunk állapotát, ki egyszersmind ismerte hazánk ásványokban való gazdagságát" (STAUB 1898), az „eloquentiával" [ékesszólással] megáldott (BÖCKH 1897) ZIPSER Keresztély András (itt ZIPSER Endre néven) *Javaslatok földismei bányászegyesület alapitására Magyarországon* címmel tartotta meg a Földtani Társulat létrehozása szempontjából – mint később kiderült – nagy hatású előadását (ZIPSER 1863). Ezt és az elmondottak fogadtatását a rendezvény jegyzőkönyvében így rögzítették:

> „XX. Közfigyelmet és érdekeltséget gerjesztett dr. Zipser Endre értekezése a magyar bányászatról, melyhez egy földkutató bányászati társaság alkotásának javaslata csatoltatott, s melynek folytán
>
> XXI. indítvány tétetett egy bányász-társaságnak a javaslat értelmében – megindítására, s e végre a tervező úr által kivetett költségek fedezése végett önkénytes aláirásnak azonnali megnyitására, az ügy elnök ő hercegsége pártfogása alá állíttatván; –
>
> a fömlgú elnök minden közhaszonnal kecsegtető vállalatnak örömmel nyujtván segédkezet, szivesen hajlott ily létrehozandó, s célszerüleg alakuló társulatot pártfogása alá fogadni, s a nyomban megnyitott aláirási iven, a siker esetére ily célra évenkint 400 pftot kegyeskedett megajánlani; az indítvány pedig maga oly formán fogadtatott el, hogy a tervezett társulat a nagygyűlés vagy szakosztály minden befolyása nélkül, mint egészen magán vállalkozás igyekezzék létrejönni s alakulni, s organisatiója megállapítására egyedül a társulat létesítéséhez s fentartásához járuló aláírók közül válasszon magának alakító választmányt; a nagygyülés mindenkor kedvesen értesülvén, ha kebeléből életrevaló és sikert biztositó vállalatok sarjadzanak." (Jegyzőkönyv 1863)

A nagygyűlésről a különféle lapokban megjelent tudósítások némileg kiegészítették, illetve árnyalták a szűkszavú jegyzőkönyvi bejegyzést. A *Hazánk* című győri lapból megtudhatjuk például, hogy ZIPSER felvetése hosszas vitatkozásra „nyujtott alkalmat":

> „Következett Zipser Endre jeles német értekezése; Magyarország ásványtani gazdagságára, s mindemelletti miveletlenségére figyelmezteté a tagokat, végre egy magyar bánya társulat alakitását indítványozta. – Ez indítvány hosszas vitatkozásra nyujtott alkalmat; némelyik azt további meghányás végett szakosztálynak kiadatni, más pedig aláirási ivet az első hévben tüstént köröztetni kivánt; egy harmadik az ügyet ma-



Napi közlöny 1.

Magyar orvosok és természetvisg. VIII-ik nagygyülése,

Sopronban 1847-ik évi Aug. 11-kén.

F. é. Aug. 10-kéig este bezárólag megérkeztek, 's a' nagygyülés tagjaiúl beirattak:

Eszterházy Pál herczeg, a' nagygyülés elnöke, l. sajátházában, a' főtéren.
Bene Ferencz, kir. tanácsos és orv. t. l. Casinotér 118.
Kubinyi Agoston, kir. tan. jelen nagygyülés alelnöke, pestről, l. Dr. Toepler tit urnál.
Tibolth Károly, t. b. Sopronban, templomutcza 36.
Ocskay Ferencz báró, cs. kir. kamarás, Sopronban; l. szent györgy útczában 104-ik szám.
Vidák Ôse, sz. Ben. r. tanár Sopronban; l. a' sz. Ben. rendüek házában.
Imre Lörincz, jogász Szomolnokról; l. sz Mihály útcza 365. szám. a.
Wiedermann Mátyás, mathematicus Kassáról; l. szent Mihály útcza 356-ik szám.
Rách Sal. Ferencz, Sopron Város' plébánosa.
Dörflinger József, árvaházi praefectus, Sopronban; l. ugyan ott.
Chernel Lajos, t. b. Sopron, l. várkerületén 96. sz. a.
Würth Károly, Sopron Város tanácsnoka, Várkerületi sajátházában.
Zipszer K. E. Dr., Besterczebányai tanár; l. templom utcza 39. sz a.
Martiny Fridrik, soproni polgármester, l. sz. György útcza 101 sz. a.
Schúlcz Pál, soproni tanácsnok; l. hátulsó útczai 123 sz. a.
Lunkányi János, t. b. sopronban; l. maga házában 87. sz. a.
Pátzill József, Sopron város' fö-birája; l. kovács útcza 225 ik sz. a.
Pettko Lajos t. b. Sopronban; fö-piacz 56. sz. a.
Reisch Eduárd, soproni tanácsnok; l. újteleki útcza 198 sz. a.
Schreiber Gusztáv t. b Sopronban; l. templom útcza. 45. sz. a.
Kubinyi Géza, joghalgató Pestről; l. templom útcza 37. sz. a.
Békásy János jogász Pestről; l. templom útcza, 48 sz. a.
Tekusch Agoston, ügyvéd sopronban; l. felsö kapu melletti Ritter házban.
Braunmüller Jósef, sopronvárosi levéltárnok; l. sz. György útcza 100 sz. a.
Jemelka József, orvos Sopronban; l. templom útcza 50. sz. a.
Simonits Gábor, sz. Ben. r. tanár Sopronban; l. templom útza 46 sz.
Leithgeb Sebestyén, sz. Ben. r. tanár Sopr.; l. templom útcza 49. sz. a.
Taxner Veremund, sz. Ben. r. tanár sopronban; l. templom útcza 46. sz. a.
Stettner Lajos, h. ügyvéd Sopronban; l. balfi útcza 499 sz. a.
Ihász Rudolf, megyei al-jegyzö Sopronban; l. felsö kapu 23. sz. a.
Mumb Károly, városi pénztárnok Sopr.; l. hosszú sor 595. sz. a.
Kania Ferdinánd szószólló Sopr.; l. hosszú sor 642. sz. a.
Toepler Otto jogász, sopr.; l. templom útcza 37. sz. a.
Toepler Károly, orvosjelelt sopronban; l. templom útcza 37. sz. a.
Rátz ágoston, kereskedö Sopronban; l. széna piacz 93. sz. a.
Ertl Nep. János, városi fö-jegyzö Sopronban; l. vendégfogadó útcza 507. sz. a.
Cavallár Antal, kereskedö Sopron; l. felsö kapu 64. sz. a.

5. ábra. A Magyar Orvosok és Természetvizsgálók soproni nagygyűlésének alkalmi kiadványa 1. számának első oldala a résztvevők egy részének neve és soproni szálláshelye feltüntetésével (Napi Közlöny 1847)

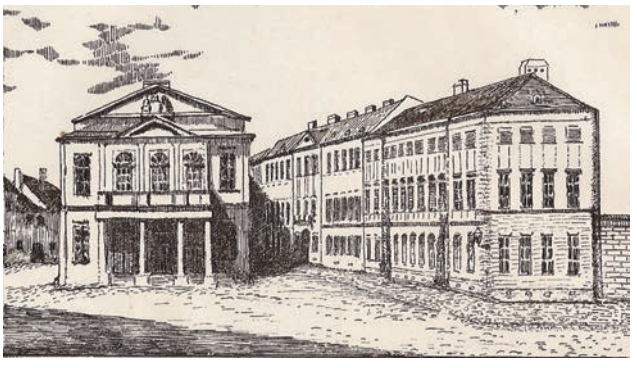
Figure 5. *The first page of issue 1 of the occasional publication of the General Meeting of Hungarian Physicians and Naturalists in Sopron with the names of some of the participants and their accommodation in Sopron (Napi Közlöny 1847)*

gán vállalatok közé sorozá, melly nem a természet bu-
várok működése; ismét mások ezen társulatot, mint
keblünkben keletkezettet, a naggyülésnek évenkint
történendő jelentésre kötelezték [volna].

Elnök ő hercegsége e társulat pártfogójául is meg-
nyeretett." (EÖTTEVÉNYI 1847).

A *Magyar Gazdá*ban az alábbiakat olvashatjuk:

„Közfigyelmet és érdekeltséget gerjesztett dr. Zip-
ser Endre ur értekezése a magyar bányászatról, mely-
hez egy földkutató bányászati társaság alakításának ja-
vaslata csatoltatott, s mellynek folytán indítvány té-



6. ábra. A régi soproni színház és jobbra a sarkon a Városi Kaszinó épülete (Régi képek után rajzolta: GMARITS Margit; GANTNER 1936)

Figure 6. *The former theater building in Sopron and the City Casino building on the right corner (drawn after old pictures by: Margit GMARITS; GANTNER 1936)*

tetett egy bányásztársaságnak a javaslat értelmében – megindítására, s e végre a tervező ur által kivetett költségek fedezése végett önkénytes aláirásnak azonnali megnyitására, az ügy elnök ő hercegsége pártfogása alá állittatván. – A föméltóságu elnök minden közhaszonnal kecsegtető vállalatnak örömmel nyujtván segédkezet, szivesen hajlott illy létrehozandó s célszerüleg alakuló társulatot pártfogása alá elfogadni, – s a nyomban megnyitott aláirási iven a siker esetére illy célra évenkint 400 pengő ftot kegyeskedett megajánlani, – ez inditvány pedig maga olly formán fogadtatott el, hogy a tervezett társulat a nagy gyülés vagy szakosztály minden befolyása nélkül, mint egészen magán vállalkozás igyekezzék létrejönni s alakulni, s organisatiója megállapítására egyedül a társulat létesítéséhez s fentartásához járuló aláirók közül válasszon magának alakitó választmányt, a nagy gyülés mindenkor kedvesen értesülendvén, ha kebeléből életrevaló, és sikert biztositó vállalatok sarjadzanak." (Magyar Gazda 1847; e cikk alapján készült tudósítás: [M. G.] 1847)

A *Pesti Divatlap*ot VAHOT Imre tudósította, ebből – egyebek mellett – megtudhatjuk, hogy BEZERÉDJ István és KUBINYI Ferenc „lánglelkű hazafiak sürgetése következtében" a társulat alakítása „tüstént foganatba vétetett":

„Utána következett külföldön is ismeretes természetbuvárunk – Zipser tanárnak, bár német nyelven, de alaposan s korszerüen irt értekezése, mellyben a magyarországi bányászat elhanyagolt s hanyatló állapotát élénk szinekkel festé, s inditványba hozá, miszerint a magyar bányászat felvirágzásának előmozditására, az ez ügyet hathatósan felkaroló társulatot kellene alapitani hazánk felső s alsó részében. A jeles szónoklattal előadott célszerü indítvány olly hatást eszközölt a gyülésre, hogy Bezerédy István s Kubinyi Ferenc, ezen országszerte ismert lánglelkü hazafiak sürgetése következtében, a magyar bányászat előmozditására tervezett társulat alakitása tüstént foganatba vétetett, miután az 5 p. ftos évi részvény fizetésére számosan irtak alá, s a hazafiságra lobbant elnök-herceg e célra évenkint 400 p. forintot ajánlott." (VAHOT 1847).

KUBINYI Ferenc lelkesedésén nem csodálkozunk, hiszen a családjától a természet szeretetét megtanuló, majd besztercebányai diákként ZIPSERTŐL a testvérével együtt az ásványok országát is megismerő, kiváló természetvizsgáló a régészeti írásokon kívül az 1840-es évek elejétől földtani és ősténytani cikkeket is publikált (lásd SZINNYEI 1900, NAGY 1980, KECSKEMÉTI 2014).

BEZERÉDY (BEZERÉDJ) Istvánról (*9. ábra*) eddig nem szóltak a társulattörténetek. A soproni nagygyűlésre a Magyar Gazdasági Egyesület delegálta őt (TÖRÖK 1847), és ott így regisztrálták a gazdasági szekcióba: „367. BEZERÉDJ István táblabíró Pest" (Névsor 1863). Életrajzát tanulmányozva egyértelmű, miért sürgette a földismei társulat megalapítását. Amint egy korabeli lexikonban írták: „Hű és munkás részt vett ezenkivül az egyesületi életben, s több egyesületnél, mint p. o. a kisdedóvó-egyletnél, védegyletnél, gyáralapító társaságnál stb. az igazgató választmányban foglalt helyet, s szóval és tettel és pénzáldozattal lelkes hatást gyakorolt az egyesületi hazafias és emberbaráti célokra." (T. 1850). Hogy VAHOT Imre „lánglelkű hazafi" kifejezése nem volt túlzó, a fentiek mellett bizonyítják a következő életrajzi adatok is: a reformkori országgyűlések rendszeres résztvevője volt, amelyeken mint kiváló szónok harcolt például a magyar nyelv hivatalossá tételéért és a társadalmi igazságosságért; mint Tolna vármegyei birtokos nemes önkéntes adózásra kötelezte magát, a feudális jog- és tulajdonrendszer gyökeres átalakítását eredményező 1848. évi törvény előtt felszabadította jobbágyait. (Életéről és munkásságáról lásd például: *Vasárnapi Ujság* 1861, 1897; SZINYNEI 1891; BODNÁR & GÁRDONYI 1918–1920). Nem véletlenül állnak szekszárdi mellszobrán a következő sorok: „Bezerédj István (1796–1856) – A jobbágyszabadító, első önként adózó magyar nemes". Neve gróf ANDRÁSSY György, BENE Ferenc, herceg ESZTERHÁZY Pál, FRIVALDSZKY Imre, Wilhelm HAIDINGER, Moritz HÖRNES, KOVÁTS Gyula, KUBINYI Ágoston, KUBINYI Ferenc, MARSCHAN József, MIKECZ András, NENDTVICH Károly, PETÉNYI Salamon, SZABÓ József, WACHTEL Dávid, WAGNER Dániel és mások mellett ott szerepel a 41 társulati „alapító tag" névjegyzékében (KOVÁTS 1852a). Az ő emlékét is kegyelettel kell őriznünk!

A soproni vándorgyűlésről beszámoló tudósítások mindegyike említette az elnöklő ESTERHÁZY Pált, aki ígéretet tett, hogy az egyesület megalapítása esetén évi 400 pengőforinttal támogatja annak tevékenységét. „A hercegi családban azóta is apáról fiúra szállt a pártfogói tisztség" (MAURITZ 1925). A jeles família öt generáción (III. ESTERHÁZY Pál Antal [1796–1866]; III. Miklós [1817–1854]; IV. Pál [1843–1898]; IV. Miklós [1869–1920]; V. Pál [1901–1989]), mintegy egy évszázadon át támogatta a Földtani Társulatot. Adományukról utoljára az 1940. évi közgyűlési anyagban olvashatunk: „A herceg ESTERHÁZY család mindenkori feje azóta [1850 óta] is állandóan társulatunk pártfogója volt; erkölcsi és anyagi támogatásuk lényegesen hozzájárult a társulat hatalmas fejlődéséhez" (VENDL 1940). V. ESTERHÁZY Pál 1940. évi levelében még ígéretet tett további adományokra (ESTERHÁZY 1940), de a történelem másként alakult – a II. világháború alatt és után a régi mecénások korszaka véget ért – a világégés után új fejezet nyílt társulatunk életében (is)…

A' magyar orvosok és természetvizsgálók

fömélt. galanthai herczeg Eszterházy Pál

elnöksége alatt

Sopron sz. kir. városában tartott,

számra VIII-dik nagygyülésének

NAPI RENDJE.

A' magyar orvosok és természetvizsgálók 1847-dik esztendőben Sopron sz. kir. város szives meghivása folytán ugyan e' városba kihirdetett, számra VIII-dik nagygyülése a' f. é. augustus 11-kén veszi kezdetét, 's augustus 17-kén végződik.

A' Sopronba jövő, 's a' sorompóknál utba igazitott érkezők a' városházánál egy választmány által fogadtatnak, 's 5 pengő forint letétele mellett mint tagok beiratván, szállási 's belépti jegyekkel elláttatnak, mellyeket az illető urak mindenütt magokkal vinni sziveskedjenek, minthogy a' gyülekezet számára rendezett kiállitásokban 's egyéb látványokban és élvezetekben csak e' jegyek elömutatása mellett vehetnek részt.

A' gyülekezet szerkezetéhez 's alapszabályaihoz képest annak meghivott tagjai gyanánt tekintendők: 1-ször az egyetemes orvosi és gyógyszerészi kar; 2-szor a' szoros értelemben vett természettudósok, 's a' természettudományok bármellyikével vagy bármelly ágával foglalkozó tanitói kar; 3-szor a' mezőgazdák és iparüzők, 's végre 4-szer a' régiség- 's történetbuvárok. — Kik csak mint vendégek óhajtanak némelly gyüléseket látni, a' helyhez képest a' gyülekezet titoknokainál belépti jegyeket nyerhetnek.

Az első közgyülést megelőző napon, azaz aug. 10-kén este a' t. cz. tagok előleges megismerkedés végett a' városi casinóban gyülekeznek össze, hol ő herczegsége az elnök részéről egy szives estéllyel fogadtatnak.

Aug. 11-kén délelőtti tizedfél órától kezdve d. u. egy óráig a' városi casino nagyobb teremében megnyitó közgyülés; egy órától kezdve háromig a' kiállitások és gyüjtemények megtekintése; három órakor közebéd a' casino nagy teremében; ennek végeztével a' városi kórházak meglátogatása.

Aug. 12-kén reggeli 7 órától kezdve szakosztályi ülések az evang. lyceumnak e' czélra kijelölt teremeiben. Hét órakor kezdődik az orvos-sebészi, 's ugyanazon órában a' mezőgazdasági 's mütani szakosztályok,

nyolcz órakor a' természettani, földrajzi, csillagászati, 's régiség- és történettani szakosztály,

kilencz órakor a' földisme-, ásvány-, vegy- és gyógyszertani szakosztály, 's

tiz órakor az élet-, állat- és növénytani szakosztály ülése, mindegyik saját elkülönzött teremében.

Három órakor közebéd, 's ennek végeztével a' sopronvárosi selyemtenyésztő intézetek, 's a' vidéknek meglátogatása.

Aug. 13-kán reggeli 7 órától déli 12 óráig szakülések; 12 órakor villás reggeli; két órakor kirándulás a' bánfalvi mulatóhelyen keresztül a' brennbergi kőszénbányákba.

Aug. 14-dikén déli 11 óráig szakülések; 11 órától 2 óráig közülés; 3 órakor közebéd; annak végeztével a' soproni szőllőmivelés 's a' balfi ásványvizek megtekintése.

Aug. 15-kén reggeli öt órakor Rákosnak, Medgyesnek, Rusztnak, 's a' margitai kőbánya felé kirándulás Kismartonba, hol is az isteni szolgálat után 12 órától 2 óráig közülés tartatván, 's azontul negyedfélig a' herczegi kert tekintetvén meg, — a' t. cz. tagok a' főm. elnök ő herczegsége vendégszerető asztalánál ebédre szivesen láttatnak. — Ebéd után visszajövetel Sopronba.

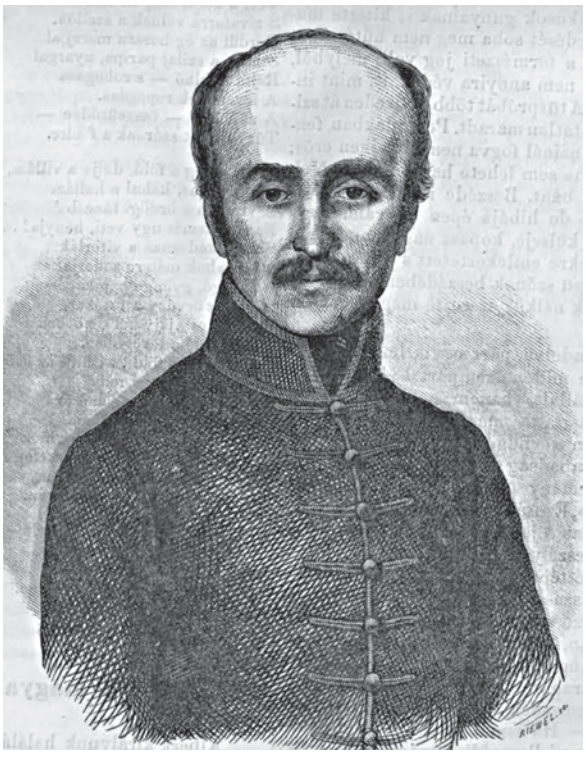
Aug. 16-kán délelőtt szakülések a' kitüzött órákban; d. u. 3 órakor közebéd; este összejövetel a' neuhofi városi kertben, melly e' végre d. u. 5 órakor nyittatik meg.

7. ábra. A Magyar Orvosok és Természetvizsgálók soproni nagygyűlése napirendjének első oldala (Napirend 1847)

Figure 7. *The first page of the agenda of General Meeting of Hungarian Physicians and Naturalists in Sopron (Napirend 1847)*

A' MAGYAR ORVOSOK és TERMÉSZETVISCÁLÓK
t. cz. Kubinyi Agost. kir. tan. urat,
mint az 1847ik évi august 11ketől ugyanazon hó 18ig
SOPRON
sz. kir. városában
hirdetett számra VIIIik nagygyülés
beirott tagjának ismerik el,
's a jelen jegy által e' nagygyülés minden működéseiben szabad részvétel biztositnak.

8. ábra. KUBINYI Ágoston igazoló jegye a Magyar Orvosok és Természetvizsgálók soproni nagygyűlésén való részvételhez (Igazoló jegy 1847)
Figure 8. *Certificate of Ágoston KUBINYI for the participation at the General Meeting of Hungarian Physicians and Naturalists in Sopron (Igazoló jegy 1847)*



9. ábra. BEZERÉDJ István (Vasárnapi Ujság 1861)
Figure 9. *István BEZERÉDJ (Vasárnapi Ujság 1861)*

Videfalva, 1848. január 3.

1848 „elején Kubinyi Ágoston, muzeumi igazgató, ez ügy további fejlesztése tekintetéből több szakértő férfiut hivott össze, kik elnöklete alatt a társulat alakitására nézve erélyesen intézkedtek" (KOVÁTS 1853). KUBINYI Ágoston, KUBINYI Ferenc, MARSCHAN József, PETTKÓ János és ZIPSER Keresztély András „voltak ezután a buzgó ügyvivők, kik a további fejlemények fölött Videfalván (1848. január 3.) tanácskoztak. Elegyengették az utat, mely a társulatot életre hívni volt hivatva" (SCHMIDT 1880). SZABÓ József szerint „1848-ban Videfalván, Kubinyi Ágoston a birtokán, hol a magyar orvosok és természetvizsgálók Sopronban 1847-ben tartott vándorgyűlésén Zipszer által tett indítvány következtében egy magyarhoni földtani és bányászegylet megalakulásának módja először beszéltetett meg" (SZABÓ 1891) (*10. ábra*).

A megbeszélés célja a közvélemény hírlapi cikkek útján történő tájékoztatása a leendő társulatról, az egyesület programjának kidolgozása, megbeszélése, engedélyeztetésének intézése, a belépési, jelentkezési ívek szétküldése és az alakuló közgyűlés időpontjának kitűzése volt (KOVÁTS 1852a, [K. L.] 1866).

A hírlapi tájékoztató cikkek közül a *Budapesti Hiradó*ét közöljük, megjegyezve, hogy más lapokban egy-két szó különbséggel ugyanez a szöveg látott napvilágot:

10. ábra. A videfalvai kastély a 19. század végén (Fortepan / Budapest Főváros Levéltára. Levéltári jelzet: HU.BFL.XV.19.d.1.12.125)
Figure 10. *The castle in Videfalva (Vidiná, Slovakia) at the end of the 19th century (Fortepan / Budapest Főváros Levéltára. Levéltári jelzet: HU.BFL.XV.19.d.1.12.125)*

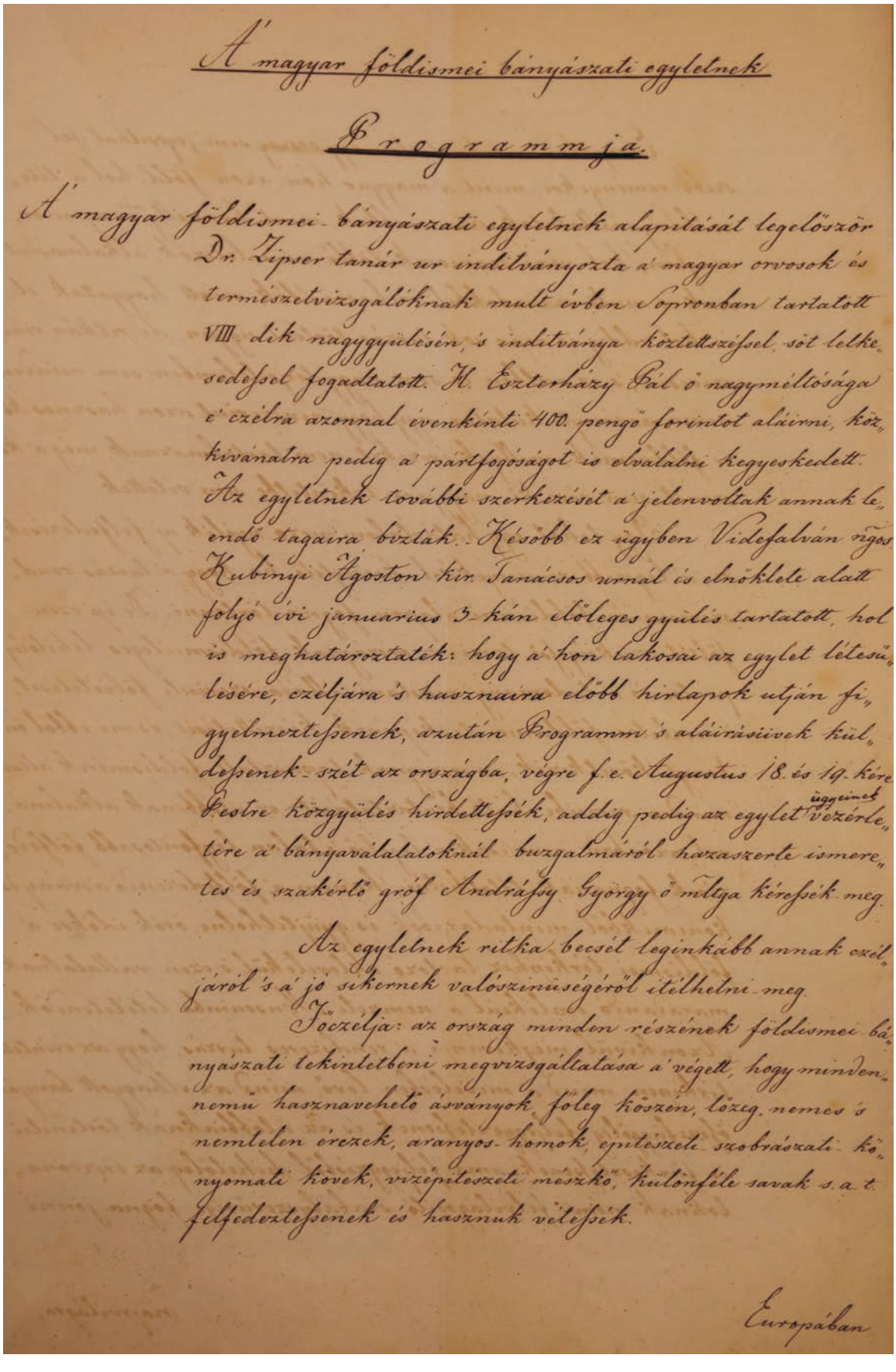
„ÉRTESITES *a magyarhoni földismei – bányászati egyletről.* A magyar földismei bányászati egylet alapitását tárgyazó indítvány a magyar orvosok és természetvizsgálók Sopronyban tartott VIIIdik nagy gyülésén tetszéssel fogadtatván, s a pártfogói cimet hg Eszterházi Pál ő főméltósága elfogadni kegyeskedvén, az alulirottak folyó évi január 3kán Nógrád megyébe kebelezett Videfalva helységben összegyülének, Kubinyi Ágoston kir. tanácsnok ur elnöklete alatt arról értekezendők, mikép volna a kérdéses egylet mielőbb életbe léptetendő. – Az egylet főcélja: Magyarország minden részeinek a végetti megvizsgáltatása: hogy mindennemü érc- vagy egyéb hasznos ásvány – főleg kőszén-, vas-, épitő- s más kőtelepek felfedeztethessenek; hogy a felfedezvények hasznavehetésökre nézve megbiráltassanak s azután akár bányászati, akár műbeli, ipari vagy kereskedelmi vállalatok könnyebbitésére közhirré tétessenek; hogy hazánk részletes földismei rajza létrehozassék, egyszersmind a nemzeti museum is minden, honunkban találtató érc- és kő nemek birtokába juttassék; végre pedig, hogy a felfedezvényekből az egylet tagjai, mit bizvást reménylhetni, tetemes pénzbeli hasznot is huzzanak. – Ezen szép és kecsegtető célnál fogva bátorkodnak alulirottak a jónak és hasznosnak minden lelkes hazafi-keblü előmozditóit évenkinti 5 pengő forint aláirására illendőleg felszólitani egyszersmind megjegyezni, hogy az aláirási ivek a hirleménynyel együtt nem sokára kiadatni fognak, az egylet alapszabályai pedig a f. évi aug. 18kán és 19kén Pesten tartandó közgyülésen tárgyalás alá vétetni. Videfalván, januárius 3kán 1848. – Kubinyi Ágoston, k. tanácsos s a magyar nemz. muzeum igazgatója. Kubinyi Ferenc táblabiró, Pettko János k. bányatanácsos s a selmeci kir. bányász akadémián rendes oktató. Marschan József, bányamérnök Selmecbányán. Zipszer András, tanár és besztercebányai oktató.” (*Budapesti Hiradó* 1848; lásd még például: *Nemzeti Ujság* 1848, *Társalkodó* 1848).

Figyelemre méltó az a különbség, amely az 1848. évi eredeti terv („Programm”) (*11–12. ábra*) és az 1850-ben jóváhagyott alapszabályok között mutatkozik. A Videfalván megfogalmazottak szerint az egyesület feladatai közé tartozott volna az országos földtani térképezés, Magyarország részletes földtani térképének a megalkotása, évi jelentések kiadása stb., amelyek később a két földtani intézet (birodalmi, Bécs, 1849; magyar állami, Pest, 1869) létrehozásával okafogyottá váltak: az említett feladatok végrehajtása a fenti intézmények kötelessége lett. A tagoknak az egyesület működését biztosító anyagi hozzájárulása (5 pengőforint/év) eredetileg nem tagdíj befizetésével, hanem „részvény(ek)” vásárlásával valósult volna meg. A vásárlók az utóbbi(ak) számától függően részesedtek volna a felfedezett ásványi nyersanyagok révén keletkezett haszonból.

A program egy részletét (a forrás, illetve a lelőhely feltüntetése nélkül) ugyan közölte VENDL Aladár (1958), de mivel ez a Földtani Társulat első részletes munkaterve, fontosnak tartom teljes terjedelemben közzétenni:

„A’ magyar földismei bányászati egyletnek Programmja.

A’ magyar földismei-bányászati egyletnek alapitását legelőször Dr. Zipser tanár ur inditványozta a’ magyar orvosok és természetvizsgálóknak mult évben Sopronban tartatott VIII-dik nagygyülésén, s inditványa köztetszéssel, sőt lelkesedéssel fogadtatott. H. Eszterházy Pál ő nagyméltósága e’ czélra azonnal évenkénti 400. pengő forintot aláirni, közkivánatra pedig a pártfogóságot is elvállalni kegyeskedett. Az egyletnek további szerkezését [szervezését] a jelenvoltak annak leendő tagaira bizták. Később ez ügyben Videfalván ngos Kubinyi Ágoston kir. Tanácsos urnál és elnöklete alatt folyó évi januarius 3-kán előleges gyülés tartatott, hol is meghatároztaték, hogy a’ hon lakosai az egylet létesülésére, czéljára ‘s hasznaira előbb hirlapok utján figyelmeztessenek, azután Programm s aláirásiivek küdessenek szét az országba, végre f. e. Augustus 18. és 19. kére Pestre közgyülés hirdettessék, addig pedig az egylet ügyeinek vezérletére a’ bányaválalatoknál buzgalmáról hazaszerte is-



A' magyar földismei bányászati egyletnek

Programmja.

A' magyar földismei-bányászati egyletnek alapitását legelőször Dr. Zipser tanár ur inditványozta a' magyar orvosok és természetvizsgálóknak mult évben Sopronban tartatott VIII-dik nagygyülésén, s inditványa köztetszéssel, sőt lelkesedéssel fogadtatott. H. Eszterházy Pál ő nagyméltósága e' czélra azonnal évenkénti 400. pengő forintot aláirni, közkivánatra pedig a' pártfogóságot is elvállalni kegyeskedett. Az egyletnek további szerkezését a' jelenvoltak annak leendő tagaira bizták. Később ez ügyben Videfalván ngos Kubinyi Ágoston kir. Tanácsos urnál és elnöklete alatt folyó évi januarius 3-kán előleges gyülés tartatott, hol is meghatároztatók: hogy a' hon lakosai az egylet létesülésére, czéljára s hasznaira előbb hirlapok utján figyelmeztessenek, azután Programm s aláirásivek küldessenek-szét az országba, végre f.e. Augustus 18. és 19-kére Gestre közgyülés hirdettessék, addig pedig az egylet ügyeinek vezérletére a' bányavállalatoknál buzgalmáról hazaszerte ismeretes és szakértő gróf Andrássy György ő méltga kéressék meg.

Az egyletnek ritka becsét leginkább annak czéljáról s a' jó sikernek valószinüségéről itélhetni meg.

Czéljа: az ország minden részének földismei bányászati tekintetbeni megvizsgáltatása a' végett, hogy minden-nemü hasznavehető ásványok, főleg köszén, tőzeg, nemes s nemtelen érczek, aranyos-homok, epitészeti szobrászati kő-nyomati kövek, vizépitészeti mészkő, különféle savak s.a.t. felfedeztessenek és hasznuk vétessék.

Európában

11. ábra. A Videfalván megfogalmazott program első oldala (Kubinyi Á. et al. 1848)

Figure 11. *The first page of the programme formulated in Videfalva (Vidiná, Slovakia) (Kubinyi Á. et al. 1848)*

annak kebelében szabadon alakulandó társulatok, az egylet hatáskö„
réhez egyedül az uj felfedezéseknek szakértők általi lelkismeretes meg„
birálltatása tartozván (: és ez is csak mivelékenységükre és a' reményelhető
nyerességre nézve) a' tagoknak mérlegül szolgálandó, hogy haszonrai na„
gyobb vagy csekélyebb kilátás szerint minden egyes bányavállalat„
hoz tetszésök szerint járulhassanak vagy nem.

Még az évenként nyomtatandó jelentéseket a' kutatások„
nak sikeréről, a' részletes földismei térképeket s' mihelyest kész lé„
szen az egész honnak földismei térképét is a' tagok alkalmasint
kedvesen veendik. Ellenben az egyedüli minden tag által viselendő
teher csupán csak 5 p. fényi részvénynek évenkinti fizetésében, s
netalán ha a' szükség megkivánandja, szóval tettel ingyen szolgálta„
tandó segély nyujtásban állana, melly teher a' részint kétségtelen,
részint reménylendő s talán tömérdek haszon ellenében majdnem
egészen elenyészik.

Miért is mindenki tisztelettel szólitatik fel, hogy e'
reménydús társulatba egy, vagy mivel a' haszon is a' részvények szá„
ma szerint lesz elosztandó, több részvénnyel tagul lépni, ezt pedig
nevének a' részvények számával együtt az egész országba szétkül„
dött aláirási ivekrei feljegyzésével nyilvánitani szivesked jék.

Végre még tisztelettel megkéretnek az aláirók, hogy a' f.e.
Aug. 18. és 19-én Pesten tartandó nagygyülésre, hol az egyletnek
alapszabályai tárgyalás alá véletni, a' kellő tisztviselők megvá„
lasztani fognak s általában az egylet életbe léptetendő-lészen,
minél számosabban szivesked jenek megjelenni. — Videfalván
Januarius 3-kán 1848. Kubinyi Ágoston, m. k.
kir. Tanácsos s a' m. n museum igazgatója. — Kubi„
nyi Ferenez m. k. t. biró. Pettko János m. k. kir.
bányatanácsos és kir. bányász. akademiai oktató.
Marschan József m. k. k. bányamérnök. Dr. Zipser
András, oktató Beszterczebányán. m. k.

12. ábra. A Videfalván megfogalmazott program utolsó oldala (KUBINYI Á. et al. 1848)

Figure 12. *The last page of the programme formulated in Videfalva (Vidiná, Slovakia) (KUBINYI Á. et al. 1848)*

meretes és szakértő gróf Andrássy György ő mltga kéressék meg.

Az egyletnek ritka becsét leginkább annak czéljáról ‘s a’ jó sikernek valószinüségéről itélhetni meg.

Főczélja: az ország minden részének földismei bányászati tekintetbeni megvizsgáltatása a’ végett, hogy mindennemű hasznavehető ásványok, főleg kőszén, tőzeg, nemes s nemtelen ércek, aranyos-homok, épitészeti szobrászati kőnyomati kövek, vizépitészeti mészkő, különféle savak s.a.t. felfedeztessenek és hasznuk vétessék.

Európában e’ tekintetben egy ország sem jogosithat fel szebb reményekre, mint a’ magyar hon, azon föld, hol a’ létező bányavállalatok számosabbak, mint bármelly más europai országban, hol más számosak többé nem létezők, alkalmasint csak a’ mult századokbeli viharos idők miatt hagyattak el és hol eddig is már sok turzás történt ugyan, de ritkán rendszeresen, ‘s ez esetben is sem nagy terjedelemben, sem mindennemű ásványt kutatva, ugy hogy névszerint azon hasznos kő és földnemek, mellyek érceket nem tartalmaznak, még a’ kőszenet sem véve ki, nagyjára tekintetbe sem vétettek.

Igy tehát egy határtalan mező nyilik uj felfedezésekre, a’ legszebb reményekkel kecsegtető, ha hogy a’ turzás rendszeresen és földismei alapon fogna történni. De ép ezen föltét szükségessé teszi az országnak földismeileges, lehetőleg pontos és a’ tudomány mostani állása szerinti fölvétetését, ‘s részletes földismei térképének készittetését, és mi ebből önkényt következik, az országnak tapasztalt földismérek általi minden részeibe ható beutaztatását; ez utóbbinak alkalmával azonban nem csak a’ legelső ‘s talán legfontosabb fölfedezések fognának tétethetni, hanem a’ fölfedezendő ásvány és kőnemekből mintadarabok is gyüjtethetni, örök időkre a’ földismei térképhez tartozó oklevelekül ‘s ezen vállalatnak maradandó emlékeül a’ nemzeti Museumba letétetendők. – Azonkivül megkivánja a’ rendszeres turzás, hogy az érintett térképen mind a’ mivelésben levő, mind az elhagyott bányák összefüggőleg feljegyeztessenek és az útóbbiaknak történetei is fürkésztessenek ama feljegyzésből hihetőleg az ércvonaloknak némi felvilágositó szabályszerűsége fogna jönni napvilágra, eme fürkésztetésből pedig egykori talán korántsem kimeritett gazdagság ‘s az elhagyásnak is netalán olly okai megtudatni, mellyek a’ mivelést jelenleg többé nem gátolnák, ‘s az által alkalom a’ sikerdusabb bányavállalatokra szolgáltatnék.

Ezeknek következésében az egylet még azon legroszabb ‘s nem is gondolható esetre is, hogy a’ hasznos ásványoknak semminemű telepe sem fogna felfedeztetni, több kétségtelen, az egész nemzet erdekében fekvő ‘s átaljában olly becses eredményeket reménytlet, hogy azok az ez ügyben teendő költségeket már magokban is bőven kipótolandanák. Ide tartozik nevezetesen:

1^{ör} Honunknak részletes és pontos földismei térképe, melly azonkivül, hogy a turzást a’ lehető legbiztosabb alapra állitandja, ‘s hogy átaljában a’ földismei tudományt is előmozditandja, még több más gyakorlati tekintetben is felette fontos. Illy térképen a’ különféle kőnemeknek terjedése világosan látható; ‘s minthogy a’ mivelhető földnek minéműsége az azt nemző kőnemeknek természetével szoros és lényeges összveköttetésben áll ugy rajta közelitőleg a’ különféle földosztályoknak terjedése is lenne képezve. Ez által a’ szántó 1s erdő földeknek megbecsültetése és osztályozása egy kivánatos ellenőrséget, azon erdei fáknak választása pedig, mellyek ez vagy amaz tájban a’ legnagyobb sikerrel és haszonnal lenének mivelendők, biztos alapot nyerendene s.a.t. De a’ földismei térképekhez mellékeltetni szokott hegyátvágatok is különös haszonnal fognak alkalmaztathatni: azokból p. o. minden város vagy földbirtokos s.a.t. könnyen tudhatandja meg, vagy legalább szakértők által könnyen fogja meghatároztathatni, valljon birtokán sikerrel furathat-e artézi kutat, vagy sem, s ha igen vizet milly mértékben reményelhet annak milly hévmértéke fogna lenni, furatása körülbelöl mennyibe fogna kerülni s.a.t.

2^{or} Hazánknak tökéletes ásvány-földismei és kövületi képviseltetése a’ n. Museumban, melly csupán csak illy uton módon hozható létre. Frankhonban az országnak földismei fölvételekor 30.000 különféle mintadarabot gyüjtöttek; honunkban a’ kőnemek és ásványoknak nagyobb változatossága mellett még sokkal többet reményelhetni, de akkor a’ n. Museum nevének ugyancsak meg is fogna felelni.

3^{or} Nem megvetendő adatok hazánk mind földének mind lakosainak történeteihez: az elsőket adámelőtti korba terjedőket már maga az országnak földismei megvizsgálása eredményezné, kitünvén abból azon egymásra következett erőszakos változások, mellyeken korunk egész földének, vagy annak egyes részeinek évezredek folyamában keresztül menniek kellett, ugy hogy majd száraz földdé, majd csekély majd mély tengerfenékké, majd tengerrel környezett szigetekké átalakultak; az utobbiakat a’ mi időszámitásunkba esőket az elhagyott bányák történeteinek fűrkézése tüntetné elé, ‘s több világot terjesztene bányáink első mivelőiről, a’ német bányászok bevándorlásáról s.a.t. Illy fenséges ‘s egyátaljában ki nem maradható három eredménynek nyerése már magában is méltó volna, hogy az ügyet az egész hőkeblű nemzet egy akarattal egy lélekkel felkarolja, ‘s buzgó részvétével elősegitse. De hozzájárulnak még a’ legszebb reményekkel kecsegtető pénzbeli hasznok is a’ részvényeseknek jutandók; mert valóban semmiképpen nem gondolható, hogy e’ dus országban még több jelentős, ‘s némelly tájain eddiglen még csak nem is sejtett ásvány-kincsek fel ne fedeztessenek, mellyekből a’ részvényesekre háramlandó haszon kiszámithatatlan. A’ bányavállalatoknál nem ritka vesztesé-

gek ellen pedig az által biztosittathatnak lehetőleg a' tagok, hogy a' teendő fölfedezések után a' bányákat nem maga az egylet fogja mivelni, hanem annak kebelében szabadon alakulandó társulatok, az egylet hatásköréhez egyedül az uj felfedezéseknek szakértők általi lelkismeretes megbiráltatása tartozván ('s ez is csak mivelékenységökre 's a' reményelhető nyereségre nézve) a' tagoknak mérlegül szolgálandó, hogy haszonrai nagyobb vagy csekélyebb kilátás szerint minden egyes bányavállalathoz tetszésök szerint járulhassanak vagy nem.

Még az évenként nyomtatandó jelentéseket a' kutatásoknak sikeréről, a' részletes földismei térképeket 's mihelyest kész lészen az egész honnak földismei térképét is a tagok alkalmasint kedvesen veendik. Ellenben az egyedüli minden tag által viselendő teher csupán csak 5 p. ftnyi részvénynek évenkinti fizetésében 's netalán ha a' szükség megkivánandja, szóval tettel ingyen szolgáltatandó segély nyujtásban álland, melly teher a' részint kétségtelen, részint reménylendő 's talán tömérdek haszon ellenében majdnem egészen elenyészik. [Az utóbbi mondat a kéziratban vékony vonalakkal ki van húzva.]

Miért is mindenki tisztelettel szóllitatik fel, hogy e reménydús társulatba egy, vagy mivel a' haszon is a' részvények száma szerint lesz elosztandó, több részvénnyel tagul lépni, ezt pedig nevének a' részvények számával együtt az egész országba szétküldött aláirási ivekrei feljegyzésével nyilvánitani sziveskedjék.

Végre még tisztelettel megkéretnek az aláirók, hogy a' f. e. Aug. 18. és 19-én Pesten tartandó nagygyülésre, hol az egyletnek alapszabályai tárgyalás alá vétetni, a' kellő tisztviselők megválasztatni fognak 's átalában az egylet életbe léptetendő lészen, minél számosabban sziveskedjenek megjelenni. – Videfalván Januarius 3-kán 1848. Kubinyi Ágoston, m. k. kir. Tanácsos 's a' m. n. museum igazgatója. – Kubinyi Ferenc m. k. t. biró. Pettko János m. k. kir. bányatanácsos és kir. bányász akadémiai oktató. Marschan József m. k. k. bányamérnök. Dr. Zipser András, oktató Besztercebányán, m. k." (KUBINYI Á. et al. 1848)

A társulat létrehozása általában az érintettek nagy lelkesedésével folyt, egyetlenegy személyről tudunk, aki ellene szólt az új egyesület megalapításának. 1848. január 29-én (tehát a videfalvi tanácskozás után, de valószínűleg nem ennek, hanem a soproni ZIPSER-féle javaslatnak az ismeretében) a Királyi Magyar Természettudományi Társulat „Ásvány- vegy s természettani szakülés"-én az elnöklő SADLER József orvos, botanikus, egyetemi tanár, a Magyar Nemzeti Múzeum Természetiek és Kézműtaniak Tárának őre ellene szólt egy alapítandó földismei társaságnak, de nem rosszindulatból vagy féltékenységből, hanem a földtudományokat a rendelkezésre álló szakerő elaprózódásától féltve: „Prof. Sadler tudomása szerint egy uj társaság van készülőben, melynek tervezője Dr. Zipser, célja pedig kutatásokat intézni a földben és a hegyek rétegeiben bányászati, ásványtani, földtani sat. tekintetben, prof. Sadler egy ily új társulat keletkezését országunkban, mely anynyira szegény literariai és pénzt tekintetében, továbbá oly egyénekben is, kik a fennérintett tudományokkal foglalatoskodnak, nem tartja szükségesnek, mivel szerinte ez által a segédeszközök és a tudományos erők is nagyon szétdiriboltatnak, inkább óhajtandó volna, hogy ezen notabilitások velünk [vagyis a Királyi Magyar Természettudományi Társulattal] egyesülve, közös erővel egyszer édes hazánk föld és ásványtani alkotásáról bizonyos felvilágositást adhatnának" – olvashatjuk a szakülés jegyzőkönyvében (KÁTAI 1868).

Valószínűleg sohasem tudjuk meg, hogy SADLER József véleménye változott-e, és 1850-ben belépett-e volna az akkor megalakult Földtani Társulatba, mert a kiváló természettudós 1849. március 12-én elhunyt.

Pest, 1850. július 6.

A társulat megalapítását ugyan Videfalván előkészítette a KUBINYI Ágoston vezette „alakító választmány", de az alakuló közgyűlést az ugyanott kitűzött időpontban, 1848. augusztus 18–19-én a szabadságharc kitörése miatt nem tudták megtartani. Közbeszólt a történelem, így az egyesületalapítás gondolata csak 1850-ben merült fel újra. Megint KUBINYI Ágoston volt a kezdeményező. Hírlapi cikkekben sürgette a társulat létrehozását, és indokolta ennek fontosságát. Megnyerte az 1849. december 1-jével megalakult bécsi Birodalmi Földtani Intézet (kaiserlich-königliche Geologische Reichsanstalt) vezetőjének, Wilhelm HAIDINGERnek és más bécsi tudósoknak (pl. Moritz HÖRNESnek) támogatását, így gondos előkészítés (az engedély megszerzése, az alapszabályok megszerkesztése stb.) (KOVÁTS 1852a, VENDL 1958, SZÉKELY 1969) után 1850. július 6-án sor kerülhetett az alakuló közgyűlésre, a Földtani Társulat megalakulására. A „szálak elvarrása" a szeptember 3-i közgyűlésen történt. A két összejövetel eseményeit így őrizték meg a korabeli jegyzőkönyvek:

„*1850. Julius 6-án. Első közgyülés*. Tek. Gamperl Alajos tanácsnok, mint e gyülésekre kiküldött polgári biztos jelenlétében felolvastatott először a társulat létesítése végett szükséges gyülések megtarthatását biztosító engedély. Másodszor muzeumi igazgató Kubinyi Ágoston szólott a társulat keletkezésének történetéről. Ezután, ezt folytatólag, Kovács Gyula előadta Dr. Hörnes Mór, bécsi cs. ásványtári segédör küldetésének célját s abbani mikénti eljárását. – A jelenlevők Kubinyi Ágostont elnöknek, Kovács Gyulát titoknoknak és Dr. Wagner Dánielt pénztárnoknak megválasztván, a társulat megalakultnak nyilvánittatott. Végül Kovács Gyula felolvasta az általa szerkesztett alapszabályokat, melyeknek megvizsgálására egy 5 tagú választmány neveztetett ki.

1850. september 3-án. Közgyülés. – Kubinyi Ágoston elnöklete alatt s tanácsnok tek. Gamperl Alajos jelenlétében.

Elnök néhány lelkes szóval üdvözölte a gyülekezetet.

A mult közgyülés jegyzökönyve hitelesíttetett.

Az 5 tagú választmány ajánlása folytán az alapszabályok felolvastatván, rövid vita után elfogadtattak.

Az első közgyülésen választott elnök, titkár és pénztárnok megerősítése után tek. Kubinyi Ferenc alelnöknek és Szabó József tanár másodtitkárnak választattak.

Ugyan ezen ülésből Kubinyi Ferenc és Kovács Gyula megbizattak a Hegyalljára kirándulást tenni, s ott geologiai s paleontologiai tárgyakat gyüjteni. […]" (MFT Munkálatok 1863; lásd még: KOVÁTS 1852a, VENDL 1958)

Az általunk ismert források egyike sem említi, hogy a társulat megalakulására a főváros melyik épületében került sor. Én magam a Magyar Nemzeti Múzeumra (*13. ábra*) gondolok. A fő szervező és alapító KUBINYI Ágoston ennek az intézménynek az igazgatója volt, s mint ilyen „többször tett szívességet jótékonycél érdekében a Múzeum termének átengedésével. […] állása mintegy kínálta vezetőül, mikor 1850 derekán a Földtani Társulat megalakult" [TÖRÖK é. n. (1944)]. Egyrészt ezért gondolok a Magyar Nemzeti Múzeumra, másrészt az alábbiak miatt.

A Nemzeti Múzeum és a Földtani Társulat

A Nemzeti Múzeum és a Földtani Társulat szoros kapcsolatának gondolata már a Videfalván megfogalmazott programban felmerült: „Hazánknak tökéletes ásvány-földismei és kövületi képviseltetése a n. Muzeumban, melly csupán csak illy uton módon [a társulat közreműködésével] hozható létre."

