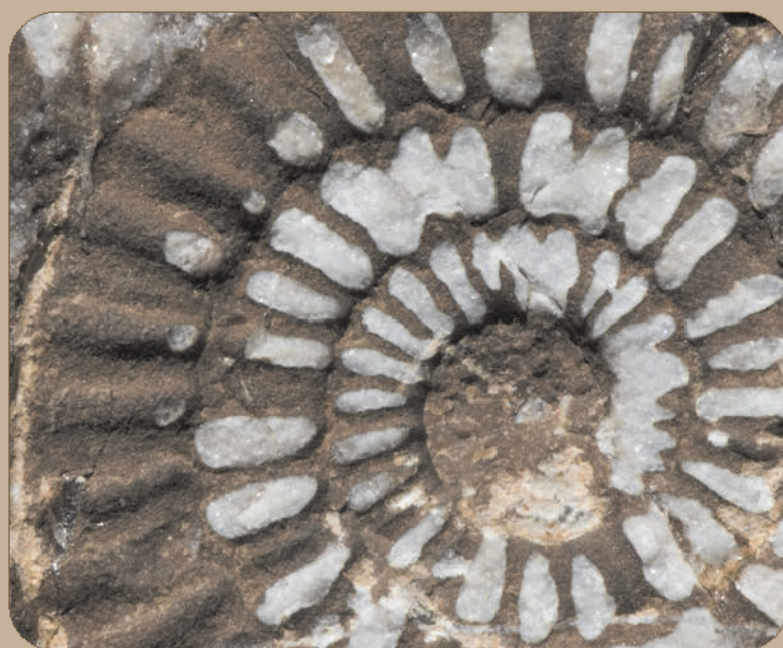


Földtani Közlöny



A Magyarhoni Földtani Társulat folyóirata
Bulletin of the Hungarian Geological Society



Budapest, 2020

150/2

Felelős kiadó

BUDAI Tamás, az MFT elnöke

Főszerkesztő

SZTANÓ Orsolya

Műszaki szerkesztőkBABINSZKI Edit
KOVÁCS Zoltán
BARTHA István Róbert,**Nyelvi lektor**

Philip RAWLINSON

SzerkesztőbizottságBUJTOR László, CSERNY Tibor, FODOR
László, PAPP Gábor, SZAKMÁNY György,
SZANYI János, TÖRÖK Ákos**Főtámogató**

Mol Nyrt.

TámogatókBaumit Kft., Biocentrum Kft., Colas
Északkő Kft., Elgoscár 2000 Kft.,
Geo-Log Kft., Geoproduct Kft.,
Geoteam Kft., Josab Hungary Kft.,
Mecsekérc Zrt., Mineralholding Kft.,
OMYA Hungária Kft., O&G
Development Kft., Perlit-92 Kft.,
Terrapeuta Kft., VIKUV Zrt., ANZO
Perlit Kft., Kvarchomok Bányászati és
Feldolgozó Kft.**A kéziratokat az alábbi felületen kérjük
benyújtani**

www.foldtanikozlony.hu

* * *

Responsible publisherTamás BUDAI,
President of the Hungarian Geological
Society**Editor-in-chief**

Orsolya SZTANÓ

Technical editorsEdit BABINSZKI
Zoltán KOVÁCS
István Róbert BARTHA,**Language editor**

Philip RAWLINSON

Editorial boardLászló BUJTOR, Tibor CSERNY, László
FODOR, Gábor PAPP, György SZAKMÁNY,
János SZANYI, Ákos TÖRÖK**Sponsors**Mol Nyrt.
Baumit Kft., Biocentrum Kft., Colas
Északkő Kft., Elgoscár 2000 Kft.,
Geo-Log Kft., Geoproduct Kft.,
Geoteam Kft., Josab Hungary Kft.,
Mecsekérc Zrt., Mineralholding Kft.,
OMYA Hungária Kft., O&G
Development Kft., Perlit-92 Kft.,
Terrapeuta Kft., VIKUV Zrt., ANZO
Perlit Kft., Kvarchomok Bányászati és
Feldolgozó 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)**Tartalom — Contents**

BUDAI Tamás: Elnöki megnyitó.	217
BABINSZKI Edit: Magyarhoni Földtani Társulat 2019. évi tevékenysége. Főtitkári jelentés.	219
HAAS János, HIPS Kinga: A rejtelmes dolomit. — <i>The enigmatic dolomite.</i>	233
SZENTE István, FÖZY István, MAGYAR Imre: Gerinctelen őslénytani kutatások a Kárpát-Pannon térségben. — <i>Invertebrate palaeontological research in the Carpatho-Pannonian region.</i>	267
JÓZSA Sándor, SZAKMÁNY György, MIKLÓS Dóra Georgina, VARGA Andrea: A törmelékes üledékek és kőzetek petrográfiai vizsgálati eredményei a Kárpát-Pannon térség kutatásában: a magyar kutatók hozzájárulása az elmúlt 150 évben. — <i>Petrographic results of clastic sedimentary rocks in the Carpathian-Pannonian Region: the Hungarian contribution during the past 150 years.</i>	291
FÖLDESSY János, MOLNÁR Ferenc, BIRÓ Lóránt: Ércföldtan Magyarországon a Földtani Közlöny 150. évének tükrében. — <i>Ore geology in Hungary as represented by publications in the Földtani Közlöny over the past 150 years.</i>	315
DÓDONY István: Visszapillantás a transzmissziós elektronmikroszkópia (TEM) módszerek ásványtani és földtani alkalmazásának hazai történetére (1970–2020). — <i>Recollections on the applications of transmission electron microscopy (TEM) methods in Hungarian mineralogy and geology (1970–2020).</i>	335
Hírek, ismertetések (összeállította CSERNY Tibor)	345
Társulati ügyek 2019. (összeállította: KRIVÁNNÉ HORVÁTH Ágnes)	349

Első borító: Középső-triász ammonitesz (*Arpadites* sp.) a nemesvámosi Katrabóca lelőhelyéről (fotó:Fözy István).

Hátsó borító: Nehézásványok dúsulása részlegesen cementált homokkőben (Újfalui/Algyői Formáció, H-1 fúrás, ~1625 m, Szeged, festett vékonycsiszolat) (fotó: VARGA Andrea)

Budapest, 2020**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 kevésbé 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 tárgyira tördő, 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) Targyszavak (magyarul, angolul) Legfeljebb 8 szó / egyszerű kifejezés e) Bevezetés A munkához kapcsolódó legfontosabb korábbi szakirodalmi eredmények összefoglalása, és ebből következően a tanulmány egyértelműen megfogalmazott célja.

f) Anyag és módszerek A vizsgált anyag, esetleg korábról 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) Diskusszió A kapott eredményeknek a saját korábbi eredményekkel és a szakirodalmi ismeretekkel való összevetése, beágyazása a tágabb tudományos környezetbe.

i) Következtetések Az új következtetések tézisszerű, rövid ismertetése az eredmények és a diskusszió 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 nemzetségeit 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 GALÁCS & 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 vezetőknév után vesszőt kell tenni.

CSONTOS, L., NAGYMAROSY, A., HORVÁTH, F. & KOVÁCS, 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](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 sziliklasztos 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](http://dx.doi.org/10.1016/s0070-4571(08)7036-0)

Az **ábrákat** a szerzőknek kell elkészíteni, nyomdakész állapotban és minőségben a tükörméretben (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 esetben 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 lektorai 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 korrekktúrázás. Különlönyomatokat még külön költséggért sem tudunk biztosítani.

Elnöki megnyitó

Tisztelt Tagtársaim!

Az ez évi elnöki közgyűlési köszöntő a megszokott gyakorlattól eltérően előbb jelenik meg a Földtani Közlöny hasábjain, és csak később hangzik el élőszóban. Ennek oka a koronavírus járvány, amely miatt bezártságra kényszerültünk, a közösségeken belüli személyes közvetlen kapcsolat sajnos szünetel. Remélem, hogy minél előbb véget ér ez az áldatlan helyzet, és minden tagtársam jó egészségben vészeli át ezt az időszakot.

Visszatekintve az elmúlt évre megállapítható, hogy a Földtani Társulat működésében 2019. év során is azok a fő célkitűzések voltak irányadóak, amelyeket a 2018-ban választott elnökség fogalmazott meg.

A Társulat hagyományaihoz méltó szakmai programok, jelentős hazai tudományos konferenciák kerültek megrendezésre 2019-ben is. Ebben az évben ünnepeltük a legnagyobb hazai földtani és egyben legelső tudományos kutatóintézetünk, a Földtani Intézet alapításának 150. évfordulóját. Ennek fényében, valamint Eötvös Loránd halála 100 éves jubileumának égisze alatt rendeztük meg a Magyar Geofizikusok Egyesületével közös vándorgyűlésünket. Az év során több mint ötven további rendezvény (kongresszus, vándorgyűlés, szakülés, tanulmányút, terepgyakorlat, továbbképzés) keretében bővíthette tudományos ismereteit mintegy 1500 szakember és egyetemi hallgató.

Az ipari partnerekkel korábban kialakított kapcsolatok ápolása keretében új kezdeményezésként hirdettük meg és indítottuk el szakmai továbbképző kurzussorozatunkat. Folyamatosan és sikeresen zajlik az elmúlt években elnyert és az újonnan induló európai uniós pályázatok teljesítése, amelyeknek egyre jelentősebb szerepük van a Társulat működésének pénzügyi biztosítása terén.

Programjaink, rendezvényeink „fiatalbaráttá”, az ifjú szakemberek számára is vonzóvá tétele céljából ismét megrendeztük az immár hagyományos „Összegytemi terepgyakorlatot”, és egynapos terepbejárásokat szerveztünk az Ifjúsági Bizottság aktív közreműködésével.

A Társulat egyik kiemelt célja a földtan minél szélesebb körű megismertetése és népszerűsítése, ezért egyre inkább előtérbe kerül az ismeretterjesztő tevékenység, a geológiai örökségek bemutatása és népszerűsítése. Ezek körébe tartoznak az évekkel ezelőtt indult „Év ősmaradványa, ásványa és ásványkincse” mozgalomhoz és a Föld Napjához kapcsolódó rendezvények, a Geotóp napi kirándulások és a Földtudományos forgatag, amelyek 2019. során is rengeteg érdeklődőt vonzottak.

Tisztelt Tagtársaim!

Szakmánk jelene és jövője szempontjából meghatározó jelentőségű a földtudományi kutatóhelyek sorsa, társadalmi megbecsültsége. Sajnálatos, hogy ezen a téren a korábbi évek során tapasztalt kedvezőtlen változások 2019-ben is folytatódtak. A Magyar Tudományos Akadémia elveszítette a kutatóintézetét, és a Természettudományi Múzeum költöztetése sem került le végérvényesen a napirendről. A Földtani Társulat természetesen szolidáris minden geológiai kutatóhellyel és azok szakembereivel, és a maga eszközeivel igyekszik a kedvezőtlen változások hatásait enyhíteni.

Tisztelt Tagtársaim!

Az előtűnk álló év ugyancsak kiemelkedő jelentőségű a hazai földtani kutatás történetében. 2020. év során ünnepeljük Társulatunk szakmai folyóiratának, a Földtani Közlönynek 150. évfordulóját, amelyet ünnepi

füzetek megjelentetésével kívánunk emlékeztetni. LÓCZY Lajos halálának 100 éves jubileuma alkalmából tanulmánykötet megjelentetésével kívánunk tisztelegni minden idők legnagyobb magyar geológusának emléke előtt.

Bízom benne, hogy Társulatunk tagsága a koronavírus járvány által előidézett körülmények között is megőrzi azt a hagyományos szakmai aktivitást és összetartást, amely az elmúlt 172 év hullámvölgyeiből mindig felemelte szakmánkat, újra és újra.

Mindezekhez sikerekben gazdag évet és jó egészséget kívánok minden tagtársunknak.

Jó szerencsét!

BUDAI Tamás
elnök

A Magyarhoni Földtani Társulat 2019. évi tevékenysége Főtitkári jelentés

A Magyarhoni Földtani Társulat Elnöksége 2019-ben is a megválasztásakor lefektetett fő célkitűzések megvalósításán dolgozott:

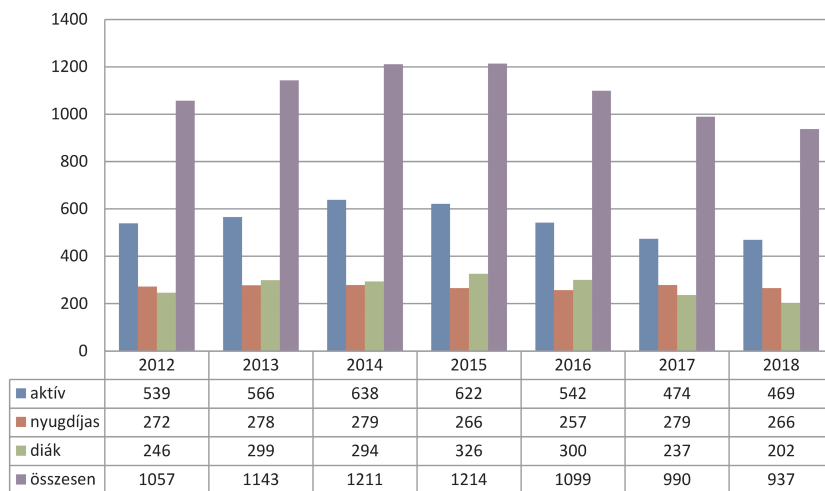
- a Társulat 171 éves múltjához méltó szakmai programok, hazai és nemzetközi tudományos konferenciák, terepbejárások rendezése;
- az ipari partnerekkel kialakított jó kapcsolatok ápolása és további potenciális támogatók keresése; az elmúlt években elindult szakmai EU-s pályázatok folytatása és egyéb pályázati lehetőségek felkutatása;
- programjaink, rendezvényeink „fiatalbarátá”, az ifjú szakemberek számára is vonzóvá tétele;
- az egyre kiemeltebb szerepet betöltő ismeretterjesztő tevékenység folytatása, a geológiai örökségek bemutatása és népszerűsítése;
- ismeretterjesztő tevékenységeken, kiadványokon és szakmai rendezvényeken keresztül a földtani kutatás jelentőségének felismertetése a társadalommal és politikai vezetéssel;
- hagyományaink ápolása, ezen belül a legnagyobb hazai földtani és egyben legelső tudományos kutatóintézet, a Földtani Intézet alapítása 150. évfordulójának a méltó megünneplése 2019-ben.

A társulat és szakosztályainak, területi szervezeteinek korábbi években megszokott programjai és a 2018-ban újonnan meghirdetett szakmai tematikus továbbképzések, az elsősorban a fiataloknak szóló „Kalapács és sör” programsorozat, valamint Földtudományos forgatag a nagyközönséget is megszólító geosütisítő verseny is tovább folytatódott 2019-ben.

A társulat tagsága, együttműködő partnerei

A társulat taglétszámát, tagságának megoszlását az elmúlt években az *I. táblázat* mutatja. 2019 végére taglétszámunk az előző évhez viszonyítva 19 fővel csökkent. Ennek oka, hogy a 3 évnél régebb óta tagdíjat nem fizető tagtársaink évi két alkalommal történő fizetési felszólításunkra válaszul vagy önként kiléptek, vagy a titkárság, alapszabályunk értelmében, törölte őket a nyilvántartásunkból. A táblázatban feltüntetetteken kívül a társulatot erősítette még 30 tiszteleti és 3 örökös tag.

I. táblázat. Az MFT taglétszámának alakulása 2012–2019



2019-ben elhunyt tagtársaink: BAKSA Csaba (1946–2019); GYENES István (1931–2019); LORBERER Árpád (1941–2019).

2018-ban elkezdődött a társulat teljes tagságára kiterjedő, részletes adategyeztetés, melyben a személyi adatok aktualizálása mellett tagjaink megerősíthették, hogy mely területi szervezethez, illetve mely szakosztály(ok)hoz kívánnak tartozni vagy újonnan csatlakozni. Az egyeztetés 2019-ben fejeződött be: 154-en jeleztek változást az adataikban.

2019-ben társulati kitüntetésben részesült tagtársaink

Kriván Pál Alapítványi Emlékérem: BOTKA Dániel
Semsey Andor Ifjúsági Emlékérem: ARATÓ Róbert
Lóczy Lajos Emlékplakett: VINCZE Péter
Kertész Pál Emlékérem: KÜRTI István

A társulat jogi tagjai 2019-ben

ANZO Perlit Kft.
Baumit Kft.
Biocentrum Kft.
Colas Északkő Bányászati Kft.
ELGOSCAR-2000 Kft.
Geo-Log Kft.
Geoproduct Gyógyító Ásványok Kft.
Geoteam Kft.
Josab Hungary Kft.
Kvarchomok Bányászati és Feldolgozó Kft.
Mecsekérc Zrt.
Mineralholding Kft.
Mol Nyrt. Kutatás–Termelés
O&GD Central Kft.
OMYA Hungária Mészkefeldolgozó Kft.
Perlit-92 Bányászati és Feldolgozó Kft.
Terrapeuta Kft.
Vikuv Vízkutató és Fúró Zrt.

A társulatunk együttműködő partnerei 2019-ben

Alkalmazott Földtudományi Klaszter
Bánya-, Energia- és Ipari Dolgozók Szakszervezete
Bányászati Együttműködési Fórum
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kar
Croatian Geological Society
Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar
ELGOSCAR-2000 Környezettechnológiai és Vízgazdálkodási Kft.
Eötvös Loránd Tudományegyetem, TTK, Földrajz–Földtudományi Intézet
Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság
Észak-Dunántúli Nemzetközi Bányászati Klaszter
European Association of Geochemistry
Geological Society of Romania
Környezetvédelmi Szolgáltatók és Gyártók Szövetsége
Kuny Domokos Múzeum
Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat
Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság
Magyar Földrajzi Társaság
Magyar Geofizikusok Egyesülete
Magyar Hidrológiai Társaság
Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat
Magyar Mérnöki Kamara, Geotechnikai Tagozat
Magyar Meteorológiai Társaság

Magyar Minerofil Társaság
 Magyar Természettudományi Múzeum
 Mátra Csillaga Kft.
 Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar
 MTA X. Földtudományok Osztálya
 Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület
 Országos Széchényi Könyvtár (EPA)
 Pécsi Tudományegyetem, Természettudományi Kar
 Serbian Geological Society
 SPE HUN szekció
 Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar
 Szilikátipari Tudományos Egyesület

Az elnökség szakmai és adminisztratív munkája

2019-ben megtartottuk évi rendes közgyűlésünket (2019. március 20.), elnökségi (2019. március 11., május 22., szeptember 5., november 14.) és választmányi üléseinket (2019. február 13., november 25.), továbbá a Földtani Közlöny szerkesztőbizottsági ülését (2019. október 21.).

2018 második félévében az Elnökség felkért egy munkabizottságot, HAAS János vezetésével, hogy a társulat kitüntetéseknek, díjainak ügyrendjét tekintse át és vizsgálja felül. A munkabizottság még abban az évben elkezdte munkáját, amely áthúzódott a következő évre is. 2019-ben a munkabizottság a kitüntetések, díjak ügyrendjét megújított változatban tárta a társulat tagsága elé. A tagság, valamint az Alapszabály és Ügyrendi Bizottság ezt áttekintette, véleményezte és néhány változtatást javasolt benne. Végül az Elnökség a változtatásokkal elfogadta a díjak, kitüntetések új ügyrendjét, amely a társulat honlapján is olvasható.

A társulat aktív szerepet vállalt a Geológusok Európai Szövetségének (European Federation of Geologists, röviden EFG, <http://eurogeologists.eu>) munkájában is. Az EFG Councilban a társulatot HARTAI Éva és SZANYI János képviseli.