KUBINYI Ágoston az 1850. március 19-én a *Pester Zeitung*ban közölt, *Die geologische Reichsanstalt und die Landesmuseen* (A Birodalmi Földtani Intézet és az országos múzeumok) címet viselő cikkében határozottan leszögezte: a társulat „legyen a Nemzeti Múzeum pártfogásában" (SZÉKELY 1969).

Az 1850. május végén a megalakulást megelőző „előleges tanácskozmányon" a résztvevők egyik határozata így szólt: „3. A társulat minden gyűjteményeit a m. n. museum gyűjteményeivel egybeolvasztja" (KOVÁTS 1852a).

A múzeum és az egyesület viszonya világosan kiderül az 1850-ben jóváhagyott és elfogadott alapszabályokból (lásd KOVÁTS 1852a):

„3. §.

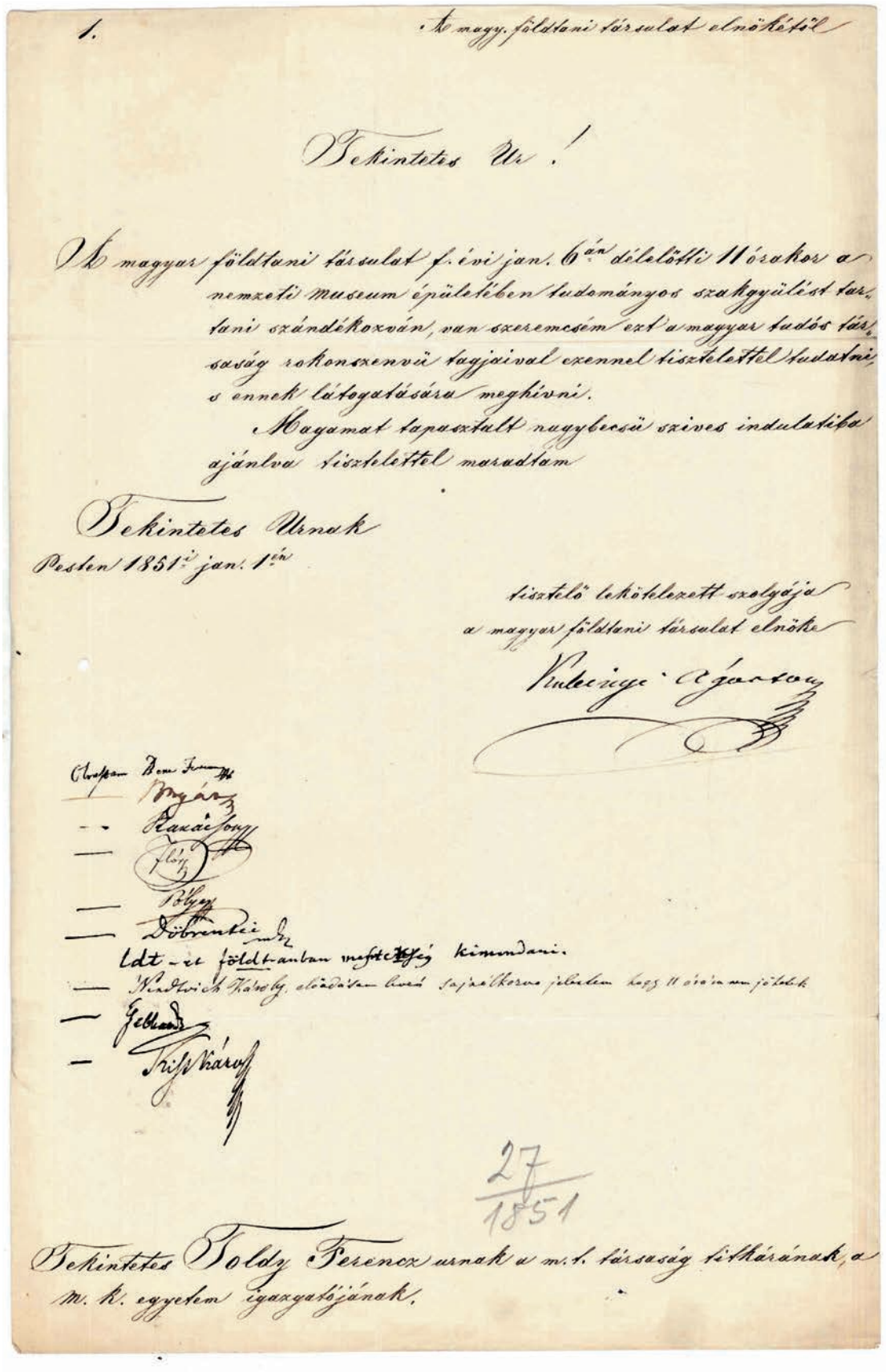
A magyarhoni földtani társulat szoros egybeköttetésben van a magyar nemzeti museummal, minden a társulatnak beküldött földtani példányok, ásványok, kövületek, stb. a magyar nemzeti museum tulajdonává válnak, és az ásványtani osztályba tétetnek, joguk levén a társaság tagjainak azok tudományos használatára.

4. §.

A magyar nemzeti museum ellenben a társulatot ellátja ingyen gyülésekre alkalmas teremmel, őrzi a társulat iratait, és minden más ingó tulajdonát, a magyar nemzeti museum tisztviselői felajánlván kész ingyen szolgálatjokat a társulat ügyei vezetésére, és az irományok vitelére."

13. ábra. A Magyar Nemzeti Múzeum épülete a 19. század közepén (Rudolf Alt litográfiája, Magyar Nemzeti Múzeum, Történelmi Képcsarnok)

Figure 13. *The building of the Hungarian National Museum in the middle of the 19th century (Lithography of Rudolf Alt, Hungarian National Museum, Historical Photo Gallery)*



1. A magy. földtani társulat elnökétől

Tekintetes Úr!

A magyar földtani társulat f. évi jan. 6án délelőtti 11órakor a nemzeti museum épületében tudományos szakgyűlést tartani szándékozván, van szerencsém ezt a magyar tudós társaság rokonszenvü tagjaival ezennel tisztelettel tudatni, s ennek látogatására meghívni.

Magamat tapasztalt nagylelkü szives indulatiba ajánlva tisztelettel maradtam

Tekintetes Urnak

Pesten 1851ik jan. 1én

tisztelő lekötelezett szolgája
a magyar földtani társulat elnöke
Kubinyi Ágoston

Olvassa Szem Ferenc úr
Magy
Kacsándy
Flóry
Pólyi
Döbrentei
Ldt-et földtanban mint tagot kimondani.
Windtwich Károly, előadásban levő sajátkezüs jelentem hogy 11 óra'n nem jöhetek
Jeblinek
Kilián Károly

27/1851

Tekintetes Toldy Ferencz urnak a m. t. társaság titkárának, a m. k. egyetem igazgatójának.

14. ábra. KUBINYI Ágoston társulati elnök TOLDY Ferenc tudományos akadémiai titkárnak címzett, az 1851. január 6-i szakülésre szóló meghívólevele (Meghívó 1851)

Figure 14. *Invitation letter of the president of the Hungarian Geological Society, Ágoston KUBINYI to the secretary of the Hungarian Academy of Sciences Ferenc TOLDY for the scientific meeting of the society, January 6, 1851 (Meghívó 1851)*

A társulatról az 1850-es években megjelent tudósítások mindegyike említette az állami intézmény és az egyesület viszonyát. Maga az igazgató és elnök így írt a Nemzeti Múzeumot bemutató egyik cikkében: „Több társulat és vállalat egyenesen a n. muzeum érdekében működik: nevezetesen az 1851-ik [!] évben keletkezett földtani társulat, melynek egyik feladata évenként az ország külön részeiben a muzeum érdekében földtani kutatásokat tenni, már eddig több ezerre menő tárgyakkal gazdagitá ásványgyüjteményünket." (KUBINYI Á. 1853).

Az *Ujabb kori ismeretek tárá*ban ezt olvashatjuk: a társulat „a nemzeti muzeummal szoros kapcsolatban van" (p 1855).

HUNFALVY János művében (1856) a következőket olvashatjuk: „A társulat szoros egybefüggésben van a nemzeti muzeummal, a társulatnak beküldött minden földtani példányok, ásványok, kövületek, stb. a muzeum tulajdonává válnak."

A társulati munka megindulása

A megalakult társulat két fontos korai dokumentumát, az *Alapszabályok*at és az *Első jelentés*t igyekeztek széles körben ismertté tenni, e népszerűsítésben KOVÁTS Gyula titkár járt az élen.

Az *Alapszabályok* megjelentek önállóan (1851), folyóiratokban, például az *Új Magyar Muzeum*ban (KOVÁTS 1850–1851), *A Magyarhoni Földtani Társulat Munkálatai*ban (Alapszabályok 1863) és a fővárosról szóló művekben, például ifj. PALUGYAY Imre (1852) kötetében.

Az egyesület megalakulását és kezdeti időszakát KOVÁTS Gyula *Első jelentés*e taglalta, amely az *Alapszabályok*at is tartalmazta (KOVÁTS 1852a; az *Első jelentés* német nyelven: KOVÁTS 1852b). Ugyanez (a szerző nevének említése nélkül) napvilágot látott az *Új Magyar Muzeum*ban (1851–1852), és tartalmát bemutatták a *Magyarország és Erdély képekben* című kötetben is (KOVÁTS 1853).

A társulat a megalakulás után mindjárt (KOVÁTS 1852a, KUBINYI F. 1867b), a szeptember 3-i közgyűlésen (MFT Munkálatok 1863), más forrás szerint a 4-én megtartott választmányi ülésen (KUBINYI F. & KOVÁTS 1863) megbízta KUBINYI Ferencet és KOVÁTS Gyulát Tokaj-Hegyalja földtani vizsgálatával, illetve ugyanott ásványok, kőzetek és ősmaradványok gyűjtésével. Az első társulati terepmunka nagy sikerrel (pl. a nevezetes erdőbényei és tállyai fosszilis ősnövényleletek felfedezésével) járt (a kutatás eredményei: KOVÁTS 1851, 1852a, 1856a, 1856b; beszámoló az utazásról: KUBINYI F. & KOVÁTS 1863). E terepmunka során 400 „idomított sziklafajt" (megformált kézipéldányt) és 600 növénylenyomatot gyűjtöttek (KOVÁTS 1852a), ezeket 1851 második felében adták át a Nemzeti Múzeumnak (*Pesti Napló* 1852).

KUBINYI F. és KOVÁTS hegyaljai munkája a következő évben folytatódott, erről a *Gazdasági Lapok* 1851. augusztus 31-én így tudósított: „Intézetek s egyesületi működések. A csak taval keletkezett földtani társulat mindinkább több életjelet ad; igy küldetett ki a napokban Kovács [!] Gyula muzeumi őr s a társulat titkára a Hegyaljára, taval KUBINYI Ferenccel megkezdett, s olly dús eredményű földtani kutatásait folytatni […]." (*Gazdasági Lapok* 1851)

A társulati munka a kutatás mellett a „köz- és a szakgyűléseken" folyt. Amint már említettem, az első (alakuló) közgyűlés 1850. július 6-án volt, ezt követte a megalakulást befejező, 1850. szeptember 3-i közgyűlés (MFT Munkálatok 1863). A következő évben megindultak a Nemzeti Múzeumban tartott „szakgyűlések" is, amelyeket az *Alapszabályok* értelmében az érdeklődő nagyközönség is látogathatott. Mivel ebben az időben a két Kubinyi testvér közül Ferenc a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja, testvére Ágoston az Akadémia tiszteleti tagja a szakgyűlésekről az akadémikusok első kézből értesültek. Ezekre a meghívók (intézmények és valószínűleg illusztris személyek esetében) kézzel írva és az elnök saját kezű aláírásával készültek (*14. ábra*), a „civil" érdeklődők a sajtó útján értesülhettek róluk. A gyűléseknek a nagyközönség számára való meghirdetése a társulati titkár feladata volt, és ezt (amint a következő időszak sajtója bizonyítja) KOVÁTS Gyula éveken át lelkiismeretesen teljesítette. Az alábbiakban annak a „szakgyűlésnek" a *Pesti Napló*ban megjelent meghívóját látjuk, amelyen KOVÁTS Gyula taglalta a fent említett tokaj-hegyaljai kutatás eredményeit:

„É r t e s i t é s

A magyarhoni földtani társulat kedden folyó 15-kén d. e. 10 órakor m. n. muzeumban nyilvános szakgyülést tartand, melyre, az alapszabályok értelmében nem-tagok is vehetvén részt, mindenki illendően meghivatik. Kelt Pesten 1851-ki jul. 12-én.
KOVÁTS Gyula, társulati tit." (Pesti Napló 1851)

Irodalom – References

Alapszabályok 1851: *A Magyarhoni Földtani Társulat alapszabályai.* – Trattner & Károlyi, Pest, 5 p.

Alapszabályok 1863: A Magyarhoni Földtani Társulat alapszabályai. – *A Magyarhoni Földtani Társulat Munkálatai* **2,** 198–201.

BODNÁR I. & GÁRDONYI A. 1918–1920: *Bezerédj István (1796–1856).* I–II. – Athenaeum, Budapest, 391, 440 p.

BÖCKH J. 1897: A geologia fejlődésének rövid története Magyarországon 1774-től 1896-ig. – *Földtani Közlöny* **27,** 4–15.

BÖCKH J. 1900: A Magyarhoni Földtani Társulat 1900. évi februárius hó 7.-én tartott közgyűlése. Elnöki megnyitó beszéd. – *Földtani Közlöny* **30,** 44–48.

Budapesti Hiradó 1848: Értesités a magyarhoni földismei–bányászati egyletről. – *Budapesti Hiradó* **5/I. félév 764,** p. 167.

CHYZER K. 1890: *A magyar orvosok és természetvizsgálók vándorgyűléseinek története 1840-től 1890-ig.* – A „Zemplén" műintézete, S-A.Ujhely, 286 p.

CSATKAI E. 1922: Az első soproni kiállítás. – *Sopronvármegye* **25/26,** p. 2.

ESTERHÁZY P. 1863: A főméltóságú herceg elnök megnyitó beszéde. – *A Magyar Orvosok és Természetvizsgálók 1847. augustus 11–17. Sopronban tartott VIII. Nagygyűlésének történeti vázlatai és munkálatai.* Emich Gusztáv, Pest, 22–23. (A továbbiakban: *MOT Munkálatok* 1863.)

ESTERHÁZY P. 1940: Esterházy Pál herceg levele a Társulat elnökéhez. – *Földtani Közlöny* **70,** 23–24.

EÖTTEVÉNYI F. 1847: Adatok a magyar orvosok és természetvizsgálók ez idén Sopronban tartott, számra nyolcadik nagygyüléséről. – *Hazánk* **1847/101,** 401–402; **102,** 405–406; **103,** 409–410; **104,** 413–414; **105,** 417–418; **106,** 421–422; **107,** 425–426.

GANTNER A. (szerk.) 1936: *A régi Sopron. A „Dunántúli Tárogató" 25 éves jubileumának képes emlékkönyve.* – A szerző kiadása, Sopron, 80 p.

Gazdasági Lapok 1851: Intézetek s egyesületi működések. A csak taval keletkezett… – *Gazdasági Lapok* **3/35,** p. 825.

GOMBOCZ E. 1941: *A Királyi Magyar Természettudományi Társulat története 1841–1941.* – Királyi Magyar Természettudományi Társulat, Budapest, 467 p.

HÁLA J. 2023: Az „alapító atyák", akik a Magyarhoni Földtani Társulat „alakulására nézve erélyesen intézkedtek". – *Honismeret* **51/6,** 39–46.

HÁRS J. 1966: A soproni idegenforgalom kezdetei. I. rész. – *Soproni Szemle* **20/4,** 303–319.

HUNFALVY J. 1856: *Magyarország és Erdély eredeti képekben. Első szakasz. Magyarország. I.* – Lange Gusztáv György, Darmstadt, 224 p.

Igazoló jegy 1847: *Igazoló jegy.* – Semmelweis Orvostörténeti Adattár, Budapest. Magyar Orvosok és Természetvizsgálók Vándorgyűlése VIII–X. (1847–1864). 2. doboz. b/26–31. 2.

Jegyzőkönyv 1863: Közgyűlési jegyzőkönyv a pályázatokra vonatkozó mellékletekkel. – *MOT Munkálatok* 1863, 1–14.

KECSKEMÉTI T. 2014: KUBINYI Ferenc életútja és őslénytani munkássága. – *Földtani Közlöny* **144,** 287–290.

KELÉNYI F. 1961: Az első soproni tudós kongresszus és kiállítás 1847-ben. – *Soproni Szemle* **15/1,** 78–81.

(K. L.) 1866: A magyarhoni földtani társulat. – *A Hon* **4/223,** [2.]; **224,** [2–3.]

KOCH A. 1902: A Magyarhoni Földtani Társulat 50 éves működésének története. – *Földtani Közlöny* **32,** 165–187.

KOVÁCS Gy. 1850–1851: Magyarhoni földtani társulat. – *Új Magyar Muzeum* **1/2,** CCCXII–CCCXVI.

KOVATS, J. v. 1851: Tertiäre Pflanzenfossilien von Erdöbénye und Talya bei Tokaj. – *Jahrbuch der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt* **2/2,** 178–179.

KOVÁTS Gy. 1852a: *Első jelentés a magyarhoni földtani társulatról.* – Lukács ny., Pest, 33 p.

KOVATS, J. v. 1852b: *Erster Bericht der Geologischen Gesellschaft für Ungarn.* – Ladislaus Lukács, Pest, 39 p.

KOVÁCS Gy. 1853: *A Magyar Földtani Társulat.* – In: KUBINYI F. & VAHOT I. (szerk.): *Magyarország és Erdély képekben.* I. Emich Gusztáv könyvnyomdája, Pest, 27–30.

KOVÁTS Gy. 1856a: Erdőbényei ásatag virány. – *A Magyarhoni Földtani Társulat Munkálatai* **1,** 1–36.

KOVÁTS Gy. 1856b: Tállyai ásatag virány. – *A Magyarhoni Földtani Társulat Munkálatai* **1,** 37–52.

KUBINYI Á. 1853: A magyar nemzeti muzeum. – In: KUBINYI F. & VAHOT I. (szerk.): *Magyarország és Erdély képekben.* I. Emich Gusztáv könyvnyomdája, Pest, 5–14.

KUBINYI Á. 1863: József császári királyi főherceg Magyarország nádora, mint füvész és archaeolog s Alcsúth füvészi tekintetben. – *MOT Munkálatok* 1863, 24–28.

KUBINYI Á. 1871: *Kubinyi Ágoston önéletrajza.* – *Kézirat,* MTA, Kézirattár, RAL K 1231: 82.

KUBINYI Á., KUBINYI F., PETTKÓ J., MARSCHAN J. & ZIPSER A. 1848: *A magyar földismei bányászati egyletnek Programmja.* – *Kézirat,* 1848. január 3. Semmelweis Orvostörténeti Adattár, Budapest. Magyar Orvosok és Természetvizsgálók Vándorgyűlése VIII–X. (1847–1864). 2. doboz. A–VIII. b/32.

KUBINYI Á., TOEPLER K. & TÖRÖK J. 1863: A magyar orvosok és természetvizsgálók főméltóságú galánthai herceg Eszterházy Pál elnöksége alatt Sopron sz. kir. városban tartott, számra VIII. nagygyűlésének napirendje. – *MOT Munkálatok* 1863, VII–VIII.

KUBINYI F. 1867a: Galántai herceg Eszterházy Pál mint a művészet és tudomány kitűnő pártfogója. – *A Magyarhoni Földtani Társulat Munkálatai* **3,** II–XV.

KUBINYI F. 1867b: A magyarhoni földtani társulat 16 évi működéséről szóló jelentés. – *A Magyarhoni Földtani Társulat Munkálatai* **3,** 46–61.

KUBINYI F. & KOVÁTS Gy. 1863: Földtani kirándulás a Tiszára és a Hegyaljára 1851-ben. – *A Magyarhoni Földtani Társulat Munkálatai* **2,** 47–50.

Magyar Gazda 1847: Sz. k. Sopron városa. *Magyar Gazda* **1847/I. félév 18,** 273–280.

(M. G.) 1847: A magyar természetvizsgálók Sopronyban tartott ez évi közgyüléséről… – *Budapesti Hiradó* **4/II. félév 659,** p. 177.

MARTINY F. 1863: Sz. kir. Sopron városa polgármesterének, Martiny Frigyesnek a gyűlést üdvözlő beszéde. – *MOT Munkálatok* 1863, p. 23.

MAURITZ B. 1925: Visszapillantás a Magyarhoni Földtani Társulat múltjára. – *Földtani Közlöny* **55,** 5–11.

Meghívó 1851: *A Magyarhoni Földtani Társulat meghívója ünnepi ülésre 1851. jan. 6-ra. – Kézirat,* Magyar Tudományos Akadémia, Kézirattár, RAL 27/1851.

MFT Munkálatok 1863: A Földtani Társulat köz- és szakgyűlései. – *A Magyarhoni Földtani Társulat Munkálatai* **2,** 186–197.

MOT Munkálatok 1875: *A Magyar Orvosok és Természetvizsgálók 1874. augusztus 24-től augusztus 29-ig Győrött tartott XVII-ik Nagygyűlésének vázlata és munkálatai.* – Franklin-Társulat nyomdája, Budapest.

NAGY I. Z. 1980: Kubinyi Ferenc, a természettudós. – *Nógrád Megyei Múzeumok Évkönyve* **26,** 109–118.

Napi Közlöny 1847: *Napi közlöny 1. Magyar orvosok és természetvisg. VIII-ik nagygyülése, Sopronban 1847-ik évi Aug. 11-kén.* – Semmelweis Orvostörténeti Adattár, Budapest. Magyar Orvosok és Természetvizsgálók Vándorgyűlése VIII–X. (1847–1864). 2. doboz. b/26–31. 2.

Napirend 1847: *A magyar orvosok és természetvizsgállók főmélt. galánthai herceg Eszterházy Pál elnöksége alatt Sopron sz. kir. városában tartott, számra VIII-dik nagygyülésének NAPI RENDJE.* – Országos Széchényi Könyvtár, Plakát- és Kisnyomtatványtár, Kny. 1847/2º/17.

Nemzeti Ujság 1848: Értesités a magyar földismei-bányászati egyletről. – *Nemzeti Ujság* **42/641,** p. 952.

Névsor 1863: A magyar orvosok és természetvizsgálók Sopronban tartott VIII. nagygyülésén részt vett tagok beirás szerinti névsora. – *MOT Munkálatok* 1863, XI–XXII.

p 1855: Pest. – In: *Ujabb kori ismeretek tára. Tudományok és politikai társas élet encyclopaediája.* VI. Heckenast Gusztáv, Pest, 33–43. (A továbbiakban: *Enciklopédia*.)

PALUGYAY I., ifj. 1852: *Buda-Pest szabad királyi városok leirása*. – Landerer és Heckenast, Pest.

PAPP G. 2002: *A magyar topografikus és leíró ásványtan története*. – Herman Ottó Múzeum, Miskolc.

Pesti Napló 1851: Értesités. A magyarhoni földtani társulat… – *Pesti Napló* **2/403,** [3.]

Pesti Napló 1852: Vegyesek. Folyó 1851-ik évi jul. 1-től… – *Pesti Napló* **3/555,** [4.]

SCHMIDT S. 1880: A magyarhoni földtani társulat 30 éves munkássága. – *Földtani Értesítő* **1/1–2,** 2–15.

STAUB M. 1898: Társadalmunknak a nemzeti kultúra érdekében kifejtett tevékenysége a jelen században. – In: MATLEKOVITS S. (szerk.): *Magyarország közgazdasági és közművelődési állapota ezeréves fennállásakor és az 1896. évi ezredéves kiállítás eredménye.* IX. Pesti Könyvnyomda-Részvény-Társaság, Budapest, 307–487.

SZABÓ J. 1891: Elnöki megnyitó beszéd. – *Földtani Közlöny* **23,** 2–9.

SZÉKELY L. 1969: Egyesület-alapítási törekvések az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület megalapítása előtt. – *Bányászati és Kohászati Lapok – Bányászat* **102/3,** 205–210.

SZINNYEI J. 1891: Bezerédj István. – In: SZINNYEI J.: *Magyar írók élete és munkái.* I. Hornyánszky Viktor Akad. Könyvkereskedése, Budapest, 1039–1040.

SZINNYEI J. 1900: KUBINYI Ferenc. – In: SZINNYEI J.: *Magyar írók élete és munkái.* VII. Hornyánszky Viktor Akad. Könyvkereskedése, Budapest, 376–381.

T. 1850: Bezerédj István. – In: *Enciklopédia* I. p. 558.

Társalkodó 1848: Értesítés a magyar földismei és bányászati egyletről. – *Társalkodó* **17/8,** p. 64.

TOEPLER K. 1863: Sopron városának történeti vázlata eredetétől kezdve a XVI. századig. – *MOT Munkálatok* 1863, 29–43.

TÖRÖK J. 1847: Magyar Gazdasági Egyesület. – *Magyar Gazda* **7/I. félév 6,** p. 81.

TÖRÖK P. é. n. [1944]: Pest-Buda 1850-ben. – *Statisztikai Közlemények* **80/4,** Budapest Székesfőváros Statisztikai Hivatala, Budapest, 126 p.

Új Magyar Muzeum 1851–1852: Magyar földtani társulat. Első jelentés. – *Új Magyar Muzeum* **2/2/13,** 489–494.

VAHOT I. 1847: A magyar orvosok és természetvizsgálók VIII. nagy gyülése Sopronban. – *Pesti Divatlap* **1847/II. félév 35,** 1111–1117; **36,** 1139–1145; **37,** 1178–1181; **38,** 1209–1213; **39,** 1238–1242.

Vasárnapi Ujság 1861: Bezerédj István (született 1796, meghalt 1856). – *Vasárnapi Ujság* **8/15,** 169–170.

Vasárnapi Ujság 1897: Bezerédj István 1795–1856. – *Vasárnapi Ujság* **44/36,** 581–582.

VENDL A. 1940: Vendl Aladár megnyitóbeszéde a Magyarhoni Földtani Társulat XC. közgyűlésén. – *Földtani Közlöny* **70,** 24–31.

VENDL A. 1958: *A százéves Magyarhoni Földtani Társulat története.* – Tankönyvkiadó, Budapest, 276 p.

ZIPSER, C. A. 1817: *Versuch einer topographisch-mineralogischen Handbuches von Ungern.* – Wigand, Oedenburg, 440 p.

ZIPSER E. 1863: Javaslatok földismei bányászegyesület alapitására Magyarországon. – *MOT Munkálatok* 1863, 43–49.

Kézirat beérkezett: 2024. 08. 09.

Magyarhoni Földtani Társulat
Földtani Közlöny
Hungarian Geological Society

155/1, 21–35., Budapest, 2025

DOI: 10.23928/foldt.kozl.2025.155.1.21

Late Neogene–Quaternary exhumation of the Tisza unit basement carbonates based on paleontological data: Villány Hills, SW Pannonian Basin

SEBE, Krisztina[1,2], PAZONYI, Piroska[1,2]

[1]HUN-REN-MTM-ELTE Research Group for Paleontology, Ludovika tér 2, 1083 Budapest, Hungary
[2]Eötvös Loránd University, Institute of Geography and Earth Sciences, Pázmány Péter sétány 1/c, 1117 Budapest, Hungary

---

A Tiszai-egység aljzati karbonátjainak késő neogén – kvarter kitakaródása őslénytani adatok alapján a Villányi-hegységben

Összefoglalás

A Pannon-medence miocén végétől máig tartó inverziója többek között területileg eltérő függőleges mozgásokban nyilvánul meg, emelkedési ütemek azonban leginkább csak a medence északnyugati részéről ismertek. Jelen munkában a Villányi-hegység őskarsztos üregeiben található késő pliocén – kvarter gerincesegyütteseket vizsgáltuk, hogy képet kapjunk a hegység pannóniai üledékek alól való kitakaródásáról és a neotektonikus emelkedés üteméről. A rétegzetlen, részben valószínűleg légi szállítás útján érkezett, gerincesmaradványokban dús üregkitöltések az egykori erózióbázis fölött halmozódtak fel. Megjelenésük azt mutatja, hogy az adott ponton a mezozoos alaphegység már felszínen, üledékes fedő nélkül volt. A viszonylag pontosan korolható ősmaradvány-együttesek magassági eloszlása alapján az első lelőhely kialakulásának idejére, 3,5 millió évvel ezelőttre a hegységről már közel a mai állapotig lepusztultak a pannon-tavi üledékek. A 3,5 millió évtől máig tartó időszakban a hegység fő vonulatának emelkedési üteme legfeljebb 35 m/Ma lehetett, míg a Beremendi-rögé legfeljebb ~15 m/Ma. Ezt megelőzően, a késő miocén – kora pliocén (~6–3,5 Ma) során a kitakaródás üteme a hegység fő tömbjében legalább 76–92 m/Ma körülire becsülhető, és biztosan meghaladta a 12 m/Ma-et. A Beremendi-blokkban ezek az értékek legalább 97–111 m/Ma és 37 m/Ma lehettek, de nagyobb bizonytalansággal, mert ez a rög akár süllyedhetett is valamennyit a vizsgált időszakban. Az emelkedési ütemek pliocén–kvarter csökkenésének fő oka a Dráva-vető pliocénben kezdődő transzpressziós működése lehet, ami felveszi az Adria és Európa közeledése által okozott deformáció jelentős részét a tágabb területen. Emellett litoszféraléptékű folyamatok is közrejátszhatnak. Az ősmaradvány-együtteseket tartalmazó hasadékok legtöbbje nem közvetlen tektonikai hatásra jött létre, így a korábbi felvetésekkel ellentétben a feszültségviszonyok rekonstruálására nem használhatók. A tanulmány bemutatja, hogy a nem az erózióbázis szintjében keletkezett karsztos üregek is használhatók emelkedési ütemek behatárolására.

Tárgyszavak: paleokarszt, gerincesfauna, emelkedés, lepusztulás, Pannon-tó

Abstract

The latest Miocene – Quaternary inversion of the Pannonian Basin is manifested among others in spatially differential vertical movements. However, uplift rates are mostly available from the NW part of the basin. Paleokarst cavities with Late Pliocene and Quaternary vertebrate assemblages were studied in the Villány Hills, a low range in the SW, in order to track exhumation from under Upper Miocene Lake Pannon deposits and thus obtain numerical constraints on neotectonic uplift rates. Filled mostly with unstratified sediments, probably partly of aeolian origin, and enriched in vertebrate fossils, the studied fossiliferous cavities represent sites above the coeval base level. The accumulation of a vertebrate assemblage indicates the subaerial exposure of the Mesozoic carbonates at the given site. Based on the analysis of the elevation distribution of datable vertebrate sites, most of the Villány Hills had been exhumed from under Lake Pannon sediments before the accumulation of the first assemblages, 3.5 Ma, almost to its modern state. Base level lowering rate between 3.5 Ma and present was maximum 35 m/Ma for the main range and max. ~15 m/Ma for the Beremend block in the south. Latest Miocene – Early Pliocene (~6–3.5 Ma) minimum exhumation rates are estimated to be probably around 76–92 m/Ma for the main range and certainly above 12 m/Ma. Respective numbers for the Beremend block are 97–111 m/Ma and 37 m/Ma, carrying more uncertainty because this block might have suffered minor subsidence as well. Decreasing uplift rates in the Pliocene and Quaternary are tentatively attributed to the transpressional activity of the Drava Basin boundary fault from the Early Pliocene, which now accomodates a major portion of deformation in the region induced by

the Adria-Europe convergence. The majority of the fossiliferous fissures was not a direct product of tectonic deformation, therefore they cannot be used in stress field reconstructions. This study shows that even caves not formed at the paleo-base level can be used to constrain uplift rates.

Keywords: paleokarst, vertebrate fauna, uplift, denudation, Lake Pannon

Introduction

In the Pannonian Basin, a major back-arc basin in the Alpine orogenic belt in Europe, the post-rift subsidence phase with extensive sediment accumulation was followed by neotectonic inversion in the Late Miocene – Quaternary due to convergence between the Adria microplate and Europe (FODOR et al. 1999, 2005; HORVÁTH et al. 2006; BADA et al. 2007). Inversion is manifested among others in spatially differential vertical movements, with uplifting mountain ranges and subsiding sub-basins. Uplift rates are mostly available from the NW part of the basin, calculated from river terrace incision and base level lowering from caves (SZANYI et al. 2012; RUSZKICZAY-RÜDIGER et al. 2020, and references therein).

The Villány Hills, a low range of Mesozoic carbonates in the SW, belong to the Tisza tectonic unit comprising the SE half of the Pannonian basement. They host more than 50 vertebrate fossil sites in paleokarst cavities dated to the Late Pliocene and Quaternary (KRETZOI 1956, JÁNOSSY 1986, CSÁSZÁR & KORDOS 2007, PAZONYI 2011, MINDSZENTY & SEBE 2022). Before that, in the Late Miocene, the range was covered with sediments of Lake Pannon. This offers the possibility to obtain data on the relatively young denudation/uplift history of the area. Paleokarst fissures filled with sediment and fossils indicate that the Mesozoic carbonates forming the pre-neogene basement were subaerially exposed at the time of infilling, and karstification and sediment input could take place. If exhumation of the basement from under the Upper Miocene sedimentary cover happened during the accumulation of the vertebrate assemblages, then the age of the faunas should be related to the elevation, with the oldest fossil sites located at highest elevations. This does not mean that cavities can only form at the lower boundary of exhumed carbonates, near the base level, because the entire limestone surface already uncovered can karstify, but it does mean that old cavities should only be found at the highest elevations. To test this assumption, we examined the age-elevation relationship of the fossil sites in order to draw conclusions on the evolution of the area during neotectonic inversion.

Geological setting

The Villány Hills are an isolated outcrop of Mesozoic carbonates in SW Hungary, close to the Croatian border (*Fig. 1*). They belong to the Tisza tectonic unit comprising the southeastern half of the Pannonian Basin basement. The low range has a peak elevation of 442 m a.s.l. The hills show an imbricate structure that formed in the middle Cretaceous, with six north-vergent thrust sheets in the main body of the range, and the southernmost one at Beremend underlain by thrust faults on both the northern and southern sides (RAKUSZ & STRAUSZ 1953, WEIN 1969). Above the Cretaceous deposits the next sediments are small patches of Late Miocene sands (Pannonian in Central Paratethys regional stratigraphy) (RAKUSZ & STRAUSZ 1953). These are followed by Late Pliocene – Quaternary fossiliferous red clays and Pleistocene loess. Because of the large stratigraphic gap, little is known about the Cenozoic history of the range.

In the Late Miocene the range was most probably flooded by Lake Pannon (*Fig. 1*). The presence of the lacustrine environment is shown by sporadic patches of sands attributable to Lake Pannon on the highest hill of the range (Szársomlyó or Harsány Hill), both on the surface of the Mesozoic rocks and in fissures within them (RAKUSZ & STRAUSZ 1953; DEZSŐ et al. 2007, and references therein), up to an elevation of 240 m. Given that the nearby Mecsek Mts., only ~30 km to the north, were flooded by the lake up to elevations higher than 400 m a.s.l. (SEBE et al. 2013), the Villány Hills were probably entirely or almost entirely buried under the lacustrine sediments. This was also suggested based on the interpretation of seismic reflection profiles (CSONTOS et al. 2002). No data more precise than this are available on the thickness of Upper Miocene cover over the range. The accumulation of the Plio-Quaternary fossiliferous red clays started 3.5 Ma ago (PAZONYI 2011), while at ~1 Ma loess became the dominant sediment (MARSI & KOLOSZÁR 2004, PAZONYI et al. 2018a).

Inversion in the area driven by (N–S to) NW–SE compression occurred from the late Pannonian (Late Miocene), from ~7 Ma (TOMLJENOVIĆ & CSONTOS 2001, CSONTOS et al. 2002). This event resulted in thrusting of the Mesozoic succession of the Villány Hills into and onto Lake Pannon sedi-

Figure 1. Location of the study area within the Pannonian Basin. Blue indicates the extent of Lake Pannon ~8 Ma ago (from MAGYAR et al. 1999).

1. ábra. *A vizsgált terület helyzete a Pannon-medencében. A kék szín a Pannon-tó ~8 millió évvel ezelőtti kiterjedését jelöli (MAGYAR et al. 1999 alapján).*

ments, in uplift of the range, and is responsible for the present topography of the region. Somewhat in contrast, PETRIK (2010) reconstructed a N–S transpressional stress field for the late Pannonian and NE–SW transpression for the Pliocene–Quaternary. The latter is in accord with the present-day stress field in the region (BÉKÉSI et al. 2023). KRETZOI (1955, 1956) proposed a stress field change in the Quaternary, because E–W oriented fissures contained older faunas than N–S ones. He attributed the fragmentary character of fossils in the E–W fissures (Villány 3, 5) to „rock pressure" (N–S compression).

Methods

Location and age data of all dated Pliocene–Quaternary fossil sites of the range were gathered, then based on the locations the elevation of the sites was retrieved from high-resolution maps. For sites that had been exposed through quarrying, original elevations a.s.l. were reconstructed from archive maps and aerial photos (source: fentrol.hu, geoshop.hu, Lechner Nonprofit Kft.). In case of some old sites quarried off in the early 20th century, the locations are approximate due to imprecise documentation, meaning a few tens of metres of uncertainty in the horizontal directions and a few metres vertically. For vertical fissures the elevation of the top was considered, since that is where the fossils could get into the cavity. For two sites the previously published ages were re-evaluated based on the small mammal, mainly vole fauna. The small mammal fauna of the site Villány 5 belongs to the *Allophaiomys deucalion – Borsodia* Biozone (with an age of around 2000 ka; TESAKOV 2004, MAYHEW 2012, PAZONYI & VIRÁG 2025), in contrast to the 1100 ka age published in PAZONYI (2011). At Nagyharsányhegy 4, the *Microtus* voles (VAN DER MEULEN 1973) and the absence of *Mimomys pusillus* suggest that the site belongs to the early part of the *Mimomys savini* zone (ca. 750 ka), and its age is intermediate between Villány 6 and Villány 8 (PAZONYI et al. 2018b).

In case of fissures containing fossil assemblages of multiple ages, the oldest one was considered, since this marks the first time when the cavity (and thus the Mesozoic basement) was certainly open to the surface. Where the age of the site had been identified as an interval (e.g. Beremend14, Beremend Cave), because it was not possible to give an exact age based on the fossil species ranges, the centre of the interval was used in the graph. As additional data, the Villány cable car cut, interpreted to represent a Late Middle Pleistocene base level (SZUJÓ et al. 2017), and two fissures filled with Lake Pannon sands in the Nagyharsány quarry were considered. Age and elevation data were plotted in a point graph to help interpretation. The shape and orientation of the fossiliferous cavities was characterised based on the documentations, in order to gain information on possible tectonic control and check the proposal of KRETZOI (1956) on stress field change in the light of the new age data. Most of the still accessible sites were also visited in the field.

Results

It was possible to gather 19 fossil sites with well confined age data (*Table I, Fig. 2*). With one exception, Palkonya, which represents the paleosurface, they are infills of paleokarst cavities and fissures. Their age distribution gives a good, relatively even coverage of the time interval after 3.5 Ma (*Fig. 3*). The elevation of the fossil sites ranges between 130 m a.s.l., close to the local base level, to 440 m, almost the peak of the range. The local base level lies at ~90 m a.s.l. near Beremend, at the southeastern tip of the range (Drava plain in the west and Karasica valley in the east), and at ~95 m a.s.l. near Csarnóta in the west (Drava plain).

The relationship between age and elevation data is shown in *Fig. 3*. Remarkably, the points do not show a trend referring to ongoing uplift, with older sites lying at higher elevations. Instead, all but one points fall in a 100 m wide elevation interval, between 130 and 230 m a.s.l. The higher levels of the range are devoid of known fossil paleokarst sites, while one locality lies very close to the peak.

There are multiple possibilities to interpret the graph. The most straightforward one is to consider all data points together and state that by ~3.5 Ma ago, the entire range had become uncovered nearly to the state it is now: Beremend 26, with its 3.3 Ma age, belongs to the lowest-lying locations, showing exhumation down to ~140 m a.s.l. by that time. Supposing steady uplift for this period from 3.3 Ma up to today (red line 1 in *Fig. 3*), the maximum uplift rate – more precisely the maximum rate of base level lowering – can be calculated from the site, which lies ~50 m above the local base level. This gives a lowering rate of 15.15 m/Ma or 0.015 mm/a. This is a maximum value, since Beremend 26, similarly to most of the fossil sites, was filled with red clay that formed over elevated terrain, i.e. not on floodplains (KOLOSZÁR 2004), so it was lying somewhat above the coeval base level when it accumulated.

It is also possible to suppose that the Beremend block, which is relatively isolated from the rest of the range, moved separately. While in the main body of the Villány Hills thrusting was north-vergent, in the Beremend block it is opposite (WEIN 1969), so it is possible that it behaved differently. If Beremend sites are disregarded (line 2 in *Fig.* 3), then the maximum exhumation rate for the past 3.5 Ma is 35 m/Ma.

Individual thrust sheets can be considered separately as well. During the formation of an imbrication zone, the normal (in sequence) succession of thrusting migrates towards the foreland, i.e. the uppermost thrust sheet forms first (FOSSEN 2010). Based on the fossiliferous cavities, this principle does not work for the rejuvenation of the thrust planes of the Villány Hills. The oldest fossil site is located in the lowermost thrust sheet. Exhumation of the uppermost unit (Beremend) happened earlier than that of the underlying one (Nagyharsány), but the next one (Villány) has again older sites. The western (lower) three examined thrust sheets have too few sites to draw conclusions on them. Viewing sites within a unit, none of the thrust sheets shows a younging trend towards lower elevations.

Table I. Data of the dated fossil sites of the Villány Hills
I. táblázat. *A felhasznált ősmaradvány-lelőhelyek adatai*

Site	Abbr	Lat	Lon	Z	Age (ka)	Comment	Reference	Structural data
Palkonya	P	45.8904906	18.39227605	130	300	on palaeosurface of Triassic basement; >300 ka	SEBE et al. 2023	on palaeosurface, not tectonic
Beremend 26	B26	45.7930881	18.44026545	139	3300		MARSI & KOLOSZÁR 2001	oval, tens of metres wide and long, 20 m high, probably not tectonic
Beremend 5	B5	45.7886592	18.43803883	140	3100		KRETZOI 1956	fissure, orientation unknown
Beremend 11	B11	45.7911844	18.43921935	140	3000		JÁNOSSY 1979	shape unknown
Villány, cable car cut	Vcc	45.875328	18.44911108	140	1200	400–2000 ka; local base level at the given time	SZUJÓ et al. 2017	
Villány 8	V8	45.8749049	18.44906421	145	700		KRETZOI 1956, JÁNOSSY 1979	high N–S vertical fissure, downward widening
Beremend 15	B15	45.7899059	18.43901501	145	2700		JÁNOSSY 1987	fissure, orientation unknown
Villány 7		45.8749601	18.44928254	146	900	800–1000 ka	KRETZOI 1957	N–S fissure
Villány 3	V3	45.8756388	18.4517349	160	2000		KORMOS 1937, KRETZOI 1956, PAZONYI 2011	>10 m high, m wide N–S vertical fissure crosscutting bedding (KORMOS 1937); according to KRETZOI 1956 E–W
Villány 5	V5	45.8756388	18.4517349	160	2000		KRETZOI 1956, PAZONYI & VIRÁG 2025	E–W fissure, parallel with Villány 3 (?! – see V3)
Villány 6	V6	45.8753959	18.45172467	162	770		KRETZOI 1956, PAZONYI et al. 2018b	high, m wide N–S vertical fissure
Beremend Crystal Cave	BC	45.7919251	18.44309448	163	1350	1200–1500 ka	TAKÁCSNÉ BOLNER 1985, 2003, PAZONYI et al. 2019	fossiliferous red clay in cave walls, not as infill; shape of original cavity unknown
Nagyharsány-hegy 2	N2	45.8557547	18.43112219	165	1200		KORMOS 1917, KRETZOI 1956, VAN DER MEULEN 1973	fissure dipping towards 120–130°
Nagyharsány-hegy 4	N4	45.8561587	18.43098888	166	750		VAN DER MEULEN 1973	small cavities, probably not tectonic
Beremend 14	B14	45.7912722	18.44379608	169	2350		PAZONYI et al. 2016	shape unknown
Somssich-hegy 2	So2	45.8740601	18.44253135	181	1000		PAZONYI et al. 2018a	probably not tectonic
Nagyharsány Crystal Cave	NC	45.8516354	18.39482834	190	400		PAZONYI et al. 2021	330/40 fissure at collection points, upwards more irregular; bones are being washed down from above, original location unknown
Siklós	Si	45.8811899	18.24986972	210	90	140–40 ka	SEBE et al. 2023	no data on cavity shape; if fissure, then extensional (gravitational?) and E–W trending
Csarnóta 2	Cs2	45.8865598	18.39232331	226	3500		KORMOS 1911, 1917, 1937; KRETZOI 1959; SZENTESI et al. 2015	KORMOS 1917: cone-shaped breccia column, cave infill, probably not tectonic
Nagyharsány-hegy 6	N6	45.8556353	18.41143933	440	250		JÁNOSSY 1979, PAZONYI et al. 2021	cave along lithological boundary

Exhumation rates for the time interval pre-dating the fossil record can be calculated accordingly for the first two scenarios. There are no certain data on the thickness of the Upper Miocene succession that once covered the range, various options can therefore be considered. The delta front of Lake Pannon passed the area ~6 Ma ago (based on MAGYAR et al. 2013), so exhumation of the range could start afterwards. Accepting the complete burial of the range, as suggested by MAGYAR et al. (1999), the modern peak elevation (442 m a.s.l.) is indeed an arbitrary number to assess the original elevation of Lake Pannon deposits, but lacking other constraints on the thickness of Upper Miocene sediments overlying the range, it can be used. Exhumation from this elevation to the lowest old site, Beremend 26, gives ~300

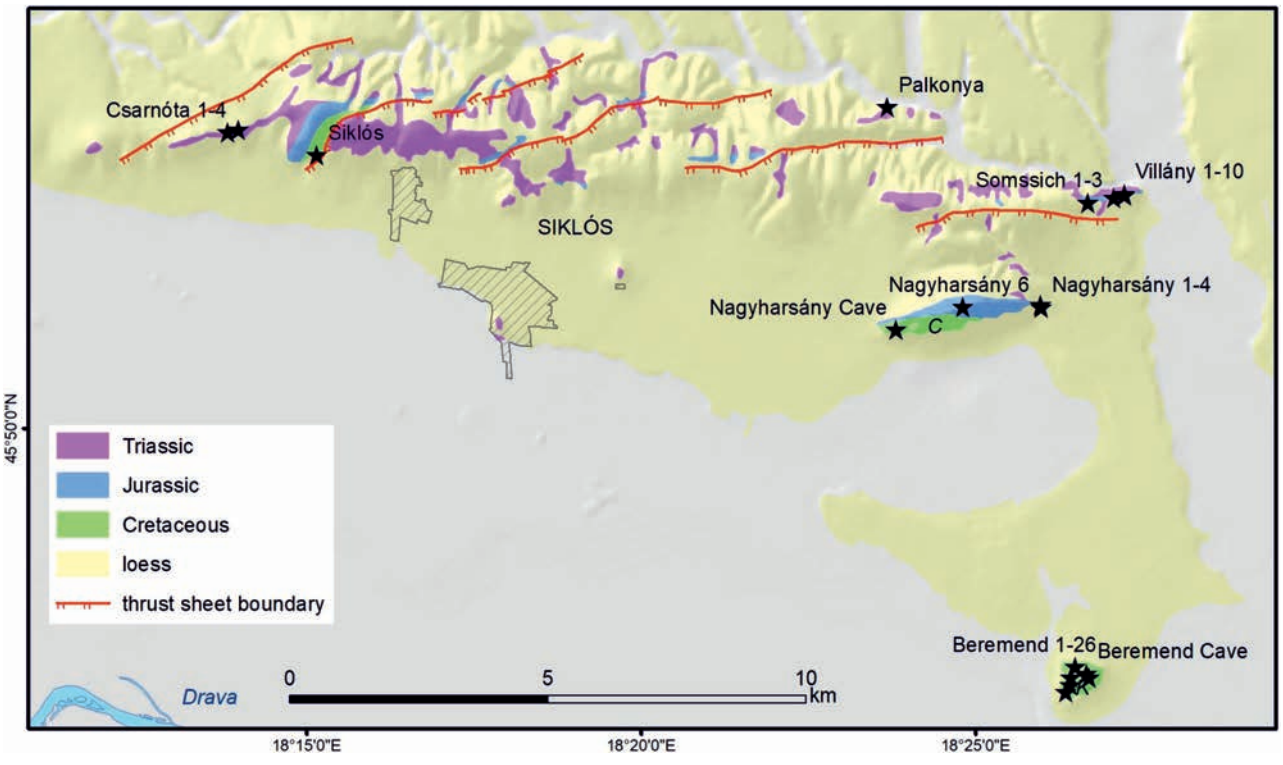


Figure 2. Location of paleokarst cavities with dated vertebrate fossil assemblages. Surface lithology after GYALOG & SÍKHEGYI (2005), tectonic boundaries after RAKUSZ & STRAUSZ (1953)

2. ábra. *A korolható gerincesegyütteseket tartalmazó őskarsztos üregek elhelyezkedése. Felszíni földtan GYALOG & SÍKHEGYI (2005), pikkelyhatárok RAKUSZ & STRAUSZ (1953) alapján*

m/2.7 Ma, i.e. 111 m/Ma (0.111 mm/a). Supposing burial up to 400 m a.s.l. like in the Mecsek Mts. (SEBE et al. 2013) would slightly lower the rate: 261 m/2.7 Ma, which is 96.7 m/Ma. If only the uppermost preserved occurrence of Upper Miocene sands at 240 m a.s.l. (DEZSŐ et al. 2007) is accepted as certain burial height, then exhumation rate would be 101 m/2.7 Ma = 37.4 m/Ma.

For only the main range, line 2 should be considered, which lies at ~210 m a.s.l. at 3.5 Ma. Counting from complete burial results in ~230 m/2.5 Ma, i.e. 92 m/Ma (0.092 mm/a). From 400 m a.s.l. the exhumation rate will be ~190 m/2.5 Ma = 76 m/Ma, while from 240 m verly low, 30 m/2.5 Ma = 12 m/Ma.