Az EFG szakmai vezetőségében két tematikus szakértői panelnek volt magyar vezetője: HARTAI Éva a „Panel of Experts on Education” és SZANYI János a „Panel of Experts on Geothermal Energy” szakértői csoportot koordinálta.

Az EFG hivatalos lapja, a European Geologist 2019-ben két alkalommal, májusban és novemberben jelent meg. A lap főszerkesztője HARTAI Éva tagtársunk.

2019-ben, a Földtudományos forgatagon ötödik alkalommal került bemutatásra az év ásványa (turmalin) és ősmaradványa (*Megalodon*), valamint megszavazták az év ásványkincsét (andezit) is. Az „Ősvány-projekt”-et az Ásványtan–Geokémiai, az Őslénytani–Rétegtani, valamint az Oktatási és Közművelődési Szakosztály lelkes tagjai vitték sikerre. Az „Év ásványkincse” projektet a Miskolci Egyetem Ásványtani–Földtani Intézete koordinálja.

Pályázatok

A társulat titkársága 2019-ben több hazai pályázatot és támogatási kérelmet állított össze, illetve nyújtott be társulatunk zavartalan működése, rendezvényeink színvonalas megtartása és a Földtani Közlöny megjelenítése érdekében. A sikeres pályázatok a következők voltak:

— a Nemzeti Kulturális Alaphoz (NKA) három nyertes pályázatot nyújtottunk be: az „Év ősványa” program megvalósításához 500 000 forint, az Őslénytani Vándorgyűlés megrendezésének támogatására 400 000 forint, valamint a Földtani Közlöny megjelenítésének támogatására 700 000 forint támogatást kaptunk;

— a Magyar Tudományos Akadémia a Földtani Közlöny megjelenítését 150 000 forinttal, működésünket szintén 150 000 forinttal támogatta;

— a Nemzeti Együttműködési Alap Normatív pályázatán 500 000 forint támogatást nyertünk;

— az NKFI Alaptól, az MTA Könyvtár és Információs Központon keresztül, az Eötvös 100 Koordinációs Testület segítségével 3 500 000 forint támogatást kaptunk a testvéregyesületünkkel, a Magyar Geofizikusok Egyesületével közösen megrendezett Vándorgyűlés szervezésére.

2019-ben az EFG kapcsolt partnereként (linked third party) öt H2020 pályázat megvalósításában vettünk részt, melyek időtartamát a *II. táblázat* mutatja. A projektek munkáinak sikeres elvégzésében KRIVÁNNÉ HORVÁTH Ágnes, valamint LESKÓ Máté tagtársunk működött közre.

CHPM 2030 (Combined Heat, Power and Metal extraction from ultra-deep ore bodies): a projekt egy új, és várhatóan forradalmi technológia kifejlesztését célozta meg, mely alapjaiban csökkentheti Európa függőségét a számára szükséges fémek és az energia importjától. A projekt a geotermikus energia kinyerését és a mély helyzetű értelepek kitermelését kapcsolta össze azzal a céllal, hogy javítsa az EGS-projektek gazdasági fenntarthatóságát.

II. táblázat. A társulat együttműködésével zajló H2020-as pályázatok időtartama

	2016												2017												2018												2019												2020												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
CHPM2030																																																													
UNEXMIN																																																													
INFACIT																																																													
ROBOMINERS																																																													
CROWD THERMAL																																																													

A társulat feladata és szerepe a projektben a következő volt: 1. együttműködő harmadik partnerként tájékoztatás a projekt eredményeiről hírlevél, körlevelek formájában és weboldalon (<http://foldtan.hu/chpm>); 2. a projekthez szükséges publikált adatok szolgáltatása.

A projekt a társulatnak 11 500 euro bevételt eredményezett a projekt teljes időszaka alatt (2016–2019).

A projekt befejezése: 2019. június 30.

Unexmin (An Autonomous Underwater Explorer for Flooded Mines): a projekt célja egy újszerű, autonóm robot által végzett bányafelderítő rendszer kidolgozása volt, mely a vízzel elárasztott föld alatti bányák megkutatásához lesz használható. A projekt által kifejlesztett technológia a felhagyott bányák ásványpotenciáljának újraértelmezését segíti alacsony feltárási költséggel és megnövelt biztonsággal. Ehhez az EFG létrehozta az elárasztott bányák adatbázisát Európában. Különös figyelmet fordítottak azokra a múltbeli értermelő bányákra, amelyek jelenleg hozzáférési nehézségek miatt nem vizsgálhatók.

A társulat feladata és szerepe a projektben a következő volt: 1. együttműködő harmadik partnerként tájékoztatás a projekt eredményeiről hírlevél, körlevelek formájában és weboldalon (<http://foldtan.hu/unexmin>); 2. a projekthez szükséges publikált adatok szolgáltatása.

A projekt a társulatnak 6700 euro bevételt eredményezett a projekt teljes időszaka alatt (2016–2019).

A projekt befejezése: 2019. október 31.

Infact (Innovative, Non-invasive and Fully Acceptable Exploration Technologies): az értékes európai bányászati hagyományok ellenére az EU területén még meglévő ásványvagyon kitermelési lehetősége jelenleg szociális, politikai, anyagi, technikai és fizikai akadályokba ütközik. A projekt célja és feladata: innovatív megoldások kidolgozása ezeknek az akadályoknak a leküzdésére, környezetbarát kitermelési technológiák kifejlesztése és tesztelése. Három teszthelyszín kijelölése Dél-, Közép- és Észak-Európában.

A társulat feladata és szerepe a projektben: 1. együttműködő harmadik partnerként tájékoztatás a projekt eredményeiről hírlevél, körlevelek formájában és weboldalon (<http://foldtan.hu/infact>); 2. a projekthez szükséges publikált adatok szolgáltatása.

A projekt a társulatnak 5000 euro bevételt eredményez a projekt teljes időszaka alatt (2017–2020).

A projekt befejezése: 2020. október 30.

ROBOMINERS (Resilient Bio-inspired Modular Robotic Miner): a projekt célja egy moduláris és újrakonfigurálható „robot-bányász” kifejlesztése a kis és nehezen hozzáférhető telepekhez, amely lehetővé teszi, hogy az EU-tagországok hozzáférhessenek az egyébként hozzáférhetetlen vagy gazdaságtalanul kitermelhető ásványi nyersanyagokhoz.

A társulat feladata és szerepe a projektben: 1. együttműködő harmadik partnerként tájékoztatás a projekt eredményeiről hírlevél, körlevelek formájában és weboldalon (<https://foldtan.hu/hu/robominers>); 2. adatgyűjtés, adatszolgáltatás országos szinten.

A projekt a társulatnak 7000 euro bevételt fog eredményezni a projekt teljes időszaka alatt (2019–2023).

A projekt befejezése: 2023. május 31.

CROWD THERMAL (Community-based development schemes for geothermal energy): a projekt célja elérni, hogy az európai közösségek közvetlenül részt vehessenek a geotermikus fejlesztésekben az alternatív közösségi finanszírozási módszerek és a társadalmi szerepvállalás révén. A projekt első lépésben a geotermikus projektek és technológiák átláthatóságán kíván javítani azzal, hogy közvetlen kapcsolatot teremtsen a geotermiában érdekelt szereplők és a társadalom között. Foglalkozik a társadalom részéről felmerülő aggályokkal, amelyek a különböző geotermikus technológiákkal kapcsolatban merülnek fel.

A társulat feladata és szerepe a projektben: 1. együttműködő harmadik partnerként tájékoztatás a projekt eredményeiről hírlevél, körlevelek formájában és weboldalon; 2. adatgyűjtés, adatszolgáltatás országos szinten.

A projekt a társulatnak 8750 euro bevételt fog eredményezni a projekt teljes időszaka alatt (2019–2022).

A projekt befejezése: 2022. augusztus 31.

A társulat gazdálkodása

A társulat gazdálkodásának részletes adatait a Gazdasági Bizottság beszámolója, illetve az egyszerűsített éves beszámoló és közhasznúsági melléklet mutatja be. Néhány általános megjegyzést azonban érdemes kiemelni:

— A társulat 2019. évi pénzügyi forgalma a korábbi évekhez hasonló mértékű és kiegyensúlyozott volt. A kedvezőtlen

külső hatások ellenére a társulat — az elmúlt évihez hasonló — pozitív eredménnyel zárta a 2019-es évet is, 4,057 millió forint többlettel.

— Az éves bevétel (31 376 eFt) megoszlása: tagdíjbefizetések (természetes személy és jogi) 26,8%; szponzori díjak és támogatások (cégek és tagtársak) 19,2%; rendezvények 26,8%; egyéb (működési, pályázatok stb.) 27,2%.

— Az éves kiadások (27 319 eFt) megoszlása: rendezvények 32%; Földtani Közlöny 10,4%; működési kiadás 44,5%. Nyereség 13,1%.

A társulat 2019-ben megjelent kiadványai

Földtani Közlöny 149/1–4. száma

BOSNAKOFF Mariann, FÓZY István (szerk.) 2019: 22. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés Program, előadás-kivonatok, kirándulásvezető, 76 p. ISBN 978-963-8221-75-9

BUDAI Tamás, PALOTÁS Klára, PIROS Olga (szerk.) 2019: Földtani és Geofizikai Vándorgyűlés az évfordulók fényében — A Magyar Királyi Földtani Intézet jubileuma és az Eötvös Loránd Emlékév tiszteletére — előadás-kivonatok és kirándulásvezető, 129 p. ISBN 978-963-8221-76-6

BUDAI Tamás, SZEBERÉNYI József, BOTKA Dániel, GÁL Péter, SELMECZI Ildikó, PALOTÁS Klára 2019: IX. Összegytemi Terepgyakorlat kirándulásvezető, 70 p. (elektronikus kiadvány ISBN szám nélkül) <https://foldtan.hu/sites/default/files/Kir%C3%A1ndul%C3%A1s%20vezet%C5%91%202019.pdf>

HATVANI, István Gábor, TANOS, Péter, FEDOR, Ferenc (eds) 2019: Abstract Book of the International Congress on Geomathematics in Earth & Environmental Sciences which is the 21th Congress of Hungarian Geomathematicians (elektronikus kiadvány) ISBN: 978-963-7068-11-9

Saxa locuuntur — Kőbe zárt történetek. 10. Képzettani és Geokémiai Vándorgyűlés, 92 p. ISBN 978-963-306-674-4 http://10kgvgy.elte.hu/wp-content/uploads/10KGVGY_AbstractBook.pdf

A Földtani Közlöny

A Földtani Közlöny 2017-től Open Journal Systems szoftver segítségével jelenik meg, amely lehetővé teszi a cikkek beküldését az erre kialakított online felületre, támogatja a szerkesztési munkafolyamatokat és az online publikálást. Az MTA Könyvtárával kötött megállapodás értelmében a cikkek DOI-val lettek ellátva, ami online elérhetőségüket biztosítja hosszútávon, továbbá a bibliográfiai adatok bekerülnek a CrossRef DOI regisztrációs ügynökség adatbázisába.