These are all minimum rates, because the coeval base

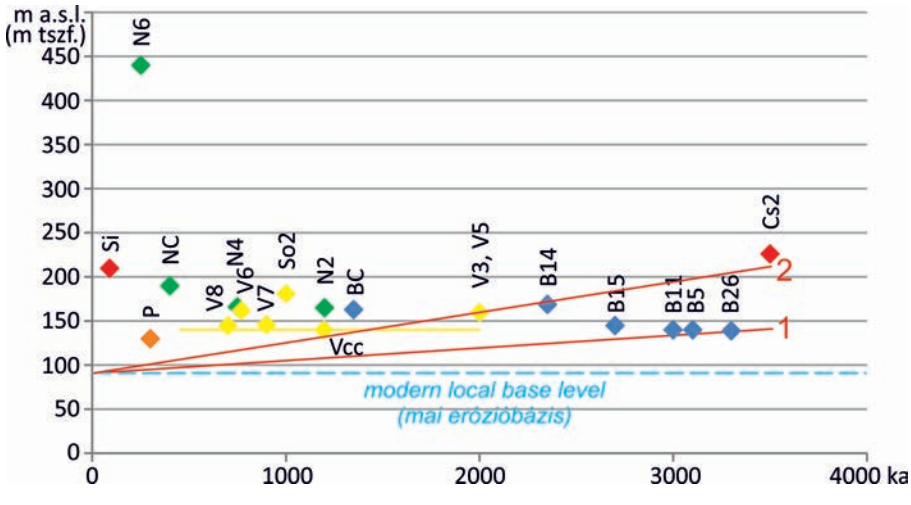


Figure 3. Age vs. elevation plot of dated vertebrate fossil sites of the Villány Hills and lines of base level change for the two scenarios described in the text. Different colours indicate different thrust sheets. For site name abbreviations see Table I

3. ábra. *A Villányi-hegység ismert korú ősmaradvány-lelőhelyeinek kora és magassága, valamint az erózióbázis süllyedését leíró görbék szövegben bemutatott két változata. Az eltérő színek eltérő pikkelyt jeleznek. A lelőhelyek nevének rövidítéseit lásd az I. táblázatban*

level could have been somewhat lower than the fossil sites used in the calculations. In addition, with complete burial, the range could have been covered with Lake Pannon deposits higher than its modern peak, the higher thickness still increasing the rate. In a new seismic stratigraphic study, a younger, ~5.4 Ma old date is proposed for the passage of the Lake Pannon delta at the Villány Hills, though the dating of seismic horizons carries large uncertainties in the area (BAGOLY ÁRGYELÁN et al. 2025). If true, this would result in even higher exhumation rates for the Early Pliocene.

Structural data

Considering the shape of fossiliferous cavities, 8 out of 18 were linear fissures crosscutting bedding, which had been probably fracture-controlled (*Table I*). In two cases the orientation was unknown already when the site was found. In the other six cases orientations were given in the publications, sometimes with quite large differences (*Fig. 4*).

Reports about Villány 3 are most contradictory. KORMOS (1937) wrote about a N–S fissure, but his photo (fig. 2. in p. 1075) suggests a roughly E–W orientation. KRETZOI (1956) described it as an E–W fissure, together with Villány 5. According to J. DEZSŐ (in DEZSŐ et al. 2002) the fissure orientation is 40–220°, closer to N–S than E–W. The remnants of Villány 3 are still visible in the field. The general orientation of the fissure is vertical, trending 55–235°, but its lowermost part turns toward the south. Its walls are highly irregular, uneven, and downward the fissure divides into multiple curving branches. Because of the thick flowstone incrustation the wall surfaces are not visible, but their undulating and not angular shape refers to formation by dissolution rather than by fracturing. Along the presently upper part of the fissure, which is not the original top but some metres lower, a fracture with a 330/72° dip bounds short intervals, for some part on the northern, for the other part on the southern side of the karst fill, with the opposite boundaries being irregular. The shape and preservation of vertebrate fossils does not differ

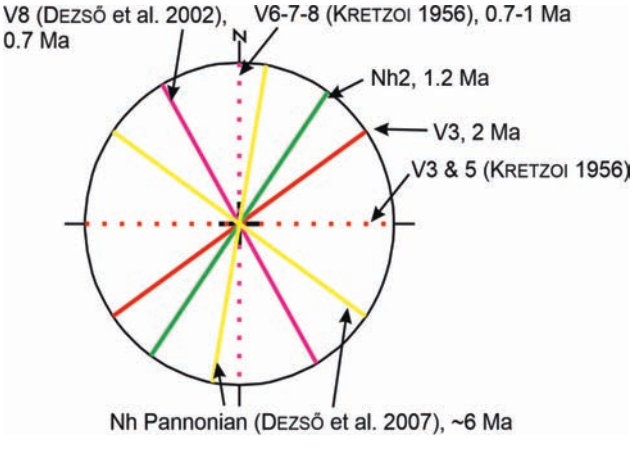


Figure 4. Reported orientations of dated fissures (for references see text)

4. ábra. *Ősmaradvány-tartalmú karsztos hasadékok irányai. Hivatkozások a szövegben*

from those of other sites, do not seem to be deformed by pressure.

The younger sites of Villány 6, 7 and 8 were described as N–S trending (KRETZOI 1956). According to DEZSŐ et al. (2002) the remains of the fissure of Villány 8 trend 150-330° and have dissolved walls, without speleothems (flowstone). At the location of Villány 6 an 8 m high, 10-15 cm wide, N–S trending fissure was visible recently, with a 10 cm thick flowstone crust and a loess-like infill with small mammal fossils (DEZSŐ et al. 2002). Nagyharsány 2 was described as a steep fissure dipping towards 120-130° (KRETZOI 1956).

Two fissures filled with sand originally deposited by Late Miocene Lake Pannon (DEZSŐ et al. 2007) in the Nagyharsány quarry are among the very few occurrences of Miocene sediments within the Villány Hills. The lower one is 8 m thick (CSÁSZÁR 2002) and trends 125-305° according to DEZSŐ et al. (2007). It is probably identical to the occurrence mentioned by RAKUSZ (1937) as „fine, mica-bearing sand above the Nagyharsány cemetery at an elevation of ~170 m a.s.l., which overlies the karstified surface of the Lower Cretaceous limestone and intrudes into its fissures". The artificial exposure of the quarry showed that infill was not homogeneous sand, but mostly sandstone debris, as reported already by FÜLÖP (1966). The northern half is filled with subangular to angular sandstone blocks up to a metre size, with silty sand between them, and thick coarse sparry calcite crusts covering some of the blocks (*Fig. 5 A, B*). In the middle a large flowstone sheet covers the entire height of the outcrop. The southern half is mainly sand, with sandstone blocks. According to the grain size curves (DEZSŐ et al. 2007) all samples both from sandstone blocks and their matrix have their peaks in the coarse silt fraction, in contrast with the field observations. The mineralogy of the samples is similar, they are all dominated by quartz and clay minerals. The uppermost sample from the matrix differs from the others in containing chlorite instead of kaolinite. CSÁSZÁR (2002, table 6, 7) provided a mineral composition for the matrix dominated by clay minerals and subordinate amounts of quartz. On the wall of the fissure slickenlines referring to horizontal movement were observed (PETRIK 2009). The northern half of the infill, the sandstone debris, must have got into the fissure after the lithification of the Lake Pannon sands, when the fissure opened to the surface. The fallen blocks were then draped by flowstone, showing that the cave passage was filled with air and not water, so this must have happened already after the regression of Lake Pannon, when base level and the karst water table had already lowered. The other half of the cavity was filled up with less consolidated material, mostly sand, with some sandstone, so the sand was still available on the surface when this accumulated. Therefore the age of the opening of the fissure and its filling up with clastics and speleothems has to be between ~6 Ma, the disappearance of Lake Pannon, and ~3.5 Ma, when already red clay was depositing and the range was devoid of Upper Miocene sands.

The upper outcrop lies about 70 m higher. The fissure trends 10-190° according to DEZSŐ et al. (2007). In 2000 no

Figure 5. Paleokarst cavities with Lake Pannon sediments in the Nagyharsány quarry. A, B) Lower outcrop; C, D) upper outcrop; hammer for scale circled. Photos A and C courtesy of Gábor Csillag

5. ábra. *Pannon-tavi üledéket tartalmazó őskarsztos üregek a nagyharsányi kőfejtőben. A, B) alsó feltárás; C, D) felső feltárás; a méretarányul szolgáló kalapács jelölve. A és C kép: Csillag Gábor*

fissure was visible in the field, rather irregular cavity walls, partly with (hemi)spherical shapes (*Fig. 5 C, D*). Walls are dissolved, with fossils of the Cretaceous limestone weathered out. The infill was laminated fine sand, in patches cemented with calcite, with frequently changing dip angles and directions. No speleothems were observed. The spherical cavity remnants suggest a hypogenic origin for this paleocave. Hypogene karstification has been active in the Villány Hills and was proposed among others for several Beremend fossil sites (Dezső & Tóth 2006, Dezső et al. 2007). As the cavity is filled solely by Lake Pannon sands (Dezső et al. 2007) and does not contain e.g. red clay, it probably opened to the surface around the deposition time of the sands: either before flooding by Lake Pannon and sand was washed into the cavity by the lake, or after the accumulation of the sands and the sands got redeposited into the cave. So the cavity filled up probably in the latest Miocene or possibly in the earliest Pliocene.

Discussion

The elevation range of the fossil sites may suggest at first sight that their vertical distribution does not represent the natural conditions but instead is restricted by good exposures, as most sites have been discovered in quarries which lie at low elevations. However, there exist sites that are unrelated to quarrying and were still found, for instance the

highest one (Nagyharsány 6). Another argument against this is that the Nagyharsány quarry reaches as high as 320 m a.s.l., but no fossiliferous cavities were found in its upper levels. We therefore now do not consider the possibility of detection bias and handle the data as representing the natural situation.

Position of the fossil sites relative to base level

The gravel outcrop in the cable car cut of Villány was included in this study as supplementary data representing a paleo base level. The age of the gravel could be bracketed between ~400 and 2000 ka (SZUJÓ et al. 2017). In the graph of Fig. 3 it is included with the mean of the age interval, similarly to the fossil sites, but the entire interval is also marked. The mean age falls above both lines indicating the hypothesised maximum position of the lowering base level. If the gravel really represents the floodplain of the trunk stream of the range foreland, as supposed (SZUJÓ et al. 2017), then its age must fall below one or both base level lines. This condition is only fulfilled in case of line 2, supporting the exhumation scenario when the Beremend block moved independently of the bulk of the Villány Hills. In this case, the age of the gravel should be in the older portion of the proposed interval, between ~1.4 and 2 Ma. Another resolution to the contradiction would be if the gravel had been deposited by a minor, steeper watercourse (even intermittent stream) discharging into the trunk stream. Given the exclusively local provenance of the clast material, this could also be a possibility, though the clast sizes are too large for the small watershed such a stream branch could have.

For some vertebrate sites it has been proposed that they contain remains of (semi)aquatic animals and therefore they represent water-linked, e.g. floodplain, locations, or indicate the presence of a permanent water body in the close proximity of the site. If true, these would be the best candidates to quantify exhumation and uplift. At site Somssichhegy 2, KROLOPP (2000) found a few fluvial snails in many samples. This led him to suppose that the site was not a closed shaft but a re-entrant open to the north (towards the mountain front watercourse), which lay at the level of the floodplain and floods transported aquatic molluscs into the site. From this he also inferred considerable uplift of the range since the early Pleistocene. However, excavations in 2014 disproved this idea by exposing the Jurassic host limestone all around the fossil-bearing Pleistocene sediment (BOTKA & MÉSZÁROS 2015). For the same site and also for the Late Pliocene Csarnóta 3, a permanent water surface was assumed nearby based on moisture-loving herpetofaunal elements (SZENTESI et al. 2015, SZENTESI 2016, PAZONYI et al. 2018a).

However, the presence of water-linked taxa does not mean that the site was located on a floodplain. If floodwater transported fossils into a cavity, then fluvial or swamp sediments and signs of water flow should be observed, which is not the case at these sites (PAZONYI et al. 2018a). Instead, most aquatic animals probably got into the cavities as prey, of raptors, large snakes or mammals. Owl pellets were reported to have contributed to the accumulation of the vertebrate assemblages (Villány 5: KRETZOI 1956; Somssichhegy 2: PAZONYI et al. 2018a). As a modern example, at a cave entrance in the Mecsek Mts., fish remains have been found at 700 m straight line distance (more than a km through the cave passages) from the nearest lake where fish of this size live and at ~70 m higher elevation. These must have been carried there by foxes or otters, both observed to dwell in the cave (BAUER et al. 2023). Members of the herpetofauna can also fall into elevated cavities related to their annual breeding migrations (KOVAR et al. 2009, PAZONYI et al. 2018a).

For the topographic position of the fossil-bearing cavities denudation surfaces were also put forward. For the Beremend vertebrate sites it was proposed that the limestone block hosting them was part of the piedmont of the Villány Hills during the Late Pliocene, and the karst infill material was transported from the main range on this surface into the fissures (KOLOSZÁR 2004, MARSI & KOLOSZÁR 2004). KRETZOI (1956) was also on the opinion that the range used to be part of an extensive karst surface in the early Pleistocene that could provide sediment into the fissures. These reconstructions also seem unlikely. Similarly to the floodplain situation, on a piedmont surface a fissure would rapidly fill up with water-transported sediment. In case of the fossiliferous cavities, the enrichment of the fossils refers to a low sediment accumulation rate, which is only possible with a very small catchment area with aquatic transport or a different – e.g. aeolian – mode of sediment input. Even if accumulated on the (paleo)surface, the Tengelic Red Clay is usually thin, reflecting low sedimentation rates, and recently it has been proposed that the bulk of its material has an aeolian origin (KOVÁCS 2008, VARGA 2011). Among the paleokarst infills a wind-blown origin has been proposed for the Somssichhegy 2 site (PAZONYI et al. 2018a), then for Beremend and Csarnóta localities (KOVÁCS et al. 2020). For some cavity infills with a good fossil record it was shown that they accumulated over hundreds of thousands of years (Beremend 26: MARSI & KOLOSZÁR 2004; Csarnóta 2: KRETZOI 1959), meaning that they were active for a relatively long time without filling up. Obviously, this does not mean that aquatic sediment transport is entirely excluded, just that it is not the dominant mode of sediment supply. Actually, layered intervals in Beremend 26 (MARSI & KOLOSZÁR 2001) point to short-term deposition from water, but they only form a small portion of the karst infill, even though climate was not dry based on paleoecological reconstructions (MÉSZÁROS et al. 2021). Nevertheless, a provenance of the Beremend 26 red clay from bauxite was excluded based on mineralogical investigations (DEZSŐ et al. 2007).

The Mesozoic basement rocks do not get exhumed in a uniform manner: peaks, ridges and valley/gully floors get uncovered first, and flat hillslopes last. This is well reflected in the present state of the Cenozoic cover: red clay and loess thin out, then disappear upslope and below gullies and intermittent streams (RAKUSZ & STRAUSZ 1953, CZIGÁNY 1998).

As a result, subaerially exposed carbonates available for karstification at any time will not be located at the base level but at somewhat higher elevations.

To sum up, typical fossil assemblages known so far in the Villány Hills cannot be used as precise indicators of a paleo base level, but they do confine base level position from above, giving a maximum possible elevation.

Paleokarst cavity morphology and stress field orientations

Morphologically, several of the fossiliferous paleokarst cavities are fracture-controlled: they have planar walls and are narrow compared to their length and height. No wonder they invoke tectonic interpretations, and actually so it happened. KRETZOI (1956) observed in Villány that fissures with older, Villanyian age faunas (Villány 3, 5) trend E–W, while the younger, Biharian ones (Villány 6-7-8) N–S, and from this he concluded on a change in the stress field. On p. 35 he wrote that it was N–S compression, related to late thrusting, that closed the older E–W fissures and opened the younger N–S ones. In contrast, on p. 93 he gave the interpretation that during the Villanyian, N–S compression loosened and opened the E–W fissures, then later (in the Biharian) compression turned to E–W and opened the N–S fissures.

Actually, both options are possible: the first one in case of simple compression, the second one in case of folding (anticline formation) above a thrust and the related local extension, although with the north-vergent thrust planes of the Villány Hills it is hard for anticlines to form with E–W compression, at least pre-existing low-angle faults with proper orientations are missing. Fractures parallel and perpendicular to anticline hinges can even form coevally. In these cases the fossiliferous fissures are interpreted as extension cracks. But fissures can also form through faulting. By dissolution along fractures as well, as supposed by KOLOSZÁR (2004) for Beremend, and this is a very common phenomenon in all karst areas of the world. These are most often pre-existing fractures and can be significantly older than the fissure fill. On steep slopes cracks can also open due to gravitational mass movements. In order to use fissures for stress field reconstruction, it is necessary to know their formation mechanism.

From the various types, striated fault planes could be best used to infer on the stress directions, provided it can be shown that the opening of the fissure happened as a result of displacement along the fault and not later, in a different stress field. Among the sites mentioned so far, slickenlines have only been reported on the wall of the lower fissure of the Nagyharsány quarry (PETRIK 2010). No striation data are known from fossiliferous fissures, and as most of them have long been destroyed by quarrying, there is no more hope to obtain them. The fissures of Villány, interpreted by KRETZOI as tectonic, have dissolved walls and do not seem to represent single fractures. They were probably controlled by fractures, but it seems that dissolution created the open spaces, some unknown time after the formation of fractures. As a result, no well-founded conclusions can be drawn from them on the paleo-stress fields due to the unknown age and type of the controlling fractures.

Exhumation in a regional geodynamic framework

As presented above, various exhumation rates can be calculated for the Villány Hills from the latest Miocene to the present, considering different options of blocks moving together and various burial heights:

scenario	exhumation rate (m/Ma)			
	6–3.5 Ma			3.5–0 Ma
	from complete burial (442 m a.s.l.)	from burial elevation of Mecsek Mts. (400 m a.s.l.)	from highest preserved M3 sand (240 m a.s.l.)	
Villány Hills as a single block (controlled by Beremend sites)	min. 111	min. 96.7	min. 37.4	max. 15.15
main range without Beremend block	min. 92	min. 76	min. 12	max. 35

From the two scenarios, the condition that the Villány cable car cut as a paleo base level should be below the exhumation line obtained from the fossil sites supports the second one, the main range moving separately from the Beremend block. Consequently, rates of the first scenario apply to the Beremend block only.

The examination of fossil sites by individual thrust sheets does not refer to foreland-vergent propagation of thrusting in the studied time interval, after 3.5 Ma. The fact that the oldest locality of the main range (Csarnóta 2) lies in the lowermost thrust sheet, and its coordinates control the exhumation line of the range (*Fig. 3*), suggests that since its formation the six north-vergent thrust sheets were probably moving together. Seismic sections clearly show that thrust sheets of the Villány Hills experienced differential displacement during or after Lake Pannon sedimentation and moved relative to each other when thrusting into the Upper Miocene succession of the northern foreland (CSONTOS et al. 2002). This must have increased the relief of the basement rocks, still, there is no sign of it in the exhumation data shown by the paleokarst cavities (i.e. exhumation of the upper thrust sheets does not precede that of the lower ones). The reason behind this might be that the bulk of internal deformation happened before the time interval covered by the fossil sites. This could be approximately coeval with Late Miocene synsedimentary compressional deformation reported from the Mecsek Mts. and Mórágy block (CSONTOS et al. 2002, KONRÁD & SEBE 2010, SEBE et al. 2016, KOVÁCS et al. 2018, BUDAI et al. 2019).

The uplift rate calculated from the cable car cut at Villány for the past 0.4–2 Ma was 50–10 m/Ma (SZUJÓ et al. 2017). If the age of the fluvial gravel is 1.4–2 Ma, as discussed above, then the uplift rate falls between 14.3–10 m/Ma. These numbers are the same order of magnitude and in agreement with that calculated for the past 3.5 Ma.

For the preceding interval (6–3.5 Ma) considerably higher exhumation rates were obtained for almost all variations of burial. Only one of them is in accord with the more recent

rate, for the main range, if very shallow Upper Miocene burial is supposed, what is less probable. That thin cover would imply that the Mecsek Mts. underwent at least 160 m more uplift than the Villány Hills. This is not excluded, but seismic sections (CSONTOS et al. 20202) do not show marked differences in vertical displacement between the two ranges, though it is difficult to precisely assess these values from the sections. Obviously, we do not suppose one single breakpoint in the exhumation or uplift curve, the change in the pace of movement must have been gradational. Still, most of the presented scenarios mean that movement definitely slowed down in the Late Pliocene and Quaternary.

There are few data to compare the obtained exhumation rates to. For the present day, satellite-based positioning measurements do not help to increase the precision of geological data. The Villány Hills are part of a regional GPS monitoring network (Western Mecsek GPS geodynamic network), with stations at Csarnóta and Villány. Vertical movements in the network since 1998 were below measurement error (~0.5 mm/a) (GRENERCZY & KÖRMENDY 2014). Global navigation satellite system (GNSS) measurements only show general subsidence in the wider region, admittedly in contrast with geological data (PORKOLÁB et al. 2023).

The geographically nearest numerical uplift rates have been published for the Western Mecsek Mts., a maximum incision and uplift rate of 8–35 m/Ma for the later Quaternary (since 1 Ma – 231 ka to present day) (SEBE et al. 2025), which are in the same range as those obtained in the Villány Hills. More to the north, in the Transdanubian Range, fairly constant incision rates of ~50 m/Ma of the Danube were reconstructed for most of the past 3 Ma (RUSZKICZAY-RÜDIGER et al. 2020), higher than in the Villány Hills. An apparent, partly climate-induced acceleration of incision to ~200 m/Ma was reported for the latest Quaternary (since 140 ka) (RUSZKICZAY-RÜDIGER et al. 2020). In the same range, the analysis of paleosurfaces related to Pliocene – Quaternary volcanoes and related paleosurfaces gave similar long-term rates of 70–100 m/Ma (FODOR et al. 2022) as well as the dating of aeolian landforms (40–80 m/Ma for the past 1.5 Ma; RUSZKICZAY-RÜDIGER et al. 2011). In a geodynamically different setting, in the orogenic belt surrounding the Pannonian Basin, at the transition between the Alps and Carpathians, uplift/incision similarly increased towards the present has been observed: the 36-42 m/Ma rates for the past 4.1-4.6 Ma increased to max. 162 m/Ma for the past 0.31-0.34 Ma (NEUHUBER et al. 2020). Quite close by, in the westernmost Carpathians, a relatively low, 26 m/Ma maximum uplift rate was obtained for the past 1.7 Ma (ŠUJAN et al. 2017). It is interesting that higher strain (shortening) rates are calculated for the Villány Hills area than for more northern/northwestern parts of the Pannonian Basin (PORKOLÁB et al. 2023), and the uplift rate still seems to be lower here.

To the south, on the opposite side of the Drava Basin, much higher rates were reported. According to MATOŠ et al. (2016, 2017, and references therein), the Bilogora Mts. underwent more than 400 m of differential uplift during the Pliocene and Quaternary, due to transpressional rejuvenation of the dextral strike-slip Drava Basin boundary fault. The same authors gave uplift rates between ca. 0.38 and 0.71 mm/yr (380–710 m/Ma) for the oldest Lower to Middle Pleistocene Drava River terrace in the Bilogora area, and this points to intensification of uplift in the later Quaternary when compared to 400 m uplift from the beginning of the Pliocene. Luminescence dating of the same terrace provided minimum ages (>359 ka and >450 ka). Based on them, WACHA et al. (2018) calculated incision rates of 0.22 and 0.09 mm/a (220 and 90 m/Ma) for the Drava river since terrace formation in the NW and SE of the Bilogra, respectively. Since luminescence data are minimum ages, the incision rates should be considered maximum values, especially that the terrace contained macroflora typical of the Pliocene (MRINJEK et al. 2006), so can be considerably older than the minimum ages. Besides the Drava Basin boundary fault, originally Miocene normal faults between the North Croatian Mountains and the Sava Basin got inverted as well in the Pliocene, accomodating further shortening (PRELOGOVIĆ et al. 1998, USTASZEWSKI et al. 2014).

The driving force for the exhumation of the Villány Hills is without question the basin inversion, starting around 8 Ma in the wider area and considered to be ongoing up to the present day (FODOR et al. 1999, 2005; TOMLJENOVIĆ & CSONTOS 2001; CSONTOS et al. 2002; UHRIN et al. 2009; SEBE et al. 2020). It is more difficult to explain the decrease in uplift rate in the Pliocene. HORVÁTH et al. (2006) mention a regional compression event from ~3 Ma ago until today, with widespread upwarping of basement units from below the Neogene cover. Based on data presented in this paper, it seems that in the Villány Hills this exhumation happened earlier, before 3 Ma. In Slovenia, partly in the Pannonian Basin and partly in the Alpine realm, major strike-slip and contractional deformation between the Adriatic microplate and the Periadriatic fault started at the Miocene–Pliocene transition (VRABEC & FODOR 2006), temporally close to basin inversion in the SW Pannonian Basin. In central Slovenia, uplift and river incision was documented around the Pliocene/Quaternary boundary, but later, during the Quaternary rivers reached steady state, without incision (MENCIN GALE et al. 2024). The exact tectonic drivers behind declining incision are unknown as of now, they may lie in local factors. These events are close in time to the period of relatively fast, then diminishing exhumation of the Villány Hills, but geographically and considering the structural units a bit far away.

As shown by the GNSS measurements, recent horizontal movement velocities abruptly decline at the Drava Basin towards the inner Pannonian Basin (PORKOLÁB et al. 2023). This means that a considerable part of the deformation induced by convergence is accomodated along the Drava Basin boundary fault, and explains the uplift differences between N Croatia and SW Hungary. In addition, uplift rates in the Bilogora are lower in the SE, closer to the Villány Hills, than in the NW (WACHA et al. 2018). The old Drava terrace dissected by the Drava Basin boundary fault shows significantly more subsidence basinward of the boundary fault than up-

lift on the outer side, in the Bilogora (WACHA et al. 2018). As the boundary fault has a north vergent reverse component during its neotectonic activity since the Early Pliocene (PRELOGOVIĆ et al. 1998, LUČIĆ et al. 2001, MATOŠ et al. 2016), in the generally compressional regime of inversion the Drava basin subsidence exceeding margin uplift might even be a consequence of flexural subsidence (downwarping) in front of the reverse fault, caused by the thrusting of the North Croatian Mountains onto the northern foreland. This way the lowering of the Drava Basin basement might contribute to the relatively low exhumation rates of the Villány Hills along its northern, not fault-bounded margin.

A further factor in the low rate of base level lowering in the Villány Hills, just next to the Drava plain, could be the increase of sediment production in the higher, East Alpine reaches of the river catchment. Growing sediment delivery was shown to slow down river incision in the Quaternary in the lower reach of the tributary Mur, and even to stop it more downstream along the Drava (in the Pohorje dome) despite the fact that there is evidence for ongoing uplift there (WAGNER et al. 2010).

The listed data add up to a quite coherent evolution history of the area. Basin inversion started to act in the SW Pannonian Basin in the Late Miocene, around 8–7 Ma ago, when the region was still flooded with Lake Pannon. It caused syn-sedimentary and also possibly post-sedimentary compressional or transpressional deformation in the Mecsek Mts. and the Villány Hills as well as in the wider area including North Croatia as well. With continuing convergence between Adria and Europe, the Pannonian Basin experienced further ~N–S shortening. In the Early Pliocene the Drava Basin boundary fault started to act as a dextral reverse fault, and the uplift of the southern basin margin including Bilogora began. This might have been coeval with the formation of the marginal unconformities between the Lake Pannon succession and the overlying fluvial deposits in the Drava Basin, dated to the beginning of the Pliocene based on seismic section analysis (SEBE et al. 2020). Much of the compressional deformation got transferred to this fault zone from more interior (northern) parts of the Pannonian Basin, and exhumation of the Villány Hills slowed down. This might be an example of propagation of inversion towards basin margins forecasted by numerical modelling (ORAVECZ et al. 2024). Tectonic loading and flexural downwarping of the Drava Basin basement could contribute to the lowering of exhumation rates, especially in case of the Beremend block due to its more southern position. In fact, the low present position of the Beremend block might even be the result of some relatively recent minor subsidence after inversion-related uplift and exhumation. This would be in agreement with recent local extension observed in Beremend (GERNER 1992). Further factors governing uplift rates, shown to act in basin scale but not possible to quantify in the study area yet, can lay in deep lithospheric and mantle processes as well as surface denudation and large-scale sediment redistribution (RUSZKICZAY-RÜDIGER et al. 2020, ORAVECZ et al. 2024). Depending on the relative proportion of these factors, in regions with low convergence rates, contraction-driven localized uplift may be hindered by the thermal sag effects, resulting in basin subsidence even in an inversional setting (ORAVECZ et al. 2024). With the ~3 mm/year shortening in the transition zone of the Dinarides and the SW Pannonian Basin (PORKOLÁB 2003), the study area counts as having low convergence rates.

Exhumation could also influence karstification processes in the area, as supposed by HEGEDŰS-CSONDOR et al. (*accepted*). Among other effects, inversion related compression induced upwelling of basinal thermal waters towards the Villány Hills (CSONDOR et al. 2020), creating favourable conditions for hypogene cave formation. With the exhumation of the range, meteoric infiltration increased and these waters could meet upwelling basinal fluids, leading to mixing corrosion and again the formation of hypogene caves (HEGEDŰS-CSONDOR et al., *accepted*). Later, as direct precipitation infiltration became more and more prominent, epigene karstification took over. In this framework, the upper cavity in the Nagyharsány quarry, at 240 m a.s.l., which bears sphearical cavities, could be the highest-lying and oldest hypogene (paleo)cave in the Villány Hills, which formed during the early part of basin inversion and opened to the surface due to the denudation of the range shortly after, in the latest Miocene or Early Pliocene. In the Beremend block, which lies at a lower elevation, hypogene karstification could continue longer and have impact on some of the Late Pliocene or Quaternary fossil sites as well. Nevertheless, most fossiliferous cavities with Pliocene and Quaternary fauna formed through epigene karstification, due to the work of meteoric waters.

Conclusions

Filled mostly with unstratified sediments, probably partly of aeolian origin, and enriched in vertebrate fossils, the studied fossiliferous paleokarst cavities represent sites above the coeval base level. The accumulation of a vertebrate assemblage indicates the subaerial exposure of the Mesozoic carbonates at the given site. Based on the analysis of the elevation distribution of datable fossil sites, most of the Villány Hills had been exhumed from under Lake Pannon sediments before the accumulation of the first assemblages, 3.5 Ma, almost to its modern state. Base level lowering rate between 3.5 Ma and present was maximum 35 m/Ma for the main range and max. ~15 m/Ma for the Beremend block in the south. Latest Miocene – Early Pliocene (~6–3.5 Ma) minimum exhumation rates are estimated to be probably around 76–92 m/Ma for the main range and certainly above 12 m/Ma. Respective numbers for the Beremend block are 97–111 m/Ma and 37 m/Ma, carrying more uncertainty because later this block might have suffered minor subsidence as well. The denudation of Upper Miocene lacustrine deposits is a result of the neotectonic inversion of the Pannonian Basin. Decreasing uplift rates in the Pliocene and Quaternary are tentatively attributed to transpressional deformation along the Drava Basin boundary fault from the Early Pliocene, which now

accomodates a major portion of deformation in the region induced by the Adria–Europe convergence, but deep lithospheric processes may also play a role. The majority of the fossiliferous fissures was not a direct result of tectonic deformation, therefore they cannot be used in stress field reconstructions.

Acknowledgements

Work was carried out in the framework of the NKFIH project 147412. KS was supported by the Hungarian Academy of Sciences' grant for researchers raising children. Gábor CSILLAG is acknowledged for his help in field work and discussions. We are grateful for the constructive and inspiring comments of László CSONTOS, Attila PETRIK and László FODOR on the manuscript. This is HUN-REN–MTM–ELTE Paleo contribution No. 419.

References – Irodalom

BADA, G., HORVÁTH, F., DÖVÉNYI, P., SZAFIÁN, P., WINDHOFFER, G. & CLOETINGH, S. 2007: Present-day stress field and tectonic inversion in the Pannonian basin. – *Global and Planetary Change* **58**, 165–180.

BAGOLY ÁRGYELÁN, G., ZADRAVECZ, CS., NYIRI, D. & MAGYAR, I. 2025 (*in press*): Seismic stratigraphic units, paleogeography, and their effect on hydrocarbon distribution in the upper Neogene of the Pannonian Basin. – *Geological Society, London, Special Publications* **554**. https://doi.org/10.1144/sp554-2024-52

BAUER M., GÁBOR O., GREGORITS M., HAÁSZ J., RUSZKICZAY-RÜDIGER ZS., SEBE K. & ZALÁN B. 2023: *A Mecseki Barlangkutató Csoport 2022 Évi Kutatási Jelentése* [Research report of the Mecsek Cave Research Group on 2022]. – Manuscript, Pécs, 57 p.

BÉKÉSI, E., PORKOLÁB, K. & WÉBER, Z. 2023: Stress field of the Pannonian region (Feszültségmező a Pannon-térségben). – *Földtani Közlöny* **153/4**, 309. https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2023.153.4.mapB

BOTKA D. & MÉSZÁROS L. 2015: A Somssich-hegy 2-es lelőhely (Villányi-hegység) alsó-pleisztocén *Beremendia fissidens* (Mammalia, Soricidae) maradványainak taxonómiai és paleoökológiai vizsgálata. [Taxonomic and palaeoecological studies on the Lower Pleistocene *Beremendia fissidens* (Mammalia, Soricidae) remains of the Somssich Hill 2 locality (Villány Hills)]. – *Földtani Közlöny* **145/1**, 73–84.

BUDAI, S., SEBE, K., NAGY, G., MAGYAR, I. & SZTANÓ, O. 2019: Interplay of sediment supply and lake level changes on the margin of an intrabasinal basement high in the Late Miocene Lake Pannon (Mecsek Mts., Hungary). – *International Journal of Earth Sciences* **108**, 2001–2019, https://doi.org/10.1007/s00531-019-01745-3

CSÁSZÁR G. & KORDOS L. 2007: Beremend, kőfejtő. Alsó- és középső-kréta Nagyharsányi Mészkő Formáció, pliocén gerinces lelőhelyek. [Beremend, quarry. Lower and Middle Cretaceous Nagyharsány Limestone Fm., Pliocene vertebrate fossil sites.] – In: PÁLFY J. & PAZONYI P. (szerk.): *Őslénytani kirándulások Magyarországon és Erdélyben* [Paleontological excursions in Hungary and Transylvania]. Hantken Kiadó, Budapest, 172–179.

CSONDOR, K., CZAUNER, B., CSOBAJI, L., GYŐRI, O. & ERŐSS, A. 2020: Characterization of the regional groundwater flow systems in south Transdanubia (Hungary) to understand karst evolution and development of hydrocarbon and geothermal resources. – *Hydrogeology Journal* **28/8**, 2803–2820. https://doi.org/10.1007/s10040-020-02216-9

CSONTOS, L., BENKOVICS, L., BERGERAT, F., MANSY, J.-L. & WÓRUM, G. 2002: Tertiary deformation history from seismic section study and fault analysis in a former European Tethyan margin (the Mecsek–Villány area, SW Hungary). – *Tectonophysics* **357/1–4**, 81–102. https://doi.org/10.1016/S0040-1951(02)00363-3

CSONTOS, L., MÁRTON, E., WÓRUM, G. & BENKOVICS, L. 2002: Geodynamics of SW-Pannonian inselbergs (Mecsek and Villány Mts, SW Hungary): Inferences from a complex structural analysis. – *EGU Stephan Mueller Special Publication Series* **3**, 227–245. https://doi.org/10.5194/smsps-3-227-2002

CZIGÁNY SZ. 1998: Adatok a Villányi-hegység déli részének pleisztocén végi – holocén időszaki lepusztulási folyamataihoz. – *Földrajzi Értesítő* **47/2**, 123–129.

DEZSŐ J. & TÓTH J. 2006: Gömbfülkék és kitöltési viszonyaik a Villányi-hegységben (Spherical cavities and their fill conditions in the Villány Mountains, south-west Hungary). – *Földrajzi Értesítő* **55/1–2**, 25–35.

DEZSŐ J., KONRÁD GY. & SEBE K. 2002: Pécsi Tudományegyetem Barlangkutató Egyesülete, Évkönyv 2001 (Annual report of the Cave Research Group of the University of Pécs). – Manuscript, Pécs, 107 p. https://termeszetvedelem.hu/_user/browser/File/barlangkutat%C3%A1si%20jelent%C3%A9sek/2001/p%C3%A9csi_2001.pdf

DEZSŐ J., RAUCSIK B. & VICZIÁN I. 2007: Villányi-hegységi karsztos hasadékkitöltések szemcseösszetételi és ásványtani vizsgálata [Granulometric and mineralogical analysis of karstic fissure filling sediments in the Villány Mts. (S Hungary)]. – *Acta GGM Debrecina, Geology, Geomorphology, Physical Geography Series* **2**, 151–180.

FODOR, L., CSONTOS, L., BADA, G., GYÖRFI, I. & BENKOVICS, L. 1999: Tertiary tectonic evolution of the Pannonian Basin system and neighbouring orogens: a new synthesis of palaeostress data. – In: DURAND, B., JOLIVET, L, HORVÁTH, F. & SÉRANNE, M. (eds): *The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen*. Geological Society, London, *Special Publications* **156**, 295–334. https://doi.org/10.1144/gsl.sp.1999.156.01.15

FODOR, L., BADA, G., CSILLAG, G., HORVÁTH, E., RUSZKICZAY-RÜDIGER, ZS., PALOTÁS, K., SÍKHEGYI, F., TIMÁR, G., CLOETINGH, S. & HORVÁTH, F. 2005: An outline of neotectonic structures and morphotectonics of the western and central Pannonian Basin. – *Tectonophysics* **410**, 15–41. https://doi.org/10.1016/j.tecto.2005.06.008

FODOR L., CSILLAG G., NÉMETH K., SEBE K., TELBISZ T., VÁRADI K. & VISNOVITZ F. 2022: A késő-miocén – pliocén bazaltvulkánok és kapcsolódó morfológiai felszínek szerkezetföldtani értelmezése – egy újabb lépés a Dunántúli-középhegység neotektonikai elemzésében [Tectonic interpretation of Late Miocene – Pliocene basalt volcanoes and related paleosurfaces – one more step in the neotectonic investigation of the Transdanubian Range]. – Abstract, In: FEHÉR B., MOLNÁR K., LUKÁCS R., CZUPPON Gy. & KERESKÉNYI E. (eds): *Calce et malleo – Mésszel és kalapáccsal: 12. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés*. Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Budapest, 41–43.

FOSSEN, H. 2010: *Structural Geology*. – Cambridge University Press, 361 p. https://doi.org/10.1017/cbo978051177780

FÜLÖP J. 1966: A Villányi-hegység kréta időszaki képződményei [Cretaceous formations of the Villány Hills]. – *Geologica Hungarica, Series Geologica* **15**, 1–131.

GERNER, P. 1992: Recent stress field in Transdanubia (Western Hungary). – *Földtani Közlöny* **122/1**, 89–105.

GRENERCZY Gy. & KÖRMENDY E. 2014: *A nyugat-mecseki GPS geodinamikai hálózat méréseinek kiértékelése* (Evaluation of the Western Mecsek GPS geodynamic network measurements). – Manuscript, Geoservice Kft. Budapest, PURAM Archives, Paks, RHK-N-007/14, 90 p.

GYALOG, L. & SÍKHEGYI, F. (eds) 2005: *Geological map of Hungary, 1:100 000*. – Geological Institute of Hungary, Budapest.

HEGEDŰS-CSONDOR, K., SEBE, K., MOLNÁR, ZS., DEZSŐ, J., LEÉL-ŐSSY, SZ., HEGEDŰS, A. & ERŐSS, A. (*accepted*): Submicron-scale cave processes and regional groundwater flow system approach – transition from hypogene to epigene karstification in the Villány Thermal Karst area. – *Hydrogeology Journal*.

HORVÁTH, F., BADA, G., SZAFIÁN, P., TARI, G., ÁDÁM, A. & CLOETHING, S. 2006: Formation and deformation of the Pannonian Basin: Constraints from observational data. – In: GEE, D. G. & STEPHENSON, R. A. (eds): *European Lithosphere Dynamics*, Geological Society, London, *Memoirs* **32**, 191–206. https://doi.org/10.1144/gsl.mem.2006.032.01.11

JÁNOSSY, D. 1986: *Pleistocene vertebrate faunas of Hungary*. – Akadémiai Kiadó – Elsevier, 208 p.

KOLOSZÁR L. 2004: A Tengelici Formáció kifejlődései a DK-Dunántúlon (Developments of the Tengelic Formation in South-eastern Transdanubia). – *Földtani Közlöny* **134/3**, 345–368.

KONRÁD Gy. & SEBE K. 2010: Fiatal tektonikai jelenségek új észlelései a Nyugati-Mecsekben és környezetében (New records of young tectonic phenomena in the Western Mecsek Mts. and their surroundings). – *Földtani Közlöny* **140/2**, 445–468.

KORMOS T. 1917: A Villányi hegység preglaciális képződményei és faunájuk [Preglacial formations of the Villány Hills and their faunas]. – *Annual report of the Hungarian Royal Geological Institute on 1916*, 399–415.

KORMOS T. 1937: A Villányi hegység felsőpliocénkori csont brecciáinak földtani viszonyai és a lelőhelyek története [Geological conditions of the Upper Pliocene bone breccias of the Villány Hills and the history of the fossil localities]. – *Matematikai és Természettudományi Értesítő* **56/3**, 1061–1100.

KOVÁCS Á., SEBE K., MAGYAR I., SZUROMINÉ KORECZ A. & KOVÁCS E. 2018: Pannóniai üledékképződés és szerkezeti mozgások az Északi-pikkely (Kelet-Mecsek) területén (Upper Miocene sedimentation and tectonics in the Northern Imbricate Zone (Eastern Mecsek Mts, SW Hungary)). – *Földtani Közlöny* **148/4**, 327–340. https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2018.148.4.327

KOVÁCS, J. 2008: Grain-size analysis of the Neogene red clay formation in the Pannonian Basin. – *International Journal of Earth Sciences* **97/1**, 171–178. https://doi.org/10.1007/s00531-006-0150-2

KOVÁCS, J., ÚJVÁRI, G., VARGA, Gy., SEELOS, K., SZABÓ, P., DEZSŐ, J. & GAMMOUDI, N. 2020: Plio-Pleistocene Dust Traps on Paleokarst Surfaces: A Case Study From the Carpathian Basin. –*Frontiers in Earth Sciences* **8**, 189. https://doi.org/10.3389/feart.2020.00189

KOVAR, R., BRABEC, M., VITA, R. & BOCEK, R. 2009: Spring migration distances of some Central European amphibian species. – *Amphibia-Reptilia* **30**, 367–378. https://doi.org/10.1163/156853809788795236

KRETZOI M. 1955: Adatok a Magyar-medence negyedkori tektonikájához [Data on the Quaternary tectonics of the Pannonian Basin]. – *Hidrológiai Közlöny* **35**, p. 44.

KRETZOI M. 1956: A Villányi hegység alsó pleisztocén gerinces faunái [The Lower Pleistocene vertebrate faunas of the Villány Hills]. – *Geologica Hungarica, Series Paleontologica* **27**, 264 p.

KRETZOI M. 1962: A csarnótai fauna és faunaszint [Fauna und Faunenhorizont von Csarnóta]. – *Annual Report of the Geological Institute of Hungary on 1959*, 297–395.

KROLOPP E. 2000: Alsó-pleisztocén Mollusca-fauna a Villányi-hegységből [Lower Pleistocene mollusc fauna from the Villány Mts. (Southern Hungary)]. – *Malakológiai Tájékoztató* **18**, 51–58.

LUČIĆ, D., SAFTIĆ, B., KRIZMANIĆ, K., PRELOGOVIĆ, E., BRITVIĆ, V., MESIĆ, I. & TADEJ, J. 2001: The Neogene evolution and hydrocarbon potential of the Pannonian Basin in Croatia. – *Marine and Petroleum Geology* **18**, 133–147. https://doi.org/10.1016/s0264-8172(00)00038-6

MAGYAR, I., GEARY, D., H. & MÜLLER, P. 1999: Paleogeographic evolution of the Late Miocene Lake Pannon in Central Europe. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **147/3**, 151–167. https://doi.org/10.1016/S0031-0182(98)00155-2

MAGYAR, I., RADIVOJEVIĆ, D., SZTANÓ, O., SYNAK, R., UJSZÁSZI, K. & PÓCSIK, M. 2013: Progradation of the paleo-Danube shelf margin across the Pannonian Basin during the Late Miocene and Early Pliocene. – *Global and Planetary Change* **103**, 168–173. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2012.06.007

MARSI I. & KOLOSZÁR L. 2001: *A beremendi kőbánya pliocén és pleisztocén rétegeinek leletmentése és földtani dokumentációja* [Rescue excavation and geological documentation of the Pliocene and Pleistocene beds of the Beremend quarry]. – Manuscript, Geological Institute of Hungary, Budapest, 195 p.

MARSI I. & KOLOSZÁR L. 2004: A beremendi Szőlő-hegy pliocén és kvarter képződményei. [Pliocene and Quaternary sediments of the Szőlő Hill in Beremend (SE Transdanubia)]. – *Földtani Közlöny* **134/1**, 75–94.

MATOŠ, B, PÉREZ-PEÑA, J. V. & TOMLJENOVIĆ, B. 2016: Landscape response to recent tectonic deformation in the SW Pannonian Basin: Evidence from DEM-based morphometric analysis of the Bilogora Mt. area, NE Croatia. – *Geomorphology* **263**, 132–155. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.03.020

MATOŠ, B., ZAJC, M., KORDIĆ, B., TOMLJENOVIĆ, B. & GOSAR, A. 2017: Quaternary fault activity in the SW Pannonian Basin: GPR surveying in Bilogora (NE Croatia). – *Geological Quarterly* **61/1**, 18–36. doi: http://dx.doi.org/10.7306/gq.1308

MAYHEW, D. F. 2012: Revision of the fossil vole assemblage (Mammalia, Rodentia, Arvicolidae) from Pleistocene Deposits at Kisláng, Hungary. – *Palaeontology* **55/1**, 11–29. doi: 10.1111/j.1475-4983.2011.01115.x.

MENCIN GALE, E., JAMŠEK RUPNIK, P., AKÇAR, N., CHRISTL, M., VOCKENHUBER, C., ANSELMETTI, F.S. & ŠMUC, A. 2024: The onset of Pliocene–Early Pleistocene fluvial aggradation in the Southeastern Alpine Foreland (Velenje Basin, Slovenia) and its paleoenvironmental implications. – *Journal of Quaternary Science* **39/5**, 691–709. https://doi.org/10.1002/jqs.3623

MÉSZÁROS L., TREMBECZKI M. & PAZONYI P. 2021: Új adatok a klasszikus Beremend 26-os lelőhely sztratigráfiájához és paleoökológiájához: pliocén denevérek és rovarevők [New data on the stratigraphy and paleoecology of the classic locality Beremend 26: Pliocene bats and insectivores]. – In: BOSNAKOFF M., FŐZY I. & SZIVES O. (eds): *Program, előadáskivonatok, kirándulásvezető, 24. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés [24th Meeting of Hungarian Paleontologists. Programme, abstracts, field guide]*. 2021. szeptember 9–11. Nagyhuta. Hungarian Geological Society, 21–22.

MINDSZENTY, A. & SEBE, K. 2022: Paleokarst in Hungary. – In: VERESS, M. & LEÉL-ŐSSY, SZ. (eds): *Cave and Karst Systems of Hungary*. „Cave and Karst Systems of the World" series, Springer, 117–136. https://doi.org/10.1007/978-3-030-92960-2_5

MRINJEK, E., SREMAC, J. & VELIĆ, J. 2006: Pliocene alluvial sediments in the Drava depression of the Virovitica-Slatina area, Northern Croatia. – *Geologia Croatica* **59/1**, 65–84.

NEUHUBER, S., PLAN, L., GIER, S., HINTERSBERGER, E., LACHNER, J., SCHOLZ, D., LÜTHGENS, C., BRAUMANN, S., BODENLENZ, F., VOIT, K. & FIEBIG, M. 2020: Numerical age dating of cave sediments to quantify vertical movement at the Alpine-Carpathian transition in the Plio- and Pleistocene. – *Geologica Carpathica* **71/6**, 539–557. https://doi.org/10.31577/GeolCarp.71.6.5

ORAVECZ, É., BALÁZS, A., GERYA, T., MAY, D. A. & FODOR, L. 2024: Competing effects of crustal shortening, thermal inheritance, and surface processes explain subsidence anomalies in inverted rift basins. – *Geology* **52/6**, 447–452. https://doi.org/10.1130/G51971.1

PAZONYI, P. 2011: Palaeoecology of Late Pliocene and Quaternary mammalian communities in the Carpathian Basin. – *Acta Zoologica Cracoviensia* **54A/1–2**, 1–29. https://doi.org/10.3409/azc.54a_1-2.01-29

PAZONYI, P. & VIRÁG, A. 2025: Tracking evolutionary changes within *Allophaiomys*, *Terricola* and *Microtus* voles revealed by a landmark point based geometric morphometric study on molars from Hungary. – *Historical Biology*, 12 p. https://doi.org/10.1080/08912963.2025.2454648

PAZONYI, P., MÉSZÁROS, L., HÍR, J. & SZENTESI, Z. 2016: The lowermost Pleistocene rodent and soricid (Mammalia) fauna from Beremend 14 locality (South Hungary) and its biostratigraphical and palaeoecological implications. – *Fragmenta Palaeontologica Hungarica* **33**, 99–134. https://doi.org/10.17111/FragmPalHung.2016.33.99

PAZONYI, P., VIRÁG, A., GERE, K., BOTFALVAI, G., SEBE, K., SZENTESI, Z., MÉSZÁROS, L., BOTKA, D., GASPARIK, M. & KORECZ, L. 2018a: Sedimentological, taphonomical and palaeoecological aspectsof the late early Pleistocene vertebrate fauna from the Somssich Hill 2 site (South Hungary). – *Comptes Rendus Palevol* **17/4–5**, 296–309. https://doi.org/10.1016/j.crpv.2017.06.007

PAZONYI, P., VIRÁG, A., PODANI, J. & PÁLFY, J. 2018b: *Microtus* (*Microtus*) *nivaloides* from the Somssich Hill 2 site (southern Hungary): An Early Pleistocene forerunner of modern 'true' *Microtus* voles revealed by morphometric analyses. – *Quaternary International* **481**, 61–74. https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.07.019

PAZONYI, P., TREMBECZKI, M., MÉSZÁROS, L. &, SZENTESI, Z. 2019: Preliminary report on the Early Pleistocene vertebrate sites of Beremend Crystal Cave (Beremend 16, South Hungary) and on their palaeoecological importance. – *Fragmenta Palaeontologica Hungarica* **36**, 115–140. https://doi.org/10.17111/FragmPalHung.2019.36.115

PAZONYI P. , SZENTESI Z., TREMBECZKI M., HÍR J. & MÉSZÁROS L. 2021: A new middle Pleistocene small vertebrate fauna from the Nagyharsány Crystal Cave (Villány Hills, Southern Hungary). – *Fragmenta Palaeontologica Hungarica* **37**, 101–126. https://doi.org/10.17111/FragmPalHung.2021.37.101

PETRIK, A. 2009: Interpretation of the results of microtectonic measurements performed with respect to mesozoic formations of the Villány Hills, Hungary. – *Földtani Közlöny* **139/3**, 217–236.

PETRIK, A. 2010: Microtectonic measurements and interpretation of the Mesozoic formations in the Villány Hills and Görcsöny–Máriakéménd Ridge, Hungary. – *Central European Geology* **53/1**, 21–42. https://doi.org/10.1556/CEuGeol.53.2010.1.2

PORKOLÁB, K., BROERSE, T., KENYERES, A., BÉKÉSI, E., TÓTH, S., MAGYAR, B. & WESZTERGOM, V. 2023: Active tectonics of the Circum-Pannonian region in the light of updated GNSS network data. – *Acta Geodaetica et Geophysica* **58**, 149–173. https://doi.org/10.1007/s40328-023-00409-8

PRELOGOVIĆ, E., SAFTIĆ, B., KUK, V., VELIĆ, J., DRAGAŠ, M. & LUČIĆ, D. 1998: Tectonic activity in the Croatian part of the Pannonian basin. – *Tectonophysics* **297**, 283–293. https://doi.org/10.1016/s0040-1951(98)00173-5

RAKUSZ Gy. 1937: Adatok a Harsány-hegy bauxitszintjének ismeretéhez [Data on the bauxite horizon of Harsány-hegy]. – *Annual Report of the Geological Institute of Hungary on 1929–1932*, 215–233.

RAKUSZ Gy. & STRAUSZ L. 1953: A Villányi-hegység földtana (Geology of the Villány Hills). – *Annals of the Geological Institute of Hungary* **41/2**, 27 p.

RUSZKICZAY-RÜDIGER, ZS., BRAUCHER, R., CSILLAG, G., FODOR, L., DUNAI, T. J., BADA, G., BOURLÉS, D. & MÜLLER, P. 2011: Dating pleistocene aeolian landforms in Hungary, Central Europe, using in situ produced cosmogenic ^{10}Be. – *Quaternary Geochronology* **6/6**, 515–529. https://doi.org/10.1016/j.quageo.2011.06.001

RUSZKICZAY-RÜDIGER, ZS., BALÁZS, A., CSILLAG, G., DRIJKONINGEN, G. & FODOR, L. 2020: Uplift of the Transdanubian Range, Pannonian Basin: how fast and why? – *Global and Planetery Change* **192**, 103263, https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2020.103263

SEBE K., KONRÁD Gy. & HORVÁTH J. 2016: Tektonikai jelenségek a Mecsekalja-öv pannóniai rétegeiben: Pécs, Ifjúság útja és környéke (Structural features in Upper Miocene sediments in a composite fault zone: Ifjúság Street, Pécs, SW Hungary). – *Természetföldrajzi Közlemények a Pécsi Tudományegyetem Földrajzi Intézetéből* **2015/1**, 1–11.

SEBE, K., KOVAČIĆ, M., MAGYAR, I., KRIZMANIĆ, K., ŠPELIĆ, M., BIGUNAC, D., SÜTŐ-SZENTAI, M., KOVÁCS, Á., SZUROMI-KORECZ, A., BAKRAČ, K., HAJEK-TADESSE, V., TROSKOT-ČORBIĆ, T. & SZTANÓ, O. 2020: Correlation of upper Miocene–Pliocene Lake Pannon deposits across the Drava Basin, Croatia and Hungary. – *Geologia Croatica* **73/3**, 177–195. https://doi.org/10.4154/gc.2020.12

SEBE, K., JÓZSA, S., LUKÁCS, R., SURÁNYI, G., HARANGI, SZ. & NOVOTHNY, Á. (2025): The preservation potential of loess in low elevation mountains (Mecsek Mountains, Hungary). – *Journal of Quaternary Research*. https://doi.org/10.1017/qua.2024.53

ŠUJAN, M., LAČNÝ, A., BRAUCHER, R., MAGDOLEN, P. & ASTER TEAM 2017: Early Pleistocene age of fluvial sediment in the Stará Garda cave revealed by ^{26}Al/^{10}Be burial dating: implications for geomorphic evolution of the Malé Karpaty mts. (Western Carpathians). – *Acta Carsologica* **46/2 3**, 251–264.

SZANYI, Gy., SURÁNYI, G. & LEÉL-ŐSSY, SZ. 2012: Cave development and Quaternary uplift history in the Central Pannonian Basin derived from speleothem ages. – *Quaternary Geochronology* **14**, 18–25. https://doi.org/10.1016/j.quageo.2012.09.001

SZENTESI Z. 2016: Urodeles from the Lower Pleistocene Somssich Hill 2 palaeovertebrate locality (Villány Hills, Hungary). – *Földtani Közlöny* **146/1**, 37–46.

SZENTESI, Z., PAZONYI, P. & MÉSZÁROS, L. 2015: Albanerpetontidae from the late Pliocene (MN 16A) Csarnóta 3 locality (Villány Hills, South Hungary) in the collection of the Hungarian Natural History Museum. – *Fragmenta Palaeontologica Hungarica* **32**, 49–66. https://doi.org/10.17111/FragmPalHung.2015.32.49

SZUJÓ G. L., SEBE K., SIPOS Gy. & POZSGAI E. 2017: Pleisztocén folyóvízi kavics a Villányi-hegységben (Pleistocene fluvial gravel in the Villány Hills (SW Hungary)). – *Földtani Közlöny* **147/1**, 85–98. https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2017.147.1.85

TESAKOV, A. S. 2004: Biostratigrafiya srednego pliotsena – eopleistotsena vostochnoi Evropy [Biostratigraphy of the Middle Pliocene–Eopleistocene of Eastern Europe]. – Nauka, Moscow, 1–247.

TOMLJENOVIĆ, B. & CSONTOS, L. 2001: Neogene–Quaternary structures in the border zone between Alps, Dinarides and Pannonian basin (Hrvatsko zagorje and Karlovac basins, Croatia). – *International Journal of Earth Sciences* **90**, 560–578. https://doi.org/10.1007/s005310000176

UHRIN, A., MAGYAR, I. & SZTANÓ, O. 2009: Control of the Late Neogene (Pannonian s.l.) sedimentation by basement deformation in the Zala Basin. – *Földtani Közlöny* **139/3**, 273–282.

USTASZEWSKI, K., HERAK, M., TOMLJENOVIĆ, B., HERAK, D. & MATEJ, S. 2014: Neotectonics of the Dinarides–Pannonian Basin transition and possible earthquake sources in the Banja Luka epicentral area. – *Journal of Geodynamics* **82**, 52–68. https://doi.org/10.1016/j.jog.2014.04.006

VARGA, Gy. 2011: Similarities among the Plio–Pleistocene terrestrial aeolian dust deposits in the World and in Hungary. – *Quaternary International* **234**, 98–108. https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.09.011

VRABEC, M. & FODOR, L. 2006: Late Cenozoic tectonics of Slovenia: structural styles at the northeastern corner of the Adriatic microplate. – In: PINTER, N., GRENERCZY GY., WEBER, J., STEIN, S. & MEDAK, D. (eds): *The Adria Microplate: GPS Geodesy, Tectonics and Hazards*. Springer, The Netherlands, 151–168. https://doi.org/10.1007/1-4020-4235-3_10

WACHA, L., MATOŠ, B., KUNZ, A., LUŽAR-OBERITER, B., TOMLJENOVIĆ, B. & BANAK, A. 2018: First post-IR IRSL dating results of Quaternary deposits from Bilogora (NE Croatia): Implications for the Pleistocene relative uplift and incision rates in the area. – *Quaternary International* **494**, 193 210. http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2017.08.049

WAGNER, T., FABEL, D., FIEBIG, M., HÄUSELMANN, P., SAHY, D., XU, S. & STÜWE, K. 2010: Young uplift in the nonglaciated parts of the Eastern Alps. – *Earth and Planetary Science Letters* **295**, 159 169. doi: https://doi.org/10.1016/j.epsl.2010.03.034.

WEIN Gy. 1969: Újabb adatok a Villányi-hegység szerkezetéhez. – *Földtani Közlöny* **99/1**, 47–59.

Manuscript received: 02/12/2024

Magyarhoni Földtani Társulat
Földtani Közlöny
Hungarian Geological Society

155/1, 37–51., Budapest, 2025

DOI: 10.23928/foldt.kozl.2025.155.1.37

Archeogeológiai megfigyelések az egresi ciszterci kolostor és királyi temetkezőhely ásatásán (Igriş, Románia)

SOLT Péter[1], SZUROMINÉ KORECZ Andrea[2], SIKHEGYI Ferenc[3], LÓKI Róbert[4], MAJOROS Gábor[5]

[1]soltpeter4811@gmail.com
[2]kaszuroka@gmail.com
[3]sikhegyiferenc@gmail.com
[4]Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Régészeti Tanszék, lokirobert77@gmail.com
[5]Állatorvos-tudományi Egyetem, myrmeco@gmail.com

Archeogeological observations at Egres (Igriş, Romania) Cistercian monastery, a royal burial place

Abstract

In 1179 Béla III, King of Hungary founded a Cistercian monastery dedicated to Blessed Virgin at Maros river in Egres village (Igriş, Romania), and his son, king Imre donated salt transport privilege for the monks. King András II and his second wife, Yolanda of Courtenay were buried (1235, 1233, respectively) in the basilica. A tragic Mongol invasion (1241) besieged and partly destroyed the monastery, later king Béla IV strengthened the walls. Since the 16th century, the southern area of Kingdom of Hungary was repeatedly attacked by Ottoman invaders; thus, the monastery was rebuilt to function as a military fortress. In 1551 Mehmet beylerbey besieged and destroyed the buildings, and the area was conquered by the Ottoman Empire over the following 150 years. In the 19th century the rocks were reused to build a new Orthodox church. However, after World War I, all materials of the cistercian monastery and church disappeared from the surface.

In 2013, a bilateral cooperation started between the Archaeological Department of Pázmány Péter Catholic University (Budapest) and the National Museum of Banat (Timişoara, Romania) to research the monastery. Since 2016, as a result of a systematic archaeological survey, a 56×18 m area of the basilica with tree apses, part of the cloister and over 400 graves were excavated. In 2017, from a mass grave of the Mongol Invasion, among human skeletons, horse bones and weapons, polished "red marble" statue fragments were found, which proved a Tatar herd destroyed the royal tombs. In 2019, in the "quadrum" of the basilica tumba fundaments of King András II and his second wife, Yolanda of Courtenay, were found.

Below the black soil, yellow clay deposits rich in mollusks of late Holocene age dominated by *Valvata macrostoma* and *Gyraulus riparius* were encountered. The gastropod fauna preferred shallow water environment, marsh and gallery forest. The walls of the monastery were built by bricks and hard, siliceous sandstones (Bozes Formation, Late Cretaceous). Miocene andesites were used for column bases, Miocene limestones and Pleistocene freshwater limestones for indoor columns, window frames, etc. In the mortars, few Triassic limestone fragments remained from the slaked lime. These rocks occur 80–160 km distance to the east in the Maros valley and the Apuşen Mts. As the quarries are near the river, appropriate rocks were transported by boats to Egres. Carved, polished white and red marbles decorated the little architects (altars, tombs, gate etc.). Most of the white marbles are from Precambrian metamorphic formations of the Southern Carpathians near Bucova (Romania) and some transported from Mediterranean areas. The so-called "red marble" rich in *Bositra* index fossils are from the Middle Jurassic Tölgyhát Limestone Formation (Gerecse Mountains, Hungary). "Red marble" transported by boats on the Danube from Süttő to Kalocsa and on the Tisza to Szeged. White marbles are reused spolia from the Roman ruins of antique Dacia. A rare found is an excellently preserved Fatimid rock crystal chalice fragments and is decorated by male cheetah. András II donated the Fatimid rock crystal chalice to the monastery.

Keywords: King András II, Yolanda of Courtenay, royal tomb, "red marble", white marble, Bozeş Sandstone, palaeontological analysis, Fatimid rock crystal chalice.

Összefoglalás

A Maros menti Egres (Igriş, Románia) III. Béla által alapított ciszterci monostora, mely II. András és neje, Courtenay Jolánta földi nyughelyét rejtette, a királysírt is kifosztó tatárdúlásból még újjáéledt, de a török pusztítást és a következő évszázadokat már nem élte túl. A háromhajós bazilika maradványait 2013 óta magyar–román régészeti ásatás tárja föl. A talaj alatt húzódó sárga, kőzetlisztes agyagból gyűjtött molluszkafauna nedves, mocsári környezetre utal. A romból vett kőzetminták természetes lelőhelyét mikropaleontológiai és kőzettani elemzéssel határoltuk be. A vegyes falazat kőanya-

ga 90%-ban késő kréta bózesi homokkő (Bozeşi Formáció), a többi középső–késő miocén mészkő és andezit, valamint pleisztocén édesvízi mészkő. A Maros völgyében fejtett kőzetet bárkákkal szállították Egresre. A míves kisarchitektúrákat (oltár, sírok, kapuzat stb.) bukovai fehér márvány és gerecsei, ún. „vörös márvány" (középső jura, tömött, vörös mészkő) faragványok díszítették. A tatárjárás kori tömegsírból a királysírok páratlanul szép szobortöredékei és Fátimida hegyikristály kehely darabjai kerültek elő. A bazilika négyezetében a király és királyné sírépítményének az alapozása maradt meg.

Tárgyszavak: II. András, Courtenay Jolánta, kőhasználat, Bozeşi Formáció, mikropaleontológia, fehér márvány, Bositra, „vörös márvány", hegyikristály

Bevezetés

A Pázmány Péter Katolikus Egyetem Bölcsészet- és Társadalomtudományi Karának (PPKE BTK) Régészettudományi Intézete évtizedes múltra visszatekintő közös tanásatást folytat együtt a temesvári Bánát Múzeum munkatársaival. Az egyetemi oktatás keretében zajló ásvány- és kőzettani gyakorlat lehetőséget adott az Egresen, II. András temetkezési helyén feltárás alatt álló cisztercita bazilika alapjának és a feltárás során keletkezett hányó kőzetanyagának kőzettani vizsgálatára. A jelen munkában az ott begyűjtött minták vizsgálatának eredményeit ismertetjük.

Az egresi Boldogságos Szűznek szentelt ciszterci monostor rövid története

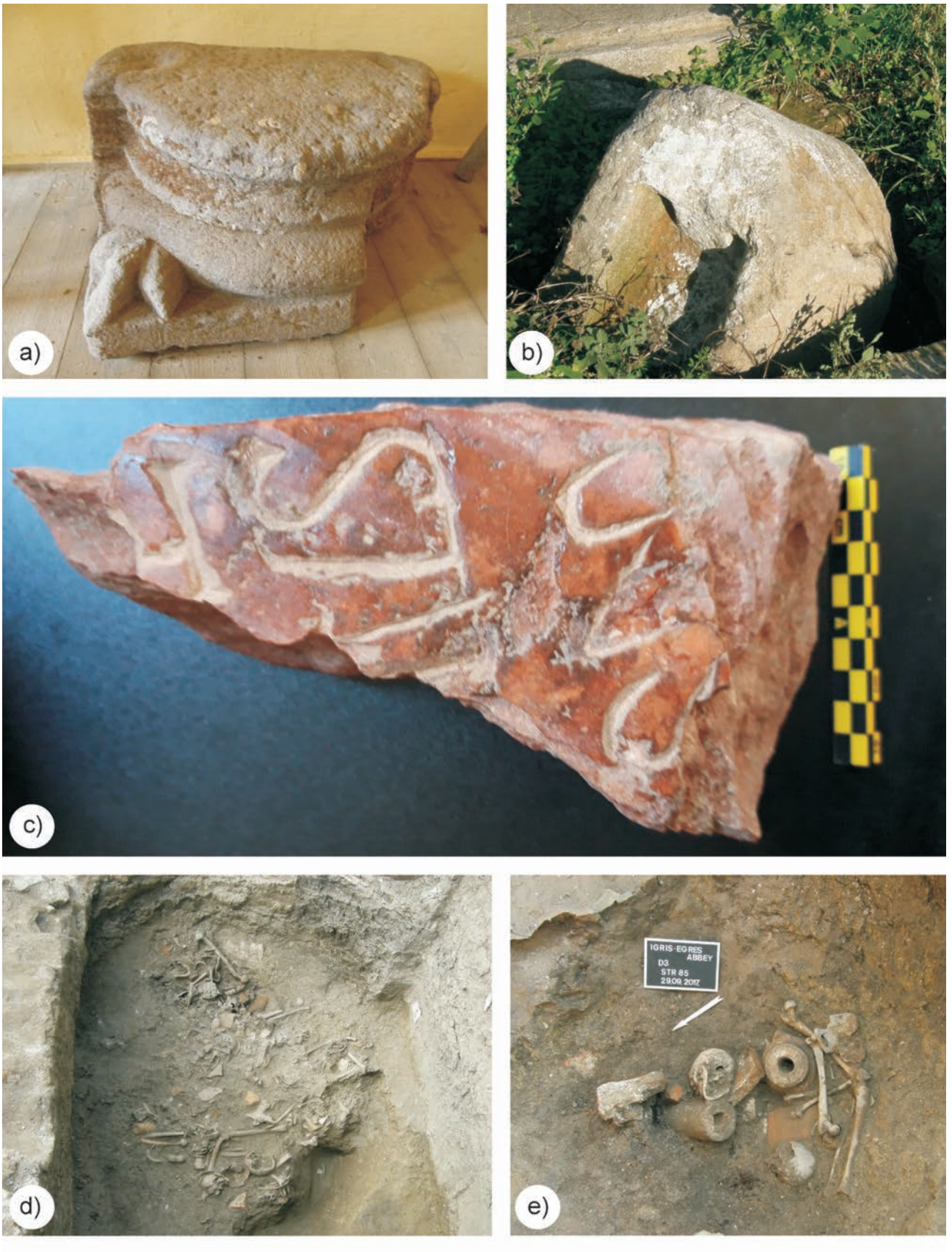
III. Béla 1179-ben Pontigny-ből hívott ciszterciekeknek adományozta az egresi Boldogságos Szűz-monostort, amely Imre királytól a Maroson sószállításra és -kereskedelemre kapott jogot (F. ROMHÁNYI 2016). II. András 1205-ben a vízaknai sóbányához közeli Monorát (Mănărade) adta a barátoknak. A gyarapodó közösség több filiálét (Kerc, Keresztúr, Déza) alapított, és 1231-től okiratok kiadásának hiteleshelyévé vált (JUHÁSZ 1930). II. András második felesége, Courtenay Jolánta kedvelte az egresi ciszterciekет (édesapja, Pontigny grófja birtokán volt az anyakolostor), végakaratához híven 1233-ban itt temették el, majd az 1235. szeptember 21-én elhunyt II. András is az egresi bazilikát választotta földi nyughelyéül. 1241-ben Kádán és Büdzsik tatár kánok hordája ostrom után szabad elvonulás hamis ígéretével a védőket és a környékről ide menekülteket lemészárolta, és mindent kirabolt. A tatárok által Nagyváradról elhurcolt Rogerius érsek szemtanúja volt a tragikus eseményeknek, és leírta a történetet (SZABÓ 1861). Egres IV. Béla uralkodása alatt 1247-re újjáéledt, a megerődített monostor a kunok rohamait visszaverte. Egyes feltételezések szerint 1286-ban IV. (Kun) László német támadástól tartva Egresen őriztette a Szent Koronát (BOROVSZKY 1897, BÓSZ 1911). Károly Róbert 1311-ben Farkastelkét, Sorostélyt és Selyket adta a barátoknak. A 15. század végi török támadások miatt a szerzetesek elhagyták a monostort, Szapolyai erőddé alakította át, végül 1551-ben Mehmed bég ostrommal bevette, majd építőkövei jó részét Csanád várához hordatta el. A törökkel vívott harcok során megfogyatkozott magyarok helyére a karlócai béke után a Határőrvidéken maradt Egresre szerbek, bolgárok és románok települtek. A romból az 1819-ben megépülő Szent Arkangyal ortodox templomba számos követ (*spolia*) építettek be, a többit a falu lakói hordták szét, Szapáry gróf pedig a nagyszentpéteri (Rác-Szent-Péter – Sânpetru Mare) kastélya parkjába mentett néhány faragott elemet. A monostor történelmét NOVÁK (1892), BÓSZ (1911) és BÁCSATYAI (2015) foglalta össze.

Természeti környezet

A Marostól délre elterülő lapályból az árvízszint fölé 5–7 méterre kiemelkedő, lapos dombháton fekvő Egrest északról és keletről a folyó határolja (*5. ábra*). A szigetszerű, izomorf teraszt a Maros szétkalandozó meanderei keretezik. A révtől ÉÉNy-ra holocén üledékek vannak a mentett oldalon. Az Ős-Maros övzátonyai, hordalékkúpjai a kora és középső pleisztocénben, a Maros hordalékkúpjai a késő pleisztocénben (MOLNÁR 2007, SÜMEGHY et al. 2013) képződtek. A mindel időszakban és a kora holocénben a Maros alsó szakasza követte a Tisza ÉNy-i irányú vándorlását (ANDÓ 1993). Az idősebb maradványszinteket övező vízfolyások közt az alluviális sík üledékei foltokban elszikesedtek. A monostor a falu északi harmadában, a 100,4–100,7 m magasságban fekvő térszínen épült. A Temesi bánság 1769–72-es Első és az 1864–65-ös Második Katonai Felmérésén a falutól délre a Maros délnyugatra kiágazó meanderei és övzátonyai részben az Aranka patakot követve, részben északnyugat felé, Csanád irányába fordulva teljesen körülölelik a település kiemelkedését (JANKÓ 2007). A monostornak és a kapcsolódó településnek ez a vízhálózati morfológia biztosított természetes védelmet. A falu délkeleti szélén, enyhe mélyedésben egy korábbi kis tó (egykori halastó?) nyoma is megfigyelhető. A Maros árvizei ellen 1825–30 közt emelt védőgát miatt (MIKE 1991) a táj képe jelentősen megváltozott.

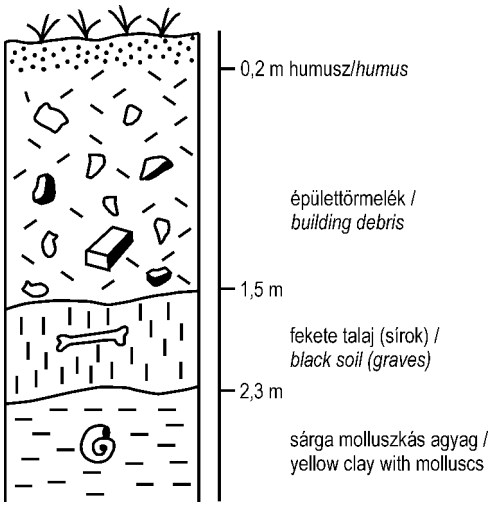
A monostor régészeti kutatása

A 19. század végén a falu közepén még állt egy falcsonk (MOLNÁR 1870, RÓMER 1870, HENSZLMANN 1871). A magyar nemzethez „esdő szót" intézett TÖRÖK (1897) a királyi temetkezőhely érdekében. Százharminc (!) év alatt minden eltűnt a felszínről, a szétszóródott kőanyagot HEITELNÉ MÓRÉ (2000) és JEBELEAN (2009) kezdte kutatni. 2012-ben OROSHÁZY Bernadett (nemzetpolitikáért felelős államtitkár) és MAJOR Balázs régész (PPKE Régészettudományi Intézet docense, tanszékvezető) megállapodtak a Temesvári Bánát Múzeum régészeivel a romterület magyar–román együtt-



1. ábra. a) Oszlop lábazata homokkőből a Helytörténeti Múzeumban, b) Faragott kövek a falu házai előtt, c) Feliratos „vörös márvány" töredék, d) a Tatárjárás-kori tömegsír részlete, e) Faragott kövek a tömegsírban

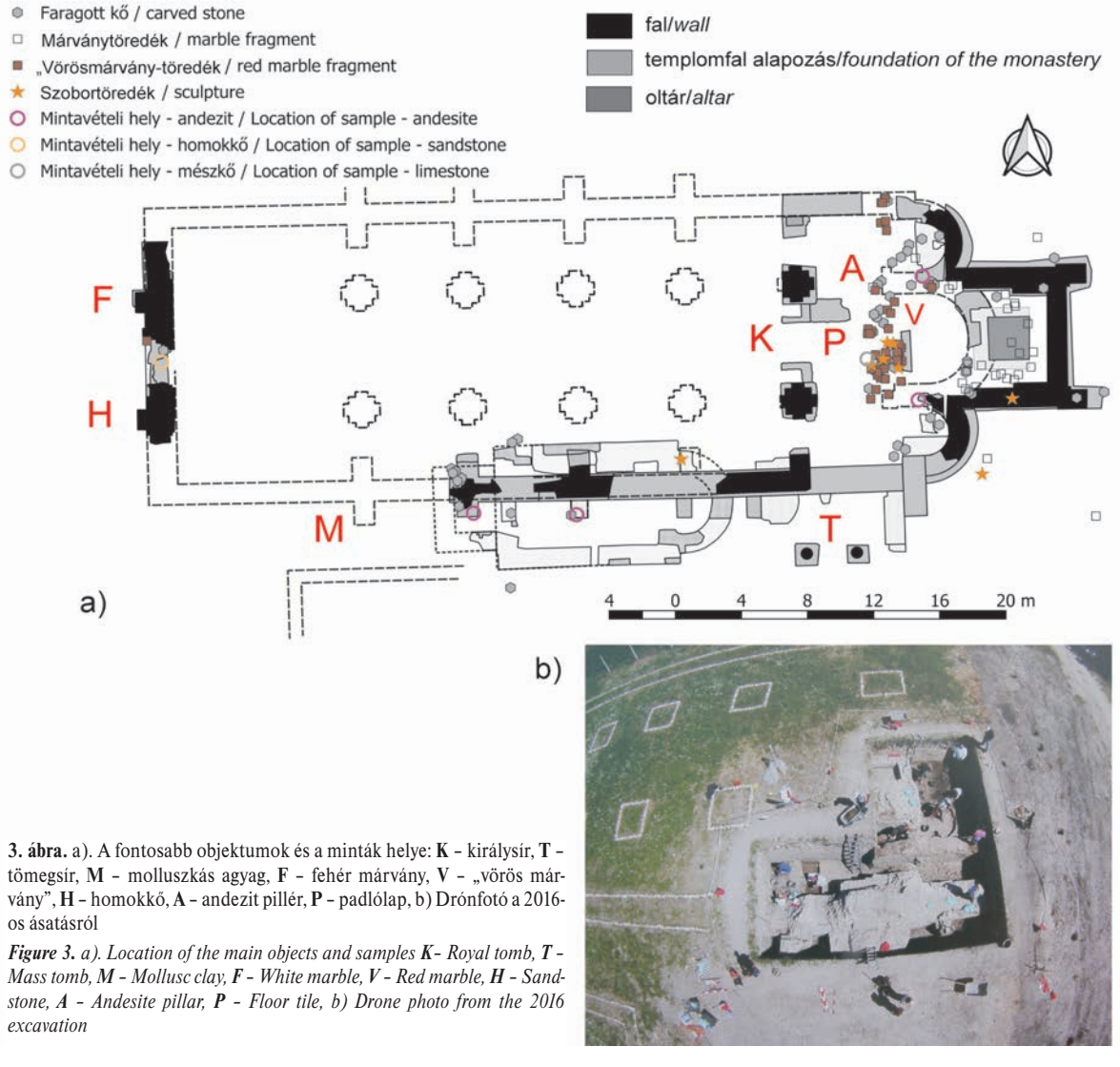
Figure 1. *a) Column plinth in sandstone in the Museum of Local History, b) Carved stones in front of the village houses, c) Red marble fragment with inscription, d) Part of the Tatar-period mass grave, e) Carved stones in the mass grave*



2. ábra. Rétegsor
Figure 2. *Stratigraphic sequence*

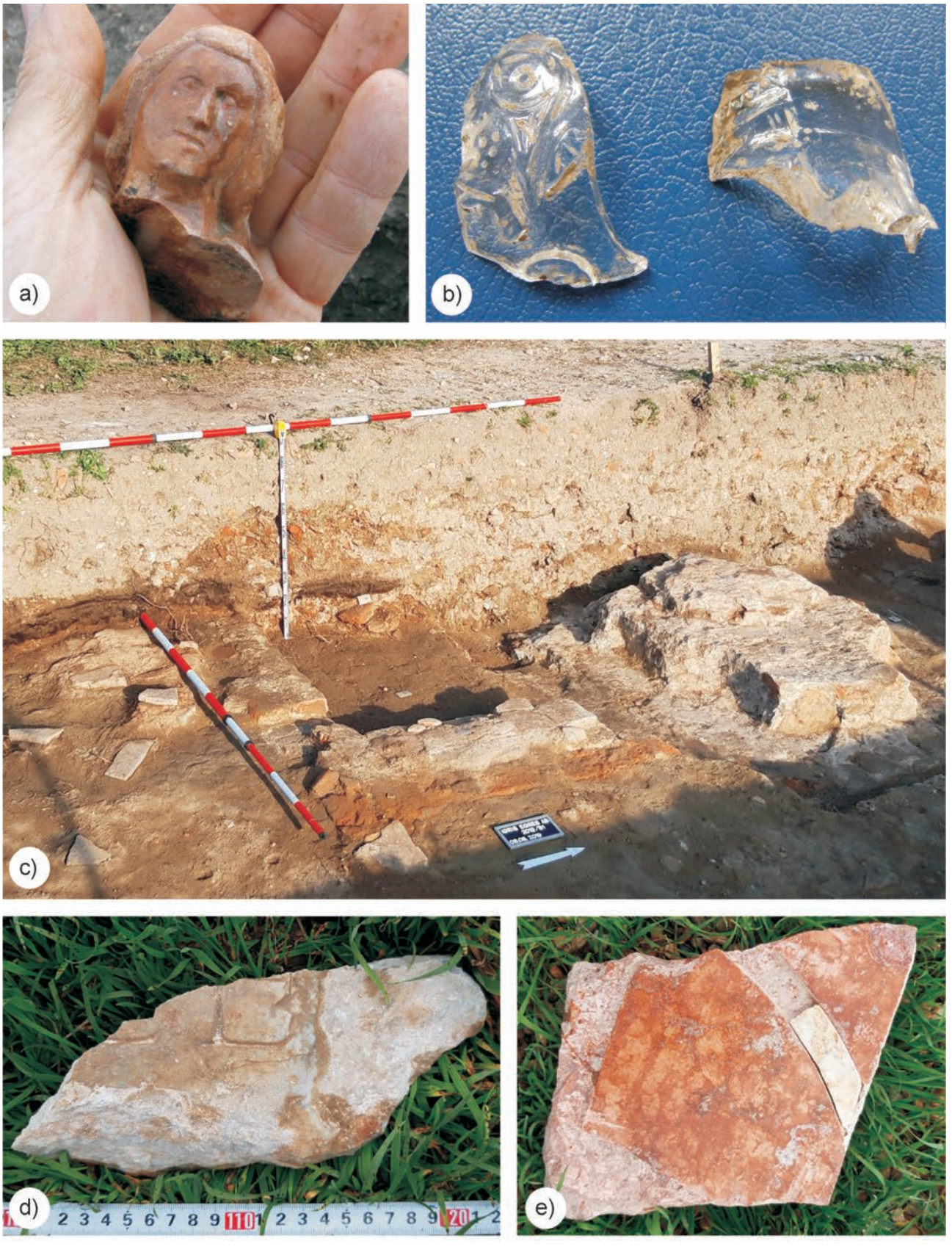
működés keretében történő feltárásáról. A község közepén lévő füves területen BERTÓK Gábor régész (PPKE) 2013-ban talajradarral lokalizálta a háromhajós bazilikát (TANASE et al. 2017a). A település bejárásakor az egykori rom köveiből az Egresi Helytörténeti Múzeumban őriznek pár faragott elemet (*1. ábra, a*), a helybelieknél további 67 faragott darabot (*1. ábra, b*) azonosítottunk (SOLT 2013).

2016-tól MAJOR Balázs és Daniela TANASE régész (Temesvári Bánát Múzeum) vezetésével LÓKI Róbert, VÉGH András, LANGÓ Péter (a PPKE Régészettudományi Intézet oktatói), BUZÁS Gergely (visegrádi Mátyás Király Múzeum) régészek közreműködésével, valamint a Régészettudományi Intézet hallgatói és romániai régészhallgatók részvételével folyó ásatások (TANASE et al. 2017b, TANASE et al. 2020, TANASE & MAJOR 2020) tisztázták a lelőhely sztratigráfiai viszonyait a bronzkortól a monostor kőanyagát kitermelő újkori beásásokig (*2. ábra*). A szórványos leletanyagon kívül az őskorból régészeti jelenség nem került elő. A terület legkorábbi jelenségcsoportja a kora Árpád-korra keltezhető, kis méretű, egyhajós plébániatemplom és a hozzá tartozó temető. A sárga, döngölt agyagra mint vízzáró rétegre téglából rakott, íves szentélyzáródású, 18×7,5 méteres templomot alapoztak, a keleti oldalán egy kisebb négyzetes toronnyal. Ezt a templomot az apátság háromhajós bazilikája (*3. ábra*) építésekor és a késő középkori temető sírjaival jelentős mértékben roncsolták.



3. ábra. a). A fontosabb objektumok és a minták helye: **K** – királysír, **T** – tömegsír, **M** – molluszkás agyag, **F** – fehér márvány, **V** – „vörös márvány", **H** – homokkő, **A** – andezit pillér, **P** – padlólap, b) Drónfotó a 2016-os ásatásról

Figure 3. *a). Location of the main objects and samples* ***K****- Royal tomb,* ***T*** *- Mass tomb,* ***M*** *- Mollusc clay,* ***F*** *- White marble,* ***V*** *- Red marble,* ***H*** *- Sandstone,* ***A*** *- Andesite pillar,* ***P*** *- Floor tile, b) Drone photo from the 2016 excavation*



4. ábra. a) „Vörös márványból" csiszolt férfifej a tömegsírból, b) Fátimida hegyikristály kehely töredékei a tömegsírból, c) II. András és Courtenay Jolánta síremlékeinek alapozásai, d) Feliratos fehér márvány töredék a templom kapujánál, e) fehér márvánnyal inkrusztált „vörös márvány"

Figure 4. *a) Red marble-carved male head from the mass grave, b) Fragments of a Fatimid rock-crystal chalice from the mass grave, c) Foundations of the tombs of Andrew II and Jolanta Courtenay, d) Fragment of white marble with inscription at the church door, e) Red marble incrusted with white marble*

A királyi temetkezést befogadó kolostortemplom alaprajzát sikerült szinte teljes mértékben tisztázni (*3. ábra, a*), bár a nagy méretű, háromhajós épület egésze nem került feltárásra. Az 56×18 méter kiterjedésű templom eredetileg íves szentélyzáródású lehetett, a ciszterci építészetre jellemző szögletes szentélyt feltehetőleg a tatárjárást követő újjáépítés során alakították ki. A kolostor kerengője északi falának azonosítása, valamint több mint 400 középkori sír feltárása tette teljessé a régészeti kutatást 2021 végéig. A ciszterci apátsági templom kőanyagának legtöbb értékes darabja a bazilika bejáratánál nyitott, A–C9 jelű szelvényekben és a szentély körüli, A–D99 jelű szelvényekben került elő. A „vörös márványból" készült faragványok töredékei főként a szentély körül dúsultak (*1. ábra, c*). A tatárjárás kori tömegsírban (TANASE et al. 2017c) az ötvennél több csontvázon túl (*1. ábra, d*) fegyverek, faajtó és számos dekoratív építészeti elem (*1. ábra, e*) került elő. A „vörös márványból" finoman csiszolt férfifej (*4. ábra, a*) feltételezhetően II. András és Courtenay Jolánta tatároktól kirabolt baldachinos sírépítményeinek a töredéke. A tömegsírból rendkívüli ritkaságként a Fátimida-dinasztia korából származó hegyikristály kehely kisebb darabjai (*4. ábra, b*) kerültek elő. A bazilika négyezetében talált két síralapozásban (*4. ábra, c*) 2019-ben MAJOR Balázs és LANGÓ Péter a királyi pár, II. András és Courtenay Jolánta díszes szarkofágjainak tumba alapjait (TANASE & MAJOR 2020) ismerték föl. A templomkapunál 2021-ben feliratos fehér márvány (*4. ábra, d*) és fehér „márvánnyal" inkrusztált „vörös márvány" töredékei (*4. ábra, e*) bukkantak elő.

Terepi munkák, dokumentálások, mintavételek

A 2021-ig feltárt ásatási területek bejárásai lehetővé tették a földtani rétegsor dokumentálását, mintázását, és fő célként a feltárt épületalapok, valamint az *in situ* és elszórt, hányókba gyűjtött töredékek kőzettani célú megmintázását, leírását. A fontosabb leletek helyeit és a típusát a *3. ábra* mutatja. A mintavételek helyeit az ásatás alaprajzának szelvénybeosztása szerint sor–oszlop sorrendben, a mintaszámokat az ásatási szelvényeken belül törtszámként jelöltük.

A feltárt negyedidőszaki rétegek

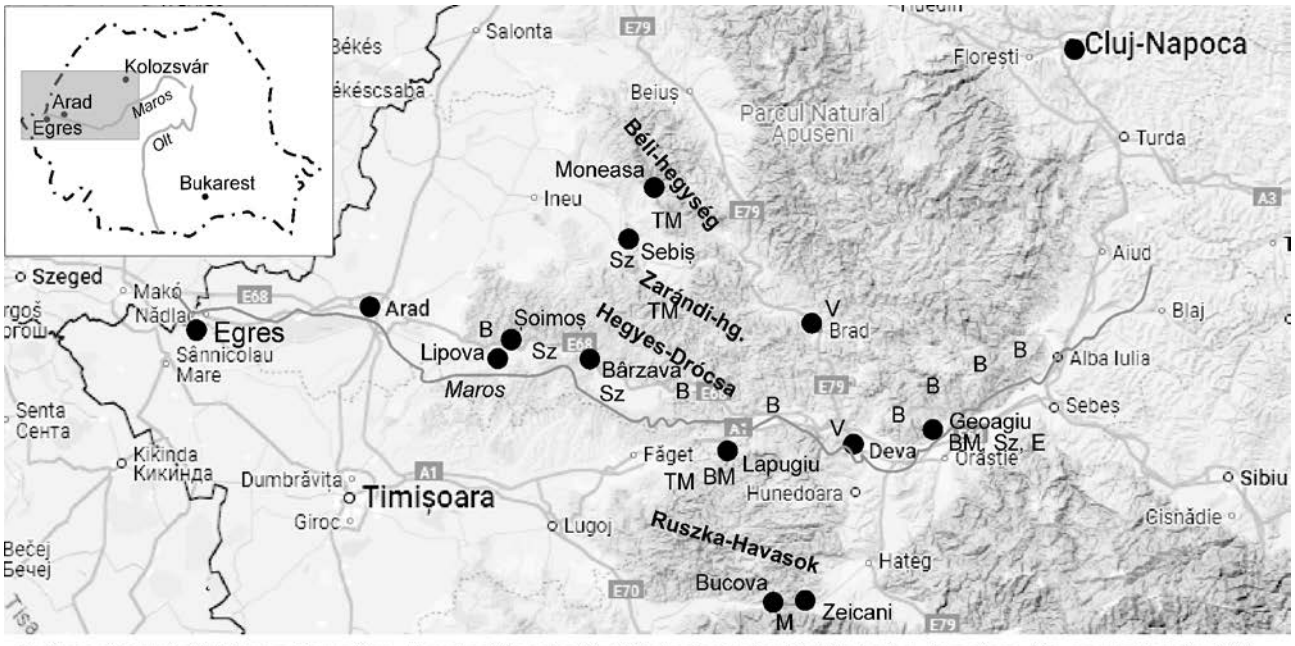
A felszíntől –2-2,5 m mélységig zavart, rosszul rétegzett, konszolidálatlan csont-, növény-, cserép- és épülettörmelékeket, égési felszíneket tartalmazó, rosszul osztályozott agyag, kőzetliszt és homok található (*2. ábra*). Ezen a feltöltésen réti talajosodás és szikesedés nyomaira jellemző oszlopos elválás ismerhető fel. Az ásatási rétegszelvényekben az épülettörmelékes réteg alatt sötétszürke-szurokfekete, zsíros, száradva mozaikosan széteső, szerves anyagban gazdag öntéstalaj van. Felső rétegébe ásták a középkori sírokat, illetve elvétve a bronzkori *Maros kultúra* kerámiatöredékeit (TANASE & MAJOR 2020) rejtette. A sötétszürke-szurokfekete, kőzetlisztes agyag a feltárásban makrofaunamentes volt. Az alatta húzódó sárga, agyagos, molluszkás kőzetlisztbe mélyítették és ebből tömörítették a falak alapozó árkait. Ez a szint a természetes fekvője az enyhe magaslatnak, melyen a monostor és a falu kiépült. A Tisza és a Maros szögében Szeged-Öthalomnál (KROLOPP et al. 1995) az egresihez hasonló, pleisztocén maradványszintet azonosítottak.

A sárga, agyagos kőzetliszt szinte kizárólag puhatestűmaradványokat tartalmaz, benne egy *Apodemus* nembe tartozó egér molárison kívül más csontmaradvány és növénymaradvány nem volt. A molluszkahéjak némelyike mészlerakódásokat tartalmazott, többségük nem hordalékból való, hanem helyben maradt, éles szélű, koptatatlan töredék, ez helyben történő rétegnyomás-növekedés és fagyás/olvadás dilatációs mozgások miatti *in situ* összeroppanásra utal. Főként nagyobb testű mocsári csigák héjtöredékeiből (*Planorbarius corneus, Stagnicola palustris* és *Bithynia tentaculata* fajok) származik. Legalább 14 édesvízi és 18 szárazföldi faj élt a területen. A 32 faj zöme édesvízi-mocsári faj, a víziek közt folyami nincs, a 14 faj közül 13 csiga és egy kagyló (*Pisidium obtusale*) nem kiszáradó, erdei mocsarakban él, álló vagy alig mozgó vízben. A *Valvata macrostoma* és *Gyraulus riparius* a holocénben gyakori, a Kárpát-medencében ritka reliktumfajok. A szárazföldi csigák zöme nedves élőhelyen, láperdő szárazulatain él, csupán a *Granaria frumentum* kedveli a szárazabb élőhelyeket. A többi szárazföldi csiga nedves gyepben és ritkás erdő avarjában honos. A fajok jellemzőek a Délkelet-Alföldre, kivéve a

I. táblázat. A molluszkafajok előfordulási gyakorisága

Table I. *Frequency of occurrence of the molluscs species*

Mollusca	Tömeges / Abundant	Gyakori / Common
Valvata cristata		X
Valvata macrostoma (= *V. pulchella*)		X
Bithynia transsylvanica (= *B. troscheli*)		X
Carychium minimum	X	
Stagnicola palustris	X	
Radix sp. (cf. *auricularia*)		X
Planorbarius corneus		X
Planorbis planorbis		X
Anisus spirorbis		X
Anisus septemgyratus		X
Armiger crista (= *Gyraulus crista*)		X
Gyraulus riparius		X
Bathyomphalus contorts		X
Segmentina nitida		X
Oxyloma elegans		X
Succinella oblonga		X
Vertigo pygmaea		X
Vertigo antivertigo		X
Pupilla muscorum		X
Granaria frumentum		X
Chondrula tridens		X
Vallonia costata		X
Vallonia pulchella		X
Alinda biplicata		X
Punctum pygmaeum		X
Zonitoides nitidus		X
Nesovitrea hammonis		X
Deroceras/Limax spp.		X
Pseudotrichia rubiginosa		X
Trochulus hispidus (= *Trichia hispida*)		X
Cepaea cf. *hortensis*		X
Pisidium obtusale		X



B: Bozeşi Formáció / *Bozeş Formation*, V: andezit / *andesite*, BM: badeni mészkő / *Badenian limestone*, Sz: szarmata mészkő / *Sarmatian limestone*, TM: triász mészkő / *Triassic limestone*, E: édesvízi mészkő / *travertine*, M: márvány/*marble*

5. ábra. A felhasznált építő- és díszítőkőzetek lehetséges származási helyei

Figure 5. *Possible occurrances of the used building and decorative stones*

*Cepaeá*t, mely hasonlít az utóbbi évtizedekben nyugatról keletre húzódó *Cepaea hortensis*re. A *Valvata macrostoma* és a *Bithynia transsylvanica* alapján a fauna inkább az erdélyi faunákkal rokonítható, és nem az alföldiekkel. A *Valvata macrostoma* és *Gyraulus riparius* alapján az üledék késő holocén korú. A szárazföldi faunaegyüttes a rétekkel és sásos foltokkal tagolt láperdőre jellemző, a sziklákhoz és köves felszínekhez kötődő fajok hiányoznak. A fajok előfordulásának gyakoriságát az *I. táblázat* tartalmazza.

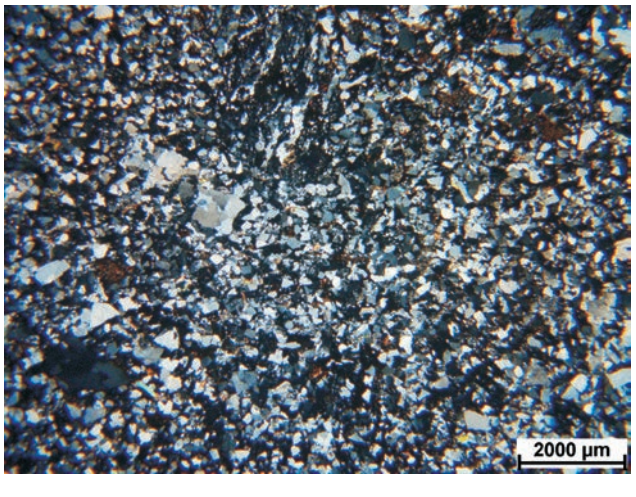
Az épületek kőzetanyaga

Vizsgálatainkhoz a monostor építéséhez használt építőköveket mintáztuk meg (*2. ábra*), de a kisarchitektúrák (oltár, sírok, kapuzat stb.) mintáit törmelékből vettük, nem akarván sérteni a ritka faragványokat.

A makroszkópos leírásokat vékonycsiszolatok leírásával pontosítottuk. A monostor vegyes falazással, habarcscsal kötött téglából és terméskőből épült fel. Ez utóbbi zömmel homokkő, míg az alapokat intermedier vulkanitok alkotják.

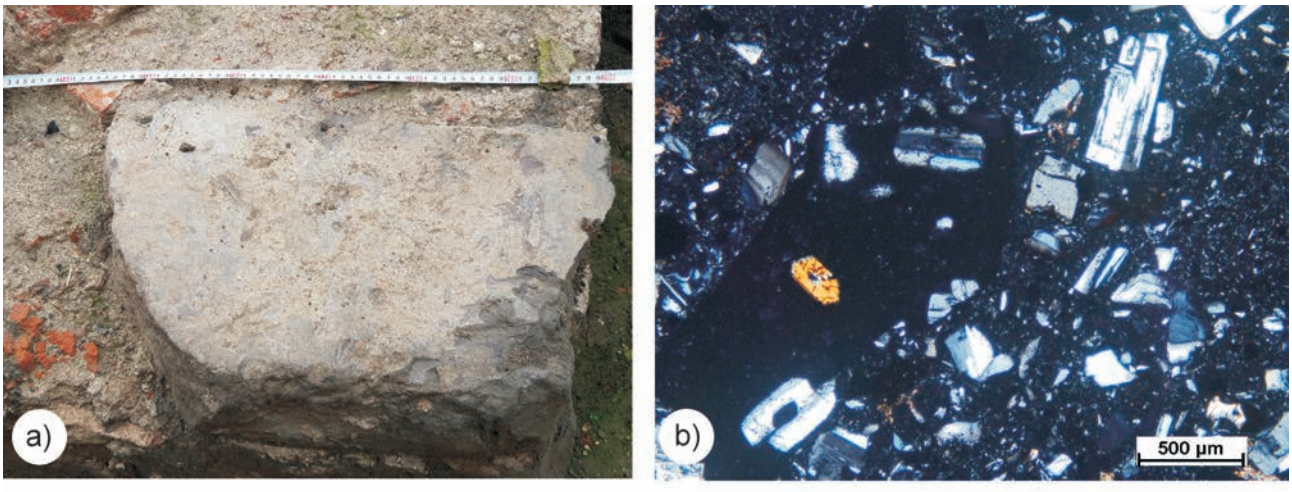
Homokkövek

A kőanyag 90%-a felső kréta (LÓCZY 1888) Bózeşi Homokkő (Bozeşi Formáció, Marosi Zóna), metamorf háttérből lehordott, átkovásodott, folyami üledék (FÖLDVÁRY 1988, SANDULESCU & DIMITRESCU 2014), a Gosau-típusú grauwackével rokonítható (SCHULLER et al. 2009), oligomikt kvarchomokkő. A kapunál vett minta vékonycsiszolatában gyengén koptatott kvarcszemcsék közt földpátok, csillám, cirkon, turmalin és limonit figyelhető meg (*6. ábra*). Sárgás, szürkés, néha limonittól vöröses, mangántól bordó változata Lippától (Lipova) Gyulafehérvárig (Alba Iulia) előfordul (*5. ábra*) (SCHAFARZIK 1904, CODRACEA & RADEANU 1961), legközelebb 80 km-re Máriaradna (Radna) körül. A homokkő kora Lippától keletre turon, senon, Gyulafehérvártól nyugatra késő santoni – kora campani (BALC et al. 2012). Legkorábbi felhasználása Szőregen az Ajtony által alapított Szent Fülöp bazilita templomnál (DÁVID 1974) igazolható, később Szépfalu (Frumuseni), Bizere (BAJNÓCZI et al. 2015, BURNICHIOIU 2015) bencés kolostora, Egres filiáléja Kercen (Carta) és Szeged ferences temploma (TAKÁCS 2018, SZÉKELY & CZANK 2014) esetében. A kiváló építőkövet a Dél-Alföldön Csoltmonostor (JUHÁSZ 2000), Ellésmonostor (BOZÓKI 1998) és Kutaspuszta (B. NAGY & TÓTH 2020) építéséhez is fölhasználták.