Az éves tagdíj befizetése esetén a Közlöny 2015-től ingyenes online elérhetőségét követően a nyomtatott példányok előfizetőinek száma drasztikusan visszaesett, és a kinyomtatott példányok száma is jelentősen csökkent. A Közlöny költségeinek finanszírozását az előfizetők számának jelentős csökkenése miatt pályázati forrásokkal (NKA, MTA) kell kiegészíteni.

Jelenleg a Közlönynek összesen 168 előfizetője van, ebből 52 fő aktív (7500 Ft/év előfizetési díjjal), 6 fő diák, 31 fő nyugdíjas (5500 Ft/év előfizetési díjjal) és 79 intézményi előfizető (10 000 Ft/év előfizetési díjjal). A Földtani Közlönnyel ingyenesen kapják a tiszteleti és az örökös tagok (29 fő), valamint a könyvtárak és a társulat jogi tagjai (összesen 49 intézmény).

Ugyanakkor a Földtani Közlöny online elhelyezése az Elektronikus Periodika Adattárban (EPA) jelentősen megnövelte a kiadvány olvasottságát. 2019. év folyamán mind a felhasználók, mind az oldalmegtekintések száma jelentősen nőtt az előző évekhez képest (*III. táblázat*).

III. táblázat. A Földtani Közlöny digitális változatának elérési adatai

	2017	2018	2019
A felhasználók száma	1424	2708	3889
Oldalmegtekintések	11 401	14 282	20 136

Új programjaink, programsorozataink

A társulat 2018-ban kezdte el szervezni szakmai továbbképzéseit. Nyolc, kurrens szakmai témából álló kurzuscsoportot állítottunk össze:

— Szekvencia-sztratigráfia mélyfúrású geofizikai szelvények és maginformációk alapján.

- Bevezetés a statisztika földtani alkalmazásába.
- Képkötő eljárások földtani alkalmazási lehetőségei.
- Fúrású rétegsorok modell rétegoszlopának kialakítása: Markov-analízis a gyakorlatban.
- Digitális alapú kvantitatív alakelemzés (geometriai morfológia) gyakorlata a földtudományokban.
- Mélyfúrású geofizikai szelvények geológus szemmel.
- Carbonate diagenesis applied to reservoir characterization.
- Geological characterization of unconventional reservoirs.

Ezeknek a továbbképzéseknek a célja, hogy a földtudományok gyakorlati alkalmazásához naprakész információkat adjon át, és bemutassa ezek legfontosabb, a gyakorlati feladatok megoldásához legjobban illeszthető alkalmazásait. A társulat a kurzusok lebonyolítását cégekhez kihelyeztetten, illetve egyéb helyszínen is vállalja. 2019-ben a Golder Magyarország Zrt. vett igénybe egy kurzuscsomagot (Bevezetés a statisztika földtani alkalmazásába).

2018 őszétől társulatunk új programmal bővítette palettáját: elsősorban hallgatóknak szervezünk egynapos, hétvégi terepgyakorlatokat a „Kalapács és sör” jegyében. A terepbejárásra szeretettel hívunk minden hallgatót, aki szeretné a tanteremben tanultakat kézzelfogható tudásra váltani, továbbá minden öregdiákot, aki szeretné a sok éve tanultakat felidézni.

A programot félévente egy-két alkalommal hirdetjük meg az érdeklődés függvényében. A terepbejárások tematikáját az Ifjúsági Bizottsággal közösen, a hallgatók igényei szerint alakítjuk ki. 2019-ben két programot hirdettünk meg: február 23-án, Szegeden „Virtuális túrák az üledékes kőzetek belsejében” címmel, valamint április 13-án egy szerkezetföldtani terepgyakorlatot a Bükkben, amelyen „Sok megpróbáltatáson és átalakuláson átesett kőzetegyüttes szerkezeti bélyegei keresték szerkezetföldtan iránt érdeklődő ifjú geológusok ismerettségét”.

2018-ban a tizedik, jubileumi Földtudományos forgatagon hirdettük meg az I. geosütiütő versenyt, melyet 2019-ben követett a második. Az alábbi négy kategóriában tudtak nevezni a versenyzők: az év ásványa, a galenit; az év ősmaradványa, a *Komlosaurus*; a kedvenc vulkáni jelenségem és travertínó. A háromtagú zsűri, a nevezett alkotások beható tanulmányozása után, kihirdette az Év geocukrázát, valamint a kategóriák győzteseit.

A társulat rendezvényei

A társulat 2019-ben 7 rendezvényt bonyolított le központi (elnökségi) szervezésben, amelyek fontosabb adatait, valamint az egyes események részletes szakmai beszámolóinak elérhetőségét a *IV. táblázat* tartalmazza. A rendezvények részleteiről a Földtani Közlöny 150/2. füzetének „Társulati ügyek” rovatában olvashatnak.

IV. táblázat. Az MFT 2019. évi központi rendezvényei

Kiemelt központi rendezvények		Időpont, helyszín	Előadások, poszterek száma	Résztevők száma	F.K. beszámoló
1.	Kalapács és sör	2019. február 23. Szeged	3	22	
2.	MFT 169. Rendes Közgyűlése	2019. március 20. Budapest	1	79	149/1
3.	50. Ifjú Szakemberek Ankétja (ISZA)	2019. március 29–30. Ráckeve	31 + 9	62	149/2, 175.
4.	Kalapács és sör	2019. április 13. Bükk		24	
5.	Föld Napja	2019. április 28.		kb. 500	
6.	Összegyetemi terepgyakorlat	2019. augusztus 21–26.		13	149/4, 415.
7.	Földtani és Geofizikai Vándorgyűlés	2019. október 3–5. Balatonfüred	39 + 6	119	150/1, 209–210.
8.	11. Földtudományos Forгатag	2019. november 9–10. Budapest	12	kb. 3000	150/1, 210–211.

Központi rendezvényeink megszervezésében az Elnökség és a titkárság mellett elsősorban az Ifjúsági Bizottság tagjai vállaltak aktív szerepet. Ezeken felül 4 területi szervezet, 10 szakosztály és az Ifjúsági Bizottság további terepbejárásokat, előadóüléseket is szervezett. Ezen eseményeket és a rajtuk résztvevők számát az *V. táblázat* foglalja össze.

A táblázatban szereplő néhány rendezvényt az alábbiakban szeretnék kiemelni (a teljesség igénye nélkül), a területi szervezetek és a tematikus szakosztályok titkárainak jelentései alapján:

V. táblázat. A társulat területi szervezeteinek és szakosztályainak 2019-es rendezvényei

Területi Szervezet / Szakosztály	Kiemelt rendezvény		Terepbejárás		Előadói ülés		Összesen	
	száma	részvevők száma	száma	részvevők száma	száma	részvevők száma	száma	részvevők száma
Alföldi Területi Szervezet	1	65	1	22	2	48	4	135
Dél-Dunántúli Területi Szervezet	1	63			2	101	3	164
Észak-Magyarországi Területi Szervezet					1	21	1	21
Közép- és Észak-Dunántúli Területi Szervezet*							–	–
Budapesti Területi Szervezet és Általános Földtani Szakosztály			1	33	1	73	2	106
Agyagásványtani Szakosztály					3	110	3	110
Ásványtan–Geokémiai Szakosztály	1	80	1	72**	3	123	5	275
Geomatematikai és Számítástechnikai Szakosztály	1	63			1	20	2	83
Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály					3	57	3	57
Nyersanyagföldtani Szakosztály					3	87	3	87
Oktatási és Közművelődési Szakosztály	2	80			1	10	3	90
Őslénytani és Rétegtani Szakosztály			1	64**	1	40	2	104
ProGEO Földtudományi Természetvédelmi Szakosztály			1	1600	6	120	7	1720
Tudománytörténeti Szakosztály	1	80			11	167	12	247
Ifjúsági Bizottság			1	13			1	13

*A tagság inaktivitása miatt jelenleg „alvó” területi szervezetként funkcionál.

**Terepbejárással egybekötött előadói ülés, konferencia, vándorgyűlés.

Alföldi Területi Szervezet

2019-ben az Alföldi Területi Szervezet négy program megrendezését tervezte és valósította meg. Február 21-én került sor Szegeden a metánhidrátok témakörében meghirdetett szakmai ülésre. A 4 elhangzott előadás a metánhidrátok magyarországi megjelenésével, szerepükkel az erdélyi gázok keletkezésében, előfordulásaik statisztikai fizikai alapú modellezési lehetőségeivel, valamint magyarországi lehetséges metánhidrát képződési lehetőségekkel foglalkozott.

2019. szeptember 8–16. között 22 szakember (ELTE, ME, SZTE, MBFSZ, MTA CSFK, magáncégek, vállalkozók és magánzók) vett részt karszt- és hidrogeológiai témájú kiránduláson Szerbia–Montenegro–Bosznia-Hercegovina területén. A szakmai vezetők Prof. Zoran STEVANOVIC hidrogeológus, a Szerb Földtani Társulat exelnöke, a Magyarhoni Földtani Társulat tiszteleti tagja és Prof. Dragan MILOVANOVIĆ geológus voltak. A kirándulás szervezője az MFT részéről CSERNY Tibor ex-főtitkár volt. Az Alföldi Területi Szervezet részéről SZANYI János elnök vett részt a rendezvény szervezésében. A nagyszerű kirándulás során 9 nap alatt 2380 km-t tettek meg 30 megállóhellyel, amelyben 18 szakmai és 12 kulturális program volt.

Az Alföldi Területi Szervezet legnagyobb szabású éves rendezvényét, a NosztalGEO-t 2019-ben nyolcadik alkalommal rendezte meg. Az elmúlt esztendőknél az „elmélyültek a geológiában”, azaz időben és mélységben haladva nagyobb egységeket vettek górcső alá mind elméleti, mind gyakorlati szempontból. 2018-ban érték el mindennek az alját, amikor is az Alföld aljzati képződményeivel foglalkoztak. A 2019-es rendezvényen vettek egy nagyobb lélegzetet, és a mélységekből feljövő a negyedidőszak geológiai eseményei kerültek terítékre, legyen szó akár fiatal tektonikai mozgásokról, sztratigráfiai viszonyokról, felszín alatti vizekről, akár a legfiatalabb időszak szénhidrogén-felhalmozódásairól vagy a felhalmozódásokra gyakorolt hatásokról. A 2019-es NosztalGEO-n alapították meg a Révész István-díjat, amelyet első alkalommal GAJDOS István kapott meg.

2019. december 13-án került sor Debrecenben, a Magyarhoni Földtani Társulat Alföldi Területi Szervezete és az MTA Debreceni Akadémiai Bizottság Földtani Munkabizottság által közösen szervezett előadói ülésre, ahol a „Földtani kutatások Északkelet-Magyarországon” témában 8 előadás hangzott el.

Dél-Dunántúli Területi Szervezet

A Dél-Dunántúli Területi Szervezet egy kisebb és két nagyrendezvény szervezésében vett részt a Magyar Geofizikusok Egyesületének Mecseki Csoportjával, illetve a Magyar Tudományos Akadémia Pécsi Akadémia Bizottságával, a Magyarhoni Földtani Társulat Geomatematikai Szakosztályával és a Mecsekérc Zrt.-vel együttműködve.

Március 8-án Pécsen, a Laterum étterem földszinti különterében a Magyar Geofizikusok Egyesületének Mecseki Csoportjával, a PAB Földtani és Bányászati Munkabizottságával karöltve került sor a Magyar Geofizikusok Egyesületének Mecseki Csoportja 2018. évről — 2019. évről szakmai, baráti összejövetelére, ahol az előadó a Dél-Dunántúli Területi Szervezet elnöke, HÁMOS Gábor volt.

A Területi Szervezet részt vett a május 15–18. között Pécsen megrendezett GeoMATES 2019 konferencia szervezésében, mely egyben a 21. Magyar Geomatematikai Anket volt.

2019. június 26-án a GINOP-2.1.1-15-2015-00616 kódszámú pályázat („Energetikai célú földtani kutatási projektek rendszerbizonytalanságának csökkentése a Mecsek hegység déli előtere földtani modelljének validálása példáján” című projekt) eredményeit bemutató zárórendezvényre a Magyar Tudományos Akadémia Pécsi Akadémia Bizottság székházának nagytermében került sor. A rendezvény szervezésében, előkészítésében a konzorciumi tagok mellett (Mecsekérc Környezetvédelmi Zrt., Geochem Földtani és Környezetvédelmi Kutató, Tanácsadó és Szolgáltató Kft., Rotaqua Geológiai-, Bányászati Kutató–Mélyfúró Kft.) számos szakmai partner működött közre.

A Dél-Dunántúli Területi Szervezet tagjainak aktivitására jellemző, hogy néhány tagja több előadást is tartott, és számos tagja vett részt társulati rendezvényeken. Sajnos azonban a 70–80 fős tagságból csak körülbelül 15–20 fő aktív. A térségben, beleértve Zala és Somogy megyét is, sok a szakmát váltó, a fiatalokat nehéz megmozgatni. A távoli munkahelyek (Alföld, Északi-középhegység) és egyenlőtlen munkabeosztás miatt nehézkes az időpont-egyeztetés, részben ezért is maradt el két tervezett továbbképzés. Volt három fiatal új belépő, de többen elköltöztek a területről, illetve elhagyták a pályát.

Észak-Magyarországi Területi Szervezet

Az Észak-Magyarországi Területi Szervezet tagjai folytatták szép hagyományukat, kerek születésnapjukat ünneplő, idős kollégák — a 80 éves SZEPESSY András és a 70 éves LATRÁN Béla — köszöntését a Szent Iván éji vacsora keretében.

Budapesti Területi Szervezet és Általános Földtani Szakosztály

A Magyarhoni Földtani Társulat Budapesti Területi Szervezete, Általános Földtani Szakosztálya és az MTA X. osztály Szedimentológiai Albizottsága által szervezett Kókay terepi napok rendezvény 2019. évi témája a Paksi Atomerőmű telephelyén létesítendő új atomerőművi blokkok telephelyvizsgálatához köthető általános földtani, rétegtani, tektonikai és ehhez szorosan kapcsolódó geofizikai eredmények bemutatása és megvitatása volt. A 2019. november 7–8-ra szervezett rendezvény első napjának előadóiülésére a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat Stefánia úti Dísztermében került sor.

A második napon szakmai kirándulásra, a Geoinform Kft. által üzemeltetett szolnoki magraktárba indultak a résztvevők, ahol a Paksi Atomerőmű telephelyén létesítendő új atomerőművi blokkok telephelyvizsgálata és -értékelése céljából végrehajtott Földtani Kutatási Program keretében mélyült fúrások maganyagának megtekintésére nyílt lehetőség. Itt a különböző korú maganyagok jellegzetességeit egy-egy szakterületi szakértő mutatta be. A magok kipakolásában és a helyszín biztosításában a Paks II. Zrt. és a Geoinform Kft. támogatta a szervezőket. Az érdeklődők száma és aktivitása igazolta a várakozásokat, hogy a szakma nagy érdeklődéssel és figyelemmel kíséri a paksi kutatásokat, különös tekintettel annak neotektonikai vonatkozásaira. Mindezeket összegezve a rendezvény kiemelten sikeres volt.

Agyagásványtani Szakosztály

Az Agyagásványtani Szakosztály 2019-ben három szakülés lebonyolításában vett részt. Januárban az Ásványtan–Geokémiai Szakosztállyal közösen a 2018-as Konferencialevelek szakülést (január 28.) tartotta meg.

Novemberben egy előre néző, Recsk érc-kitermelési potenciálját értékelő vitanappal (november 21.) emlékezett meg BAKSA Csaba tagtársunkról, társulati elnökünkéről, Weiszbürg Tamás koordinációjával, közösen az Ásványtan–Geokémiai, Nyersanyagföldtani és Mérnökgeológiai Szakosztályokkal, az MTA Miskolci Akadémiai Bizottsággal és TEKH Szakkollégiumával, valamint a Koch Sándor Alapítvány közreműködésével.

Decemberben pedig a szakosztály régóta az első saját szakülését tartotta meg kicsi, de lelkes közönség előtt.

Ásványtan–Geokémiai Szakosztály

Az Ásványtan–Geokémiai Szakosztály 2019-ben is megmaradt közösségépítő–hálózatossító működésében, elsősorban a nagyrendezvényeket segítve. Januárban az Agyagásványtani Szakosztállyal közösen a 2018-as Konferencialevelek

szakülést (január 28.) tartotta meg, novemberben pedig a Recsk érc-kitermelési potenciálját értékelő vitanap szervezésében vett részt (lásd az Agyagásványtani Szakosztály programját).

A nagyrendezvények közül a PÓSFAI Mihály által szervezett 14. Téli Ásványtudományi Iskola Veszprémben (január 19–20.), a WEISZBURG Tamás által koordinált 6. Felsőoktatási Műhely (november 21–22.) pedig Budapesten, az ELTE-n került megrendezésre, ahol az Ásványtani és Kőzettan–Geokémiai Tanszék töltötték be a rendezvény házigazdájának szerepét.

A jubileumi 10. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlésre Mátraházán, az MTA Akadémiai Üdülőjében került sor (szeptember 5–7.), az MTA–ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport, az SZTE Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék „Vulcano” Kőzettani és Geokémiai Kutatócsoport és az MTA GÁK Kőzettani Albizottság közös szervezésében.

Ezeket túl a szakosztály közreműködőként változó intenzitással bekapcsolódott a tudományos ismeretterjesztés feladataiba is (március 9–10.: 37. Miskolci Nemzetközi Ásványfesztivál; április 6–7.: XXI. Lurdy-házi Ásványbörze és Geo Napok — Budapest; április 28.: Föld Napja a Pál-völgyi-kőfejtőben).

Geomatematikai és Számítástechnikai Szakosztály

A Magyarhoni Földtani Társulat Geomatematikai és Informatikai Szakosztálya idén 21. alkalommal szervezte meg a Magyar Geomatematikai Anketot, nemzetközi fórumokon GeoMATES c. konferenciát Pécsen, és egy ezt megelőző rövidkurzust az idősorok trendanalízisének témakörében. Utóbbit Dr. Manfred MUDELSEE (AWI, Climate Risk Analysis Ltd) számos Science- és egy Nature-cikk első szerzője tartotta meg az MTA PAB üléstermében.

A konferencián két nap alatt 8 szekció és 1 poszterszekció került megrendezésre. A szekciók első előadásaként egy-egy „keynote speaker” (pl. Dr. Tomislav HENGL [OpenGeoHub foundation], Prof. TÖRÖK Ákos [BME], Prof. PÁLFY József [MTA–MTM–ELTE], Prof. Mark MCCAUGHREAN [ESA]) osztotta meg gondolatait és eredményeit a témában, ezzel inspirálva a hallgatóságot a tudományos diskurzusra. A 63 résztvevő 10 országból (pl. Németország, Horvátország, Hollandia stb.), több mint 25 különböző intézményből érkezett. Összesen 31 előadás hangzott el közel 10 órányi tudományos tartalommal, és 12 poszter került bemutatásra — haladva a kor kihívásaival és környezettudatosan elektronikus formában — e-poszter kivetítőkön. A konferencián elhangzott előadásokból egy 65 oldalas, ISBN számmal ellátott absztraktkötet jelent meg a szakosztály vezetőségének szerkesztésében és a Pécsi Akadémiai Bizottság kiadásában.

Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály

A Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály legfontosabb 2019-re tervezett rendezvénye a 3. Meddő–Hulladék (másodnyersanyag) konferencia volt, amely azonban átcúszott 2020 januárjára, mert az előzetesen kitűzött decemberi időpont az érdeklődők jelentős részének nem volt megfelelő. A konferenciát a Környezetvédelmi Szolgáltatók és Gyártók Szövetségének, valamint a BME Geotechnika és Mérnökgeológia Tanszékének támogatásával szervezték. A mozgalmas napon 11 előadás hangzott el és volt, aki poszterelőadással is készült a konferenciára. A 44 résztvevő pozitívan értékelte a konferencia témakörét, az előadásokat. A konferencián elhangzott előadások jelentős része ismét egy kötetben jelent meg.

A konferencia szervezése mellett a Szakosztály tavaly is aktívan vett részt a Földtudományos forratagon egy stand felállításával a BME Geotechnika és Mérnökgeológia Tanszékkel közösen.

Ezeket kívül a szakosztály — lassan már a hagyományokhoz híven — két nemzetközi előadóülést is szervezett, hogy a külföldi tapasztalatokat, külföldi kollégák munkáját be tudják mutatni a szakma hazai képviselőinek.

Nyersanyagföldtani Szakosztály

A Nyersanyagföldtani Szakosztály az utóbbi években elsősorban előadóüléseket szervezett. A szakosztály lehetőségeihez mérten segít az „év nyersanyaga” kezdeményezés megvalósításában, valamint más, kapcsolódó rendezvények lebonyolításában. Ez utóbbira jó példa a 2019. november 21-én megrendezett BAKSA Csaba nyomdokain — tudományos szakülés. A szakosztály 2019-ben tovább mélyítette a kapcsolatot student chapterekkel; így valamennyi előadóülésüket az Eötvös Loránd University SC of the SEG-gel vagy az AAPG Eötvös SC-vel közösen szervezte.

Oktatási és Közművelődési Szakosztály

Két nagyrendezvény szervezésében vett részt a szakosztály, és az „Év ősványa” program szervezésében, lebonyolításában vállalt jelentős szerepet. Egyéb nagyrendezvényekhez kapcsolódó programokkal (Múzeumok Majálisa, Múzeumok Éjszakája, Kutatók Éjszakája), rajzpályázat és vándorkiállítás szervezésével (rajz és fotó). A vezetőség tagjai közművelődési tevékenységeket is folytatnak, ahol mindenki képviselte a szakosztályt.

Január 8-án az „Év ősványa” program évértékelésére és a 2019-es tervek megbeszélésére került sor. Március 8–9-én zajlott a XII. Országos Középiskolai Földtudományi Diákkonferencia a Miskolci Egyetemen. November 21–22-én pedig

Budapesten, az ELTE-n rendezték meg „Az ásványtani, kőzettani és geokémiai felsőoktatási műhelyek éves találkozóját”.

Az „Év ásványa, ősmaradványa” programsorozat a következő nagyrendezvényeken jelent meg: MOM Ásványbörze, Miskolci Ásványbörze, Lurdy-házi Ásványbörze, Föld napja (Pál-völgyi-kőfejtő), Madarak és fák napja (Év fajai fesztivál), Múzeumok Majálisa, Múzeumok Éjszakája, Vasúttörténeti Parki Ásványbörze, Kutatók Éjszakája, Geotóp napok, Földtudományos forgatag.

A nagyrendezvényeken kívül a szakosztály rajzpályázatát hirdetett „Kezdedben a múlt” címmel általános iskolások számára. A rajzok egy fotókiállítással közösen járták az ország természettudományi gyűjteménnyel rendelkező múzeumait (Miskolci Egyetem, Kuny Domokos Múzeum [Tata], Magyar Olaj- és Gázipari Múzeum [Zalaegerszeg], Pásztói Múzeum, Mátra Múzeum [Gyöngyös], Tiszazugi Földrajzi Múzeum [Tiszaföldvár], Bányászattörténeti Múzeum [Rudabánya], Magyar Természettudományi Múzeum [Budapest], ELTE Természettudományi Múzeuma [Budapest]). A rajzok a 2018-as nyerteseket, a fényképek pedig a 2019-es nyerteseket mutatták be. A fotókiállítás a Lelkes Ásványbörzével közös szervezésben jött létre, és azt a Lelkes Ásványbörze finanszírozta.

Őslénytani és Rétegtani Szakosztály

2019. május 30. és június 1. között immár 22. alkalommal rendezte meg az MFT Őslénytani és Rétegtani Szakosztálya a Magyar Őslénytani Vándorgyűlést. A rendezvényt a szakosztály évről évre máshol tartja, így a helyi őslénytani sajátosságokat a helyszínen tudják a szakemberek megvitatni és megismerni a Kárpát-medence fontos geológiai objektumait. Ezúttal az Északi-Bakonyban, Döbröntén tartották az előadási napokat. A konferenciához kapcsolódó egynapos, buszos terepbejárás útvonala Hárskút–Pénzesgyőr–Herend–Ajka–Dáka volt. A programban jura, kréta és miocén lelőhelyek megtekintése szerepelt, rövid leírásuk a konferencia kiadványkötetében található.

A résztvevők száma 64 fő volt, akik 20 hazai és 4 külföldi intézményt képviseltek, és bemutatták az elmúlt év legérdekesebb őslénytani eredményeit. A rendezvényhez ebben az évben is kapcsolódott egy úgynevezett „0. napi” ismeretterjesztő programsorozat, melynek keretében délelőtt a pápai Petőfi Sándor Gimnázium 9. évfolyamos diákjainak tartott renghagyó mikroszkópos foglalkozást Hír János (Pásztói Múzeum); a 11. évfolyamos diákok pedig FÓZY István (MTM) előadásában hallhattak az „Év ősmaradványa” program nyertes fossziliáiról. Este a pápai Jókai Mór Városi Könyvtár dísztermében KERCSMÁR Zsolt (MBFSZ) tartott előadást a Föld és az élet fejlődéstörténetéről. Ezen a programon 28 fő, köztük 13 diák vett részt.

A háromnapos szakmai blokkban — a hagyományoknak megfelelően — az első és harmadik napon hangzottak el szakmai előadások. Ebben az évben két külföldi kolléga is meghívott vendégként vett részt a rendezvényen: Prof. Jacek GRABOWSKI, a lengyel földtani intézet professzora a magnetosztatigráfiáról tartotta a konferencia nyitó, keynote előadását; doktorandusz hallgatója, Damian LODOWSKI pedig a hárskúti szelvényen végzett kutatásainak legfrissebb eredményeit mutatta be a terepen, poszter formájában. A kollégák összesen 8 szekcióban 33 előadást tartottak és 12 posztert mutattak be. A változatos program során a recens foraminiferák karbonátházartásban betöltött szerepétől a triász conodonták rétegtani jelentőségéig ismerhettük meg az aktuális eredményeket.

A konferenciát a Nemzeti Kulturális Alap támogatásával rendezte meg a szakosztály. A támogatást részben a terepi program buszkielégítésére, részben a 72 oldalas absztraktkötet megjelentetésére fordították. Az NKA pályázati keretből lehetőség volt 8 hallgató teljes részvételi költségének fedezésére is. A hallgatói támogatásra a diákok a beadott előadás- vagy poszterkivonattal pályázhattak. A Magyar Őslénytani Vándorgyűlést szervezői 22 éve rendületlenül elkötelezettek a haladó hagyományok ápolása mellett; így a fiatal generáció tagjai és a pályakezdők segítséget, ötleteket és szakmai támogatást kapnak a tapasztaltabb kollégáktól.

A korábbi évekhez hasonlóan a vándorgyűlésen bemutatott hallgatói előadásokat és posztereket értékelte a zsűri. A verseny most is szoros volt, a zsűri nehezen hozta meg döntését. A díjakat a korábbi évekhez hasonlóan 2019-ben is a Hantken Miksa Alapítvány ajánlotta fel. A díjazottak két kategóriában vehették át jutalmaikat. A hallgatói kategóriában az I., II, és a III. helyezést rendre SEGEDI Martin, KOSTKA Zsófia (ELTE) és KARAN CZ Szabina nyerte el. A PhD kategóriában SZABÓ Zoltán, CSOMA Vivien és GERE Kinga voltak a nyertesek.

A vándorgyűlésen kívül ősszel került megrendezésre a „Paleo percek, bor és tea...” kötetlen előadóülés az ELTE Őslénytani Tanszékén, ahol az elmúlt évek őslénytani expedícióit, konferenciáit és meghatározó pillanatait mutatták be az előadók.

A szakosztály tagjai aktívan vettek részt az „Év ősmaradványa” program lebonyolításában.

ProGEO Földtudományi Természetvédelmi Szakosztály

A szakosztály folytatta a korábbi tematikus előadások sorozatát, amelyben nevezetes vagy tudománytörténetileg is jelentős, védett földtani értékeket, helyszíneket mutat be (március 27.). Két tematikus szakosztályülés során (június 14-én, szeptember 27-én) folytatta a védett területek nevének helyesírásával foglalkozó ad hoc bizottság munkáját, amely remélhetőleg a 2020-as évben kész javaslatot tud előterjeszteni és ezt követően érvényre juttatni.