6. ábra. Bozeşi Homokkő csiszolata (A9–C9-es minta, +N)

Figure 6. *Photomicrograph of Bozeş Sandstone (sample A9-C9, +N)*



7. ábra. a) Andezitalap a szentélynél, b) lapillis andezittufa-agglomerátum (+N) vékonycsiszolati képe
***Figure** 7. a) Andesite base at the Sanctuary, b) photomicrograph of andesite tuff agglomerate (+N)*

Vulkanitok

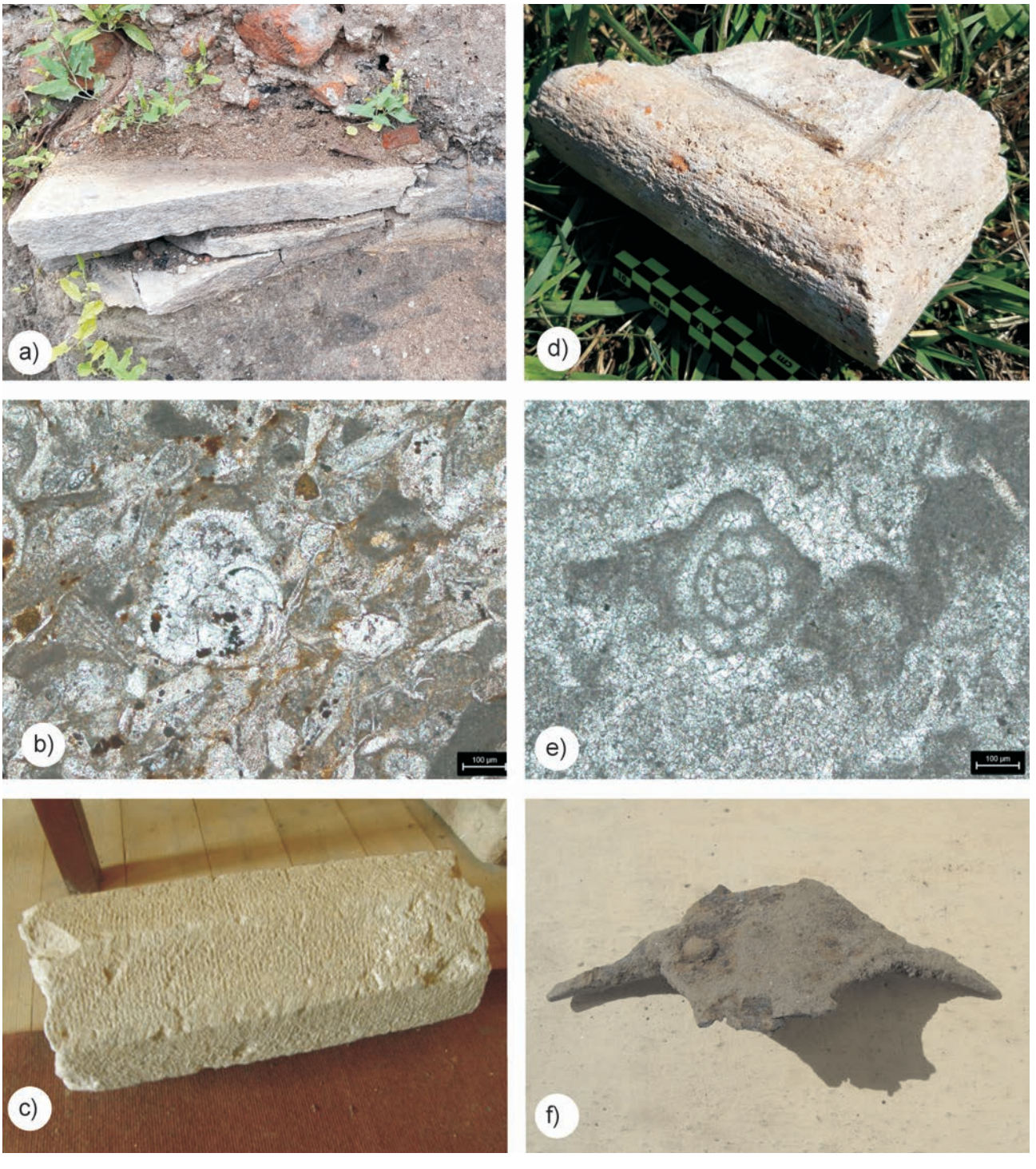
A téglából rakott pilléralapokon a főhajó szentélyének indításainál és a déli oldalfal kerengőre néző kapujánál nagy méretű, szürke andezitpillérek (*7. ábra, a*) fekszenek. A D4/4. mintában hialopilites-pilotaxitos szövetű alapanyagban porfíros plagioklász- és piroxénkristályok találhatók. A plagioklászokra jellemző típusos ikresedés mellett ritkán zónás belső felépítésű holokristályok is előfordulnak. Jelentős az üveges alapanyagba beágyazott, a lapilli méret alsó határát elérő rokon kőzetrészek (litoklasztok) és a vulkáni aktivitást kísérő robbanások során a szórt anyagba került plagioklászszilánkok jelenléte (*7. ábra, b*). Felszíni előfordulásaik legközelebb Dévánál (Deva) bukkannak elő középső miocén korú, 12,1 millió éves biotit-amfibolandezit formájában, távolabb Brád környékén gránátos andezit, Detonáta körül bazaltos andezit fordul elő (*5. ábra*; PÉCSKAY 2012).

Mészkövek

A főhajóban *in situ* sárgásfehér, finomszemű, kemény mészkőből metszett és csiszolt járólapokból vettük az A–C9/4. jelű mintát (*8. ábra, a*). A biomikrites, vörösalgás mészkő *Heterolepa dutemplei* D'ORBIGNY, *Textularia pala* CZJZEK, *Textularia gramen* D'ORBIGNY, *Cibicoides* sp., *Melonis* sp. és *Globigerinoides* sp. tartalmú mikrofaunája (*8. ábra, b*) a középső miocén badeni emelet (16–12,8 millió év) normál sótartalmú, kissé mozgatott, sekélytengeri üledékre jellemző (CICHA et al. 1998). A Ruszka-havasok északkeleti lankáin Algyógy (Geoigau) körül (PÁLFY 1909) és Lapugy (Lapugiu) mellett fordul elő (*5. ábra*). A belső terek kisebb oszlopait és párkányait sárgás, ooidos mészkőből faragták (*8. ábra, c*). Kerc (Carta) kőanyagán megfigyelték, hogy a szabadban idővel porlik (MIHAILA et al. 2012). A középső miocén szarmata emelet (12–10 millió év) csökkentsós tengerének ooidos mészköve Marosborsa (Bârzava) és Solymosvár (Şoimoş) körül található (SILYE 2010). A Fehér-Kőrösnél Borossebesen (Sebiş) szarmata cerithiumos mészkövet (LÓCZY 1884) fejtettek. Ellésmonostor és a szegedi Alsóváros templomához algyógyi szarmata mészkövet is használtak (IVÁNYOSI-SZABÓ 1998). Egresen fehér, tömör, édesvízi mészkőből nagyobb lapok (*8. ábra, d*), párkányok készültek. Pleisztocén fehér, édesvízi forrásmészkövet és lukacsos travertínót a rómaiak fejtettek Algyógy környékén (FODOR et al. 1982). Esetenként újrafelhasznált római faragványok is szóbajöhetnek a közeli Csanádról (Cenad), mely Morisena néven fontos átkelőhelyet őrzött a Maroson. A szegedi Dömötör-torony Agnus Dei-faragványa is algyógyi (Geoagiu) édesvízi mészkőből készült (SZÓNOKY 2001).

A falazatok habarcsos-meszes kötőanyagában kavicsok és andezittörmelék mellett jórészt világos színű mészkődarabkák vannak. A szentélyben gyűjtött halványdrapp, kemény mészkő (A–C9/E3 minta) mikrofaunája (*Glomospirella* cf. *elbursorum* BJÖRNIMAN, *Miliolidae, Erlandia, Ostracoda*) és az A–C9/E4 minta mikrofaunája *[Meandrospira dinarica* KOCHANSKY-DEVIDÉ et PANTIČ, *Meandrospira Insolita* (HO), *Glomospirella tenuifisulata* (HO), *Glomospirella sinensis* HO, *Glomospira* sp., *Glomospirella* sp.] a középső triász anizuszi emelet (241–239 millió év) infralitorális karbonátplatformjára (ORAVECZNÉ 1987) jellemző (*8. ábra, e*). Eredeteként a Ruszka-havasok (Munții Poiana Ruscă) északnyugati lábánál említett anizuszi mészköve (SALAJ et al. 1988) jöhet számításba, de triász dolomitos mészkő fordul elő a Béli-hegység (Munți Codru Moma) valamint a Zarándi-hegység (Munții Zarandului) déli lejtőjén is (LÓCZY 1884; PETHŐ 1890, 1895) (*5. ábra*).

A lenagyolt falazókövek szállítása a kőfejtőktől a stratégiai magaslatokról várakkal őrzött Maroson történt, ezeket a monostornak adományozott sószállítási jog révén bárkákon úsztatták le Egresre. Hasonlóképpen a Dél-Alföld Árpád-kori templomaihoz is a Maroson szállították a Maros-völgy kőzeteit Szegedig (KELEMEN 2010). A bárkák palánkjait vékony lécekkel és mohával szigetelték, a tömítőanyagot az ásatások során megtalált, „U" alakú, nagyfejű, két tüskéjű iszkábaszegekkel (*8. ábra, f*) fogták össze és erősítették a palánk deszkázatához.



8. ábra. a) Középső miocén mészkőből csiszolt járólapok a bazilika hajójában, b) badeni mészkő csiszolatában *Globigerinoidea* plankton foraminifera (A9–C9 /4 minta, +N), c) badeni mészkőből faragott oszloptöredék, d) édesvízi mészkőből faragott kőlap, e) középső triász mészkő csiszolatában *Meandrospira* sp. (A9–C9-es minta, +N) és az E4-es mintában is hasonló, f) iszkábaszeg a sószállító bárkákból

Figure 8. *a) Middle Miocene limestone flagstones in the nave of the basilica, b)* Globigerinoidea *planktonic foraminifer in Badenian limestone (specimen A9-C9/4, +N) c) a column fragment carved from Badenian limestone, d) a stone slab carved from freshwater limestone, e)* Menadrospira *sp. in Middle Triassic limestone, (specimens A9-C9, +N) and similar in specimen E4, f) sinte from barges*

Fehér és halványszürke márványok

A bazilika erősen tagolt, bélletes kapuzatának alapjai körül az omladékban talált fehér, világosszürke csíkokkal erezett márványtöredékeket mintáztuk meg (E-17 minta). A márványok vizsgálatára Bajnóczi Bernadett geokémikust kértük föl, aki az Egreshez közeli Bizere kolostorának márványait és kőzetanyagát is vizsgálta (Bajnóczi et al. 2015). A kilenc minta vizsgálatai (petrográfia, mikroszkópia) és műszeres mérései (katódlumineszcens CL, röntgen-fluoresz-

cens frakció XRD, stabil szén- és oxigénizotóp) alapján a Déli-Kárpátok metamorf övében Bukova (Bucova) és Zajkány (Zeicani) környéki márvány-előfordulások jöhetnek számításba, ám néhány mintánál itáliai, görög vagy kisázsiai eredet sem zárható ki (BAJNÓCZI 2023, kézirat és szóbeli közlés), így további vizsgálatokra van szükség.

Az általunk talált márványfajták széles körben megtalálhatók a Maros-völgy vizsgált épületmaradványaiban. Eredetüket több értekezés is tárgyalja. Egreshez legközelebb a Ruszka-havasokban (Munții Poiana Ruscă) Bukova (Bucova) környékén fejtettek márványt, ahol a rómaiak alatt intenzíven művelték a közeli Ulpia Traiana kiépítéséhez az ott előforduló prekambriumi kőzetanyagot. Dacia Provincia területéről 119 márványt vizsgálva MÜLLER et al. (2012) azt az eredményt kapta, hogy 67 minta kőanyaga Bukováról való, de 36 faragvány nyersanyaga részben görög bányákból származik (Paros, Naxos, Thassos–Aliki), részben pedig Kis-Ázsiából (Marmara, Usak, Afyon), tehát a rómaiak importáltak is márványokat Dáciába. Traianus és a Severus-dinasztia uralkodása alatt (i. sz. 2–3. sz.) a bukovai márvány régiós exportcikk is volt (RUSSEL 2013). Egrestől 15 km-re nyugatra, a mai Őscsanádon (Cenad) az antik Morisena római castruma őrizte a Maroson a fontos átkelőt. Vélhetően innen áthozott római márványokat faragtak át az Árpád-korban az egresi bazilika díszítéséhez. A bizerei bencés monostor mozaikdarabkái közt a fehér márványok egy része szintén a már említett Bukova (Bucova) és Zajkány (Zeicani) környékéről származik (BAJNÓCZI et al. 2015). Az Alföldön Csongrád-Ellésmonostor ásatásán is találtak szürkésfehér márványtöredéket (SZÓNOKY 2001). Szintén a római romból származik a Bugac-Pétermonostoron talált szürke márvány, a vésztő–mágori Csolt-monostor fehér márványa (JUHÁSZ I. 2000) és Székkutas–Kutaspuszta fehér márványmozaikja (B. NAGY & TÓTH 2020) is.

„Vörös márvány” (gerecsei tömött, vörös mészkő)

A földtani és régészeti szakirodalomban számos helyen márványnak említik a magyarországi tömör, vörös mészkövet. Ugyan kőzettanilag pontos definíció szerint mészkövekről van szó, de mély beágyazottsága, évszázados művészet- és építészettörténeti elnevezésére tekintettel vagyunk (PINTÉR & BAJNÓCZI 2014, LŐVEI et al. 2024).

Az ásatások során számos „vörös márvány” faragvány (szobortöredékek, sírkőtöredék, kisebb oszlopok stb.), a főszentélyben és a quadrumban kisebb felületen *in situ* helyzetben négyzet alakú, csiszolt „vörös márvány” padlólap került elő. A Tatárjárás-kori tömegsírban talált, 7,5 cm magas „vörös márvány” férfifejet több hasonlóan kiemelkedő kvalitással csiszolt szobortöredék követte, melyek a tatárok által kirabolt királyi- és királynéi sírépítmények maradványai.

Az ásatás során begyűjtött, kisebb vörös mészkő töredékeiből az AC-9/E-8 és AC-9/E-9 sz. minta krinoidea-töredékeket és juvenilis ammoniteszeket taralmazott, a mikrofauna (*Spirilina* sp., *Lenticulina* sp., *Nodosaria* sp., *Ramulina* sp., *Textularia* sp., *Globothaete* sp., *Cadosina* sp.) alapján a

9. ábra. *Bositrá*k a Tölgyháti Mészkőben
Figure 9. *Photomicrograph of Tölgyhát Limestone with* Bositra*s*

mintákat középső jura, a toarci és a bath emelet közti, pelágikus vizekben lerakódott „bioklasztos packstone”-ként határoztuk meg. A kőzet zsúfolásig van krinoidea-törmelékkel és a szintjelző vezérkövület, a kis méretű (0,5 mm) *Bositra* kagylók héjaival (*9. ábra*).

Jura korú vörös mészkő a Kárpát-medencében számos helyen (Gerecse, Bakony, Villányi-hegység, Szepesi Magura – Ólubló, Béli-, Szretinye-hegység) ismeretes. Egreshez legközelebb a Béli-hegységben (Munții Codru-Moma) az egykor fürdőiről híres Menyháza (Moneasa) közelében található a felszínen (PAPP 1905, PÁLFY 1913, GÉCZI 2006), de ott a tipikus kora jura vörös mészkő feketével kevert, és makrofaunájában ammoniteszek vagy belemniteszek helyett brachiopodák vannak. A mészkő intenzív bányászata csak a 19. században kezdődött el, mikor a borossebesi uradalom birtokosa, Wenckheim báró a kőfejtőt megvásárolta (JAHN 1885).

A Vaskapu szabályozását is előkészítő geológiai térképezések (GONDA 1892) óta ismert az Al-Duna menti Lokva- és Bánsági-hegység találkozásánál Szvinica (Svinița) jura korú vörös, ammoniteszes és vasoolitos mészköve (KUDERNATSCH 1852, TIETZE 1870, LÓCZY 1918), de valószínűtlen, hogy ilyen messziről, úttalan-utakon hozták volna Egresig a követ.

A mintákban talált, nyílt vizet kedvelő *Bositra* kagylók és foraminiferák a Gerecsében nagy területen található Tölgyháti Mészkő Formáció mikrofaunájának jellegzetes fosszíliái (ZSIBORÁS 2020), tehát nem a tipikus „tardosi” alsó jura mészkövekből származnak. Ugyan az Ólubló (ma Stará Ľubovňa, Szlovákia) környékén előforduló középső, felső jura tömött vörös mészkőben is vannak *Bositrá*k, de a kőzet gerecseitől eltérő makroszkópos és mikrofácies-tulajdonságai kizárják ezt a lelőhelyet is. A kőzet gerecsei származását BAJNÓCZI Bernadett egresi „vörös márványon” végzett izotópvizsgálatai (LŐVEI et al. 2024) is megerősítették.

A gerecsei jura vörös mészkövek sajátos szépsége, pompás színárnyalatai, megcsiszolva kiemelkedően dekoratív voltuk és rangos felhasználásuk miatt művészettörténeti értelemben méltán nevezhetők *vörös márványnak*. Már Tokod római kori temetőjében ennek a kőzetnek a vékonyabb lapjaival fedett sírokat tártak föl (HORVÁTH & H. KELEMEN 1979). Az Árpád-kor kezdetétől kedvelt díszítőkő III. Béla

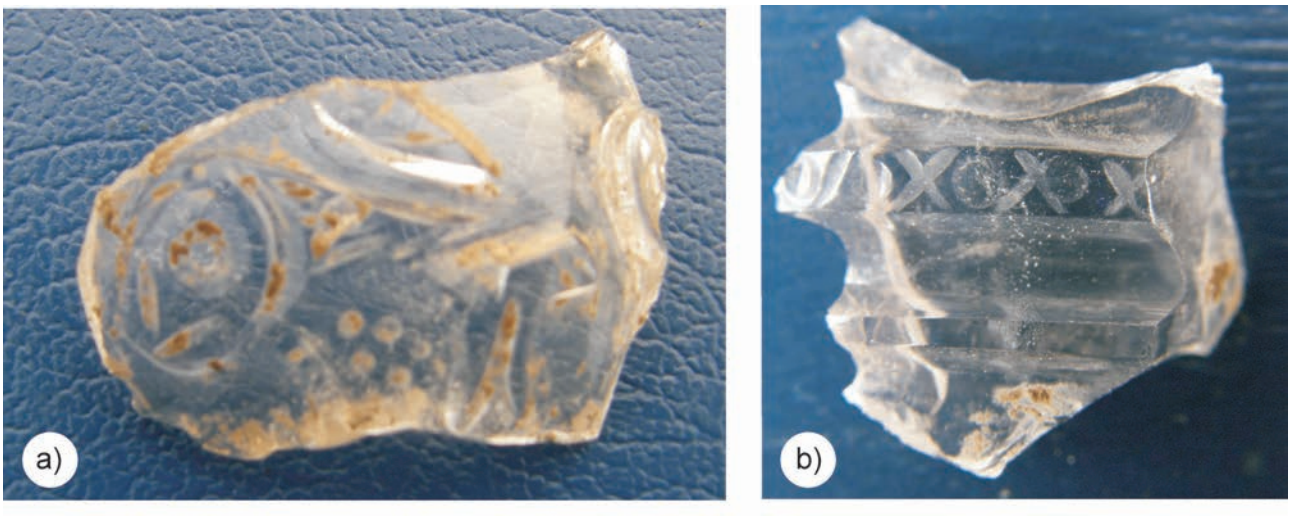
Bizáncból hazatértével került a figyelem középpontjába, mert a bizánci császárok vörös porfírjára emlékeztetett. III. Béla uralkodása alatt az esztergomi királyi palota nagyarányú felújításánál (Porta Speciosa) és a Szent Adalbert-templomnál is kiemelt szerepet kapott. III. Béla és neje, Châtillon Anna székesfehérvári sírládája is a Tölgyháti Mészkő Formáció anyagából készült (KONDA 1988, LŐVEI et al. 2007). Az egyre intenzívebb bányászat következtében megalakult kőfaragó műhelyek (TAKÁCS 2018) magas színvonalú munkáját dicséri, hogy a Magyar Királyság területén túl is vitték a gerecsei „vörös márvány" anyagú faragványokat (LŐVEI 1992). Átfogó kutatás során bebizonyosodott (LŐVEI et al. 2024), hogy alsó-ausztriába (Heiligenkreuz ciszterci kolostor, Klosterneuburg), a zágrábi székesegyházba Szegedi Lukács zágrábi püspök síremlékéhez és a boszniai Bobovac várában a bosnyák királysírokhoz is gerecsei „vörös márványt" szállítottak. Gerecsei „vörös márványból" faragták tardosi mesterek a krakkói Wawelban, a lengyel királyok katedrálisában Nagy Kázmér baldachinos síremlékét (SADRAEI 2001). Remélhetőleg az egresi ásatások során folyamatosan előkerülő „vörös márvány" töredékek alapján részben rekonstruálhatók lesznek a királyi pár szétrombolt baldachinos sírjai.

Décse (KELEMEN et al. 2012), valamint Ellésmonostor és Szermonostor (PINTÉR et al. 2004) vörös mészköveiről is születtek izotópelemzések (SZÓNOKY 2001), amelyek megerősítették, hogy a Gerecséből származnak. Imre király óta az Esztergomi Érsekség birtokában lévő Tardost a bányákkal 1217-ben II. András pár évre a több magas hivatalt is betöltő Csák Miklós comesnak adományozta, aki jó kapcsolatot ápolt az egresi apáttal. Csák Miklós ispánsága alatt a nemzetség gerecsei „vörös márvánnyal" díszített Szent Keresztkolostora (Vértesszentkereszt) a ciszterciéké. A lenagyolt tömböket a Dunán bárkán szállították Kalocsáig, szekéren a Tiszáig, lehajózták Szegedig, majd átvitték Egresre. A Maros menti Bizere Árpád-kori bencés kolostor „vörös márvány" falburkoló lapjait a *Bositra*-kagylók és stabilizotópos elemzés alapján (BAJNÓCZI et al. 2015) szintén az egresivel egyező középső jura gerecsei vörös mészkőből faragták.

Hegyikristály kehely töredékek (Fátimida-dinasztia, 9–12. sz.)

A hegyikristály-csiszoló mesterek által 909–1171 közt Kairóban bravúrosan kidolgozott Fátimida hegyikristály kelyhek, serlegek, kancsók és palackok rendkívül ritkák (AVINOAN 1994, CONTADINI 2010). A geometrikus díszítésen, növényi ornamentikán túl állatokat (oroszlán, párduc, muflon, őz, gazella, sas, karvaly, sólyom, kacsa stb.) is ábrázolnak. A Tatárjárás-kori tömegsírban talált Fátimida hegyikristály kehely legszebb töredékén ülő helyzetben hátrafelé néző gepárd látható (*10. ábra, a*). A kehely nyaki részéből maradt töredéken a kiemelkedő szalagon pontok és „X" alakú finom vésetek váltakozó fríze húzódik, amin a ritmusosan ismétlődő mintasor növelte a megcsillanó fények játékát (*10. ábra, b*). Az egresihez hasonló, a bécsi Kunsthistorisches Museumban őrzött Fátimida-kancsóra két láncon tartott, egymással szemben ülő oroszlánkölyköt csiszoltak, a velencei Szent Márk-katedrális kincstárában a gepárdon nyakörv van.

A víztiszta, zárványmentes és nagyobb méretű hegyikristályok meglehetősen ritkák. Bár az egyiptomi gránitpegmatitok is gazdagok különféle kvarcváltozatokban, de megfelelő minőségű és méretű hegyikristályok a Fátimidák kairói kristálymetsző-csiszoló mestereihez távolabbi lelőhelyekről is eljutottak a kereskedők közvetítésével. Az Alpok hegyikristályai az adott időszakban nem juthattak el Egyiptomba. Dembeni (Comore-szigetek) kikötője közelében régészeti ásatás (PRADINES 2013) során hegyikristály-feldolgozó műhelyt tártak föl, ahol nagy mennyiségű kristálytöredék és -szilánk hevert, melyeket a Madagaszkárról hozott és eladásra szánt kristályok hosszú szállításra való előkészítése során pattintottak le. Madagaszkáron a Sahatany-völgy 500 millió éves prekambriumi pegmatitjaiban (RAKOTOARISON 1964) vannak a legtisztább, nagy méretű hegyikristályok híres lelőhelyei. A muszlim terjeszkedés Madagaszkárt, a „Hold-szigeteket" a 11. sz. elején iszlamizálta, az itt kifejtett hegyikristály arab kereskedők révén



10. ábra. a) Gepárd a Fátimida hegyikristály kelyhen, b) a Fátimida hegyikristály kehely frízének díszítése

Figure 10. *a) Cheetah on the Fátimida rock crystal chalice, b) decoration of the frieze of the Fátimida rock crystal chalice*

Kelet-Afrika értékes kincseivel (arany, drágakövek, gyöngy, elefántcsont, fűszerek stb.) együtt az afrikai partok közelében hajózva, az Ádeni-szoroson át jutott a Vörös-tenger kikötőibe, majd karavánokkal a Nílusig és hajóval Kairóba. Dembeniből a madagaszkári hegyikristály Bászra kikötőjén át eljutott a Szasszanida Birodalom kristálymű veseihez is.

A Fátimida hegyikristály dísztárgyak a kor muszlim előkelőinek legértékesebb luxuskincsei közé számítottak, így csak tekintélyes, magas rangú személyiség juthatott hozzájuk, aki ajándékként is kaphatta. 1217-ben a Szentföldre indított V. keresztes hadjárat vezéreként II. András tekintélyes magyar seregtesttel vonult. A királyról és seregéről az arab krónikák elismerően írtak (KOVÁCS 2011), mint Szibt ibn al-Dzsauzi is: „A frankok pedig elindultak Akkóból élükön Malik al-Hunkarral (a magyarok királya), aki Ajn Dzsalútnál táborozott le tizenötezer fős seregével. Bátor és kiváló harcos volt, és vele volt a partvidék összes uralkodója." A zarándoklatokról, hadjáratokról hazatérők különféle emléktárgyakat és ereklyéket is hoztak magukkal (GYÜRKY 1986, 1991; NAGY 2016). A Szentföldről származó Fátimida hegyikristály kelyhet feltételezhetően II. András hozhatta, és később az egresi Boldogságos Szűz ciszterci monostornak adományozhatta hőn szeretett második neje, Courtenay Jolánta temetésekor.

Összefoglalás

A történelmünk tragikus eseményeit megszenvedő egresi ciszterci monostor a XX. század elejére eltűnt a föld felszínéről, ám a magyar–román régészeti ásatásoknak köszönhetően végre fölfedte titkait. A tatárjárás áldozatait rejtő tömegsír feltárásakor szembesültünk II. András és Courtenay Jolánta díszes sírjának kirablásával, ám a bedobált míves faragványok, páratlan szépségű szobortöredékek és a Fátimida hegyikristály kehely szilánkjai a magyar középkor egyik kiemelkedően fényes időszakának művészettörténeti értelemben is fontos tárgyi bizonyítékai. A monostor királyi építtetői kitüntető figyelmének köszönhetően a kor jeles kőfaragó mesterei pompás fehér és vörös „márvány" anyagú faragványokkal ékesítették az oltárokat, síremlékeket és a kapuzatot. Mintavételekkel, geokémiai-, kőzettani- és őslénytani vizsgálatokkal behatároltuk a kőanyagok természetes lelőhelyeit. Többnyire viszonylag közelről, az Erdélyi-szigethegységből (Bozesi Homokkő, miocén andezitek) és a Ruszka-havasokból (badeni–szarmata mészkövek, fehér márvány) származtak, ám a középső jura vörös mészkő („márvány") a távoli Gerecséből érkezett. Az épületek alatti agyag molluszkafaunája pedig az egresi késő holocén maradványszint kialakulásának természeti környezetét jellemzi.

Szerzői hozzájárulás

A molluszkafauna vizsgálatát MAJOROS G. végezte, a kőzetmintákat SÍKHEGYI F. és Solt P. gyűjtötte, az őslénytani értékelés SZUROMINÉ KORECZ A., a kőzethatározás SZUROMINÉ KORECZ A., SÍKHEGYI F. és Solt P., a kézirat összeállítása SOLT P. munkája. A régészeti feltárás leírását és térinformatikai alapú helyszínrajzának összeállítását LÓKI R. készítette.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton is köszönjük az egresi ásatást magyar részről vezető MAJOR Balázs régésznek (Pázmány Péter Katolikus Egyetem) és román részről Daniela TANASE régésznek (Temesvári Bánát Múzeum), hogy részt vehettünk az ásatásokon, és megvizsgálhattuk a kőzetmintákat. Külön köszönjük BAJNÓCZI Bernadett geokémikusnak (MTA, HUN-REN Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont), hogy az egresi márványok természetes előfordulásait átfogó műszeres vizsgálatokkal meghatározta. Köszönjük SILYE Lóránd geológus (Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár, Cluj-Napoca) fontos információit a kőzetanyag forrásterületének geológiai térképezéséről és MIKLÓS Dóra Georgina geológus (Magyar Nemzeti Múzeum Közgyűjteményi Központ, Nemzeti Régészeti Intézet) segítségét az őslénytani- és kőzettani vékonycsiszolatok fotózásához. Szívből köszönjük PIROS Olga nélkülözhetetlen segítségét a cikk végső formájának elkészítéséhez.

Irodalom – References

ANDÓ, M. 1993: The Geography of the Mures River. – *Acta Geographica Szegedensis* **31,** 1–8.

AVINOAN, S. 1994: Islamic probable objects in the Medieval Church. – *Thesis of Dissertation, Treasuries of the Latin East. vol. 2. Illustrations. University of Edinburgh, https://era.ed.ac.uk/handle/1842/20776?show=full*

BAJNÓCZI B., GYÖRKÖS D., MOZGAI V. & SZABÓ M. 2015: A bizerei kolostorból (Arad megye, Románia) származó mozaik tesserék és „vörös márvány" díszítőkő archeometriai elemzése. – *Annales Universitatis Apulensis Series Historica* **19** (különszám), 261–274.

BALC, R., ZAHARIA, L. & SILYE, L. 2012: Calcareous nannofossils and sedimentary facies in the Upper Cretaceous Bozes Formation (Southern Apuseni Mountains, Romania). – *Studia UBB Geologia* **57/1,** 23–32.

BÁCSATYAI D. 2015: Az egresi ciszter monostor korai történetének kérdései. – *Századok* **149/2,** 263–299.

BOROVSZKY S. 1897: *Csanád vármegye története 1715-ig*. – Budapest.

BÓSZ E. 1911: Az egresi ciszterci apátság története – *Művelődéstörténeti Értekezések* **49,** 58 p.

B. NAGY K. & TÓTH M. 2020: Kutaspuszta Árpád-kori templomának díszítése. – In: KOLLÁR T. (szerk.): *A középkori Dél-Alföld és Szer.* Csongrád Megyei Levéltár, Szeged 241–255.

BOZÓKI L. 1998: Néhány szó az Ellésen napvilágra került kőfaragványok kőzettani vizsgálata elé. – *Műemlékvédelmi Szemle* **8/2,** 39–52.

BURNICHIOIU, I. 2016: Decorative heritage of Bizere monastery. Fragments of opus sectile. – In: BURNICHIOLIU, I. (ed.): Monastic Life, Art and Technology in 11th–16th Centuries. – *Annales Universitatis Apulensis, Series Historica* **19** (Spec. Issue), 245–264.

CICHA, L., RÖGL, F., RUPP, C. & CYTROKA, J. 1998: Oligocene–Miocene foraminifera of the Central Paratethys. – *Frankfurt am Main Senckenberg, Natrurforsch Geselschaft* **549,** 325 p.

CODRACEA, A. & RADEANU, G. 1961: A Déli-Kárpátok mezozóikuma. – *A budapesti nemzetközi mezozoós konferencia előadásai. Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **49,** 103–120.

CONTADINI, A. 2010: Translocation and Transformation: Some Middle Eastern Objects in Europe. – In: SAURMA-JELTSCH, L. E. & EISENBEISS, A. (eds): *The Power of Things and the Flow of Cultural Transformation.* Deutscher Kunstverlag, 42–64.

DÁVID K. 1974: Az Árpád-kori Csanád vármegye művészeti topográfiája. – *Művészettörténeti Füzetek* **7,** 114 p.

F. ROMHÁNYI B. 2016: A Beregi egyezmény és a magyarországi sókereskedelem az Árpád-korban. – *Magyar Gazdaságtörténeti Évkönyv*, 265–302.

FODOR T.-né, SCHEUER GY. & SCHWEITZER F. 1982: Az Erdélyi-medence és a Keleti-Kárpátok fontosabb édesvízi mészkő előfordulásainak összehasonlító vizsgálata a hazaiakkal. II. – *Földtani Közlöny* **112,** 241–259.

FÖLDVÁRY, G. Z. 1988: *Geology of the Carpathian Region.* – World Scientific Publishing, Co. Pte. Ltd, Singapore, New Jersey, Hong Kong, 571 p. https://doi.org/10.1142/9789814415675_0002

GÉCZI R. 2006: A Béli-hegység földtana és geomorfológiája másfél évszázadnyi kutatás tükrében. – In: *Táj, környezet és társadalom. Ünnepi tanulmányok Keveiné Bárány Ilona professzor asszony tiszteletére.* Szeged, 213–224.

GONDA B. 1892: *Az Al-Dunai Vaskapu és az ottani többi zuhatag szabályozása.* – Fanda József Könyvnyomdája, Budapest, 92 p.

GYÜRKY K. 1986: A „Hedvig poharak". – *Magyar Művészet* **10,** 176–187.

GYÜRKY K. 1991: Üvegek a középkori Magyarországon. – *BTM Műhely 3. Glaser in Mittelalterliche Ungarn*, 156 p.

HEITELNÉ MÓRÉ ZS. 2000: Egyházi építészet a Maros-völgy alsó szakaszán a 11–13. században. – In: KOLLÁR T. (szerk.): *A középkori Dél-Alföld és Szer.* Csongrád Megyei Levéltár, Szeged, 593–628.

HENSZLMANN I. 1871: Kirándulás Egresre. – *Archaeológiai Közlemények* **8,** 35–38.

HORVÁTH I. & H. KELEMEN M. 1979: Komárom megye régészeti topográfiája. – *Magyarország Régészeti Topográfiája* **5,** 455 p.

IVÁNYOSI-SZABÓ A. 1998: Csongrád, Ellésmonostor építő- és díszítőkőanyagának kőzettani, földrajzi vizsgálata. – *Műemlékvédelmi Szemle* **2,** 53–62.

JAHN V. 1885: A borossebesi uradalom bányáinak térképe M=1:7200. – *Kézirat.*

JANKÓ A. 2007: Magyarország katonai felmérései 1763–1950. – Argumentum Kiadó, 196 p. & Arcanum: Temesi bánság (1769–1772) – Első Katonai Felmérés – https://maps.arcanum.com/hu/map/firstsurvey-banat

JEBELEAN, F. 2009: *Igriş.* – Monografie, Editura Mirtoa, Timişoara, 53 p.

JUHÁSZ I. 2000: A Csolt nemzetség monostora. – In: KOLLÁR T. (szerk.): *A középkori Dél-Alföld és Szer.* Csongrád Megyei Levéltár, Szeged, 281–304.

JUHÁSZ K. 1930: A Maros menti hiteleshelyek legrégibb emlékei – *Erdélyi Múzeum* **35/7–9**, 258–270.

KELEMEN É. 2010: Dél-Alföld Árpád- és középkori egyházak építőanyagainak összehasonlító archaeometriai vizsgálata. – *Doktori értekezés (Debreceni Egyetem Földtudományok Doktori Iskola)* 97 p.

KELEMEN É., KRISTÁLY F., TÓTH M., RÓZSA P., BAJNÓCZI B., NYILAS I. & PAPP I. 2012: Archaeometriai vizsgálatok Békés megyei középkori templomok építőanyagain. – *Békés Megyei Múzeumok Közleményei* **35,** 83–124. https://epa.oszk.hu/01500/01577/00033/pdf/EPA01577_BMMK_35_083-124.pdf

KONDA J. 1988: III. Béla király és antiochiai Anna királynő sírláda aljából vett két darab kőzetminta geológiai vizsgálatának eredményei (Gerecse hegység). [Archaelogical results of the geological investigation of two rock samples taken from the bottom plate of the sarcophagus of King Béla III. and Queen Anna of Antiochia]. – *Kézirat,* Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, 6 p. T. 14776.

KOVÁCS G. 2011: Idegenek bábja, vagy hős lovagkirály. – Ki volt valójában, és hol nyugszik II. András királyunk? – *Mandiner*, 2011. április 11.

KROLOPP E., SÜMEGI P., HERTELENDY E., KUTI L. & KORDOS L. 1995: Szeged környéki löszképződmények keletkezésének üledékföldtani, őslénytani vizsgálata. – *Földtani Közlöny* **125,** 309–361.

KUDERNATSCH, J. 1852: Die Ammoniten von Swinitza. – *Abhandlungen der kaiserliche-königliche Reichanstalt* **1,** 20 p.

LÓCZY L. 1884: Jelentés az 1883 év nyarán a Maros és Fehér-Kőrös közötti hegyvidéken és Arad hegyalján eszközölt földtani részletes fölvételről. – *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1883-ról,* 33–55.

LÓCZY L. 1888: A Maros és a Fehér-Kőrös közti krétaterület Aradmegyében. – *Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1888-ról,* 30–40.

LÓCZY L. 1918: Értekezések Nyugatszerbia geológiai viszonyairól. – *Földtani Közlöny* **48/1–6,** 1–13.

LŐVEI P. 1992: A tömött vörös mészkő – „vörös márvány" – a középkori magyarországi művészetben. – *Ars Hungarica* **20/2,** 3–38.

LŐVEI P., PINTÉR F., BAJNÓCZI B. & TÓTH M. 2007: Vörös és fehér díszítőkövek kristályos és metamorf mészkövek, márványok (Műemléki kutatások természettudományos diagnosztikai háttérrel 1. – *Művészettörténeti Értesítő* **56/1,** 75–82. https://doi.org/10.1556/muvert.56.2007.1.5

LŐVEI P., PINTÉR F., TÓTH M. & BAJNÓCZI B. 2024: Tömött vörös mészkő – „vörös márvány" – emlékek művészettörténeti és archeometriai kutatási eredményei (2001–2023). – *Archeometriai Műhely* **21/2,**149–159, és mellékletek, p. 11. https://doi.org/10.55023/issn.1786-271x.2024-013

MIHAILA, A., BENEA, M. & RĂCĂTĂIANU, C. P. 2012: The decay of Tertiary sandstone in a non polluted enviroment: Carta cistercian monastery in Sibiou county, Romania. – *Carpathian Journal of Earth and Enviromental Sciences* **7/2,** 67–82.

MIKE K. 1991: A Maros kialakulása és változása – In: *Magyarország ősföldrajza és felszíni vizeinek története*, 680–692.

MOLNÁR B. 2007: A Maros-folyó kialakulása és vízgyűjtő területének földtani felépítése. – *Hidrológiai Közlöny* **87/2,** 2–27.

MOLNÁR P. 1870: VII. Beszámoló az Egresen látottakról. – *Archaeologiai Értesítő* **3,** 56–57.

MÜLLER, H. W., PISO, I., SCHWAIGHOFER, B. & BENEA, M. 2012: *Der Marmor in Römischen Dakien.* – Editura Mega Verlag, Cluj Napoca, 114 p.

NAGY, T. P. 2016: „Islamic" artifacts in Hungary from the reign of Béla III. (1172–1196): Two case studies. – In: RASSON, J. A. & REED. ZS. (eds): *Annual of Medieval Studies at CEU* **22,** CEU Budapest, Department of Medieval Studies 49–61.

NOVÁK L. 1892: *Az egresi cisterci apátság története.* – Különlenyomat a Religio-ból. Rudnyánszky M. Könyvnyomdájából, Budapest, 27 p.

ORAVECZNÉ SCHEFFER A. 1987: A Dunántúli-középhegység triász képződményeinek foraminiferái. – *Geologica Hungarica, series Palaeontologica* **50,** 331 p.

PAPP K. 1905: Menyháza vidékének geológiai viszonyai. – *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése az 1904. évről*, 55–87.

PÁLFY M. 1909: A Maros völgyének jobb oldala Algyógy környékén. (Jelentés az 1907. évi részletes geológiai felvételekről). – *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése az 1907. évről*, 81–86.

PÁLFY M. 1913: Geológiai jegyzetek a Béli-hegységből. – *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1912-ről*, 94–103.

PÉCSKAY Z. 2012: A K-Ar kormeghatározási módszer alkalmazása harmadkori vulkáni területek geokronológiai kutatásában. – *Akadémiai doktori értekezés,* MTA Atommagkutató Intézet, Debrecen, 239 p.

PETHŐ Gy. 1890: Néhány adat a Kodru-hegység geológiájához. Vázlatos jelentés az 1889 évi részletes fölvételekről. – *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése az 1889. évről*, 27–45.

PETHŐ Gy. 1895: A Kodru-Móma és a Hegyes-Drócsa keleti találkozása Arad megyében. – *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése1893-ról*, 49–75.

PINTÉR F. & BAJNÓCZI B. 2014: „Vörös márvány" műtárgyak kőanyagának eredethatározása petrográfiai és stabilizotóp-geokémiai vizsgálatokkal. – In: ROSTÁS T. (szerk.): *Magyarország földjére küldtek. Villard de Honnecourt és az érett gótika megjelenése Közép-Európában. A klosterneuburgi Capella Speciosa és Pannonhalma francia kapcsolatai.* Budapest, 183–203.

PINTÉR, F., SZAKMÁNY, GY., DEMÉNY, A. & TÓTH, M. 2004: The Provenance of "Red Marble" Monuments from the 12–18th Centuries in Hungary. – *European Journal of Mineralogy* **16,** 619–630. https://doi.org/10.1127/0935-1221/2004/0016-0619

PRADINES, S. 2013: The rock crystal of Dembeni, Mayote Mission report 2013. – *Nyame Akuma 80.* Institute for the Study of Muslim Civilisations, Aga Khan University, London, 59–72.

RAKOTOARISON, W. 1964: Les pegmatites de la Sahatany. – *Archives du Service Geologiques Madagascar* **A. 1983,** 1–39.

RÓMER F. 1870: Kiegészítés Molnár Pál egresi beszámolójához. – *Archaeológiai Értesítő* **3,** p. 58.

RUSSELL, B. 2013: *The Economics of the Roman Stone Trade.* – Oxford UniversityPress, 480 p.

SADRAEI, A. 2001: The tomb of Kazimir the Great in the Wawel Cathedral of Cracow. – *Acta Historiae Artium* **42/1,** 83–115. https://doi.org/10.1556/ahista.42.2001.1-4.8

SALAJ, J., TRIFANIA, E., GHEORGHIAN, D. & CORONEU, V. 1988: Triassic foraminifera microstratigraphy of the Carpathian-Balkan and Hellenic realm. – *Mineralia Slovaca* **20,** 387–415.

SANDULESCU, M. & DUMITRESCU, I. 2014: Geological Structure of the Romanian Carpathians. – *32. International Geological Congress. Florenz. Field Trip Guide, Pre Congress. B.12*, 52 p.

SCHAFARZIK F. 1904: A Magyar Korona országai területén lévő kőbányák részletes ismertetése. – Magyar Királyi Földtani Intézet, Budapest, 415 p.

SCHULLER, V., FRISCH, W., DANISIK, M. & DUNKL, I. 2009: Upper Cretaceous Gosau deposits of the Apusen Mts (Romania) – similarities and differences to the Eastern Alps. – *Austrian Journal of Earth Sciences* **102/1,** 133–145. DOI: https://doi.org/10.23689/fidgeo-2725

SILYE, L. 2010: *Sarmatian foraminiferal assemblages from Southern Transylvania and their significance for the reconstruction.* – Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca, 227 p.

SOLT P. 2013: Archeogeológiai megfigyelések Egres erődített ciszter monostorának kőanyagán és a környék első terepbejárása. – *Kézirat, MÁFGB Adattár,* 23 oldal, 53 fénykép, T24601

SÜMEGHY B., KISS T., SIPOS G. & TÓTH O. 2013: A Maros hordalékkúp felső-pleisztocén – holocén fluviális képződményei. – *Földtani Közlöny* **143/3,** 265–278. https://ojs.mtak.hu/index.php/foldtanikozlony/article/view/2285

SZABÓ K. (ford.) 1861: *Magyarország történetének forrásai. I. kötet. Rogerius Mester váradi kanonok Siralmas Éneke. XXXVII. fejezet, Újfalu és az egresi monostor lerombolásáról.* – Ráth Mór, Budapest, 43–45.

SZÉKELY L. & CZANK G. 2014: Bánsági áhítat. – *Szegedi Vallási Néprajzi Könyvtár* **41,** *A vallási kultúra kutatás könyvei* **9.** SZTE. BTK, Néprajz és Kulturális Antropológia Tanszék, 190 p.

SZÓNOKY M. 2001: Néhány dél-alföldi középkori templom és kolostor faragott kőanyagának és tégláinak földtani vizsgálata és származása. – *Földtani Kutatás* **38/2,** 16–20.

TAKÁCS I. 2018: *A francia gótika recepciója Magyarországon II. András korában.* – Balassi Kiadó, Budapest, 238 p.

TANASE, D. & MAJOR, B. 2020: Preliminary Data Regarding the Archaeological Research Performed between 2016 and 2019 at the Cistercian Abbey in Igris (Egres, Timis County). – *Ziridan, Studia Archaeologica* **34,** Editura Mega, Cluj-Napoca, 439–454.

TANASE, D., BERTÓK, G., KOCSIS, A. & MAJOR, B. 2017a: The location of Egres cistercian monastery. Igris (Timis County) in the light of recent geophysical research. – *Ziridan, Studia Archaeologica* **31,** Editura Mega, Cluj-Napoca, 229–240.

TANASE, D., MAJOR, B., KOPECZNY, ZS., ARDELEAN, C., MAGUREANU, D., CULIC, D., APOSTOL, V., MAGUREANU, A., VÉGH, A., TÜRK, A., LÓKI, R. & BERTÓK, G. 2017b: Igris, comitat Sanpetru Mare, judetul Timis, Igris – manastirea Egres. – In: *Cronica Lercetalior Archaeologica din Romana,* Campain 2016, Bucuresti, 66–68.

TANASE, D., VÉGH, A. & RÉTFALVI, ZS. 2017c: Igris, com. Sanpetru Mare, jud. Timis, Igris – manastirea. Egres. –In: *Cronica Lercetalior Archaeologica din Romana,* Campain 2016, Bucuresti, 313–316.

TANASE, D., MAJOR, B., DINU, N., VASS, L., LANGÓ, P., TAKÁCS, M., RÁCZ, T. Á., CZUPPON, T., RÉTFALVI, ZS. & NÉMETH, V. 2020: Igris, com. Sanpetru Mare, jud. Timis, Igris – manastirea Egres. – In: *Cronica Lercetalior Archaeologica din Romana,* Campain 2019, Bucuresti, 167–173.

TIETZE, E. 1870: Auffindung von braunen Jura bei Boletin und Serbien. – *Verhandlungen der kaiserliche-königlice Geologisches Reichanstalt*, 323 p.

TÖRÖK A. 1897: *Esdő szó a magyar nemzethez a honalapító királyok emlékei iránt való kegyelet ügyében III. Béla király halálának 701-ik évfordulója alkalmából.* – Ifj. Nagel Ottó Bizománya, Budapest, 22–25.

ZSIBORÁS G. 2020: A Dunántúli-középhegység felső pliensbachi, alsó bajóci foraminiferáinak taxonómiai, biosztratigráfiai, paleoökológiai és paleobiogeográfiai vizsgálata. – *Doktori értekezés,* ELTE TTK Földrajzi Iskola, Őslénytani Tanszék, Földrajzi és Földtani Intézet, 162 p.

Kézirat beérkezett: 2024. 09. 16.

Magyarhoni Földtani Társulat
Földtani Közlöny
Hungarian Geological Society

155/1, 53–60., Budapest, 2025

DOI: 10.23928/foldt.kozl.2025.155.1.53

A vizes és a víz nélküli pirolízissel meghatározott kinetikai konstansok összehasonlítása

KONCZ István

koncz.istvan38.@gmail.com

Comparison of the kinetic constants determined by hydrous and anhydrous pyrolysis

Abstract

The author gives an overview on the kinetics of thermal alteration of kerogen and the pyrolysis methods used to determined the kinetic constants; i.e., activation energy and frequency factor. The two types of laboratory pyrolysis used to derive kinetic constants for hydrocarbon formation are hydrous isothermal pyrolysis and anhydrous nonisothermal Rock-Eval pyrolysis. In case of sulfur-rich, IIS type kerogen, the results of these two pyrolysis methods carried out on the same source-rock samples are different. The anhydrous pyrolysis method underestimates the thermal alteration compared to the hydrous pyrolysis. The thermal alteration of the Kössen Formation, which contains IIS type kerogen, was modelled using kinetic constants of both hydrous and anhydrous pyrolysis methods determined on the Monterey Formation. According to modeling results, the entire hydrocarbon formation process took place in the vitrinite reflectance interval of 0.36 to 0.42 % corresponding to IIS type kerogen based on kinetic constants from hydrous pyrolysis. However, using the kinetic constants from the anhydrous pyrolysis, the entire hydrocarbon formation process occurred in the vitrinite reflectance interval of 0.69 to 1.18%. Therefore, it can be established that the kinetic constants obtained by hydrous pyrolysis provide results that are consistent with the expected IIS type kerogen. The author suggests that the inconsistence in the results of the two types of pyrolsis methods are due to the presence of water as the polar molecules in water decrease the activation energy, which is necessary to split the carbon-sulfur bonds in kerogen. Understanding the kinetic constants governing kerogen decomposition in source rocks is crucial for accurate basin modeling.

Keywords: kinetic constants, pyrolysis, IIS type kerogen, Monterey Formation, Kössen Formation

Összefoglalás

A szerző áttekintést ad a kerogén kinetikájáról és a kinetikai állandók, az aktiválási energia és a frekvenciatényező meghatározására szolgáló pirolízis módszerekről. A laboratóriumi pirolízis két típusa, amelyekből a szénhidrogén-képződés kinetikai állandói származnak, a vizes izoterm és a víz nélküli nem-izoterm Rock-Eval-pirolízis. A kénben gazdag, IIS típusú kerogén esetében az ugyanazon anyakőzetmintán végrehajtott két pirolízis eltérő eredményt ad. A víz nélküli pirolízis a vizes pirolízishez képest alulbecsüli a termikus átalakulást. A szerző a Monterey Formációhoz hasonlóan IIS típusú kerogént tartalmazó Kösseni Formáció termikus átalakulását modellezte a Monterey Formációra vonatkozóan vizes és víz nélküli pirolízissel meghatározott kinetikai állandók felhasználásával. A modellezés eredményei szerint a vizes pirolízisből származó kinetikai konstansok esetén a teljes szénhidrogén-képződés a IIS típusú kerogénnek megfelelő, 0,36–0,42% vitrinitreflexió-tartományban ment végbe. A víz nélküli pirolízisből származó kinetikai konstansok esetén a teljes szénhidrogén-képződés a vitrinitreflexió 0,69–1,18% intervallumában ment végbe. Megállapítható, hogy a vizes pirolízisből származó kinetikai állandók alkalmazásával végzett modellezés eredménye felel meg a IIS típusú kerogénnek. A szerző szerint a poláris molekulákat tartalmazó víz csökkenti a kerogénben lévő szén–kén kötések felszakításához szükséges aktiválási energiát. Az anyakőzetek kerogénjének bomlásához tartozó kinetikai állandók ismerete igen fontos a medencék modellezésében.

Tárgyszavak: kinetikai állandók, pirolízis, IIS típusú kerogén, Monterey Formáció, Kösseni Formáció

Bevezetés

A kőolaj és a földgáz szénhidrogénjeinek forrása a vízzel borított felszín alatt lerakódott üledékek és üledékes kőzetek szerves anyaga. A földgáz metánja bakteriális folyamatok révén is létrejöhet a vízben oldott ecetsavból és széndioxidból. Az etán és a nagyobb szénatomszámú gázkomponensek csak a kőzetek szerves anyagának, a kerogénnek a hőbomlása során képződnek a kőolajhoz hasonlóan, azaz termogén eredetűek. Az élő szervezetek által előállított szerves anyagok az üledékképződés kezdeti szakaszában, alacsony hőmérsékleten és kis eltemetődési mélységben végbemenő diagenezis során alakulnak át geopolimernek tekinthető kerogénné. A kerogén igen kisméretű szemcsék, alakzatok formájában, diszperz módon helyezkedik el az üledékes kőzetekben. Ezek az alakzatok egyenként, különkülön egyetlen óriás molekulát képeznek.

A kerogén atomjai kovalens kötésekkel kapcsolódnak egymáshoz. A kovalens kötést két atom között megosztott elektronpárok hozzák létre. A kerogénben lévő szén-, oxigén-, nitrogén- és kénatomok kovalens kötésekkel való összekapcsolódásával alakulnak ki a szén–szén (C–C), szén–oxigén (C–O), szén–nitrogén (C–N) és a szén–kén (C–S) kötések. Ezeknek a kötéseknek kötési energiája különböző. (A kötési energia az az energia, amely két atom közötti kötés felszakításához szükséges.) Az említett kötések kötési energiája a következő: C–C és C–O 84 kcal/mol, C–N 72 kcal/mol, C–S 62 kcal/mol. Tehát a szén–kén kötés felszakításához szükséges a legkisebb energia. Ez az oka annak, hogy a jelentős kéntartalommal rendelkező, ún. IIS típusú kerogén termikus hatásra könnyebben bomlik. Ilyen típusú a kerogén a Monterey Formációban Kaliforniában és a Kösseni Formációban Magyarországon.