A szakosztály már hagyományosnak számító nagyrendezvénye, a Geotóp Nap(ok) rendezvényei 2019-ben 23 helyszínen zajlottak (október 5-én, 11-én és 12-én), és hozzávetőlegesen 1600 érdeklődő látogatót, túrázót vonzottak az ország nevezetes geotópjain, ahol szakavatott vezetők várták az érdeklődőket. Az ELTE Közöttani Tanszékével közös szervezésben „geoparkok, geoturizmus” témakörben november és december folyamán egyetemisták számára felvehető kurzust szerveztek kilenc szakmai előadással. A Tudománytörténeti Szakosztállal közös szakosztályülésen (november 11-én) a hazai földtani értékek védelmének kezdeti szakaszával, az abban tevékeny részt vállaló szakemberekkel foglalkozott. Szintén folytatódott az országos geotóp adatbázis létrehozására irányuló törekvések koordinálása, az adatbázis szerkezetének kialakítása, létrehozása (június 14-én).

Tudománytörténeti Szakosztály

A szakosztály havi rendszerességgel tartott szaküléseket. E rendezvényeken olyan kiemelkedő szakemberekről történő megemlékezések hangzottak el, mint ZSIGMONDY Vilmos, HALAVÁTS Gyula, SZEPESHÁZY Kálmán. Fontos eseményekről és egyéb tudománytörténeti csemegékről is szó esett, például a magyarországi duzzadó üvegek vagy az ércutatás a Gobi-Altájban. A szakosztály keretein belül megemlékeztek a 150 éve alapított Földtani Intézetről és a szintén 150. születésnapját ünneplő Természet Világa / Természettudományi Közölnyről. A szakosztály október 7-én tudományos üléssel köszöntötte VITÁLIS Györgyöt 90. születésnapja alkalmából. A szakosztály megtartotta szokásos kegyeleti sétáját is neves elődeink sírjánál, a Farkasréti temetőben.

Ifjúsági Bizottság

Az Ifjúsági Bizottság közreműködött az Ifjú Szakemberek Ankétjának előkészítésében, továbbá aktív részt vállalt a társulat közhasznúságát biztosító rendezvények lebonyolításában, különösen a Föld Napja és a Földtudományos forgatag eredményes kivitelezésében, valamint az új kezdeményezésű „Kalapács és sör” programsorozat szervezésében. Sikeresen megszervezték és lebonyolították az egyhetes Összegytemi terepgyakorlatot Budapest környékén. A bizottság önálló honlapot is működtet.

A társulat 2019. évi kiemelt eredményei

— Szakmai szempontból a társulat újfent tartalmas és sokszínű évet tudhat maga mögött. Gazdaságilag hatékonyan működött, és kiemelkedően pozitív pénzügyi mérleggel zárta az évet.

— A társulat testvérszervezetével, a Magyar Geofizikusok Egyesületével közösen rendezte meg nagyszerű Vándorgyűlést, amellyel méltón ünnepelte meg a Földtani Intézet alapításának 150. évfordulóját, és emlékezett meg báró Eötvös Loránd halálának centenáriumáról.

— Öt Horizon 2020 projekt (CHPM2030, UNEXMIN, INFAC, ROBOMINERS, CROWD THERMAL), 6 hazai pályázat (3 Nemzeti Kulturális Alap, 2 Magyar Tudományos Akadémia, 1 Nemzeti Együttműködési Alap) feladatait sikerült elvégezni.

— Hét központi rendezvényen körülbelül 3800 fő; a szakosztályok és területi szervezetek előadóüléseiben, terepbejárásain és egyéb rendezvényein körülbelül 3200 fő vett részt. A felsorolt adatokat összegezve, a Társulat 2019-es rendezvényein körülbelül 7000 érdeklődő volt jelen.

— Országos rendezvényeken sikeresen szerepelt a 2019. „Év ásványa”, „Év ősmaradványa” és „Év ásványkincse” projekt; továbbá a 2020. évi pályázatok eredményeinek kihirdetése is megtörtént.

— A Földtani Közlöny 4 száma kiváló minőségben, színvonalas cikkekkel jelent meg. Köszönet illeti a cikkek szerzőit, lektorait és a Szerkesztőbizottság tagjait.

— A társulat honlapja, a Földtani Közlöny honlapja; továbbá az „EU H2020 projektek”, a „Geotóp nap”, a „Gyűjthető múlt”, a „Földtani örökbefogadás” és az „Év ásványkincse” honlap önálló oldalainak gondozása is folyamatosan zajlik.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton is szeretnék köszönetet mondani a területi szervezetek, a szakosztályok és a bizottságok elnökeinek, titkárainak és tagjainak, továbbá önkéntes tevékenységet végző tagtársainknak, valamint a titkárság dolgozóinak a 2019-ben elvégzett munkájukért.

Budapest, 2019. március 27.

BABINSZKI Edit
főtitkár

A Magyarhoni Földtani Társulat mint közhasznú szervezet 2019. évi tevékenységéről szóló KÖZHASZNÚSÁGI MELLÉKLETE

1. Közhasznú szervezet azonosító adatai	
név: Magyarhoni Földtani Társulat	
székhely: 1015 Budapest, Csalogány u. 12. I/1.	
bejegyző határozat száma: 6. Pk.60440/1	
nyilvántartási szám: 411	
képviselő neve: Budai Tamás	
2. Tárgyévben végzett alapcél szerinti és közhasznú tevékenységek bemutatása	
<p>A Társulat célja a földtan és rokontudományai művelésével foglalkozó szakemberek összefogása, a kutatási eredmények bemutatása, terjesztése, a kutatási tevékenység elősegítése, a tudományos és gyakorlati továbbképzés segítése. A földtani kutatásokhoz és bányászat-hoz kapcsolódó kulturális örökség ápolása, megőrzésének elősegítése.</p> <p>Közhasznú tevékenységei: tudományos tevékenység, nevelés és oktatás, képességfejlesztés, ismeretterjesztés, a természetvédelmi, környezetvédelmi, valamint a kulturális örökség megővésére irányuló tevékenység. E tevékenységek keretében szak- és vitailéseket, ankétokat, tanulmányutakat, vándorgyűléseket, terepgyakorlatokat, ismeretterjesztő rendezvényeket szervez, konferenciákat tart.</p> <p>Kapcsolatot tart fenn hasonló rendeltetésű hazai és külföldi földtudományi egyesületekkel és szervezetekkel, képviselteti magát nemzetközi szakmai rendezvényeken és egyesületekben (pl. European Federation of Geologists, IMA, AEGS). A határon túli magyarsággal kapcsolatos tevékenység keretében a Társulat – a HUNGEO tudományos és oktatásügyi program közreműködésével – megismerteti és támogatja a külföldön élő magyar földtudományi szakemberek munkásságát.</p>	
3. a) Közhasznú tevékenységek bemutatása (tevékenységenként) közhasznú tevékenység megnevezése: Ismeretterjesztés: „Föld Napja” ismeretterjesztő rendezvény Budapest 2019. ápr. 26. Geotóp napok (ismeretterjesztő geotúrák az ország különböző helyszínein) október 5., 6., 12., 13., „Földtudományos forgatag” ismeretterjesztő geokiállítás és vásár Budapest: november 9–10, „Év ásványa”, „Év ősmaradványa” ismeretterjesztő projekt folytatása	
Közhasznú tevékenységhez kapcsolódó közfeladat, jogszabályhely:	1996. évi LIII. Törvény a természet védelméről 19. § A földtani természeti értékek általános védelme
A közhasznú tevékenység célcsoportja:	Szakemberek, érdeklődő laikusok, családok, iskolai tancsoportok
A közhasznú tevékenységből részesülők létszáma:	kb. 5000
A közhasznú tevékenység főbb eredményei:	Szemléletformálás. A földtani környezetek sérülékenységének és védelmének, az ásványi nyersanyagok értékének, társadalmi jelentőségének bemutatása, Magyarország földtani értékeinek bemutatása
b) A közhasznú tevékenység megnevezése: Oktatás, továbbképzés: Téli Ásványtudományi Iskola, Veszprém, 2019. 01. 18–19. Egynapos terepgyakorlat fiatal szakembereknek Szeged, 02. 23. Országos Középiskolai Földtudományi Diákkonferencia, 03. 08–09. Miskolc, Ifjú szakemberek Ankétja: Ráckeve 03. 29–30. Egynapos terepgyakorlat fiatal szakembereknek a Bükk hegységben 04. 13. Kárpát-medencei összegytemi terepgyakorlat Budapest környékén, 08. 21–26.	
Közhasznú tevékenységhez kapcsolódó közfeladat, jogszabályhely:	2011. évi CCIV törvény a nemzeti felsőoktatásról 15. § A felsőfokú végzettségi szint és a szakképzettség
A közhasznú tevékenység célcsoportja:	Egyetemi hallgatók, doktoranduszok, fiatal szakemberek, középiskolás diákok
A közhasznú tevékenységből részesülők létszáma:	kb. 240
A közhasznú tevékenység főbb eredményei:	Egyetemi hallgatók, fiatal szakemberek felkészítése a versenyképes munkavállalásra, szakmai utánpótlás nevelés
c) A közhasznú tevékenység megnevezése: kutatási eredmények bemutatására szervezett rendezvények, konferenciák, területi szervezetek, szakosztályok előadói, terepbejárások: 22. Őslénytani Vándorgyűlés Döbrönte 05. 30 – 06. 01, XI. Kőzettani Vándorgyűlés: 09. 5–7, Mátraháza, Földtani és Geofizikai Vándorgyűlés Balatonfüred 10. 05–07., illetve további szakmai előadói, terepbejárások, Földtani Közlöny tudományos folyóirat 149. évfolyamának megjelentetése	
Közhasznú tevékenységhez kapcsolódó közfeladat, jogszabályhely:	2004. évi CXXXIV törvény a kutatás-fejlesztésről és a technológiai innovációról. 4. § alapkutatás, alkalmazott kutatás
A közhasznú tevékenység célcsoportja:	Hazai és külföldi földtudományi szakemberek, egyetemi hallgatók
A közhasznú tevékenységből részesülők létszáma:	kb. 500
A közhasznú tevékenység főbb eredményei:	Alap- és alkalmazott kutatások tudományos eredményeinek közzététele előadások formájában, a konferenciák abstractköteteinek publikálása, illetve Földtani Közlöny tudományos folyóirat megjelentetése és terjesztése.