A termogén folyamatok, amelyek a kerogén hőbomlását, kőolaj és földgáz keletkezését eredményezik, az üledékes medence feltöltődése folyamán mennek végbe, amikor a szerves anyagokban dús képződmények, az anyakőzetek egyre nagyobb mélységbe és egyre magasabb hőmérsékletre kerülnek. A kerogént ért termikus hatás, azaz az érettség jellemzésére általában a virtinitreflexiót használják. A vitrinitreflexió a kerogénben lévő alakos elemek (macerálok) egyikének, a vitrinitnek a fényvisszaverő képességét fejezi ki, amelyet speciális mikroszkóp segítségével mérnek. A fényvisszaverő képesség, azaz a vitrinitreflexió a termikus érettség növekedésével nő. A vitrinitreflexió csak a termikus hatás mértéke, és nem alkalmas a kerogén átalakulása mennyiségi jellemzőinek meghatározására. A kerogén termikus értelemben éretlennek tekinthető, ha a vitrinitreflexió 0,6% alatti. A vitrinitreflexió 0,6–1,3% tartományát az olajképződés fő fázisának tartják. Meg kell azonban jegyezni, hogy nem minden kerogénből képződik olaj, csak az olajgeneráló típusú kerogénből, amelynek a Rock-Eval-analízisekből meghatározható hidrogén indexe termikusan éretlen állapotban 200 mg/g TOC feletti. (A TOC a kőzet szerves széntartalma.) Ha az olajgeneráló típusú kerogén kéntartalma jelentős, azaz a szerves kén és a szerves szén atomaránya eléri a 0,04 értéket, akkor már 0,3–0,4% vitrinitreflexió elérésekor a kerogén olajat képes generálni (ORR 1986, BASKIN & PETERS 1992). 1,3–2,0% vitrinitreflexió-tartományban nagy C2+ tartalmú nedves gáz, 2,0% felett pedig csak metánból álló száraz gáz képződik. A szénhidrogénkutatás számára fontos, hogy meg tudjuk becsülni a képződhetett szénhidrogének mennyiségét. Ez a feladat reakciókinetikai módszerekkel megoldható, ha ismerjük, vagy legalábbis feltételezni tudjuk az üledékes képződmény eltemetődési történetét és az eközben előállt hőmérséklet-viszonyokat, a hőtörténetet.

A továbbiakban bemutatom, hogy milyen nagy különbségeket eredményeznek a medencemodellezésben a vizes és a víz nélküli pirolízissel meghatározott kinetikai állandók.

A kerogén hőbomlásának reakciókinetikája

Kinetikailag elsőrendű reakciók esetében állandó hőmérsékleten a következő egyenlettel számítható ki a termikus átalakulás mértéke (COMER 1992):

$$\ln(c_0/c_t) = k \times t \quad (1)$$

A reakciósebességi állandó (k millió $év^{-1}$, a továbbiakban $mév^{-1}$) és a reakció időtartamának (t millió év, a továbbiakban mév) a szorzata megadja a kezdeti koncentráció (c_0) és a t idő elteltével lecsökkent koncentráció (c_t) hányadosának természetes alapú logaritmusát. A kinetikailag elsőrendű reakció azt jelenti, hogy nem két molekula ütközése, hanem az atomoknak a hőmérséklet hatására bekövetkező rezgése idézi elő a reakciót, esetünkben a kerogén hőbomlását, amely többek között a szénhidrogének képződését eredményezi. A képződött termék koncentrációja (c_k) a kezdeti koncentráció és a t idő elteltével lecsökkent koncentráció különbsége: $c_0–c_t$. A transzformációs vagy átalakulási arány (TR) a képződött termék koncentrációjának (c_k) és a kezdeti koncentrációnak (c_0) a hányadosa: c_k/c_0. A transzformációs arány számításához a következő lépések vezetnek:

$$TR = c_k/c_0 = (c_0 - c_t) / c_0 = 1 - c_t/c_0 = 1 - [1/(c_0/c_t)] \quad (2)$$

Mivel a c_0/c_t hányados dimenzió nélküli szám, a c_0 egységnyinek vehető. Ezt alkalmazva a (2) összefüggés az alábbi egyszerűbb alakká változik:

$$TR = 1 - c_t \quad (3)$$

Az (1) egyenletből látható, hogy a koncentrációhányados (c_0/c_t) logaritmusának kiszámításához az idő (t) és a reakciósebességi állandó (k) ismerete szükséges. Az idő (t) a vizsgált képződmény eltemetődési történetéből, a mélység–idő összefüggésből és hőtörténetéből, a mélység–hőmérséklet összefüggésből számítható oly módon, hogy a hőtörténetet izotermnek tekintett szakaszokra osztjuk, amely megfeleltethető a mélység–idő összefüggésből adódó időnek. Ez azért szükséges, mert az (1) egyenlet csak állandó hőmérsékletre alkalmazható. Tehát a reakciósebességi ál-

landó (k) értékeit különböző, az izotermnek tekintett szakaszoknak megfelelő hőmérsékleteken ismernünk kell. Erre szolgál az Arrhenius-egyenlet, amely megadja a reakciósebességi állandó (k) és a Kelvin-fokokban kifejezett hőmérséklet (T) közötti kapcsolatot (COMER 1992):

$$k = A \times e^{-E/RT}, \text{ illetve } \ln k = \ln A - E/RT \quad (4)$$

A fenti összefüggésben a reakciósebességi állandó (k mév^{-1}), a frekvenciatényező (A mév^{-1}), az aktiválási energia (E cal/mol), az egyetemes gázállandó (R=1,987cal/mol*fok) és az abszolút hőmérséklet (T Kelvin-fok) szerepel. Az aktiválási energia (E cal/mol) az az átlagos energia feletti energiatöbblet adott hőmérsékleten, amelynek hatására a kerogénben lévő adott kötés átalakulásra képes állapotba jut. A frekvenciatényező (A) azoknak a rezgéseknek a maximális számát jelenti egységnyi idő alatt, amelyek képesek felszakítani az adott kötést. Az energia faktor ($e^{-E/RT}$) pedig a frekvenciatényező által jelzett maximális számú, bomlást eredményező rezgések azon hányadát jelenti, amelyek meghatározott hőmérsékleten (T) rendelkeznek az adott kötés felszakításához szükséges energiatöbblettel, az aktiválási energiával (E).

A reakciósebességi állandó (k) meghatározásához a kinetikai állandók, az aktiválási energia (E) és a frekvencia tényező (A) ismerete szükséges. A legtöbb esetben az említett egyetlen kinetikai konstans-pár (E,A) elegendő ahhoz, hogy az általa meghatározott reakciósebességi állandó segítségével a termikus átalakulások mértéke ismertté válhasson. Mivel a kerogénben több különböző típusú kötés van az atomok között, amelyek különböző aktiválási energiát igényelnek, bizonyos esetekben célszerű az aktiválási energiák eloszlását alkalmazni.

A kinetikai konstansok meghatározására szolgáló módszerek

A kinetikai konstansok kísérleti meghatározására a pirolízisvizsgálatok szolgálnak, amelyeket a természetes folyamatok hőmérséklet-tartományát jóval meghaladó, magasabb hőmérsékleteken hajtanak végre. A természetes folyamatok hőmérséklet-tartományában ugyanis millió év nagyságrendű időkeretben mennek végbe a termikus átalakulások. Abból a célból, hogy jóval rövidebb idő alatt ismeretté válhassanak a termikus átalakulások leírására alkalmas kinetikai konstansok, magasabb hőmérsékleteken kell a vizsgálatokat elvégezni. Alapvetően két pirolízismódszer használatos: az izoterm vizes pirolízis (VP) és a nem-izoterm Rock-Eval-pirolízis (RE). Mindkét módszer esetében fontos, hogy a vizsgálatra kerülő kőzet kerogénje termikus értelemben éretlen, átalakulatlan legyen. Továbbá a vizsgálatot megelőzően a kőzetből el kell távolítani a már jelen lévő szénhidrogéneket szerves oldószerekkel végrehajtott extrahálással.

A vizes pirolízist zárt rendszerben, nyomásálló acéltartályban végzik a víz kritikus hőmérséklete (373 °C) alatti 260–365 °C tartományban (LEWAN 1985). A vizsgálat izoterm-mérések sorozatából áll, amelyeknek során mérik a kőzet kerogénjének és bomlástermékeinek, az olajnak és az extrahálható bitumennek a koncentrációját. Egy meghatározott és állandónak tartott hőmérsékleten az említett koncentrációk időbeni változása segítségével, az (1) egyenlet alkalmazásával megállapítják az adott hőmérsékletre vonatkozó reakciósebességi állandót (k). A különböző, állandó hőmérsékleten végrehajtott vizsgálatok eredményeként kapott reakciósebességi állandókat használják fel a (4) egyenlet felhasználásával a kinetikai állandók, az aktiválási energia (E) és a frekvenciatényező (A) meghatározására. A reakciósebességi állandók természetes alapú logaritmusa az abszolút hőmérséklet reciproka (1/T) függvényében lineáris összefüggést ad, amelynek meredekségéből (E/R) az aktiválási energia, tengelymetszetéből a frekvenciatényező természetes alapú logaritmusa (ln A) határozható meg. Megfigyelhető volt, hogy sem a képződött olajban, sem a létrejött bitumenben nem voltak észlelhetők a szénatomok közötti kettős kötéssel rendelkező telítetlen szénhidrogének, ellentétben a víz nélküli pirolízis vizsgálatokkal (LEWAN 1997). Víz jelenlétében ugyanis a vízből származó hidrogén szabad gyökök megakadályozzák a telítetlen szénhidrogének keletkezését (LEWAN 1994). Ez a tény arra utal, hogy a víz jelenléte a pirolízisvizsgálatokban olyan szénhidrogének képződését eredményezi, amelyek a természetes viszonyok között létrejöttekhez hasonlók.

A víz nélkül, nyitott rendszerben a nem-izoterm pirolízist (RE) Rock-Eval-készülékkel végzik állandó felfűtési sebesség mellett. A vizsgálandó kőzetet előzetesen extrahálják szerves oldószerrel annak érdekében, hogy a már jelen lévő szénhidrogéneket eltávolítsák. Ekkor a vivőgáz (hélium) áramában 300 °C felett csak a kerogén bomlásából származó szénhidrogének jelentkeznek 300–600 °C tartományban, amelyeknek koncentrációja a pirolízis-hőmérséklet növekedése során egy S2 elnevezésű, maximummal rendelkező görbét ad. Ezt a kísérleti görbét közelítik meg számításokkal oly módon, hogy rögzített értékű, 10^{12}–10^{14} sec^{-1} nagyságrendű frekvenciatényező mellett próbálgatással megállapítják azt az aktiválási energiát, amelynek alkalmazásával a kísérleti és a számított S2 görbe a legjobb egyezést mutatja (UNGERER 1984, ESPITALIÉ et al. 1988) . A számítások gyors végrehajtására a Lawrence Livermore Kinetics (LLNL) program használható. A legtöbb esetben egyetlen aktiválási energia is kielégítő egyezést eredményez. Bizonyos esetekben azonban lehetséges, hogy az aktiválási energiák eloszlását szükséges alkalmazni. Ajánlják elvégezni a pirolízist különböző, 1–50 °C/perc tartományban lévő felfűtési sebességekkel, de bizonyítható volt, hogy az egyetlen felfűtési sebességgel végrehajtott pirolízis eredménye nem különbözik lényegesen a több felfűtési sebességgel végrehajtottak eredményeitől (PETERS et al. 2015). A vizes pirolízissel ellentétben a víz nélküli Rock-Eval-pirolízis folyamán képződött szénhidrogének között telítetlen szénhidrogének is vannak, amelyek a pirolízistermékekből készült gázkromatogramokon kettős csúcsok formájában mutatkoznak. A normál-alkán mellett közvetlenül az ugyanakkora szénatomszánú telítetlen alkén jelentkezik.

A vizes és a víz nélküli pirolízis módszerek eredményeinek összehasonlítása

A vizes (VP) és a víz nélküli (RE) pirolízis eredményeinek összehasonlítására azok a vizsgálatok alkalmasak, amelyeket ugyanazon képződmény mintáin végeztek mindkét módszerrel. A vizes pirolízis a kerogén kéntartalmától függően egymástól eltérő kinetikai konstansokat (E, A) eredményez (LEWAN & RUBLE 2002). A kéntartalom növekedésével az aktiválási energia csökken (HUNT et al. 1991). Az 5% szerves ként tartalmazó kerogén esetében az aktiválási energia 52 kcal/mol, 11% esetén, amely a Monterey-kerogénre vonatkozik, jóval kisebb, 34 kcal/mol. Meg kell jegyeznem, hogy a kerogén kéntartalma helyett jobb lett volna a kerogén szerves kén–szén atomarányát közölni. A Kösseni Formáció kerogénjének kéntartalma a Rezi–1 fúrásban eléri a 6–10% értéket (VETŐ et al. 2000). A víz nélküli pirolízis esetében nincs számottevő különbség a kerogén típusai között, és a kerogén kéntartalmával sem mutatható ki összefüggés. A kénben gazdag, IIS típusú kerogén átalakulását a víz nélküli pirolízis módszerrel végrehajtott mérések alábecsülik, mert nagyobb aktiválási energiát eredményeznek, mint a vizes pirolízissel végrehajtottak.

A kénben gazdag, IIS típusú kerogénnel rendelkező Monterey Márga Formációból származó kőzet vizes pirolízisével (VP) meghatározott kinetikai konstansok a következők (LEWAN 1989): E 34,3 kcal/mol, ln A 48 mév^{-1}. A Monterey Fm. felszíni kibúvásából származó kőzet víz nélküli pirolízisének S2 kísérleti görbéjét 42–56 kcal/mol intervallumban lévő aktiválási energia eloszlással közelítették meg, a frekvenciatényező $1{,}2\times10^{12}$ – $2{,}7\times10^{13}$ sec^{-1} intervallumú volt (JARVIE 1991). A következőkben sorra kerülő számítások megkönnyítése céljából az aktiválási energia eloszlásában szereplő hányadok alkalmazásával kiszámítottam az aktiválási energia súlyozott átlagát, amely 50 kcal/mol értékűnek adódott. A frekvencia tényezőt 10^{13} sec^{-1} értékűnek vettem, ami megfelel ln A 61 mév^{-1} értéknek.

A (4) egyenlet segítségével kiszámítottam mindkét pirolízis esetében a reakciósebességi állandót 45 °C-on ($k_{45°C}$) az előzőekben említett kinetikai konstansok alkalmazásával.

módszer	E (kcal/mol)	ln A (mév^{-1})	$k_{45°C}$ (mév^{-1})
VP	34,3	48	2×10^{-3}
RE	50,0	61	2×10^{-8}

Látható, hogy a vizes pirolízis reakciósebességi állandója 5 nagyságrenddel nagyobb, mint ugyanazon hőmérsékleten a víz nélkülié. Az, hogy a vizes pirolízis reakciósebességi állandója ilyen nagy a víz nélkülihez képest, a víz jelenlétének tulajdonítható.

A víz feltételezett szerepe

A vonatkozó szakirodalomban nem találtam arra utalást, hogy a víz milyen módon hat a kerogén termikus átalakulására. Véleményem szerint a víz hatása annak következménye lehet, hogy a víz poláris molekula, amelyben a pozitív és a negatív elektromos töltés súlypontja nem esik egybe. Ezt az alábbi módon lehet szemléltetni:

$$\begin{array}{ccccc} & & \delta- & & \\ \delta+ & H & -O- & H & \delta+ \end{array}$$

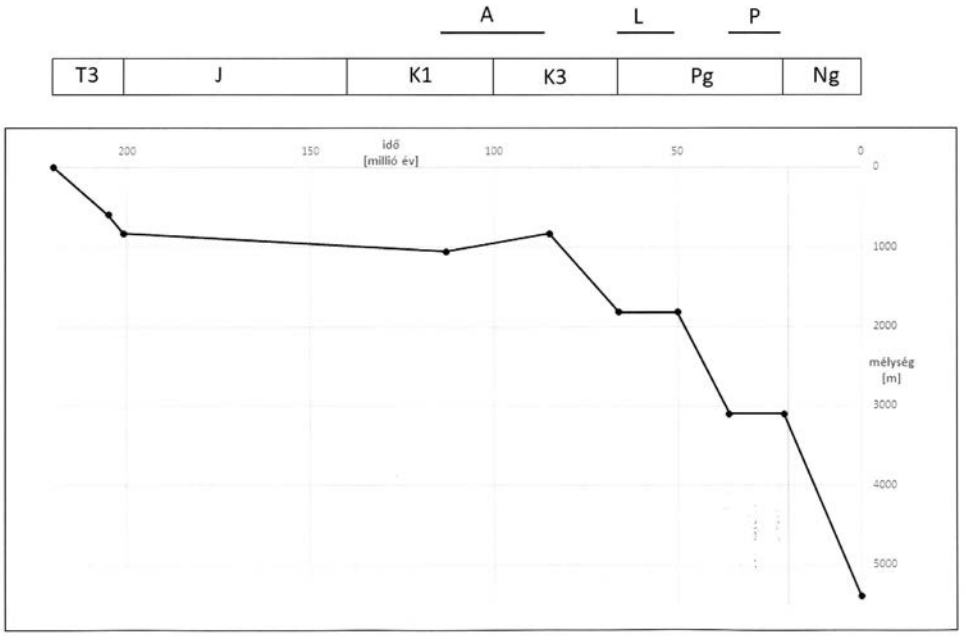
Az oxigénatom részlegesen negatív, a hidrogénatomok részlegesen pozitív töltésűek a vízmolekulán belül.

A poláris molekula létrejötte a molekulán belül az egymáshoz kapcsolódó atomok eltérő elektronegativitásának következménye. Az elektronegativitás annak az erőnek a mértéke, amellyel a molekulában lévő atom a kovalens kötést létesítő elektronokat magához vonzza. Az atomok elektronegativitása kiszámítható vegyületeik képződési hőjéből. PAULING szerint a hidrogén elektronegativitása a képződési hőből számítottan 2,1 kcal/mol, az oxigéné ennél jóval nagyobb, 3,5 kcal/mol (*Természettudományi lexikon*, 2. kötet, 286. o.). A víz – poláris molekula lévén – a kerogénben lévő kötések elektronrendszerét befolyásolja, és ezáltal a kötés felszakításához szükséges aktiválási energiát csökkenti, ami a reakciósebességi állandót megnöveli. A szén-szén kötések elektronrendszere szimmetrikus, a poláris vízmolekulák nem tudják lényeges mértékben befolyásolni a szén–szén kötések elektronrendszerét, így a hőbomlást sem könnyítik meg: a vizes és a víz nélküli pirolízis eredményeiből meghatározott kinetikai konstansok lényegesen nem különböznek. A szén–kén kötések esetében az elektronrendszer nem szimmetrikus, a kén nagy elektronegativitása miatt a kénatom körül egy relatíve negatív pólus alakul ki. A poláris vízmolekulák így a szén–kén kötés elektronrendszerét tovább torzítják, ami azt eredményezi, hogy a szén–kén kötések könnyebben felbomlanak. Így a vizes pirolízis eredményeiből meghatározott kinetikai konstansok ugyanazon hőmérsékleten nagyobb reakciósebességi állandóhoz vezetnek.

A Kösseni Formáció termikus átalakulásának modellszámításai a vizes (VP) és a víz nélküli (RE) pirolízissel meghatározott kinetikai konstansokkal

Az olaj–anyakőzet korreláció eredményei szerint Magyarország második legnagyobb készletű olaj-előfordulását, a Nagylengyel olajmező szénhidrogénjeit a Kösseni Fm. generálta (KONCZ 1990, 2016; CLAYTON & KONCZ 1994). A Rezi–1 fúrásban 200–254 m mélységben a Kösseni Fm. szerves kén–szén atomaránya a 0,04 értéket meghaladja, ezért IIS típusú kerogént tartalmaz (KONCZ 2021). A szintén IIS típusú kerogént tartalmazó Monterey Formációban a szerves kén–szén atomarány 0,044 (ORR 1986, BASKIN & PETERS 1992). A Rezi–1 fúrásban a Kösseni Fm. 200 méternél mélyebben fekvő, alsó része kitűnő anyakőzet: szénhidrogénpotenciálja, a Rock-Eval-készülékkel meghatározott S2 átlagértéke 50 kg/tonna kőzet, hidrogénindex-átlaga 700 mg CH/g TOC. és TOC átlaga 7% (KONCZ 2021).

Modellszámításokat végeztem a Kösseni Fm. kerogénje termikus átalakulási folyamatának megismerése céljából. A



1. ábra. A Kösseni Formáció feküjének eltemetődési története (T3 – felső triász, J – jura, K1 – alsó kréta, K3 – felső kréta, Pg – paleogén, Ng – neogén, A – ausztriai orogén esemény, L – larámi orogén esemény, P – pireneusi orogén esemény)

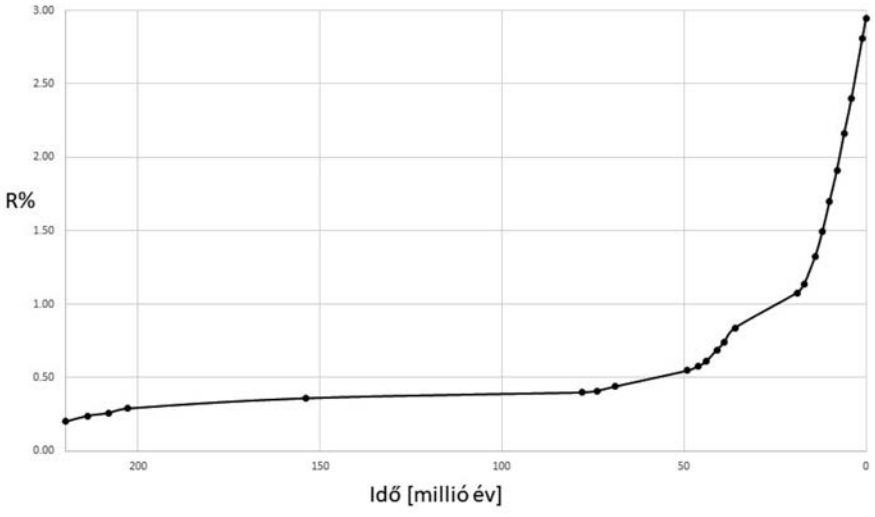
Figure 1. *Burial history of the bottom of Kössen Formation (T3 - Upper Triassic, J - Jurassic, K1 - Lower Cretaceous, K3 - Upper Cretaceous, P - Paleogene, Ng - Neogene, A - Austrian orogenic event, L - Laramide orogenic event, P - Pyrenean orogenic event)*

formáció feküjének feltételezett eltemetődési történetét a Bak–Nova-árok helyzetében vizsgáltam (CLAYTON & KONCZ 1994, KONCZ 2021). A Kösseni Fm. ugyanis itt éri el a legnagyobb eltemetődési mélységet. A feltételezett eltemetődési történetet az *1. ábra* szemlélteti. A 830 m vastagnak feltételezett Kösseni Fm. feküje a feltételezés szerint jelenleg 5390 m mélységben lehet. A kréta időszakban lezajlott ausztriai orogén esemény (113–85 millió év) során a 230 m vastagságú jura és alsó kréta képződmények teljes mértékben erodálódtak, így a rétegsorban a triászra közvetlenül a felső kréta üledékek települtek. A paleogén időszak kezdetén történt larámi (66–50 millió év) és a paleogén időszak végén lezajlott pireneusi (36–21 millió év) orogén események során csak üledékképződési szünetet feltételeztem. A neogén és az ennél fiatalabb üledékek vastagságát 2290 méternek vettem.

Feltételeztem, hogy a földtörténeti régmúltban is a jelenlegi, 42 °C/km geotermikus gradiens volt jellemző, továbbá a felszíni hőmérséklet 10 °C volt. A jelenlegi geotermikus gradiens alkalmazására azért került sor, mert nem találtam a vizsgált területre vonatkozó hőáramadatokat a neogén előtti időszakra nézve. A termikus átalakulásokat 10 °C-os izoterm lépcsőkben számítottam, ami a hozzátartozó vastagságot tekintve 238 métert jelent. A reakciókinetikai számításokban a 10 °C fokos izoterm-szakaszokhoz tartozó hőmérsékletként az aktuális hőmérséklet-intervallum középértékét használtam: például 10 és 20 °C közöttinél 15°C-ot stb. A 10 °C-os, izotermnek tekintett szakaszokban a reakciósebességi állandót a (4) egyenlettel számítottam. Az izoterm-szakaszokhoz tartozó időt, amely szükséges volt a termikus átalakulás (1) egyenlet szerinti számításához, a mélység-földtani idő összefüggésből, az eltemetődési történetből nyertem.

A kerogént ért termikus hatás megismerése céljából 10 °C fokonként kiszámítottam a vitrinitreflexió értékét a Kösseni Fm. feküjére vonatkozóan az EASY%Ro-módszerrel (SWEENEY & BURNHAM 1990). A számított vitrinitreflexió és a földtani idő (millió év) kapcsolatát a *2. ábra* szemlélteti. A számítások szerint a Kösseni Fm. feküjét jelen időszakban 2,95% értékű vitrinitreflexió jellemzi. A kőolajképződés fő fázisának tekintett 0,6–1,3% vitrinitreflexió-tartomány földtani időtartománya 44–14 millió év, az eocéntől a neogén időszakig terjedő. A 2% feletti vitrinitreflexió-tartományt 6 millió éve érte el. A modellszámítások helyességét, az alkalmazott modell alkalmasságát a termikus folyamatok leírására oly módon lehet megállapítani, hogy a modellel számított vitrinitreflexiót összehasonlítjuk a mért vitrinitreflexióval. A mért vitrinitreflexió 2500 m mélységben 0,60%, a számított vitrinitreflexió 2460 m mélységben (43 millió évnél) 0,64%. A mért vitrinitreflexió 3000 méter mélységben 0,80–1,00%, a számított vitrinitreflexió 3009 m mélységben (37 millió évnél) 0,80% (CLAYTON & KONCZ 1994). A közölt adatokból látható, hogy a számított vitrinitreflexió értékei jól megközelítik a mért értékeket.

A Monterey Fm. kerogénjére vonatkozóan rendelkezésre állnak a vizes pirolízissel (VP) meghatározott kinetikai konstansok (E 34,3 kcal/mol, ln A 48 mév^{-1}), továbbá a víz nélküli pirolízissel (RE) mértek (E 50 kcal/mol, ln A 61 mév^{-1}). A szerves kén–szén atomarány hasonlósága alapján indokolt az említett kinetikai állandók alkalmazása a Kösseni Formációra. A *3. ábra* szemlélteti a mindkét pirolízis módszerrel kapott TR-értékeket a Kösseni Fm. feküjére vonatkozó vitrinitreflexió függvényében. Látható, hogy a vizes pirolízisnek megfelelő TR-tartomány (0,04–0,99) 0,36–0,42% vitrinitreflexió-tartományban jelentkezik. A víz nélküli pi-

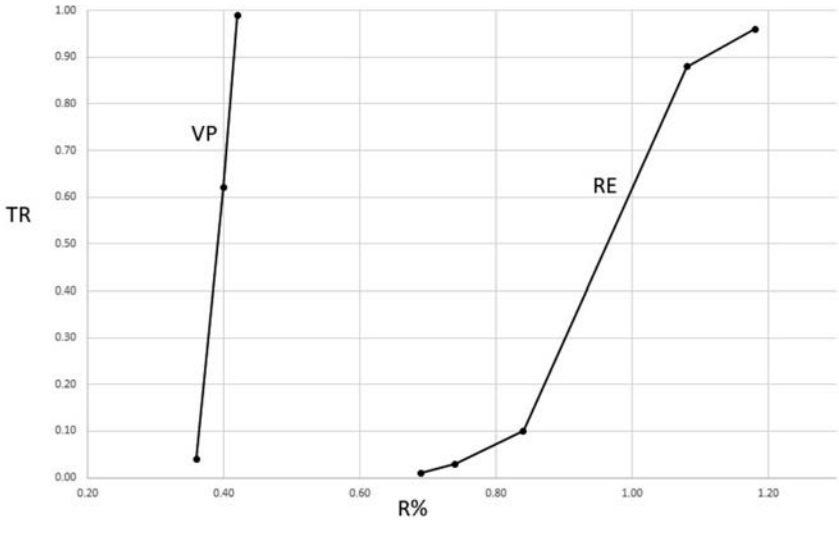


2. ábra. Vitrinitreflexió (R%) – idő (millió év) összefüggés

Figure 2. *Vitrinite reflectance (R%) versus time (million years) relationship*

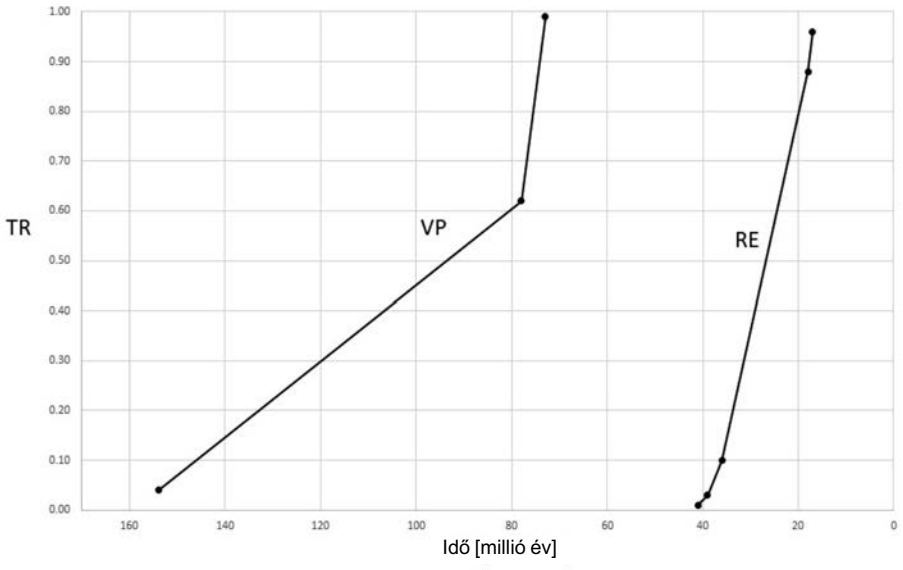
rolízisnek megfelelő TR-tartományhoz (0,01–0,96) 0,69–1,18% vitrinitreflexió-tartomány tartozik. Megállapítható, hogy a Kösseni Fm. kénben dús, IIS típusú kerogénje tulajdonságainak a vizes pirolízis kinetikai konstansaival számított átalakulási arányok felelnek meg: a IIS típusú kerogén esetében az olajképződés megindulása 0,3% vitrinitreflexiónál már bekövetkezik (BASKIN & PETERS 1992). A *4. ábra* szemlélteti a mindkét pirolízis módszerrel kapott átalakulási arányokat a földtani idő (mév) függvényében. Látható, hogy a vizes pirolízis kinetikai állandóval számított 0,04–0,99 átalakulási arány 154–73 millió évnek felel meg: eszerint a termikus átalakulások a jura – alsó kréta – felső kréta időszakban mentek végbe. A víz nélküli pirolízis kinetikai konstansaival számított 0,01–0,96 átalakulási arány 41–17 millió év intervallumban alakult ki, ami a paleogén–neogén időszaknak felel meg. Az *5. ábra* az átalakulási arány és a Kösseni Fm. feküjének mélysége közötti kapcsolatot mutatja be. A vizes pirolízis kinetikai konstansaival számított 0,04–0,99 tartományú átalakulási arányoknak 953–1455 m eltemetődési mélység, a víz nélküli pirolízis kinetikai állandóval számított 0,01–0,96 tartományú átalakulási arányoknak viszont 2643–3536 m eltemetődési mélység felel meg. A vizes és a víz nélküli pirolízis átalakulási arány tartományainak 50–70 °C, illetve 120–160 °C hőmérséklet-tartományok felelnek meg.

Összefoglalva megállapítható, hogy a kénben dús kerogén esetében, mint amilyen a Kösseni Fm. kerogénje, a vizes pirolízissel meghatározott kinetikai állandókkal végzett modellszámítások adhatnak csak a valósághoz közeli képet a kerogén termikus átalakulására vonatkozóan. A kerogén hőbomlása természetes viszonyok között víz jelenlétében megy végbe, ezért a vizes pirolízis áll közel a természetes viszonyokhoz. A víz nélküli pirolízis a természetes körülményeket éppen a víz hiánya miatt nélkülözi.



3. ábra. Átalakulási arány (TR) – vitrinitreflexió (R%) összefüggés (VP – vizes pirolízis, RE – víz nélküli pirolízis)

Figure 3. *Transformation ratio (TR) versus vitrinite reflectance (R%) relationship (VP – hydrous pyrolysis, RE – anhydrous pyrolysis)*



4. ábra. Átalakulási arány (TR) – idő (millió év) összefüggés (VP – vizes pirolízis, RE – víz nélküli pirolízis)

Figure 4. *Transformation ratio (TR) versus time (million years) relationship (VP - hydrous pyrolysis, RE - anhydrous pyrolysis)*

Következtetések

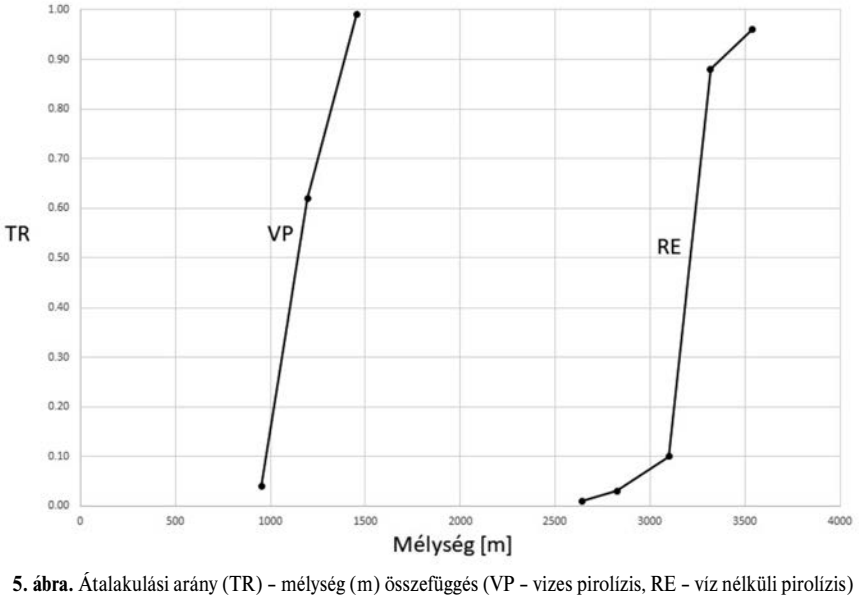
A vizes és a víz nélküli pirolízissel ugyanazon képződmény mintáin meghatározott kinetikai konstansok összehasonlítása és a Kösseni Fm. kerogénjének termikus átalakulásával kapcsolatos modellszámításaim eredményei a következő megállapításokra vezettek:

1) A két különböző módszerrel kapott kinetikai állandók a kénben dús, IIS típusú kerogén esetében lényegesen különböznek. A vizes pirolízissel meghatározott kinetikai állandókból számított reakciósebességi állandó ugyanazon hőmérsékleten jóval nagyobb, mint a víz nélküli pirolízissel meghatározott kinetikai állandókból számított reakciósebességi állandó.

2) Modellszámításaim eredményei szerint a IIS típusú kerogént tartalmazó Kösseni Fm. termikus átalakulása már alacsonyabb termikus érettség esetén is jóval nagyobb mértékű, ha a vizes pirolízisből kapott kinetikai állandókkal számoltam, mint amelyet a víz nélküli pirolízisből származó kinetikai konstansok alkalmazásával nyertem.

3) Elképzelésem szerint a poláris molekulákból álló víz szerepe abban mutatkozik meg, hogy – különösen a IIS típusú kerogén esetében – a szén–kén kötések felszakításához szükséges aktiválási energiát csökkenti, és ezzel megnöveli a reakciósebességet.

4) A medencemodellezés eredményei csak akkor helytállóak, ha az adott kerogénnek megfelelő kinetikai állandókat alkalmazzuk.



5. ábra. Átalakulási arány (TR) – mélység (m) összefüggés (VP – vizes pirolízis, RE – víz nélküli pirolízis)

Figure 5. *Transformation ratio (TR) versus depth (m) relationship (VP - hydrous pyrolysis, RE - anhydrous pyrolysis)*

Irodalom – References

BASKIN, D. K. & PETERS, K. E. 1992: Early Generation Characteristics of a Sulfur-Rich Monterey Kerogen. – *AAPG Bulletin* **76**, 1–13. https://doi.org/10.1306/bdff874a-1718-11d7-8645000102c1865d

CLAYTON, J. L. & KONCZ, I. 1994: Petroleum Geochemistry of the Zala basin, Hungary. – *AAPG Bulletin* **78/1**, 1–22. https://doi.org/10.1306/bdff9000-1718-11d7-8645000102c1865d

COMER, J. B. 1992: Thermal Alteration. – *The Society for Sedimentary Geology (SEPM), Geochemistry of Organic Matter in Sediments and sedimentary rocks (SC2).* https://doi.org/10.2110/scn.92.27.0073

ESPITALIÉ, J., UNGERER, P. & IRWIN, I. 1988: Primary cracking of kerogens. Experimenting and modeling C_1, C_2-C_5, C_6-C_{15} and C_{15+} classes of hydrocarbons formed. – *Organic Geochemistry* **13**, 893–899. https://doi.org/10.1016/0146-6380(88)90243-4

HUNT, J. M., LEWAN, M. D. & HENNET, J. C. 1991: Modeling Oil Generation with Time-Temperature Index Graphs Based on the Arrhenius Equation. – *AAPG Bulletin* **75/4**, 795–807. https://doi.org/10.1306/0c9b2853-1710-11d7-8645000102c1865d

JARVIE, D. M. 1991: Factors affecting Rock-Eval kinetic parameters. – *Chemical Geology* **93**, 79–99. https://doi.org/10.1016/0009-2541(91)90065-y

KONCZ I. 1990: Nagylengyel és környéke kőolaj-előfordulásainak eredete. – *Általános Földtani Szemle* **25**, 55–82.

KONCZ I. 2016: A nagylengyeli nehézolaj triász eredetének bizonyítékai. – *Bányászati és Kohászati lapok – Bányászat – Kőolaj és Földgáz* **149/5–6**, 2–5.

KONCZ I. 2021: Anyakőzet-tulajdonságok és termikus átalakulások a Kösseni Formációban. – *Földtani Közlöny* **151/2**, 201–211. https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2021.151.2.201

LEWAN, M. D. 1985: Evaluation of petroleum generation by hydrous pyrolysis experimentation. – *Philosophical Transactions* of the *Royal* Society **315**, 123–134. https://doi.org/10.1098/rsta.1985.0033

LEWAN, M. D. 1989: Hydrous pyrolysis study of oil and tar generation from Monterey shale containing high sulfur kerogen. – *American Chemical Society National Meeting Symposium on Geochemistry.*

LEWAN, M. D. 1994: Assessing Natural Oil Expulsion from Source Rocks by Laboratory Pyrolysis. – In: MAGOON, L. B. & DOW, W. G. (eds): *The Petroleum system – from source to trap. AAPG Memoir* **60**, 201–210. https://doi.org/10.1306/m60585c11

LEWAN, M. D. 1997: Experiments on the role of water in petroleum formation. – *Geochimica et Cosmochimica Acta* **61**, 3691–3723. https://doi.org/10.1016/s0016-7037(97)00176-2

LEWAN, M. D. & RUBLE, T. E. 2002: Comparison of petroleum generation kinetics by isothermal hydrous and nonisothermal open-system pyrolysis. – *Organic Geochemistry* **33**, 1457–1475. https://doi.org/10.1016/s0146-6380(02)00182-1

ORR, W. L. 1986: Kerogen/asphaltene/sulfur relationships in sulfur-rich Monterey oils. – *Organic Geochemistry* **10**, 499–516. https://doi.org/10.1016/0146-6380(86)90049-5

PETERS, K. E., BURNHAM, A. K. & WALTERS, C. C. 2015: Petroleum generation kinetics: Single versus multiple heating-ramp open-system pyrolysis. – *AAPG Bulletin* **99/4**, 591–616. https://doi.org/10.1306/11141414080

SWEENEY, J. J. & BURNHAM, A. K. 1990: Evaluation of a simple model of vitrinite reflectance based on chemical kinetics. – *AAPG Bulletin* **74/10**, 1559–1570. https://doi.org/10.1306/0c9b251f-1710-11d7-8645000102c1865d

UNGERER, P. 1984: Models of petroleum formation: how to take into account geology and chemical kinetics. – In: DURAND, B. (ed.): *Thermal Phenomena in Sedimentary Basins.* Technip, Paris, 235–246.

VETŐ, I., HETÉNYI, M., HÁMOR-VIDÓ, M., HUFNAGEL, H. & HAAS, J. 2000: Anaerobic degradation of organic matter controlled by productivity variation in a restricted basin. – *Organic Geochemistry* **31**, 439–452. https://doi.org/10.1016/s0146-6380(00)00011

Kézirat beérkezett: 2024. 02. 15.

Magyarhoni Földtani Társulat
Földtani Közlöny
Hungarian Geological Society

155/1, 61–72., Budapest, 2025

DOI: 10.23928/foldt.kozl.2025.155.1.61

Survey of students' attitudes towards natural assets in relation to museum and field activities at the Kozárd geological section

CSÁKINÉ DOBOS, Laura[1]; HÍR, János[2]; KOLLARICS, Tímea[3]; BERKI, Imre[4]; HOSCHEK, Mónika[5]

[1]Soproni Egyetem Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola, csakinedoboslaura@gmail.com, 0009-0009-8208-2129
[2]Pásztói Múzeum, hirjanos@gmail.com, 0000-0002-7733-7133
[3]Soproni Egyetem Benedek Elek Pedagógiai Kar, kollarics.timea@uni-sopron.hu, 0009-0001-1723-3148
[4]Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar, berki.imre@uni-sopron.hu, 0000-0002-0858-1327
[5]Soproni Egyetem Lámfalussy Sándor Közgazdaságtudományi Kar, hoschek.monika@uni-sopron.hu, 0009-0007-3329-8383

Tanulók attitűdvizsgálata a természeti értékekre vonatkozóan a kozárdi geológiai szelvény múzeumi és terepi foglalkozásaihoz kapcsolódóan

Összefoglalás

Tanulmányunk célja az általános iskolai tanulók attitűdvizsgálata a kozárdi geológiai szelvényhez kapcsolódó múzeumi és terepi foglalkozások kapcsán. A vizsgálatok során az egyik tanulói csoport múzeumi és terepi foglalkozáson is részt vett, egy másik csoport csak terepen járt, míg egy hasonló létszámú kontrollcsoport egyik programon sem vett részt. A kutatásban vizsgálni kívántuk a tanulók élő és élettelen természeti értékek iránti hozzáállását, attitűdjét gondolati térkép és Likert-skála segítségével. Az eredmények azt mutatják, hogy a legnagyobb attitűdváltozás akkor következett be, amikor a terepi foglalkozást múzeumi program is kiegészítette.

Tárgyszavak: szarmata kor, ősmaradvány, Kozárd, környezeti nevelés, múzeumpedagógia, terepi foglalkozás

Abstract

The aim of our study is to investigate the attitudes of elementary school students as a result of museum and field activities at the Kozárd geological section. During the study, one group of students participated in both museum and field sessions, another group only visited the field site, and the control group of a similar number of students did not participate in either of the two programs. In this study, we investigated the students' approach and attitude towards living and non-living natural assets with the help of mind maps and the application of the Likert scale. The results show that the biggest change in attitude occurred when the field work was supplemented by a museum program.

Keywords: Sarmatian age, fossil record, Kozárd, environmental education, museum pedagogy, fieldwork

Introduction

Research goals, hypotheses, location of the survey

ELEKES (2012) investigated whether functional knowledge that leads to the protection of nature can be developed in children through planned education in museum pedagogy. Her research confirmed that through conscious education, children can develop the mental structure necessary to deal with environmental problems. In the framework of our doctoral research, we examined the role of museums in the development of environmentally conscious behavior. A portion of the surveys were conducted at the Pásztó Museum as a permanent location. The purpose of this survey was to measure the attitude towards natural assets among elementary school students (students in fourth- and sixth-grade classes) in connection with a museum or a field activity. In this study, we examined the students' attitudes towards living and non-living natural assets, as well as the changes in attitudes resulting from these sessions. According to our hypothesis, the attitude of the students participating in both the museum and the field activities will change in a more positive direction, compared to those only encountering our non-living assets during the field practice. According to our second hypothesis, the children participating in the sessions have a more positive environmental attitude than the students who did not participate in these activities.

The location of the student field sessions was the Kozárd geological section, and the museum sessions took place at the permanent exhibition of the Pásztó Museum entitled "The Message of Millions of Years in Nógrád". The Miocene paleontological documentation of the Nógrád region is well represented in this collection of the Pásztó Museum, which isa thematic natural science museum.

Geological background – the Kozárd section

In Nógrád county, north of the village of Kozárd, an outcrop on the east side of the road connecting the settlement with the Nagymezőpuszta reveals formations of Sarmatian age with a thickness of 3–4 m along a length of 300 m (*Figures 1, 2*).

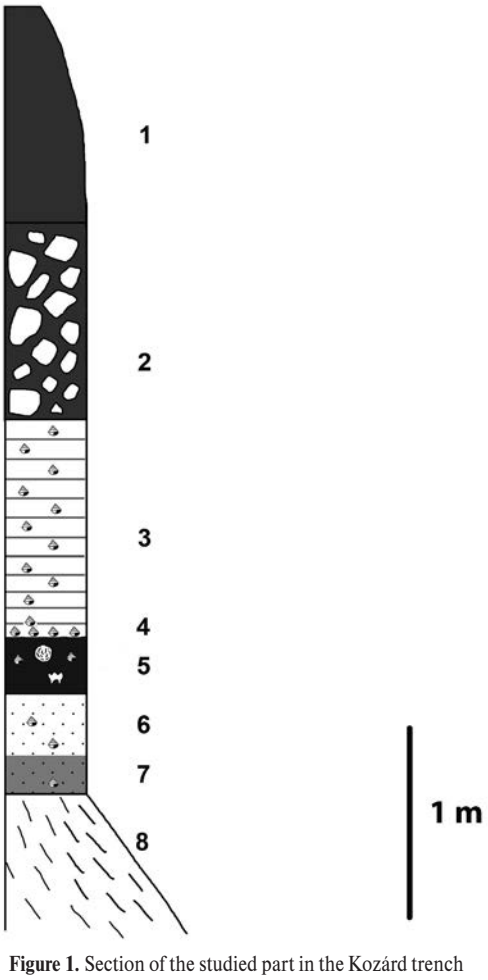


Figure 1. Section of the studied part in the Kozárd trench
1: recent soil, 2: debris, 3: greenish-grey sandy marl containing mollusc shells, 4: yellow sand containing abundant mollusc shells (lumachelle), 5: dark gray organic rich diatomaceous silt containing mollusc shells, *Celtis* seeds and vertebrate fragments, 6: grey sand containing mollusc shells, 7: reddish sand containing mollusc shells, 8: colluvium

1. ábra. *A kozárdi árok vizsgált szakaszának szelvénye*
1: jelenkori talaj, 2: lejtőüledék, 3: zöldesszürke, homokos márga, mely puhatestűhéjakat tartalmaz, 4: sárga homok, mely különösen gazdag puhatestűhéjakban (lumasella), 5: sötétszürke, szerves anyagban gazdag, diatomás silt, mely puhatestűhéjakat, Celtis*-magvakat és gerincesmaradványokat tartalmaz, 6: szürke homok puhatestűhéjakkal, 7: vörös homok puhatestűhéjakkal, 8: lejtőtörmelék*

The layers of sandy marl, organic rich diatomaceous siltstone and sandstones contain an extraordinary abundance of mollusc shells. The mass of mollusc shells forms lumachella in some of the strata.

NOSZKY (1912) was the first to study the geology of the Kozárd area. The first description of the mollusc remains of the localities in the village is attributed to BOKOR (1941); however, he only provided faunal lists. BODA (1959, 1971, 1972) provided a detailed description, as well as stratigraphical and paleoecological interpretation of the fossil assemblage.

Based on the biostratigraphic position of the mollusc fauna, BODA (1974) divided the section into the lower "Kozárd" and upper "Tinnye" substages of the Sarmatian. The Kozárd trench was designated as the stratotype section of the upper Sarmatian "Kozárd substage". This stratigraphical subdivision is not widespread in the international literature. Later, lithostratigraphic units were introduced using the same names (HÁMOR 1985): the Kozárd Formation name is used for rocks formed in offshore environments, and the Tinnye Formation name is used for the sediments deposited in nearshore environments. HÁMOR (1985) designated the studied locality as the type section of the Kozárd Formation. The section was cleaned and excavated, and the Kozárd Ko–1 borehole was deepened at the southern end. The problem of the lithostratigraphic definition of the Kozárd section was recently discussed by SELMECZY & FODOR (2023).

The foraminifera fauna was first studied by HÁMOR (1985). Later, the lower section of the strata was re-examined by HÍR et al. (2016). She drew the following conclusions from the microfauna: based on the foraminifera *Elphidium reginum*, and the index fossils *Aurila mehesi* and *Cytheridea*, the age of the studied sediments is the lower Sarmatian *Elphidium reginum* zone *(Figure 3)*.

A brackish shallow marine depositional environment was reconstructed for the Kozárd section by BODA (1974). Based on current analogues (HARTMANN 1975, LACHENAL 1989), the ostracod community indicates a well-ventilated shallow marine environment between the wave base and the storm base, where the water depth was less than 80 m. The substrate was covered with rich algal vegetation (HÍR et al. 2016). In 2014, vertebrate remains were found in a 15-cm-thick organic rich diatomaceous silt level of the section.

In addition to the typical Sarmatian fossils related to restricted marine environment, the intensely sampled organic rich level contains shells of freshwater, and terrestrial gastropods, and a mass of *Celtis* seeds. The rodent finds can be classified in the MN 7+8 zone of the Neogene terrestrial biochronology. According to STEININGER (1999), the MN 7+8 zone is can be correlated with the uppermost part of the Badenian Stage and the Sarmatian Stage in the Central Paratethys. The herpetofauna indicates a dry, bushy environment (*Pelobates* sp., *Bufotes* cf. *viridis*, *Pseudopus* sp., Lacertidae indet., Colubridae indet.). Among the rodents, there are elements of the forest. Squirrels: *Spermophilinus bredai*, flying squirrels: *Albanensia albanensis*, glirids: *Muscardinus* cf. *sansaniensis*, *Myoglis meini*, also. However, most of the finds were provided by a hamster *"Cricetodon"* cf. *klarian-*

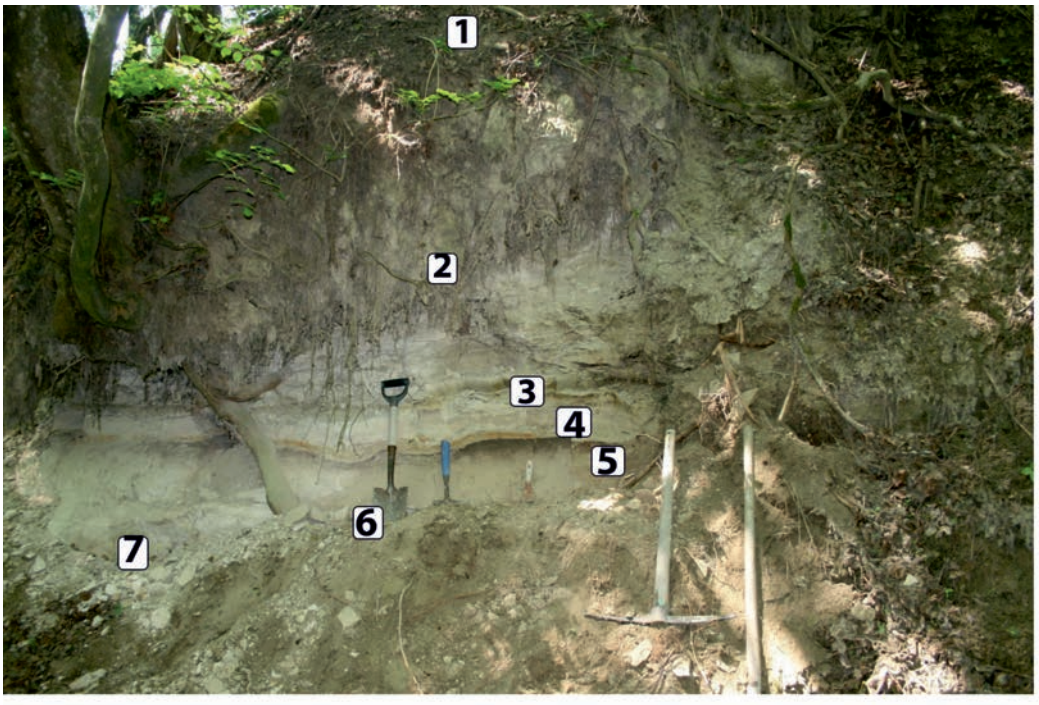


Figure 2. Photo of the studied section. Numbering is identical to *Fig. 1*

2. ábra. *A vizsgált szelvény fotója. A rétegszámozás azonos az* 1. ábrá*val*

kae, which has a semihypsodont dental crown. The *Cricetodon* genus is assumed to also have preferred a dry, warm climate (De Bruijn & Ünay 1996, Daxner-Höck 2003). Other rodent species point to a humid environment: *Megacricetodon minor-minutus* gr., *Democricetodon* sp., *Anomalomys gudryi.*

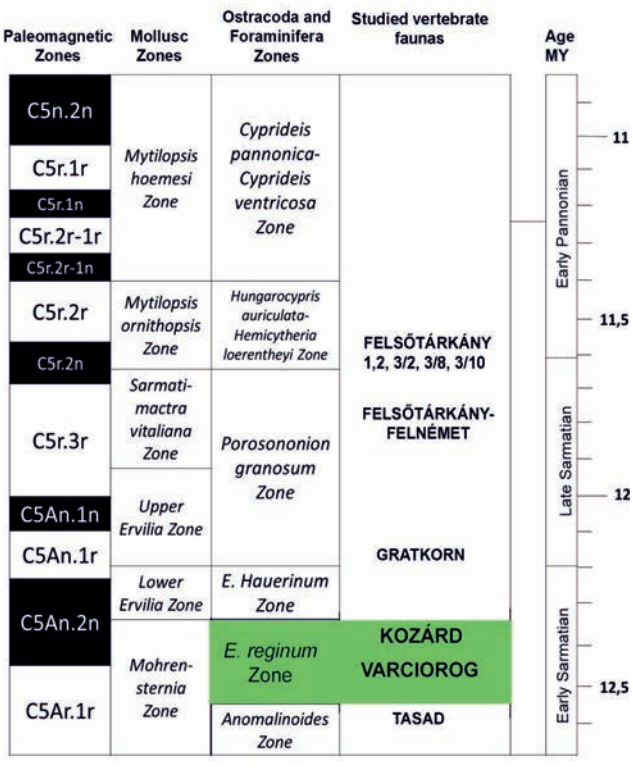


Figure 3. The chronologic position of the Kozárd vertebrate fauna related to other studied vertebrate localities in the Pannonian Basin

3. ábra. *A kozárdi gerinces fauna kronológiai helyzete a Pannon-medence többi gerinceslelőhelyéhez viszonyítva*

Shaping of Attitude: environmental and museum pedagogical background

Attitude is a social-psychological concept describing orientation and setup of thinking (Molnár 2009). During interactions, attitudes determine the personality in intellectual, emotional, and behavioural areas (Major 2012). According to the three-dimensional attitude model, attitude is the three-dimensional construct of the evaluation of the object (affective), opinion related to the object (cognitive), and behavioural intentions or behaviour (conative) (Kohler 2001). Developing the right attitude towards the environment is one of the main goals of education; it has an impact on the behaviour system of the personality (Lükő 2003, Major 2012). According to the knowledge–attitude–behaviour model, environmental knowledge results in a positive environmental attitude, and a positive environmental attitude results in environmentally conscious behaviour (Major 2012). However, the structure of environmental consciousness is much more complex than can be explained by a three-dimensional attitude model (Kohler 2001). In the process of environmental education, the transfer of basic knowledge is a condition, but our goal is to shape setups, attitudes, and emotional approaches (Lehoczky 1998). The interpretation of the components of the attitude, the possibilities of its development and formation, and the methods of measuring it are extremely complicated and can be approached from sev-

eral directions. Due to this complexity, a detailed description of every approach is beyond the scope of this study, and here we only provide a brief summary to aid our interpretations. If we develop the appropriate environmentally aware attitude of students as soon as possible, they can become adults who protect the values of nature (KÓNYA 2019). Students' beliefs, emotions, and experiences play a decisive role in terms of their attitudes towards natural sciences (DOBA & SZÁNTÓNÉ 2019).

A museum can be an important factor in environmental education (FODOR 2015), since one of the basic missions of a museum is to create a connection between science, heritage, and society (BOUDJEMA 2019). Museum institutions offer a variety of environmental media (FORTIN-DEBART 1999). In addition to exhibitions, museums can also make their programs more engaging with interactive tools and activities, and both of which can help shape a museum visitor's view of nature and the environment (DOMINEK 2021). The environmental education opportunities inherent in natural history museums carry a particularly high potential. Natural history museums keep specimens of protected, endangered or even extinct plants and animals in their scientific collections, that is, they can present priceless assets that would not be possible to get to know and experience up-close anywhere else (VÁSÁRHELYI 1993). The relationship between museums and environmental education is not new. The idea of nature conservation has permeated the research and museum pedagogic activities of natural history museums and museum departments for decades (VÁSÁRHELYI 2012). According to LORD (2007), museum learning is a transformative, affective experience in an informal, voluntary environment in which we develop new attitudes, interests, understandings, beliefs, or values. A museum, therefore, can positively influence not only the lives of local residents, but also those of its visitors, as it can contribute to changing their attitude towards any matter.

The greatest advantage of fieldwork is the long-term proximity to nature (KERÉNYI 1996). A field session facilitates a systematic approach to the environment and the acquisition of complex, activity-based knowledge (KÁRÁSZ 2003). In the development of positive emotional attachment to nature, programs that provide an experience of freedom and discovery are relevant (CSONKA & VARGA 2019). Fieldwork is more informal, versatile, diverse and spectacular than museum work; therefore, it requires more attention and mindful behaviour.

Measurement of attitudes

In the last few decades, many international and national research have been undertaken to measure environmental attitudes, selecting different target groups. Conventional scales were used for the surveys, primarily the CHEAKS scale (LEEMING et al. 1995, GULYÁS & VARGA 2009) and various versions of the so-called NEP scale (New Environmental Paradigm Scale, Modified New Ecological Paradigm Scale) (CSONKA 2019). Non-standardized procedures have also been used by various researchers.

VARGA (2006) showed negative trends in the development of environmental attitudes over time in the case of primary and secondary school students. KÓNYA (2018, 2019) investigated the environmental attitudes of secondary school students attending eco-schools and non-eco-schools. According to his findings, the environmental attitude of high school students is not significantly influenced by the eco-character of the school, and in the case of ninth-grade students, he measured higher attitude values than in higher grades. Only the amount of environmental knowledge has increased over the years. KÖVECSESNÉ (2015) assessed the attitude change of children participating in a forest school program. At the end of the one-week forest school program, a change in the attitude of the students was detectable, but this change was no longer detectable after half a year. When examining the attitudes of university students regarding environmental awareness and sustainability, KÖVECSESNÉ (2020) found that an environmentally conscious approach was important to the respondents. A similar survey was conducted with the participation of secondary school students, student teachers, teachers, young parents and grandparents at the Benedek Elek Faculty of Education of the University of Sopron (KOLLARICS et al. 2020, 2021), where attitudes were considered positive for all target groups. In connection with the week-long themed sustainability program, several authors investigated the environmental attitudes of primary and secondary school students via a large-scale survey. Based on their results, the responding students had a socio-cultural background higher than the national average, and most students declared themselves more environmentally aware than the average; however, most of them are only moderately interested in environmental news (MÓNUS et al. 2022, BERZE et al. 2022). Among the studies related to environmental awareness and sustainability, we also found studies that aimed to assess knowledge about climate change, attitudes towards it, and the willingness to act in an environmentally conscious way considering different target groups (JANKÓ et al. 2018; KOLLARICS, 2021, 2023; WUMAIER et al. 2022). We also found an example of investigating the attitude towards renewable energies (REVÁKNÉ et al. 2019). Among field environmental education activities, PAP (2021) investigated the impact of nomadic camps on the environmental attitudes of primary school students during a small sample study, where half of the responding children felt that they had become much more nature-loving and much respectful towards living beings than before the camp. Among international surveys, JAHNKE (2011) investigated the effects of out-of-school, mobile (carried out by minibus) environmental activities on the participants' attitudes in Germany, involving elementary school students. KOHLER (2001) assessed the effects of forest pedagogy sessions of museums among primary school students, focusing on the changes in the knowledge and attitudes of the participants. SLOTOSCH (2001) investigated changes in knowledge, attitude, and behaviour during forest school programs also in Germany.

Materials and methods

In May 2023, we delivered a lecture to fourth- and a sixth-grade classes about the middle Miocene Sarmatian period at the Pásztó Museum's permanent exhibition *"The message of millions of years in Nógrád" (Figure 4)*, then we visited the Kozárd geological section with the students, where, during a field session, they had a chance to observe what they had heard the previous day about the fauna hidden within Sarmatian limestones.

Figure 4. Activities at the Pásztó Museum
4. ábra. *Foglalkozás a Pásztói Múzeumban*

We took students of a fourth grade and a sixth grade class to the type area of the Kozárd section *(Figure 5)*. These students did not previously participate in a guided tour of the museum.

When choosing the sampling site, we aimed to ensure that its location was fit for the purpose, while the risk of accident was as low as possible. Prior to field work, the students received a description of the area and the assignment, namely that they will be looking for buried and preserved remains of organisms from earlier geological periods, i.e. fossils. Following the presentation of the tools, the rules of field safety and appropriate behaviour, the children searched for fossils by imitating an excavation. When fossils were found, we demonstrated the correct way of extraction. Following this demonstration, the students were eventually able to carry out the excavation independently. The students also received information regarding the appropriate equipment and clothing during field work. During the fieldwork, students and instructors respected the written and unwritten rules of behaviour in nature, that is, the students avoided being noisy, and the participants disturbed the study site only to the most necessary extent.

Figure 5. Students working in the type area of the Kozárd geological section
5. ábra. *Munka a kozárdi geológiai szelvény típusterületén*

A total of 92 students participated in the field and museum sessions. Then, in the second half of the study using Likert scale, two classes with 46 students were assigned to a control group. The attitude change was investigated using two methods. As one of the methods, we created and analysed conceptual maps. This method has already been used in national and international research (e.g. Kövecsesné 2015, Slotosch 2001) and in longitudinal surveys. The essence of the conceptual map (mind map) is that the students receive a concept, which they supplement with concepts, thoughts, and feelings on a graphic sketch based on their own logic. If they see a connection between some of the written information, they connect them. Both before and after the sessions, we asked the students of the four classes to list all the possible terms they could think of regarding the topic of non-living natural assets. Seventy-three mind maps were returned to us for analysis (n total = 73). We were curious to what extent the amount of knowledge of concepts and natural science tools, and the structure of the conceptual maps changed on an individual level comparing the two studies (before and after the sessions). As part of our study, we measured what the most common concepts were on the mind maps, as well as to what extent changes occurred as a result of the sessions. We also considered the extent to which the structure of the conceptual maps and the number of concepts changed comparing the two studies. During the analysis, we summarized the concepts that appeared on the maps and their frequency. During each study, we looked at the frequency of occurrence of all appearing concepts. We grouped these around broader topics for the easier analysis. We set up 16 categories in which we sorted every single concept. The categories consisted of groups such as zoology, botany, general geography, geology, but also the presence of man in nature, negative appearance, etc. Here, the children listed things like littering, tearing off flowers, killing animals, etc. When connecting concepts, we gave as many points as were logically connected on the map.

We also investigated the attitude change using another method, where we used a self-reported Likert scale in surveys to collect sufficient information regarding positive or negative attitudes of the participants (Zerényi 2016). This objective scale shows quantifiable results regarding attitudes. Half a year after the sessions (by when the students were in the 5th and 7th grade), we assessed the students' attitude towards their environment through longitudinal research.

This self-report measure was also completed by a similar number of students as control group in order to compare the results (n total = 138 persons). The control group consisted of 5th and 7th grade students who were neither at the museum presentation nor at the geological survey session.

To compile the Likert scale, we used the official international attitude scales (NEP, CHEAKS) (LEEMING et al. 1995, GULYÁS & VARGA 2009, CSONKA 2019) based on previous national and international research using these standard scales (primarily JAHNKE 2011, KÖVECSESNÉ 2015, JANKÓ et al. 2018, MÓNUS et al. 2022, BERZE et al. 2022; see previous chapter). However, due to the special nature of the study, some of the standard statements were adapted to the field/museum topic. The students who participated in the study were presented 22 statements that related to their habits, behaviour, intentions, emotions and thinking regarding the environment. The students marked their agreement or disagreement on a Likert scale ranging from 1 to 5 (1: completely disagree; 5: completely agree with the statement). For the sake of reliability, we also formulated reverse statements in order to filter out automatically circled responses.

Results and discussion

Mind maps

It was very noticeable on the mind maps that the students acquired a significant amount of knowledge as a result of the sessions *(Figures 6–9)*.

Participants in the field-only program named a large number of living creatures seen in nature (spider, ant, cockroach, flower, mushroom, tree, bush, etc.) and treasures found in the excavation (shell, mussel, fossil, bone, etc.) after the session. They also formed an opinion about the session ("I really liked it", "it was brilliant", "I felt great", "it was amazing", "my hand hurt afterwards", etc.).

However, those students who had participated in the museum session before the field work presented their thoughts in a much more accurate and precise form after the session. Several geographical names also appeared on their association maps. In the category of Tools, mostly the tools with which they had worked during the field work were listed

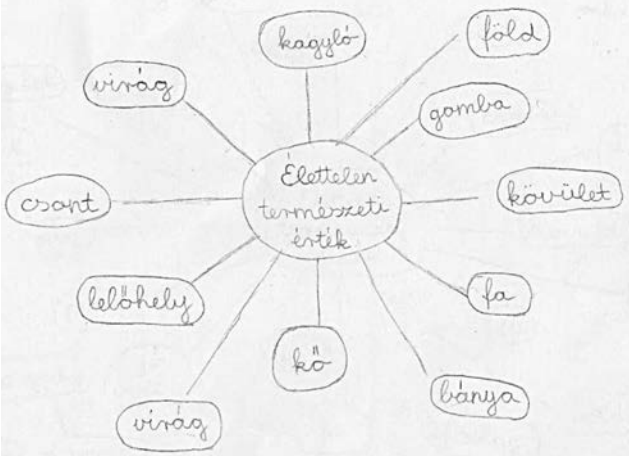


Figure 6. Mind map of a student participating only in the field session – before the session

6. ábra. *Csak terepi foglalkozáson részt vevő diák gondolati térképe a foglalkozás előtt*

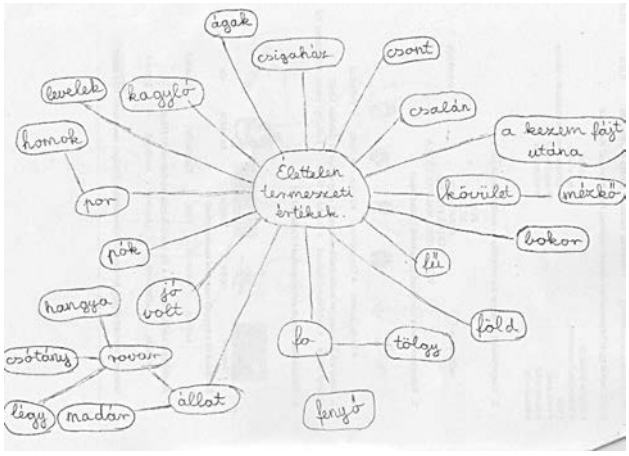


Figure 7. Mind map of a student participating only in the field session – after the session

7. ábra. *Csak terepi foglalkozáson részt vevő diák gondolati térképe a foglalkozás után*

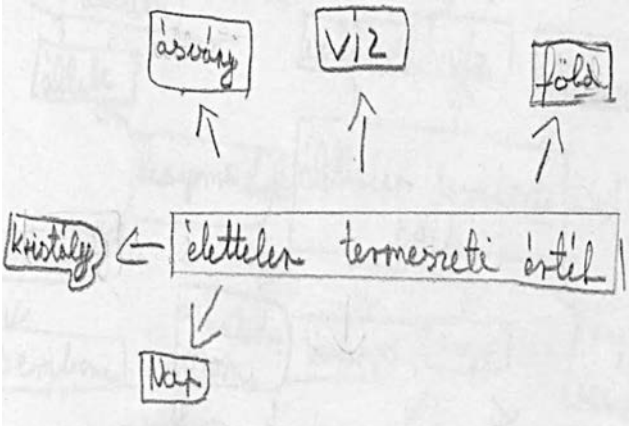


Figure 8. Mind map of a student participating both in the field and the museum sessions – before the session

8. ábra. *Terepi és múzeumi foglalkozáson részt vevő diák gondolati térképe a foglalkozás előtt*

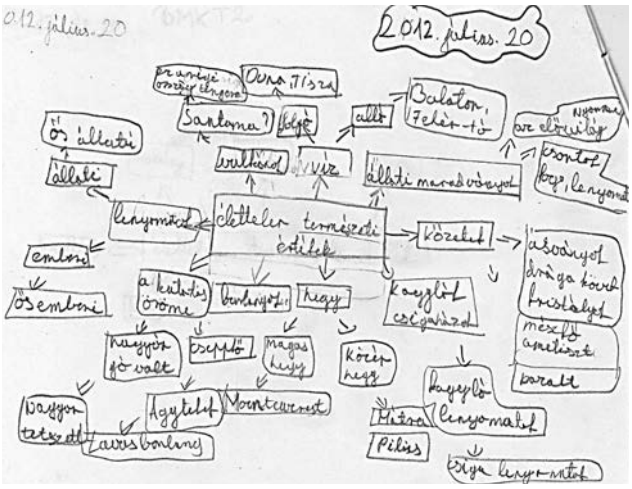


Figure 9. Mind map of a student participating both in the field and the museum sessions – after the session

9. ábra. *Terepi és múzeumi foglalkozáson részt vevő diák gondolati térképe a foglalkozás után*

(spade, chisel, hammer, axe, etc.). Emotional expressions occurred, too, regarding nature ("the place was breathtaking", "the weather was gorgeous", "I adore the chirping of birds", etc.), and also, the program itself was praised by the children ("it would be nice if there were more of this", "I just loved everything", "I quite fancy these activities", etc.). There were negative emotions, as well. Some students made empathic conclusions ("everyone dies someday", "we were looking for dead animals", "we are destroying our world", etc.), and not everyone was completely satisfied with the session itself, either ("I was stung by a nettle", "my leg hurt", "after a while it was boring", etc.) The categories and the number of concepts are summarized in *Tables I and II*.

After examining the extent and direction of changes in Study II compared to Study I, we found that the amount of words related to botany and zoology increased to an almost equal extent in the group only participating in the field session compared to the other one participating both in the museum and the field activity. For students interested only in the field program, more concepts appeared in Study II in categories such as Natural phenomena; Connecting concepts; Negative emotions (empathic conclusions, related to the activity), Disclosure of material assets and personal interests, compared to the case of their peers participating also in museum sessions. In categories Geography, general geography, and natural geography; Geology, petrology, mineralogy; Geology, paleontology; Tools; Positive emotions (related to nature, related to work), the number of conceptual quantities increased to a greater extent for the students participating both in the museum and the field sessions. Contrary to expectations, a significant, smaller decrease was observed in Study II in the category of Human presence in nature, negative appearance in the case of both groups.

There were also significant changes in the structure of conceptual maps. As the number of concepts grew, so did their levels, deeper and deeper conceptual maps were made, and more and more associations were discovered on the different levels among the students who had taken part both in the museum and in the field sessions. It is also clear from the individual studies that the conceptual maps expanded with many elements, including the material of the presentation given in the museum.

During this study, we investigated the extent to which the children's new knowledge had increased. We grouped the increase in knowledge by 10% increments *(Table III)*. *Table III* shows the distribution of children belonging to each growth group.

Table I. Quantification of the concepts and structuredness depicted in the mind maps of the students only participating in the field session – before the session (Study I) and after the session (Study II)

I. táblázat. *A csak a terepi foglalkozáson részt vevő diákok által gondolati térképeken ábrázolt fogalmak és strukturáltság számszerűsítése a foglalkozás előtt (I. vizsgálat) és után (II. vizsgálat)*

	Number of concepts (students having been only in the field n=39)	
Categories	**Study I**	**Study II**
Biology, botany	15	48
Biology, zoology	9	62
Geography, general geography, and natural geography	87	86
Geology, petrology, mineralogy	45	27
Geology, paleontology	77	132
Natural phenomena	8	29
Human presence in nature, in a historical sense	8	2
Human presence in nature, negative appearance	10	3
Connecting concepts	1	184
Tools	7	25
Positive emotions: related to nature	10	40
Positive emotions: related to occupation	16	55
Negative emotions: empathic conclusions	1	10
Negative emotions: related to occupation	1	5
Disclosure of material assets and personal interests	1	8
It's an incomprehensible thought for me	1	1

The members of the two different groups achieved an increase of 10% to almost the same extent. In the case of the 39 students participating only in the field, they achieved a higher percentage of quantitative growth in the category showing an increase of 30%, 40%, 70% and 80%. In the category showing a quantitative increase of 50%, 60% and

Table II. Quantification of the concepts and structuredness depicted on the mind maps of the students participating both in the field and the museum sessions – before the sessions (Study I) and after the sessions (Study II)

II. táblázat. *A terepi és a múzeumi foglalkozáson részt vevő diákok által gondolati térképeken ábrázolt fogalmak és strukturáltság számszerűsítése a foglalkozás előtt (I. vizsgálat) és után (II. vizsgálat)*

	Number of concepts (students having been both in the museum and in the field n=34)	
Categories	**Study I**	**Study II**
Biology, botany	12	27
Biology, zoology	2	14
Geography, general geography, and natural geography	123	305
Geology, petrology, mineralogy	42	131
Geology, paleontology	17	233
Natural phenomena	33	38
Human presence in nature, in a historical sense	6	18
Human presence in nature, negative appearance	1	0
Connecting concepts	11	315
Tools	1	5
Positive emotions: related to nature	1	22
Positive emotions: related to occupation	1	35
Negative emotions: empathic conclusions	1	1
Negative emotions: related to occupation	1	1
Disclosure of material assets and personal interests	1	1
It's an incomprehensible thought for me	1	0

Table III. Comparison of the quantification of concepts and structuredness depicted on individual mind maps between students participating only in the field session and those participating both in the field and the museum sessions

III. táblázat. *Egyéni szintű gondolati térképeken ábrázolt fogalmak és strukturáltság számszerűsítésének összehasonlítása a csak terepi foglalkozáson részt vevő diákok, valamint a terepi és a múzeumi foglalkozáson is részt vevő diákok között*

Percentage growth at the individual level according to the mind maps after the session	Distribution of the knowledge of the 39 students participating in the field	Distribution of the knowledge of the 34 students participating both in the museum and the field
10%	2.56%	2.94%
20%	0.00%	0.00%
30%	20.51%	5.88%
40%	10.26%	2.94%
50%	12.82%	23.53%
60%	12.82%	41.17%
70%	20.51%	11.76%
80%	20.51%	8.82%
90%	0.00%	2.94%
100%	0.00%	0.00%

90%, the group visiting both the museum and the field was in higher proportion. In this study, we did not create mind maps with the control group.

Results of attitude change

Another method of detecting the change of attitude was the questionnaire survey, where the students could give their answers on a 5-point Likert scale: 1 = Completely disagree; 2 = Mostly disagree; 3 = Neither agree nor disagree; 4 = Mostly agree; 5 = Completely agree.

The data were evaluated using the statistical-mathematical program IBM SPSS 26.0. The answers given by the students were analysed in three groups according to the hypotheses: 1= they were only in the field; 2= they were both in the museum and in the field; 3= control group.

The first statement was: "I worry about people not taking care of their environment."

The children who were only in the field and those who were in the control group were thinking almost the same, but the group who was also in the museum showed a statistically demonstrably higher level of worry *(Figure 10)*.

A relevant statement for the survey was: "I would like to take part in sessions with the theme of preserving living and non-living natural assets." For this statement, the groups that participated in the field sessions only (1) and those having been both in the museum and the field sessions (2) gave similar answers, compared to the control group (3) whose members showed less interest *(Table IV)*.

The following statement aimed to measure environmental awareness based on self-report ("I consider myself environmentally conscious"). This statement is usually part of the international scales and is therefore important to highlight. Contrary to expectations, the results of Group 1 and Group 3 were exactly the same (average of 4.07), while the members of the group who were both in the museum and in the field (Group 2) answered with a higher average of 4.43. This confirms our first hypothesis, according to which the attitude of the students participating in both the museum and the field activities will change in a more positive direction, compared to those only encountering our non-living assets during the field practice.

Table IV. "I would like to take part in sessions with the theme of preserving living and non-living natural values." Averages of the answers to the sixth statement

IV. táblázat. *„Szívesen vennék részt olyan foglalkozásokon, amelynek témája az élő és élettelen természeti értékek megőrzése." A hatodik állítás válaszainak átlagai*

Group 1 (they were only in the field)	Group 2 (they were both in the museum and in the field)	Group 3 (control)
4.26	4.15	3.74

According to our second hypothesis, the children participating in the sessions have a more positive environmental attitude than the students not participating in them. For statement 10, according to which "I don't usually get nervous because of environmental problems", the results of the students participating in the museum session, too (2), reflect the most positive attitude *(Figure 11)*.

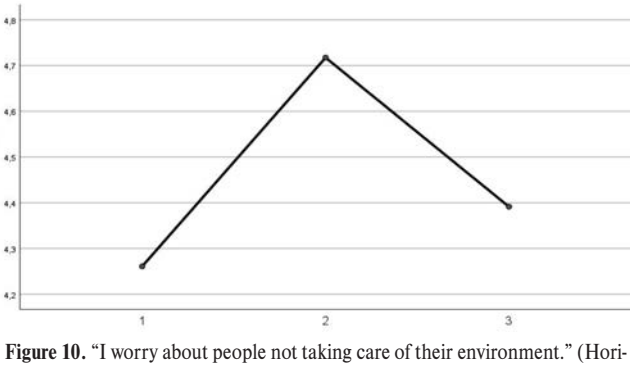


Figure 10. "I worry about people not taking care of their environment." (Horizontal axis: 1: they were only in the field, 2: they were also in the museum, 3: control group. Vertical axis is the degree of worry)

10. ábra. *„Aggódom amiatt, hogy az emberek nem vigyáznak a környezetükre." Vízszintes tengely: 1: csak terepen voltak, 2: múzeumban is voltak, 3: kontrollcsoport. Függőleges tengely: az aggódás mértéke)*

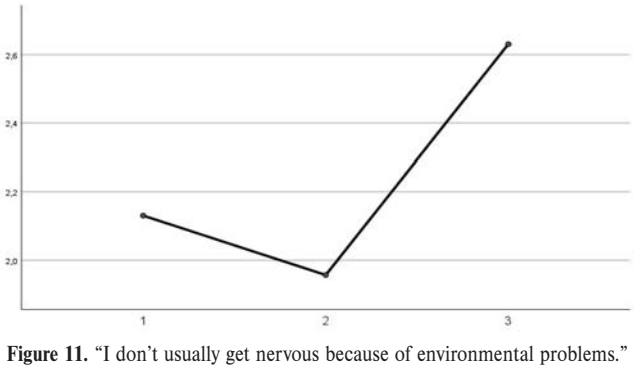


Figure 11. "I don't usually get nervous because of environmental problems." (Horizontal axis: 1: they were only in the field, 2: they were also in the museum, 3: control group. Vertical axis is the level of worry)

11. ábra. *„A környezeti problémák miatt nem szoktam idegeskedni." (Vízszintes tengely: 1: csak terepen voltak, 2: múzeumban is voltak, 3: kontroll csoport. Függőleges tengely: az aggódás mértéke)*

The following statement was important to examine in terms of the relationship with nature: "I'd rather go to the mall than to nature." Again, the answers of the members of Group 2 (having been both in the museum and in the field) were the most positive with an average of 2.3, the average of Group 1 (having been only in the field) was 2.8, while that of the Control group was 2.72.

Next statement was a negative statement: "I feel no remorse for man-made environmental problems." *Table V* shows the results:

Table V. "I feel no remorse for man-made environmental problems." Averages of the responses to the thirteenth statement (N=46 for each group)

V. táblázat. *„Nem érzek lelkifurdalást az ember okozta környezeti problémák miatt." A tizenharmadik állításra adott válaszok átlagai (N=46 minden egyes csoport esetén)*

Group 1 (they were only in the field)	Group 2 (they were both in the museum and in the field)	Group 3 (control)
2.35	1.76	2.15

We observed that the responses of Group 2 (who were both in the museum and in the field), again, reflect the most positive attitude for this statement.

The statement "Sometimes I try to convince others that environmental protection/nature conservation is important" focused on action as opposed to attitude (so it goes beyond the analysis of attitudes towards action): In the case of Group 2 (who were both in the museum and in the field), the results support and confirm the study of attitudes *(Figure 12)*.

In the context of museum and field activities, it was important to test the following statement: "I have already participated in a program that influenced my environmental awareness." The result is shown in the graph *(Figure 13)*. As expected, it is the control group who agreed the least with the statement that they had already participated in a program that influenced their environmental awareness.

The average of answers given to the next relevant statement ("It saddens me that so much construction deprives animals/plants of their natural habitat.") was the highest among students who were both in the museum and the field sessions (4.63). The average of the answers of Group 1 (they

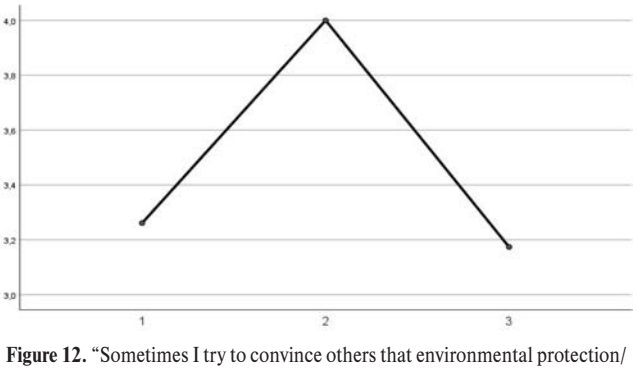


Figure 12. "Sometimes I try to convince others that environmental protection/nature conservation is important." (Horizontal axis: 1: they were only in the field, 2: they were also in the museum, 3: control group. Vertical axis is the degree of intension of persuasion)

12. ábra. *„Próbálok néha másokat meggyőzni, hogy a környezetvédelem/természetvédelem fontos dolog." (Vízszintes tengely: 1: csak terepen voltak, 2: múzeumban is voltak, 3: kontroll csoport. Függőleges tengely: a meggyőzésre való törekvés mértéke)*

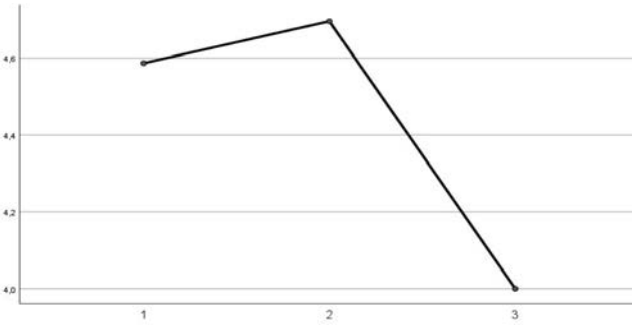


Figure 13. "I have already participated in a program that influenced my environmental awareness." (Horizontal axis: 1: they were only in the field, 2: they were also in the museum, 3: control group. Vertical axis is the degree of participation in the program)

13. ábra. *„Részt vettem már olyan programon, ami befolyásolta környezettudatosságomat." (Vízszintes tengely: 1: csak terepen voltak, 2: múzeumban is voltak, 3: kontroll csoport. Függőleges tengely: a programon való részvétel mértéke)*

were only in the field) was 3.93, the average of the answers of the control group was 4.11.

The last relevant question again goes beyond attitudes and aimed to examine action ("I would warn the person who collects rare assets protected in nature (e.g. plants)."). Based on the results *(Table VI),* the responses of Group 2 (they were both in the museum and the field) reflect the highest intention to act.

Table VI. "I would warn the person who collects rare assets protected in nature (e.g., plants)." (N=46 for each group)

VI. táblázat. *„Rászólnék arra az emberre, aki a természetben védett, ritka értéket gyűjt (pl. növényt)." (N=46 minden egyes csoport esetén)*

Group 1 (they were only in the field)	Group 2 (they were both in the museum and in the field)	Group 3 (control)
3.98	4.57	4.07

Based on the results of the statistical tests, the first hypothesis, according to which the attitude changes in a more positive direction for the children participating in both the museum and the field sessions, compared to those only encountering our non-living assets during the field exercise, was confirmed. This is supported quantifiably by the positive changes in the expansion and structure of the conceptual maps.

According to our second hypothesis, the children participating in the sessions have a more positive environmental attitude than the students not participating in them. Based on the analysis of the mathematical statistics of the answers to the Likert scale questions, this assumption did not hold up.

Conclusions

The results of both the completed conceptual maps and the Likert scale reflect that environmental education activities are necessary. The quantitative and qualitative growth of the concepts clearly show the effectiveness of the sessions. For students interested only in the field program, more concepts appeared during the second test in relation to natural

phenomena and their own emotions, while the majority of the students participating both in the museum and in the field sessions had thoughts referring to natural science knowledge. According to our assumptions, the attention of those who were both in the museum and in the field was divided between what they heard at the lecture and what they experienced in the field. Meanwhile, the children who did not participate in the museum activities were more able to focus on the natural phenomena in the field. Examining attitudes is more difficult, but our study provided statistically detectable and quantifiable results whereby the change is almost always positive, but not always significant. However, for the students participating both in the museum and the field sessions, the effect of the sessions in the positive, long-term change of attitudes was verified statistically. We consider it a significant result that based on our tests, the museum programs strengthen the effectiveness of the field activities aimed at environmental education. Based on our results, we are convinced that the presence of environmental education, field activities and, last but not least, museums is significant in students' lives. Museums can play a huge role in environmental education. Museums help students through providing an environment where the students can logically and immediately observe the desired processes, tools, objects, and, in addition to imparting new knowledge, museums also help to organize the knowledge the students already acquired. Furthermore, field activities are essential in the acquisition of natural science knowledge. In addition to knowledge, students also gain experiences, thus influencing the development of a positive attitude. Based on our research, we conclude that museum pedagogy sessions aimed at environmental education effectively help the practical implementation of sustainability pedagogy, which is why it should play a role in public education.

Acknowledgment

This study was supported by the Ministry for Innovation and Technology from the source of the National Research, Development and Innovation Fund, finances under the KDP-2020 funding to CSÁKINÉ DOBOS Laura.

References – Irodalomjegyzék

BERZE, I. ZS., VARGA, A., MÓNUS, F., NÉDER, K. & DÚLL, A. 2022: Measuring Environmental Worldviews: Investigating the Dimensionality of the New Environmental Paradigm Scale for Children in a Large Central European Sample. – *Sustainability* **14/8**, 4595. https://doi.org/10.3390/su14084595

BODA, J. 1959: Das Sarmat in Ungarn und seine Invertebraten-fauna. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* [*Jahrbuch der Ungarischen Geologischen Anstalt*] **47/3**, 569–862.

BODA J. 1972: *A magyarországi szarmata emelet gerinctelen faunája és rétegtana.* [The invertebrate fauna and stratigraphy of the Sarmatian stage in Hungary] – Kandidátusi Értekezés [Manuscript, Thesis], ELTE Palaeontological Department, Budapest, 242 p.

BODA J. 1974: A magyarországi szarmata emelet rétegtana. [Stratigraphie des Sarmats in Ungarn] – *Földtani Közlöny*, **104/3**, 249–260.

BOKOR Gy. 1941: Adatok Ecseg és Kozárd szarmata faunájának ismeretéhez. [Details for the Sarmatian fauna of the surroundings of Ecseg and Kozárd]. – *Földtani Közlöny* **71**, 148–152.

BOUDJEMA, C. 2019: Éducation muséale en ligne et engagement: La participation des musées à l'éducation à l'environnement. – *Éducation relative à l'environnement: Regards – Recherches – Réflexions* **15/1**, Centr'ERE. https://doi.org/10.4000/ere.4551

CSONKA S. 2019: A környezeti attitűdök méréséről – A Módosított Új Ökológiai Paradigma Skála kritikai újraértelmezése. – *Új Pedagógiai Szemle* **69/9–10**, 16–33.

CSONKA S. & VARGA A. 2019: Terepi szabad explorációs és irányított tanulási élmények szerepe az ökológiai identitás fejlődésben. – In: JUHÁSZ E. & ENDRŐDY O. (szerk.): *Oktatás-Gazdaság-Társadalom.* Magyar Nevelés- és Oktatáskutatók Egyesülete (HERA), Debreceni Egyetemi Kiadó, 91–105. https://hera.org.hu/wp-content/uploads/2019/05/HERA_Evkonyvek_VI_1.pdf

DAXNER-HÖCK, G. 2003: *Cricetodon meini* and other rodents from Mühlbach and Grund, Lower Austria (Middle Miocene, late MN5). – *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien* A **104**, 267–291.

DE BRUIJN, H. & ÜNAY, E. 1996: On the evolutionary history of the Cricetodontini from Europe and Asia Minor and its bearing ont he reconstruction of migrations and the continental biotope during the Neogene. – In: BERNOR, R., FAHLBUSCH, V. & MITTMANN, W. (eds): *The Evolution of the Western Eurasian Neogene Mammal faunas.* Columbia University Press, New York, 227–234.

DOBA L. & SZÁNTÓNÉ T. H. 2019: A környezetismeret tantárgy attitűdvizsgálata egy pilot mérés tükrében. – *Képzés és Gyakorlat: Training and Practice* **17/**2, 79–90. https://doi.org/10.17165/TP.2019.2.6

DOMINEK D. L. 2021: *Élményalapú környezeti nevelés a természettudományi múzeumokban*. – Belvedere Meridionale Kiadó, Szeged, 152 p.

ELEKES É. 2012: A természettudatos magatartás kialakításának lehetőségei a Magyar Természettudományi Múzeum Kézbe vehető múzeumának gyermekfoglalkozásain. – PhD értekezés, ELTE, Budapest, 257 p.

FORTIN-DEBART, C. 1999: Analyse de l'offre des institiutions muséales en médiation environnementale. – *Aster: Recherches en didactique des sciences expérimentales* **29**, 85–100. https://doi.org/10.4267/2042/8730

GULYÁS M. & VARGA A. 2009: A környezeti attitűdtől a minőségi kritériumokig. https://ofi.oh.gov.hu/kornyezeti-attitudtol-minosegi-kriteriumokig#4

HARTMANN, G. 1975: Ostracoda. – In: GRUNER, H. E. (ed.): *Dr. H. G. Bronns Klassen und Ordnungen des Tierrichs. Bd.5. Arthropoda. Abt.1. Cristacea* 2, 4, 4, VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 572–616.

HÁMOR G. 1985: A nógrád–cserháti kutatási területföldtani viszonyai [The geology of the Nógrád–Cserhát area]. – *Geologica Hungarica, Series Geologica* **22,** 1–307.

HÍR, J., CODREA, V. & PRIETO, J. 2019: Two new early Sarmatian s.str. (latest Middle Miocene) rodent faunas from the Carpathian Basin. – *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments* **99/3**, 527–543. https://doi.org/10.1007/s12549-019-00399-y

HÍR J., TÓTH E. & CSOMA V. 2016: Kozárd, faluvégi vízmosás [Kozárd, ravine at the end of the village]. – 19. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés [19th Annual Meeting of the Hungarian palaeontologists], Kozárd, 2016, május 26–28. Program, előadáskivonatok, kirándulásvezető, 48–51.

JAHNKE, K. 2011: *Mobile Umweltbildung in Deutschland. Analyse und Wirkung angewandter pädagogischer Konzepte im Kontext der Bildung für nachhaltige Entwicklung*. – Verlag Dr. Kovac, Hamburg, 296 p.

JANKÓ, F., BERTALAN, L., HOSCHEK, M., KOMORNOKI, K., NÉMETH, N. & PAPPNÉ VANCSÓ J. 2018: Perception, understanding, and action: attitudes of climate change in the Hungarian population. – *Hungarian Geographical Bulletin.* **67/2**, 159–171. https://doi.org/10.15201/hungeobull.67.2.4

KÁRÁSZ I. (szerk.) 2003: *Természetismereti tanösvények Észak-Magyarországon*. – Tűzliliom Környezetvédelmi Oktatóközpont Egyesület, Eger, 255 p.

KERÉNYI I. 1996: Ismeretszerzés a természetben. – In: *Terepgyakorlatok jelentősége a környezeti nevelésben.* CSONKA CS. et al. (szerk.) 1996: *Környezeti nevelés az iskolarendszer egészében és az óvodában.* – Természet- és Környezetvédő Tanárok Egyesülete, Aqua Kiadó, Budapest, 139–141.

KOHLER, B. 2001: *Waldpädagogik im Museum – Eine explorative Studie zur Evaluation von handlungs- und erlebnisorientierten Waldausstellungen bei Kindern der dritten und vierten Grundschulklasse*. – Shaker Verlag, Freiburg im Breisgau, 290 p.

KOLLARICS T. 2021: Éghajlatváltozással kapcsolatos felmérés óvodapedagógus hallgatók körében. – In: JUHÁSZ E., KOZMA T. & TÓTH P. (szerk.): *Társadalmi innováció és tanulás a digitális korban.* Magyar Nevelés- és Oktatáskutatók Egyesülete (HERA), 247–257. https://hera.org.hu/wp-content/uploads/2020/05/Kollarics_T%C3%ADmea_216.pdf

KOLLARICS T. 2023: Klímaváltozással kapcsolatos nézetek változásának vizsgálata óvodapedagógus hallgatók körében. – In: KATTEIN-PORNÓI R., TÓTH P. & KANCZNÉ N. K. (szerk.): *Oktatás egy változó világban: Kutatás, innováció, fejlesztés.* Magyar Nevelés- és Oktatáskutatók Egyesülete (HERA), Debreceni Egyetemi Kiadó, 206–218.

KOLLARICS T., HARTL É. & MOLNÁR K. 2020: Fenntarthatósággal kapcsolatos attitűdök feltárása különböző célcsoportokban. – *Képzés és Gyakorlat: Training and Practice,* **18/3–4**, 50–59. https://doi.org/10.17165/TP.2020.3-4.5

KOLLARICS T., MOLNÁR K. & HARTL É. 2021: Fenntarthatósággal kapcsolatos ismeretek és viselkedésminták feltárása. – *Journal of Applied Technical and Educational Sciences: Alkalmazott Műszaki és Pedagógiai Tudományos Folyóirat* **11/1**, 111–139. https://doi.org/10.24368/jates.v11i1.226

KÓNYA GY. 2018: Környezeti attitűdöt befolyásoló hatástényezők. – *Képzés és Gyakorlat: Training and Practice* **16/2**, 115–125. https://doi.org/10.17165/TP.2018.2.8

KÓNYA GY. 2019: Az Ökoiskola hatása a középiskolások környezeti attitűdjére. – *Képzés és Gyakorlat: Training and Practice* **17/2**, 125–134. https://doi.org/10.17165/TP.2019.2.10

KÖVECSESNÉ G. V. 2015: A környezeti nevelés gyakorlata az erdei iskolában. – Hazánk Kiadó, Győr, 178 p.

KÖVECSESNÉ, G. V., LAMPERT, B., PETZ, T. & CSENGER, L. 2020: Investigation of the attitudes of first-year-students towards sustainability and environmental awareness at Széchenyi István University. – *Journal of Applied Technical and Educational Sciences: Alkalmazott Műszaki és Pedagógiai Tudományos Folyóirat* **10/3**, 24–44. http://doi.org/10.24368/jates.v10i3.190

LACHENAL, A. M. 1989: Écologie des ostracodes méditerranéen: application au Golfe de Gabes (Tunisie orientale). Les variations du niveau marin depuis 30000 ans. – *Documents des Laboratoires de Géologie Lyon* **18**, 239 p.

LEEMING, F. C., DWYER, W. O. & BRACKEN, B. A. 1995: Children's environmental attitude and Knowledge Scale. Construction and Validation. – *The Journal of Environmental Education* **26/3**, 22–31. https://doi.org/10.1080/00958964.1995.9941442

LEHOCZKY J. 1998: *Iskola a természetben – avagy a környezeti nevelés gyakorlata*. – RAABE, Budapest, 258 p.

LORD, B. 2007: What is Museum-Based Learning? – In: LORD, B. (ed.): *The Manual of Museum Learning.* AltaMira Press, Lanham, 13–21.

LÜKŐ I. 2003: *Környezetpedagógia*. – Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 252 p.

MAJOR L. 2012: A környezeti nevelés szerepe a környezettudatos magatartás formálásában. – *Iskolakultúra* **22/9**, 67–79. https://www.iskolakultura.hu/index.php/iskolakultura/article/view/21308

MOLNÁR K. 2009: *Erdővel kapcsolatos ismeretek gyermeket nevelő családok körében.* – PhD értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar, Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola, Sopron, 218 p.

MÓNUS F., BACSKAI K., VARGA A., BERZE I. ZS., NÉDER K. & DÚLL A. 2022: Általános- és középiskolás diákok környezettudatosságát meghatározó tényezők a Fenntarthatósági Témahét 2021-es nagymintás vizsgálata alapján. – *Iskolakultúra* **32/7**, 47–68. http://doi.org/10.14232/ISKKULT.2022.7.47

NOSZKY J., id. 1912: Adatok a nyugati Mátra geológiájához. [Data for the geology of the Western Mátra Mountains] – *A Magyar Királyi Földtani Intézet Jelentése az 1911. évről* [Annual Report of the Hungarian Royal Geological Society], 46–60.

PAP A. 2021: Környezeti nevelés lehetőségei a gyalogos vándortábor mozgalomban. – *Journal of Applied Technical and Educational Sciences: Alkalmazott Műszaki és Pedagógiai Tudományos Folyóirat* **11/2**, 75–90. http://doi.org/10.24368/jates.v11i2.234

REVÁKNÉ MARKÓCZI I., JÁSZ E., KOVÁCS E., TEPERICS K. & ÜTŐNÉ VISI J. 2019: Általános és középiskolás tanulók megújuló energiára

vonatkozó fogalmi strukturájának és befolyásoló tényezőkkel való összefüggésének vizsgálata. – In: VARGA A., ANDL H. & MOLNÁR-KOVÁCS ZS. (szerk.): *Neveléstudomány – Horizontok és dialógusok. XIX. Országos Neveléstudományi Konferencia. Absztraktkötet.* MTA Pedagógiai Tudományos Bizottság, PTE Bölcsészet- és Társadalomtudományi Kar Neveléstudományi Intézet, Pécs, 1 p.

SELMECZI I. & FODOR L. 2023: Alsó–középső miocén. Bevezetés. – In: BABINSZKI E., PIROS O., CSILLAG G., FODOR L., GYALOG L., KERCSMÁR ZS., LESS GY., LUKÁCS R., SEBE K., SELMECZI I., SZEPESI J. & SZTANÓ O. (szerk.): *Magyarország litosztratigráfiai egységeinek leírása II. Kainozoos képződmények.* SZTFH, Budapest, 53 p.

SLOTOSCH, G. 2001: *Waldschulen: Beitrag zum Bewerten und Verstehen waldbezogener Bildungsprozesse.* – Ulmer, 394 p.

STEININGER, F. 1999: Chronostratigraphy, Geochronology and Biochronology of the Miocene "European Land Mammal Mega-Zones (ELMMZ) and the Miocene Mammal-Zones (MN zones)" – In: RÖSSNER, G. & HEISSIG, K. (eds): *The Miocene Land Mammals of Europe.* Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, 9–24.

VARGA A. 2006: Diákok környezeti attitűdjei. – *Iskolakultúra* **16/9**, 58–64. https://www.iskolakultura.hu/index.php/iskolakultura/article/view/20498

VÁSÁRHELYI T. 1993: Természettudományi múzeum és környezeti nevelés. – *Iskolakultúra* **3/21–22**, 35–40. https://www.iskolakultura.hu/index.php/iskolakultura/article/view/29246

VÁSÁRHELYI T. 2012: A múzeumok és a környezeti nevelés kapcsolatáról. – In: CZIPPÁN K., DARVAS K., DÉRI A., HORVÁTHNÉ PAPP I., NEUMAYER É., SALY E., TREIBER ZS., VÁSÁRHELYI J., VÁSÁRHELYI T. & VICTOR A. (szerk.): *A magyar környezeti nevelés története a civil törekvések fényében.* – Kézirat, Magyar Környezeti Nevelési Egyesület, Budapest, 73–78.

WUMAIER M., MIKA J. & PAJTÓKNÉ TARI I. 2022: A klímaváltozással kapcsolatos ismeretek felmérése és alakítása egyetemi hallgatók körében. – In: MEZŐ F. (szerk.): *Tanulás és társadalom.* MTA Miskolci Akadémiai Bizottsága Pszichológiai Szakbizottsága, Miskolc, 187–194.

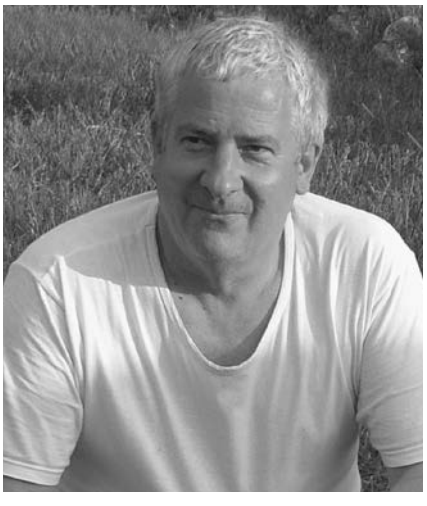
ZERÉNYI K. 2016: A Likert-skála adta lehetőségek és korlátok. – *Opus et Educatio* **3/4**. https://doi.org/10.3311/ope.39

Manuscript received: 02/06/2024

Magyarhoni Földtani Társulat
Földtani Közlöny
Hungarian Geological Society
155/1, 73–78., Budapest, 2025

In memoriam

PÉRÓ Csaba
1950–2024



2024. december 20-án, életének 75. évében hosszan tartó, méltósággal viselt betegség után elhunyt PÉRÓ Csaba. Geológusközösségünk különleges személyisége volt ő, akinek a hegyek-völgyek világa jelentette az otthonos környezetet. Hátizsákjával, oldaltáskájával és fényképezőgépével bóklászott, szemlélődött a terepen, gondosan figyelve nem csupán az általa kiválóan ismert kőzetekre, de az állat- és növényvilágra, a történelmi emlékekre, valamint a helyi emberekre és népszokásokra is. A földtudománnyal ismerkedő fiatalok generációi számára jelentettek életre szóló élményt az általa vezetett terepgyakorlatok vagy szakmai kirándulások. Széleskörű, mélyreható ismereteit mindig szívesen osztotta meg az érdeklődőkkel.

PÉRÓ Csaba 1950-ben született Budapesten, ám gyermekkora és ifjúsága elsősorban Nagykanizsához kötődik. Ott járt általános iskolába, majd a Mező Ferenc Gimnáziumba, tanulmányi eredménye végig kitűnő volt. Csaba korán jelentkező vonzódását a földtudományokhoz, kiváló képességeit és sokoldalú tájékozottságát mi sem bizonyítja jobban, mint az, hogy megnyerte a Magyar Televízió *Ki miben tudós?* című – akkoriban rendkívül népszerű – ifjúsági vetélkedőjét a földrajz kategóriájában. Ma már alig hihető, de igaz, hogy a rendkívül izgalmas döntőt százezrek figyelték. Az akkor érvényben lévő rendelkezéseknek megfelelően ez a diadal szabad utat jelentett számára az egyetemre.

Az Eötvös Loránd Tudományegyetemen folytatta tanulmányait, és szerzett geológus diplomát 1975-ben. Már hallgatóként bekapcsolódott a BÁLDI Tamás vezette Földtani Tanszék és a Magyar Tudományos Akadémia által támogatott, FÜLÖP József által irányított tanszéki kutatócsoport tevékenységébe. A tanszék oktatói közül elsősorban KRIVÁN Pál és ORAVECZ János volt rá nagy hatással. FÜLÖP professzor felfigyelt Csaba kiemelkedő megfigyelő képességére, a terepi kutatásban való alkalmasságára, és lehetőséget kínált számára, hogy közvetlenül végzése után az MTA–ELTE Geológiai Kutatócsoportban kapjon állást tudományos segédmunkatársként. Ez kétségtelenül kiváló alkalmat adott neki földtudományi ismereteinek bővítésére, földtani térképezési gyakorlat szerzésére, sőt az oktatómunkába való bekapcsolódásra is. Az sem lehetett mellékes szempont, hogy a meglehetősen kötetlen munkarend lehetővé tette számára a hegymászást, a magashegyi túrázást is, amelyben az 1970-es évek végén már figyelemre méltó eredményeket ért el; például 1979-ben téli körülmények közt elérte az Elbrusz 5600 m fölötti keleti csúcsát, majd néhány év múlva a Pamír 7134 m-es Lenin-csúcsát is, amelyről sível ereszkedett le.

A Geológiai Kutatócsoport legfontosabb, hosszú távú feladata – az akkor még sokkötetesre tervezett – *Magyarország földtana* kézikönysorozat szerkesztésében való közreműködés volt. Ebben Csaba két fontos és számára is érdekes részfeladatot kapott. Az egyik a Pannon-medencét körülölelő hegységvonulatok, elsősorban a Kárpátok geológiai felépítésére és szerkezetére vonatkozó adatok összegyűjtése és összegzése volt. Erről KÁZMÉR Miklóssal együtt 1983-ban közzétettek egy tanulmányt, majd irodalmi búvárkodásán és terepi ismeretein alapuló munkájának jelentős része beépült a FÜLÖP József szerzőségével 1989-ben megjelent *Bevezetés Magyarország geológiájába* című kötetbe. A másik nagy jelentőségű munka a Szendrői- és az Upponyi-hegység részletes földtani térképezése és rétegtani kutatása volt, amelyen KOVÁCS Sándorral együttműködve dolgoztak1986–89 között. Kutatásaik eredményein alapul az 1994-ben kiadott *Magyarország földtana Paleozoikum II.* kézikönyvnek e területekről szóló része, melyben az általuk szerkesztett földtani térképek is megjelentek. Csaba az 1970-es években oktatási feladatokat is kapott, a geológus hallgatók *Magyarország földtana* tárgyának gyakorlatvezetője és a geofizikus hallgatóknak szóló, hasonló tematikájú kurzus előadója lett. 1981 és1990 között a Kárpátok földtanáról tartott speciális kollégium egyik előadója volt. Ezt követően KOVÁCS Sándorral együtt hosszú időn át tartottak kurzust az Alpok, a Kárpátok és a Dinaridák földtanáról, amihez évente 2–3 külföldi terepgyakorlat is kapcsolódott.

PÉRÓ Csabát hallgató kora óta ismertem, de közvetlen munkatársak csak 1992-ben lettünk, amikor magam is az MTA–ELTE Geológiai Kutatócsoport tagja, majd FÜLÖP akadémikus halála után, 1994-ben a vezetője lettem. Ezt követően több

mint 20 éven át dolgoztunk együtt főként az Alpi–Kárpáti–Dinári–Pannon régió mezozoos képződményeinek kutatásában, a Magyarország és a környező régiók földtanának oktatásában, terepgyakorlatok vezetésében, valamint számos hazai és külföldi kolléga bevonásával folyó nemzetközi kutatási programokban. Kiemelkedő jelentőségű volt ezek közül a román és hazai szakemberek együttes munkáján alapuló, átfogó elemzés a Tiszai-főegység triász időszaki képződményeinek fácies-viszonyairól és fejlődéstörténetéről. Ennek megszervezésében és kivitelezésében Csaba meghatározó szerepet játszott. Az eredményeket összefoglaló tanulmány 1994-ben jelent meg, és lényeges hatása volt a Békési-medence éppen abban az időben amerikai együttműködéssel folyó szénhidrogén-kutatási célú medenceanalízisére, amelynek készítésébe Csabát is bevonták. Kutatási eredményei képezték alapját a Tiszai-főegység mezozoos történetét összefoglaló, 2004-ben megjelent közös cikkünknek is. A 2000-es évek elején hat ország részvételével indult el az a nagy nemzetközi projekt, melynek célja a Pannon-medence és az azt körülölelő hegységvonulatok variszkuszi és alpi szerkezeti egységeinek áttekintése volt. Az alpi egységek triász és jura összleteinek átfogó bemutatását lehetővé tevő szervező- és szerkesztőmunkát kutatócsoportunk vállalta, és ebben KOVÁCS Sándor mellett PÉRÓ Csaba munkája is meghatározó jelentőségű volt. Az eredményeket tartalmazó kötet 2010-ben Pozsonyban, majd némileg átszerkesztve 2011-ben Bécsben jelent meg. Az összefoglaló regionális geológiai munkák mellett a 2000-es évektől Csaba – KOVÁCS Sándor munkatársaként – bekapcsolódott az Aggteleki-hegység triász képződményeinek rétegtani és üledékföldtani vizsgálatába. Az egyre inkább nemzetközi együttműködéssel folyó aggteleki triász kutatásokban való közreműködése – immár VELLEDITS Felicitász munkatársaként – fontos új eredményekre vezetett a 2010-es évektől; erről szólnak utolsó tudományos publikációi.

Csaba a nyugdíjazását követően is rendszeresen bejárt az egyetemre, ott volt a kutatócsoporti és a tanszéki összejöveteleken, megjelent a Földtani Társulat rendezvényein. Egyik ilyen találkozásunk során ő maga tett említést betegségéről, a vizsgálatokról és az enyhén szólva sem túl kellemes orvosi beavatkozásokról, melyekről szinte élményszerűen számolt be, töretlen optimizmussal. Ez később is, szinte minden találkozásunk alkalmával megismétlődött. A betegségével kapcsolatos megpróbáltatásokat hosszú időn át hihetetlen méltósággal viselte. Úgy hírlett, hogy még a tanszék december közepén tartott hagyományos, karácsonyi összejövetelén is jelen lesz, de hiába vártuk. Pár nap múlva értesültünk halálának híréről.

Csaba derűs habitusát ismerve, úgy vélem nem szeretné, hogy szomorúan búcsúzzunk tőle. Tudta, hogy a geológusközösségben számos történet, anekdota fűződik a nevéhez, és hogy ezek szinte minden kirándulásunkon, baráti összejöveteleinken előkerülnek. Örömmel hallgatta ezeket, olykor pontosította, árnyalta a történeteket, amelyek többnyire arról szóltak, hogy egy hosszú terepi nap után jókat eszegettünk, iszogattunk és jól éreztük magunkat. Hadd búcsúzzak Csaba barátomtól egy ilyen történettel! Réges-régen, még a múlt században a hallgatókat évente két-háromszor többnapos, autóbuszos földtani kirándulásra vittük. Egyik alkalommal, egy bakonyi túra első napja után Bakonybélben éjszakáztunk. A hallgatók egy közeli diákszálláson, mi ketten, tanárok a faluban lévő turistaházban. Hét óra körül érkeztünk szállásheljünkre. „Én bizony már igencsak megéheztem” – mondta Csaba. „Szerencsére van nálam néhány melegíthető konzerv, és még egy villanyrezsó is van itt a szobánkban.” Ezzel elővett zsákjából egy kétadagos sóletkonzervet, és el is kezdte melegíteni. „Van nálam egy lencsefőzelék kolbásszal is” – szólt. – „Nem kéred?” „Köszönöm, de a seregben egy életre elegendőt fogyasztottam ebből!” – válaszoltam. „No, nem baj, amondó vagyok, hogy ballagjunk át a közeli vendéglőbe, ahol csapolt sört is mérnek, ott tudsz vacsorát rendelni.” Csakhamar elfogyasztotta a hatalmas babkonzervet némi kenyérrel, majd átsétáltunk az étterembe. Én rendeltem valamit, talán egy pörköltet, ő pedig lehajtotta az első korsó sört. Közben beszélgettünk a másnapi programról, a régi közös élményekről, a világ dolgairól. Egy idő múlva megszólalt: „Add csak ide az étlapot! Szeretem nézegetni a kínálatot.” Odaadtam, alaposan áttanulmányozta a nem túl terjedelmes listát, szinte gondolatban ízlelgetve az ételeket. Aztán örvendezve felkiáltott: „Halászlé is van! Azt szeretem, ha jól készítik, és nem különösebben nehéz étel. Rendelek is egy adagot, ha még nem fogyott el.” Szerencsére még volt a konyhán, ki is hozták egy kis bográcsban. Némileg feljavította fűszerekkel, majd akkurátusan elfogyasztotta, azután jöhetett a sör, és folytattuk a beszélgetést. Fél óra elteltével Csaba megszólalt: „Mintha túrós csusza is lett volna az étlapon. A halászlé után az jól szokott esni.” Bizonyára ezúttal is így volt, mert mikor kihozták a következő korsót, és annak tartalmát is elfogyasztottuk, Csaba így szólt: „Most már tényleg jóllaktam, és e szép nap után bizonyára jót is fogok aludni.”

Kedves Csaba! Nyugodj békében!

HAAS János

Fiktív levél Péró Csabához

„Később megszerettem az iskolát, a tanítómat.
És ma, ha megkérdezem magam, vajon egészen
megszoktam-e az emberek között, becsületesen
valahogy így kellene felelnem: igen.
De szívem mélyén él egy titokzatos nem is.
Mert az őzeket nem lehet egészen megszelídíteni.”

Pilinszky János

Kedves Csaba!

Épp leesett az első hó Miskolcon, és mi a meleg szobában gyönyörködtünk a hófehér ruhába öltözött tájban, amikor megkaptam Sára húgod szomorú üzenetét, melyben közli, hogy te ezután már az égi csillagösvényen folytatod vándorutadat, akárcsak a székely himnusz Csaba királyfija.

Napra pontosan 40 évvel első közös terepbejárásunk után hagytál itt bennünket, akik szerettünk és tiszteltünk. Rokonokat, barátokat, kollégákat és tanítványokat.

1984. december 20-án mentünk ki először a Berva-bányába, hogy a szakdolgozatomhoz még néhány mintát begyűjtsünk. Akkor még egyikünk sem sejtette, hogy ez egy negyvenéves barátság, együttműködés és együtt alkotás kezdete volt. Napra pontosan 40 év. Véletlen? Egyáltalán, vannak véletlenek?

Nem tudom, emlékszel-e még, hogy a természet akkor is fehér ruhába öltözött. Hatalmas pelyhekben hullt a hó. Olyan volt, mint egy Fellini-film szépen megrendezett jelenete. Mivel egyikünknek sem volt kocsija, vonattal mentünk Egerig, ott gyalog a hóval fedett, egyébként is gyönyörű városon keresztül a buszpályaudvarig, majd busszal a hegy túloldalán lévő végállomásig. Onnan a hegyen keresztül a bánya bejáratáig. A bányába siklóval lehetett feljutni, ami akkor éppen nem üzemelt, úgyhogy gyalog másztunk fel a több mint száz lépcsőfokon, és gyönyörködtünk a hóval fedett tájban.

Született terepi geológus voltál. Isten adta tehetséged volt a terepi munkához. A génjeidben érezted a kőzetek terepi elhelyezkedését. Élmény volt veled terepre menni.

Jó volt veled vitatkozni szakmai problémákról is. Vitáink során mindig meg akartál győzni, de sohasem akartál legyőzni.

Sok-sok terepbejárást vezettél a hallgatóknak. Széles körű ismeretekkel rendelkeztél a Kárpátok és az Alpok geológiájáról. Az általad vezetett terepbejárásokon generációkkal szerettetted meg a szakmát. Ehhez persze mindenre kiterjedő ismereteiden túl személyiséged is hozzájárult. Nem voltál az a „tizenkettő egy tucat” ember. Ha valamiért lelkesedtél, azt szívvel-lélekkel, magas színvonalon csináltad.

Kedves Csaba! Nemrég elmentél. A hó is eltűnik idővel, de ez csak halmazállapot-változás. A hó vízzé válik, táplálja a növényeket, és víz nélkül nincs élet.

Te is nyomot hagytál, mint ahogy lépéseink nyoma is ott marad a hóban. A te emléked is bennünk él rokonaid, barátaid, kollégáid és tanítványaid lelkében. Azt hiszem, sokan elmondhatjuk, hogy gazdagabbak lettünk barátságod által. Köszönjük neked a kedves élményeket, amelyek most már „emlékké nemesedtek”.

Ha majd mi is követünk téged, kérlek, vedd fel a bojtos sapkádat, igazítsd meg azzal a széles, rád oly jellemző mozdulattal, és majd együtt indulunk a terepre! De most még utoljára szeretnénk neked búcsúzóul, mindannyiunk nevében egy utolsó *Jó szerencsét* kívánni!

VELLEDITS Felicitász

PÉRÓ Csaba publikációinak jegyzéke

1983

KOVÁCS, S. & PÉRÓ, CS. 1983: Report on stratigraphical investigation in the Bükkium (Northern Hungary). – In: SASSI, E. P. & SZEDERKÉNYI, T. (eds): *Correlation of prevariscan and variscan events of the Alpine-Mediterranean mountain belt*. – University of Padova, Padova, 58–65.

KOVÁCS, S. & PÉRÓ, CS. 1983: Tectonic front of a Dinaric-type Paleozoic in North Hungary. – *Anuarul Institutului Geologic al Romaniei* **60,** 85–94.

KÁZMÉR M., KOVÁCS S. & PÉRÓ CS. 1983: A Keleti-Kárpátok szerkezete. – *Általános Földtani Szemle* **18,** 3–75.

1984

KÁZMÉR M., KOVÁCS S. & PÉRÓ CS. 1984: Tanulmányúton a Pienini-szirtövben és a Lengyel-Tátrában. – *Általános Földtani Szemle* **20,** 103–144.

1987

KRIVÁN P., MENSÁROS P. & PÉRÓ CS. 1987: A József-hegyi barlangrendszer kutatásához kapcsolódó földtani térképezés eredményei (Geological mapping results connected with József Hill Cave system investigation). – *Mérnökgeológiai Szemle* **35**(1986), 85–112.

VELLEDITS, F. & PÉRÓ, CS. 1987: The Southern Bükk (N Hungary) Triassic revisited: the Bervavölgy Limestone. – *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae – Sectio Geologica* **27,** 17–65.

1989

GROW, J., POGÁCSÁS GY., BÉRCZINÉ-MAKK A., VÁRNAI P., HAJDÚ D., VARGA E. & PÉRÓ CS. 1989: A Békési medence tektonikai és szerkezeti viszonyai (Tectonics and structure of Békés basin). – *Magyar Geofizika* **30/2–3**, 63–97.

KOVÁCS, S. & PÉRÓ, CS. 1989: Rakacaszend, road cut. – In: KECSKEMÉTI, T. (szerk.): *Guidebook. XXIst European Micropaleontological Colloquim. 4–13. 09. 1989. Hungary*. – Hungarian Geological Society, Budapest, 125–128.

1990

PÉRÓ CS. 1990: Magyarország geológiai alapszelvényei. Szendrői-hegység, Rakacaszend DNy, útbevágás (Geological key sections of Hungary. Road cut, Rakacaszend SW, Szendrő Hills). – Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 1–6.

1994

GROW, J., MATTICK, R., BÉRCZI-MAKK, A., PÉRÓ, CS., HAJDÚ, D., POGÁCSÁS, GY., VÁRNAI, P. & VARGA, E. 1994: Structure of the Békés Basin inferred from seismic reflection, well and gravity data. – In: TELEKI, P. G., MATTICK, R. E. & KÓKAI, J. (eds): *Basin Analysis in Petroleum Exploration*. – Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1–38.

BLEAHU, M., MANTEA, G., BORDEA, S., PANIN, S., STEFANESCU, M., SIKIC, K., HAAS, J., KOVÁCS, S., PÉRÓ, CS., BÉRCZI-MAKK, A. et al. 1994: Triassic facies types, evolution and paleogeographic relations of the Tisza Megaunit. – *Acta Geologica Hungarica* **37,** 187–234.

1997

MAJOROS GY. & PÉRÓ CS. 1997: A Kárpát-medence földtörténete. Újpaleozoikum. – In: KARÁTSON D. & SZÁRAZ M. GY. (szerk.): *Pannon enciklopédia. Magyarország földje: kitekintéssel a Kárpát-medence egészére*. – Kertek 2000 Könyvkiadó, Budapest, 88–94.

PÉRÓ CS. 1997: A Kárpát-medence földtörténete. Prekambrium-ópaleozoikum. I. – In: KARÁTSON D. & SZÁRAZ M. GY. (szerk.): *Pannon enciklopédia. Magyarország földje: kitekintéssel a Kárpát-medence egészére*. – Kertek 2000 Könyvkiadó, Budapest, 74–80.

Péró Cs. 1997: A Kárpát-medence földtörténete. Prekambrium-ópaleozoikum, II. – In: KARÁTSON D. & SZÁRAZ M. GY. (szerk.): *Pannon enciklopédia. Magyarország földje: kitekintéssel a Kárpát-medence egészére*. – Kertek 2000 Könyvkiadó, Budapest, 81–87.

1998

CSONTOS, L., FODOR, L., KOROKNAI, B., HIPS, K. & PÉRÓ, CS. 1998: Structural evolution of NE Hungary. – In: JANOSCHEK, W. (ed.): *Carpathian–Balkan Geological Association XVI. Congress*. – Geological Survey of Austria, Wien, p. 108.

LESS, GY., KOVÁCS, S., FODOR, L., HIPS, K. & PÉRÓ, CS. 1998: A geological cross section through the Aggtelek–Rudabánya Mts., NE Hungary. – In: JANOSCHEK, W. (ed.): *Carpathian–Balkan Geological Association XVI. Congress*. – Geological Survey of Austria, Wien, p. 337.

2002

DOSZTÁLY, L., JÓZSA, S., KOVÁCS, S., LESS, GY., PELIKÁN, P. & PÉRÓ, CS. 2002: North-East Hungary. 1st Day Programme, Post-Congress Excursion. – In: VOZÁR, J., VOJTKO, R. & SLIVA, L. (eds): *Guide to Geological Excursions, XVIIth Congress of Carpathian–Balkan Geological Association*. – Geologicky ustav Dionyza Stura, Bratislava, 104–117.

PÉRÓ, CS., KOVÁCS, S., LESS, GY. & FODOR, L. 2002: Tectonic setting of the "Hallstatt" (s.l.) facies in NE Hungary. – *Geologica Carpathica* **53 (Special Issue),** 24–27.

VELLEDITS, F., BLAU, J., PIROS, O., KOVÁCS, S., PÉRÓ, Cs. & DJERIC, N. 2002: A unique Upper Anisian reef facies in the NE part of the Tethys: Baradla Cave, Aggtelek Karst (NE Hungary). –*Geologica Carpathica* **53 (Special Issue),** 51–52.

2003

HAAS, J. & PÉRÓ, Cs. 2003: Mesozoic evolution of the Tisza Megaunit: a review. – *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae – Sectio Geologica* **35,** 76–77.

PÉRÓ, Cs., KOVÁCS, S., LESS, Gy. & FODOR, L. 2003: Geological setting of Triassic "Hallstatt" (s.l.) facies in NE Hungary. – *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae – Sectio Geologica* **35,** 58–60.

2004

HAAS J. & PÉRÓ Cs. 2004: A Tiszai egység mezozóos fejlődése. – In: WANEK F., Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (szerk.): *VI. Bányászati – Kohászati – Földtani Konferencia, Petrozsény, 2004. május 20–23.* – Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, Kolozsvár, p. 35.

HAAS, J. & PÉRÓ, Cs. 2004: Mesozoic evolution of the Tisza Mega-unit. – *International Journal of Earth Sciences* **93/2,** 297–313.

2005

KÖVÉR, Sz., FODOR, L., KOVÁCS, S., CSONTOS, L. & PÉRÓ, Cs. 2005: Deformation of metamorphic (Tornaic?) and non-metamorphic (Bódva) Mesozoic sequences in the central part of the Rudabánya Hills (NE Hungary). – *Geolines* **19,** 73–74.

KÖVÉR, Sz., FODOR, L., KOVÁCS, S., CSONTOS, L. & PÉRÓ, Cs. 2005: Tectonic position of Torna s.s. and Bódva Units in the central part of Rudabánya Hills, NE Hungary. – In: TOMLJENOVIĆ, B., BALEN, D. & VLAHOVIĆ, I. (eds): 7*th Workshop on Alpine Geological Studies*. – Croatian Geological Society, Zagreb, 53–54.

2006

KOVÁCS, S., VELLEDITS, F., PIROS, O., SIMON, H., PÉRÓ, Cs., HIPS, K. & FODOR, L. 2006: *Evolution of the Aggtelek platform in the Anisian–Ladinian. Field guide book 19/10/2006–22/10/2006*, kirándulásvezető, 1–52.

VELLEDITS, F., KOVÁCS, S., POCSAI, T. & PÉRÓ, Cs. 2006: Tectonic control on the evolution of the oldest barrier reef (Aggtelek Mts., NE Hungary, Late Anisian). – *Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften* **45,** p. 177.

2008

VELLEDITS, F., PÉRÓ, Cs., BLAU, J., SENOWBARI-DARYAN, B., KOVÁCS, S., PIROS, O., POCSAI, T., SZÜGYI-SIMON, H., DUMITRICĂ, P. & PÁLFY, J. 2008: The oldest Triassic barrier reef from the western Tethys (NE Hungary). – *Erlanger Geologische Abhandlungen, Sonderband* **6,** 69–70.

2010

HAAS, J., KOVÁCS, S., KARAMATA, S., SUDAR, M., GAWLICK, H.-J., GRĂDINARU, E., MELLO, J., POLÁK, M., PÉRÓ, Cs., OGORELEC, B. et al. 2010: Jurassic environments in the Circum-Pannonian region. – In: VOZÁR, J., EBNER, F., VOZÁROVÁ, A., HAAS, J., KOVÁCS, S., SUDAR, M., BIELIK, M. & PÉRÓ, Cs. (eds): *Variscan and Alpine terranes of the Circum-Pannonian Region*. – Slovak Academy of Sciences, Bratislava, 157–202.

KOVÁCS, S., SUDAR, M., KARAMATA, S., HAAS, J., PÉRÓ, Cs., GRĂDINARU, E., GAWLICK, H.-J., GAETANI, M., MELLO, J., POLÁK, M. et al. 2010: Triassic environments in the Circum-Pannonian region related to the initial Neotethyan rifting stage. – In: VOZÁR, J., EBNER, F., VOZÁROVÁ, A., HAAS, J., KOVÁCS, S., SUDAR, M., BIELIK, M. & PÉRÓ, Cs. (eds): *Variscan and Alpine terranes of the Circum-Pannonian Region*. – Slovak Academy of Sciences, Bratislava, 87–156.

2011

HAAS, J., KOVÁCS, S., GAWLICK, H-J., GRĂDINARU, E., KARAMATA, S., SUDAR, M., PÉRÓ, Cs., MELLO, J., POLÁK, M., OGORELEC, B. et al. 2011: Jurassic evolution of the tectonostratigraphic units in the Circum-Pannonian region. – *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* **151/3–4,** 281–354.

KOVÁCS, S., SUDAR, M., GRĂDINARU, E., KARAMATA, S., GAWLICK, H-J., HAAS, J., PÉRÓ, Cs., GAETANI, M., MELLO, J., POLÁK, M. et al. 2011: Triassic evolution of the tectonostratigraphic units in the Circum-Pannonian region. – *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* **151/3–4,** 199–280.

VELLEDITS, F., PÉRÓ, Cs., BLAU, J., SENOWBARI-DARYAN, B., KOVÁCS, S., PIROS, O., POCSAI, T., SZÜGYI-SIMON, H., DUMITRICĂ, P. & PÁLFY, J. 2011: The oldest Triassic platform margin reef from the Alpine–Carpathian region (Aggtelek, NE Hungary): Platform evolution, reefal biota and biostratigraphic framework. – *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* **117/2,** 221–268.

2012

VELLEDITS, F., HIPS, K. & PÉRÓ, Cs. 2012: Lower and Middle Triassic Succesion in Aggtelek Karst: IGCP 572 Conference. Field trip POST2 (June 5–7, 2012). – In: HIPS, K. (ed.): *IGCP 572 Closing Conference*, 1–33.

2014

VOZÁR, J., EBNER, F., VOZAROVÁ, A., HAAS, J., KOVÁCS, S., SUDAR, M., BIELIK, M. & PÉRÓ, Cs. (eds) 2014: *Variscan and Alpine terranes of the Circum-Pannonian region*. – Slovak Academy of Sciences Bratislava, 240 p.

2015

PÉRÓ, Cs., VELLEDITS, F., †KOVÁCS, S. & BLAU, J. 2015: The Middle Triassic post-drowning sequence in the Aggtelek Hills (Silica Nappe) and its Tethyan context – first description of the Raming Formation from Hungary. – *Newsletters on Stratigraphy* **48/1,** 1–22.

2017

VELLEDITS F., LEIN, R., KRYSTYN, L., PÉRÓ Cs., PIROS O. & BLAU, J. 2017: A Reiflingi esemény hatása az Északi-Mészkőalpok és az Aggteleki-hegység középső-triász fejlődésére. – *Földtani Közlöny* **147/1,** 3–24.

2023

BUDAI T., TÓTHNÉ MAKK Á., HAAS J., KOLOSZÁR L., VÖRÖS A., JÓZSA S., FARICS É., CSILLAG G., PÁLFY J., RÁLISCHNÉ FELGENHAUER, E. et al. 2023: Mezozoikum: Triász. – In: BABINSZKI E., PIROS O., BUDAI T., GYALOG L., HALÁSZ A., KIRÁLY E., KOROKNAI B., LUKÁCS R. & M. TÓTH T. (szerk.): *Magyarország litosztratigráfiai egységeinek leírása I. Prekainozoos képződmények*. – Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága, Budapest, 113–186.

Magyarhoni Földtani Társulat
Földtani Közlöny
Hungarian Geological Society
155/1, 79–81., Budapest, 2025

Hírek, ismertetések

Összeállította: PIROS Olga

Események, rendezvények

20. Téli Ásványtudományi Iskola Veszprém, 2025. február 13–14.

A jubileumi, 20. téli iskola az „Ásványok és fluidumok" címet kapta. Az iskola mottójának célja, ahogy az eddigi években is, nem a tematika lehatárolása volt, inkább egy vezérmotívum megjelölésével a kollégák részvételre ösztönzése. Hiszen legyen szó a köpenyben zajló magmás tevékenységről, a hidrotermás ércképződésről vagy a felszíni ásványképző és -lebontó folyamatokról, az ásvány-fluidum kölcsönhatások mindenhol fontos szerephez jutnak.

Az idei iskola meghívott előadója, Sarah GLEESON (Geoforschungszentrum, Potsdam) a European Association of Geochemistry (EAG) „Distinguished Speaker" programja keretében vett részt a rendezvényen. Két előadást is tartott, az egyik az üledékes ércesedésekben a pirit geokémiai indikátor szerepéről, a másik az üledékes Zn és Cu ércképződésről (permi „Kupferschiefer") szólt. Mindkét előadás kiválóan illeszkedett a rendezvény „iskola" jellegéhez, és különösen az utóbbi téma a hallgatóság élénk érdeklődését váltotta ki.

Részben talán a meghívott előadónak is köszönhetően az idei iskolán sok ércteleptani témájú előadást hallhattunk: a mecseki arany- és egyéb ércesedésről (Sahroz KHAN és társai, SZTE), a Dunántúli-khg. Mn-ércesedésének új modelljéről (LESKÓ Máté és társai, ME), selmecbányai felhagyott bányavágatokban képződő Mn-oxidokról (Eva PROROKOVA, Besztercebánya), miocén ércindikációról paksi mélyfúrásban (TATÁR Adrienn és társai, DE és ELTE), a Norvég Kaledonidák VMS-ércesedéséről (KISS Gabriella, ELTE) és a szfalerit ásványkémiájáról VMS-ércesedésekben (GERECZI Botond, ELTE).

Szintén hangsúlyosan szerepeltek a programban a mélybeli, nagynyomású ásvány-fluidum kölcsönhatások. Három előadásban a geotermikus fluidumokból nyerhető nyersanyagok (HARTAI Éva, ME) és felszín alatti energiatárolással összefüggő ásványtani kérdések (FALUS György és társai, valamint HORVÁTH Laura és társai, SZTFH és ELTE) kerültek előtérbe, míg három előadás (SPRÁNITZ Tamás és társai – az előadó betegsége miatt BERKESI Márta előadásában; Justine MYOVELA és társai; LANGE Thomas és társai, FFI Sopron és ELTE) a köpeny xenolitokból nyerhető ásványtani-geokémiai információkkal és ezek értelmezésével foglalkozott.

Az idei programból sem hiányoztak a bioásványokkal és a környezeti ásványtannal foglalkozó témák: a mágneses baktériumok változatos zárványairól KÖVÉR Regina (PE), ugyanezen baktériumok magnetit nanokristályainak morfológiájáról PEKKER Péter (PE), a fogzománc szinkrotron röntgendiffrakciós vizsgálatáról HEGEDŰS Máté és társai (ELTE és EK) tartott előadást. A Balatonban képződő dolomit kationrendeződésének atomi léptékű vizsgálati eredményeit PEKKER Péter (PE) mutatta be, és két talajjal kapcsolatos előadás is elhangzott (ipari eredetű talajszennyezés Salgótarjánban – Mona MAGHSOUDLOU és társai, ELTE, illetve szervesanyag-ásvány komplexek talajban – DÉVÉNY Zoltán és társai, ELTE).

Az első nap esti szekciója a szokásokhoz híven három „színes" előadást tartalmazott: ARADI László és társai (ELTE, CSFK) népvándorlás kori ötvöstárgyak gránátberakásait ismertette, TAKÁCS József (V-Pearl) a drágakövekben előforduló folyadékzárványok jellegét és jelentőségét mutatta be, majd PAPP Gábor (TTM) egy 17. századi olasz katona és tudós, MARSIGLI magyarországi vonatkozású, ásványtani jellegű munkásságából adott ízelítőt.

Mivel az influenzajárvány miatt többen lemondták személyes részvételüket, rögtönzött hibrid üzemmódra váltottunk, és néhányan végig online követték az előadásokat, illetve előfordult távoli előadás is. Minden jól működött egyetlen sajnálatos kivétellel: technikai hiba miatt DEMÉNY Attila nem tudta megtartani az aptichusok izotópos vizsgálatáról szóló előadását. Végül összesen 70 résztvevő hallgatta az előadásokat, valamint a budapesti intézetek mellett Pécs, Szeged, Debrecen, Miskolc, Sopron és Veszprém egyetemei, illetve intézetei is képviseltették magukat. A téli iskola hagyományaihoz híven idén is sok kérdés és megjegyzés hangzott el minden előadás után. Az ebéd- és kávészünetekben, valamint a Hangvilla rendezvényközpont éttermében elfogyasztott közös vacsorán is bőségesen jutott idő a szakmai és szakmán túli témák megvitatására.

Az eddigi szakmai szponzorok mellé az MFT Közép- és Északdunántúli Területi Szervezete is csatlakozott. Az idei rendezvény költségeit a Pannon Egyetem Mérnöki Karának dékáni kerete fedezte. A téli iskola programja és résztvevőinek listája itt megtekinthető: http://mposfai.hu/TAI/tai.htm.

Könyvismertetés

Nők a tudomány fellegvárában Kutatói életutak a Magyar Tudományos Akadémián 1949–2021, 1–2. kötet

Szerkesztette: Hay Diana, Palasik Mária, Schadt Mária
Akadémiai Kiadó, Budapest, 2024

A fellegvár természetesen a 200. évét ünneplő Magyar Tudományos Akadémia. A terjedelmes, 1200 oldalas, kétkötetes mű olyan magyar tudós nők kutatói életútját mutatja be, akik szakterületükön akadémiai doktor fokozatot szereztek, vagy akadémikusok lettek. A visszatekintésnek egyrészt időkorlátja van, az 1949–2021 közötti időszakot öleli fel, másrészt nem találjuk meg a könyvben a még ma is élő, alkotó személyek munkásságának méltatását. A könyv főhajtás 191 már elhunyt, műveikben és emlékezetünkben élő, valamennyi akadémiai tudományterületet képviselő tudós nő előtt.

A könyvet – stílszerűen – hölgyek, HAY Diana, PALASIK Mária és SCHADT Mária szerkesztették, az írások 88 szerző tollából kerültek ki. A terjedelmes bevezető rész tanulmányai útmutatóként szolgálnak az egyes életutak fordulatainak megértéséhez, az Akadémia minősítési rendszerének időbeli változásaihoz.

Az első tanulmány, a „Nők a felsőoktatásban" rávilágít arra, hogy hazánkban milyen hátrányos megkülönböztetésben volt részük a nőknek az egyetemi szintű képzésben való részvételre. A 19. század második felétől induló visszatekintés felhozza az első magyar orvosnő, HUGONNAI Vilma személyének és a külföldön szerzett diplomájának elfogadtatása körüli nehézségeket. Említést tesz KLEBELSBERG Kunó miniszter reformkísérletéről, és arról, hogy csupán a második világháború után nyílt meg az általános lehetőség a nők felsőfokú képzésben való részvételére.

A felsőfokú képzés problémaköre után a minősítési rendszer többszöri átalakításának folyamatát és indokait tárgyalja „A tudo-

mányos minősítés Magyarországon a második világháború és a rendszerváltás között" című tanulmány.

A következő tanulmány kitér „az akadémiai tagjelölések és tagválasztások rendjének" változásaira az Akadémia fennállásának 200 éve alatt. Megismerhetjük az alapítás utáni első akadémikusok nevét, majd a fejezet végén hosszú táblázat mutatja be az 1949 és 2019 között az MTA levelező tagjának jelölt, és közülük megválasztott kutató nők neveit.

Az utolsó tanulmány címe: „Nők a kutatói életpályán". Ez azt a súlyos kérdést boncolgatja, hogy annak ellenére, hogy napjainkban a nők nagyobb arányban rendelkeznek felsőfokú diplomával, milyen okokra vezethető vissza, hogy a férfiaknál jóval kevesebben képesek tudományos karriert építeni. Lábjegyzetben közölt, friss adatok szerint arányában nem állunk jól nemzetközi összehasonlításban a felsőfokú végzettséggel rendelkező lakosságot tekintve (32,9%), és ez vonatkozik mind a nőkre, mind a férfiakra. Az esélyegyenlőséget meghatározó tényezők között társadalmi és intézményi struktúrákból származó hátrányok találhatók. A társadalmi okok között a nemek közötti szerepvállalások különbségei és az eltérő szocializációból adódó hátrányok szerepelnek. A tanulmány kitér arra is, hogy a Magyar Tudományos Akadémia az elmúlt évtizedekben milyen intézményi megoldásokat vezetett be a nők tudományos munkájának elősegítése érdekében. Ennek csúcspontjaként 2017-ben megalakult „A Nők a Kutatói Életpályán Elnöki Bizottság", amelyik tevékenységével inspirálóan hat a kutatók női közösségére, és eredményeket is tud felmutatni. A bizottság munkájának terméke az elemzett könyv megjelenése, és az is, hogy 2022-re a női akadémikusok aránya a teljes tagság vonatkozásában átlépte a 10%-os küszöböt.

Az „Életutak" fejezet csoportosítása az MTA jelenlegi tudományos osztályai szerint történt. Az élettörténetek több mint száz évet ölelnek át, ez idő alatt Magyarország politikai rendszerében, gazdaság- és társadalomtörténetében, a tudománypolitikában jelentős változások következtek be. Mindez tükröződik a kutatók életpályájában, amit a családi környezetük változása tesz még színesebbé. Az életpályák egyediségét a szöveg mellett fényképek, a kutatók műveinek válogatott bibliográfiája és az illetőről szóló irodalom felsorolása is alátámasztja.

A 11 akadémiai osztály közül minket a „X. Földtudományok Osztálya" és annak kutatói érdekelnek közvetlenül. Mind a hét személy tagja volt a Magyarhoni Földtani Társulatnak, többen még tisztséget is viseltek. Büszkék vagyunk rájuk, ezért tartjuk indokoltnak, hogy a *Földtani Közlöny* hasábjain is megemlékezzünk róluk.

A könyv betűrendes felsorolását követve első CSEPREGHYNÉ MEZNERICS Ilona (1906–1977) paleontológus életpályája. Munkásságának középpontjában a miocén Mollusca-fauna tanulmányozása állt, gazdag életútja során a tudományra nézve 90 új fajt és alfajt írt le.

HAJÓS Márta (1916–2000) geológus, botanikus és algológus. A miocén diatómarétegek üledékeinek földtörténeti és ősföldrajzi kutatásával foglalkozott. Nemzetközileg is kiemelkedően értékes eredménye a miocén biosztratigráfia diatoma (kovaalga) és silikoflagellata (kovaostoros) zónáinak meghatározása és elkülönítése.

JAMBRIK Rozália (1947–1997) hidrogeológus, bányamérnök. Tudományos tevékenysége elsősorban a síkvidéki területek vízföldtani viszonyaival, a felszín alatti vizek minőségével, a mélyművelésű és külfejtéses bányák vízvédelmi problémáival kapcsolatos.

KLIBURSZKYNÉ VOGL Mária (1912–1996) vegyész, geokémikus, az MTA rendes tagja. Geokémiai nyomelemkutatással, színképanalízissel és a magyarországi szénhamuk nyomelemeinek vizsgálatával foglalkozott. A hazai kőszenek ritkaelem-geokémiai kutatása során olyan jelentős eredményre jutott, amely alapjául szolgált a későbbi nagyszabású kőszén-geokémiai vizsgálatoknak. Elévülhetetlen érdemeket szerzett a differenciális termikus analízis hazai meghonosítása és elfogadtatása terén.

SZÉKYNÉ FUX Vilma (1916–2006) geológus. A kőzettan-geokémia, a vulkanológia, a hidrotermás metallogénia, a metaszomatózis és az agyagásványosodás elismert szakértője, az Eötvös Loránd Tudományegyetem és a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem megbecsült professzora volt.

SZÖRÉNYI Erzsébet (1904–1987) geológus, paleontológus. A fosszilis tengerisünök a kréta elejétől a miocén végéig élt faunáinak feldolgozásával foglalkozott, a téma nemzetközi tekintélyű specialistája volt.

VÉGH Sándorné NEUBRANDT Erzsébet (1926–2008) geológus. A triász Megalodontida-kagylókat feldolgozó monográfiájával nemzetközi hírnévre tett szert. Vizsgálta és korát meghaladó megállapításokat tett a felső triász karbonátos üledékek ciklusosságának okairól. Közkedvelt egyetemi oktatóként maradandót alkotott a nyersanyagkutatásban, a vízföldtanban és a mérnökgeológiában is.

Egyet kell értenünk a kötet szerkesztőivel, miszerint „a kötet célja az életutak és a tudományos teljesítmények megismerésén túl az, hogy ösztönözze a következő nemzedékeket a tudományos kutatásra, és az ez által kiváltott különleges örömökre".

BREZSNYÁNSZKY Károly

Juhász Árpád: Amerikába jöttem

Akadémiai Kiadó, 2024, 154 o.

A közelmúltban jelent meg Árpi (hadd írjam paleobarátságunkra hivatkozva így JUHÁSZ Árpádot!) nagyszerű könyve, melynek címe a gyermekkori találós kérdés játékot idézi: „Amerikából jöttem, mesterségem címere…" Csak éppen a menetirányt fordítva használja. A kötetben olyan magyar tudósokat szólaltatott meg, akik Magyarországról mentek Amerikába, s ottani kiemelkedő tudományos munkásságuk révén jutottak szakmájukban világhírnévre. A beszélgetésekre az 1991-ben és 1995-ben tett amerikai utazásai alkalmával került sor. Az akkor felvett televíziós beszélgetéseit foglalta írásba, mert ahogy a bevezetőben írja, „verba volant, scripta manent!" (a szó elrepül, az írás megmarad).

A könyvből megismerjük azon hazánk fiát, aki letapogatta a Holdat (BAY Zoltán), aki megjósolta a brexitet (az egykori osztálytárs LÁZÁR Árpád), aki az élet építőköveit (peptidek) kutatta (BODÁNSZKY Miklós), aki megalapította Costa Ricában az ottani Tudományos Akadémiát (BORNEMISZA Elemér), aki hidakat tervezett és épített Délkelet-Ázsiában (DÉVÉNYI Zoltán), aki megismertette a világgal az öntöttvas új alkalmazásait (KOVÁCS Béla), akivel a New England-i Orange-ban egy alkotmánytölgy (a *charter oak* egy alfaja) árnyékában kromatográfiáról társalgott (HORVÁTH Csaba), akivel gondolatot cserélt energia kontra környezetvédelem (BEÉR János), valamint egy több pillérű energiastratégia témakörében (SÁRDI György). Beszélgetett a fenyők nemesítőjével (SZIKLAY Oszkár), a braziliai São Paulo és a kaliforniai Stanford Egyetem között ingázó informatikussal (BUN Tamás), a Cleveland melletti Chagrin Fallsban élő Falco (Sólyom) nevet viselő magyar indiántársszal (ILKANICH Ferenc). Nem maradhatott ki az interjúalanyok közül a tragikus sorsú magyar miniszterelnök, TELEKI Pál szintén Pál nevű, geológus unokája, TELEKI Pál, valamint a mesterséges holdak bűvöletében élő MÜLLER Iván sem. Remek beszélgetést folytatott a fulleréneket kutató, híres szilárdtestfizikussal (GRÜNER György), valamint a Berkeley Egyetemen professzorként dolgozó, a súrlódást atomi szinten kutató SOMORJAI Gáborral. S mondhatnánk: a végén csattan az ostor! Remek beszélgetést rögzített Árpi a

szénhidrogének reakcióinak és átalakításának kémiai leírásáért Nobel-díjjal jutalmazott OLÁH Györggyel és a szintén Nobel-díjas TELLER Edével, akit a hidrogénbomba atyjaként ismer a világ.

A tizennyolc magyar természettudós *mestersége* sokféle (fizikus, atomfizikus, fizikokémikus, kémikus, erdőmérnök, hídépítőmérnök, energetikus, egészségügyi menedzser, közgazdász, talajtankutató, informatikus, geológus, geofizikus, geodéta), de *címere* mindegyiknek ugyanaz: magyar!

KECSKEMÉTI Tibor

Kubassek János: Atlasz varázsa
Világjáró magyar tudósok, földrajzi felfedezők hat kontinensen
Panoráma, 2023, 719 o.

„Geológia és geográfia két egytestvér!" – mondogatta a múlt század ötvenes éveiben, vacsora utáni beszélgetéseink alkalmával első mesterem, PÁVAI VAJNA Ferenc, akinek kezdő geológus koromban famulusa voltam a tolnai és baranyai földtani térképezések során. Ez a mondat jutott eszembe, amikor kedves barátom, a jeles geográfus és múzeumigazgató KUBASSEK János számomra dedikált kötetét kinyitottam. Ugyanis a könyv első fejezete pont a hévizek atyjáról, PÁVAI VAJNA Ferencről szól. Tovább lapozva is sorjáznak a nevezetesebbnél nevezetesebb geológusokról és geográfusokról szóló tanulmányok. Több mint félszáz geojelenségeket és földrajzi tájakat kutató geológusról, geográfusról, földrajzi felfedezőről, tudósról, világjáróról, hittérítőről és utazóról szóló, remek tanulmány található a műben. Olvashatunk például az őshazakutató KŐRÖSI CSOMA Sándorról, a kalandos életű BENYOVSZKY Móricról, a „magyar-arab" GERMANUS Gyuláról, a funkcionális geomorfológiát megalapozó CHOLNOKY Jenőről, az „angol beteg" ALMÁSY Lászlóról, a Kína pontos tektonikai képét megrajzoló id. LÓCZY Lajosról, a vadászutazó SZÉCHENYI Zsigmondról, az Urálban csúcsot „kapó" REGULY Antalról vagy a Kaukázus-kutató DÉCHY Mórról. PINCZÉS Zoltán meginterjúvolása nyomán megismerkedhetünk a Kárpátok sokoldalú tudományos feltárásának történetével, a SZÉCHENYI Béla kelet-ázsiai kutatásai során nyert páratlan tudományos eredményekkel, TELEKI Pál ún. „vörös térképével". TELEKI munkatársai is bemutatásra kerülnek: a geológus LÓCZY Lajos és RÓNAI András, a geográfus KÁDÁR László, az etnográfus GUNDA Béla és a biológus unoka, TELEKI Géza. S ha már a Telekiekről van szó… Nagy terjedelmet kapott a kötetben TELEKI Sámuel 1886–1889-es közép-afrikai expedíciója, mely során egy új vulkánt fedezett fel, amely aztán Teleki-vulkán néven került fel a térképre. Részletesen tájékozódhatunk a TELEKI Sámuel expedíciójának centenáriuma alkalmából szervezett Magyar Tudományos Afrika-expedícióról is, amelynek 12 fős kutatógárdája (tagja volt a kötet szerzője, KUBASSEK János is) révén számos új földtudományi, botanikai és zoológiai eredmény született. (Az expedíció tagjai által aláírt és nekem címzett képeslapot féltve őrzöm képeslapgyűjteményemben!). Egy másik izgalmas tanulmányból megtudhatjuk, hogyan alapította meg az indonéziai Flores-szigeten a Szent István Iskolát KRUMP Tamás magyar verbita szerzetes. Olvashatunk BRUNNER Erzsébet festőművész indiai tevékenységéről is. S ha már a hölgyeknél tartunk: megtudjuk a könyvből, hogy az első magyar nő az Antarktiszon FARKAS Edit meteorológus volt. Meghatóan szép emléksorok idézik a geológus SAÁRY Évát, aki kutatómunkája során kőolajat keresett Afrikában, s aki szépírói, költői és festőművészi munkásságával a külhoni magyar kultúra szervezője is volt. Emellett azt is megtudhatjuk, mit köszönhet a földrajztudomány a Szovjetunió hírszerzőjeként is működő RADÓ Sándor kartográfusnak.

Ám talán mégis BALÁZS Dénes geográfussal kellett volna kezdenem a felsorolást (két tanulmány is foglalkozik vele), aki 1983-ban megalapította a Magyar Földrajzi Múzeumot, amely gyűjti, őrzi és gondozza a magyar földrajzi kutatások történetére vonatkozó gazdag és egyre gyarapodó írásos és tárgyi anyagot, ezenkívül jelentős szakkönyvtárral is rendelkezik, valamint létrehozta a nagy magyar geográfusok szoborparkját, tudományos konferenciákat rendez, pályázatokat ír ki, folyóiratot ad ki, s talán ami a legnépszerűbb tevékenysége: remek ismeretterjesztő előadásokat rendez, és nagy hatású kiállításokon keresztül mutatja be a magyar földrajzi kutatások nemzetközileg is számottevő eredményeit.

Ez a kötet a hazai geotudományok tudománytörténeti kincsesbányája. Olvasása során a „két egytestvér" közösség bármely tagja megtalálhatja benne a számára értékes és érdekes olvasmányokat, szakmai kincseket! Jó szívvel ajánlja,

KECSKEMÉTI Tibor

Magyarhoni Földtani Társulat
Földtani Közlöny 155/1 (2025) 1–82
Hungarian Geological Society

Tartalom — Contents

HÁLA József: *„Elegyengették az utat, mely a társulatot életre hívni volt hivatva”* – Dokumentumok és adatok a Magyarhoni Földtani Társulat megalapításának időszakából. – *Documents and data from the period of establishment of the Hungarian Geological Society.* 3

SEBE, Krisztina, PAZONYI, Piroska: Late Neogene–Quaternary exhumation of the Tisza unit basement carbonates based on paleontological data: Villány Hills, SW Pannonian Basin. – *A Tiszai-egység aljzati karbonátjainak késő neogén – kvarter kitakaródása őslénytani adatok alapján a Villányi-hegységben.* 21

SOLT Péter, SZUROMINÉ KORECZ Andrea, SIKHEGYI Ferenc, LÓKI Róbert, MAJOROS Gábor: Archeogeológiai megfigyelések az egresi ciszterci kolostor és királyi temetkezőhely ásatásán (Igriş, Románia). – *Archeogeological observations at Egres (Igriş, Romania) Cistercian monastery, a royal burial place.* 37

KONCZ István: A vizes és a víz nélküli pirolízissel meghatározott kinetikai konstansok összehasonlítása. – *Comparison of the kinetic constants determined by hydrous and anhydrous pyrolysis.* 53

CSÁKINÉ DOBOS, Laura, HÍR, János, KOLLARICS, Tímea, BERKI, Imre, HOSCHEK, Mónika: Survey ofs Attitudes towards natural assets in relation to museum and field activities at the Kozárd geological section. – *Tanulók attitűdvizsgálata a természeti értékekre vonatkozóan a kozárdi geológiai szelvény múzeumi és terepi foglalkozásaihoz kapcsolódóan.* 61

HAAS János: In memoriam PÉRÓ Csaba. 73

Hírek, ismertetések (összeállította: PIROS Olga) 79

A' MAGYAR ORVOSOK és TERMÉSZETVISGÁLÓK
t. cz. Kubinyi Ágost kir. tan. urat,
mint az 1847ik évi august 17ikén ugyanazon hó 18ikán
SOPRON
sz. kir. városában
hirdetett számra VIIIik nagygyülés
beirott tagjának ismerik el,
s a jelen jegy által e nagygyülés minden működéseiben szabad részvétel biztosittatnak.