4. Közhasznú tevékenység bevételei		
Vagyonelem megnevezése	Előző év	Tárgyév
Közhasznú támogatások	14 641	
Közhasznú tevékenység bevételei	7403	
Tagdíjak, egyéb bevételek	8741	
5. Cél szerinti juttatások kimutatása		
Cél szerinti juttatás megnevezése	Előző év	Tárgyév
Egyetemisták, fiatal szakemberek konferencia-részvétele, illetve szakmai útjának támogatása	213	
Alapítványok támogatása	0	
6. Vezető tisztségviselőknek nyújtott juttatás		
Tisztség	Előző év (1)	Tárgyév (2)
	0	0
	0	0
A. Vezető tisztségviselőknek nyújtott juttatás összesen:	0	0
7. Közhasznú jogállás megállapításához szükséges mutatók		
Alapadatok	Előző év (1)	Tárgyév (2)
B. Éves összes bevétel	32 097	
ebből:		
C. a személyi jövedelemadó meghatározott részének az adózó rendelkezése szerinti felhasználásáról szóló 1996. évi CXXVI. törvény alapján átutalt összeg	528	
D. közszolgáltatási bevétel		
E. normatív támogatás		
F. az Európai Unió strukturális alapjaiból, illetve a Kohéziós Alapból nyújtott támogatás		
G. Korrigált bevétel [B-(C+D+E+F)]	31 569	
H. Összes ráfordítás (kiadás)	27 999	
I. ebből személyi jellegű ráfordítás	11 848	
J. Közhasznú tevékenység ráfordításai	22 205	
K. Adózott eredmény	4098	
L. A szervezet munkájában közreműködő közérdekű önkéntes tevékenységet végző személyek száma (a közérdekű önkéntes tevékenységről szóló 2005. évi LXXXVIII. törvénynek megfelelően)		
Erőforrás-ellátottság mutatói	Mutató teljesítése	
Ectv. 32. § (4) a) [(B1+B2)/2 > 1 000 000 Ft] ¹	Igen	
Ectv. 32. § (4) b) [K1+K2×0] ²	Igen	
Ectv. 32. § (4) c) [(I1+I2-A1-A2)/(H1+H2)×0,25] ³	Igen	
Társadalmi támogatottság mutatói	Mutató teljesítése	
Ectv. 32. § (5) a) [(C1+C2)/(G1+G2)×0,02] ⁴		Nem
Ectv. 32. § (5) b) [(J1+J2)/(H1+H2)×0,5] ⁵	Igen	
Ectv. 32. § (5) c) [(L1+L2)/2×10 fő] ⁶		Nem

¹A szervezet átlagos éves bevétele meghaladja az 1 millió forintot.

²A két év egybeszámított adózott eredménye nem negatív.

³A személyi jellegű ráfordítások – a vezető tisztségviselők juttatásainak figyelembe vétele nélkül – eléri az összes ráfordítás negyedét.

⁴A személyi jövedelemadó 1%-ának felajánlásából befolyó összeg eléri a korrigált bevétel kettő százalékát.

⁵A közhasznú tevékenység érdekében felmerült költségek, ráfordítások eléri az összes ráfordítás felét két év átlagában.

⁶A közhasznú tevékenység ellátását tartósan (két év átlagában) legalább tíz közérdekű önkéntes tevékenységet végző személy segíti, a vonatkozó (2005. LXXXVIII. tv.-nek megfelelően).

2019. március 27.

Dr. BUDAI Tamás
elnök

A rejtelmes dolomit

HAAS János, HIPS Kinga

MTA–ELTE Geológiai, Geofizikai és Űrtudományi Kutatócsoport
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C

The enigmatic dolomite

Abstract

Since the first description of dolomite, over the past two centuries there has been a great deal of progress with respect to knowledge on the genesis of this rock. Based on inferences emerging from the intense research that has taken place, relevant genetic models have been developed. Over a number of years and after considerable debate, it is now generally accepted that large, dolomite bodies with a wide extent were formed from lime mud or limestone via mineral replacement; furthermore, the dolomite mineral may also have been precipitated as a cement in pore spaces. The current paper provides a brief review of the main stages of the history of dolomite research and displays the main problems which have hampered the understanding of crucial aspects of dolomite-forming processes. The development of the proposed concepts for the interpretation of the observed phenomena and the suggested dolomitization models are also discussed. The paper presents the basic lithological, petrographic and geochemical characteristics of the dolomites and the commonly-applied methods for observation and measurement of the rock properties. According to our current knowledge, it summarizes the general criteria and mechanisms of dolomitization and provides an overview of the most important dolomite-forming processes. The latter take place in various depositional environments: namely, marine and lacustrine, and diagenetic settings (for example, shallow, intermediate, and deep burial). In the second part of the article, the dolomite occurrences in Hungary are considered, along with several case studies from the dolomite-rich Transdanubian Range and Tisza Megaunit. The case studies demonstrate that every dolomite body exhibits remarkably distinct features, formed as the result of multi-stage processes. These processes are mainly determined by host-rock properties, the consecutive dolomitization processes, the evolution of local structures, and the regional geodynamical setting.

Keywords: dolomite, research history, processes and realms of dolomitization, models, case studies from Hungary

Összefoglalás

A dolomit első leírása óta eltelt több mint két évszázad alatt e fontos karbonátos kőzetfajta képződésének körülményeit illetően igen lényeges tudományos eredmények születtek, és ezek alapján tudományosan megalapozott képződési modellek váltak ismertté. Hosszú vitákat követően általánosan elfogadott lett, hogy a kiterjedt dolomit kőzettestek mészüledékekből vagy mészkövekből ásványhelyettesítéssel jöttek létre, továbbá az, hogy a dolomitásvány a kőzetek pórusaiban cementként is kiválik. A cikk rövid áttekintést ad a dolomitkutatás történetének legfontosabb állomásairól bemutatva a képződési viszonyok tisztázásának nehézségeit, problémáit és azt is, hogy milyen koncepciók merültek fel a megfigyelt jelenségek magyarázatára, továbbá, hogy egy-egy új felismerés, megfigyelés nyomán milyen képződési modelleket javasoltak. A cikk bemutatja a dolomit kőzetfajta alapvető litológiai, petrográfiai és geokémiai jellegét és az azok megfigyelésére, mérésére leggyakrabban alkalmazott vizsgálati módszereket. Áttekintést ad a dolomitképződés általános feltételeiről, legfontosabb folyamatairól a jelenlegi ismeretek szerint, és vázolja a különböző szedimentációs (tavi és tengeri) környezetekben és diagenetikus (sekély-, köztes és mélybetemetődési) tartományokban végbemenő dolomitképződési folyamatokat. A cikk második része áttekinti a hazánkban előforduló dolomit kőzetfajtaikat, és tömören ismerteti néhány esettanulmányt is a dolomit kőzetfajtaiban igen gazdag Dunántúli-középhegység, valamint a Tiszai-főegység területéről. Az esettanulmányok azt is demonstrálják, hogy minden dolomitot más és más sajátosságokat mutat, amelyek gyakran több stádiumú folyamatsor eredményeként jöttek létre. Ezeket elsősorban a befogadó képződmény jellegei, a dolomitot képző folyamatok egymásutánisága, valamint lokális tektonikai és regionális geodinamikai tényezők határozzák meg.

Tárgyszavak: dolomit, kutatástörténet, dolomitot képző folyamatok és tartományok, modellek, magyarországi esettanulmányok

Bevezetés

A karbonátos kőzeteket két nagy csoportba sorolhatjuk. Az egyikbe a mészkőfajták tartoznak, amelyek uralkodóan CaCO_3 ásványokból (elsősorban kalcitból) állnak, a másikba a dolomitfajták, amelyeket uralkodóan a $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ összetételű dolomitásvány épít fel.

A dolomitkőzet első leírása a kalandos életű francia természetbúvár, Déodat DE DOLOMIEU nevéhez fűződik, aki Tirol hegyvidékén kőzetek és ásványok után kutatva olyan nagy tömegben előforduló kőzetfajtákra figyelt fel, amelyek a mészkővekre emlékeztetnek, de savban azoknál sokkal gyengébben oldódnak. Ezt a felismerését 1791-ben a *Journal de Physique* folyóiratban tette közzé. Az általa gyűjtött kőzetminták kémiai elemzését azután Nicolas-Théodore DE SAUSSURE végezte el, és később hibásnak bizonyult, eredményeit 1792-ben ugyancsak a *Journal de Physique*ben publikálta „Analyse de la dolomie” címmel. Ezt követően elterjedt a dolomit (angolul *dolomite*) név használata mind a dolomitásványra, mind a főként abból álló kőzetre. Az ásvány és a kőzet nevének megkülönböztetése érdekében 1948-ban SHROCK a *dolostone* terminus bevezetését javasolta, ami azután az angol nyelvű irodalomban meglehetősen széles körben elterjedté vált.

Több mint 230 év telt el a dolomit leírása óta. E meglehetősen hosszú idő alatt a dolomit kőzetfajták képződésének körülményeit illetően igen fontos tudományos eredmények születtek, amelyek hatására mára már jól kidolgozott modellek váltak ismertté. Hosszú vitákat követően általánosan elfogadott lett, hogy a dolomit kőzettestek mészüledékekből vagy mészkővekből ásványhelyettesítéssel jöttek létre. Emellett a dolomitásvány a kőzetek pórusaiban cementként is kiválik.

A dolomitképződés értelmezésével kapcsolatos legfontosabb kérdéseket összefoglaló munkájában már VAN TUYL (1914) felvetette. Ezeket később FAIRBRIDGE (1957), majd LAND (1985), azután TUCKER & WRIGHT (1990), MCKENZIE (1991), PURSER et al. (1994), még később MACHEL (2004) több tételben fogalmazták meg. Ezek a következők: (1) Változatos diagenetikus környezetekben képződik dolomit, esetenként üledékképződési környezetben is jelen van. (2) Bár a mai tengerekben a dolomit termodinamikailag stabil (MACHEL & MOUNTJOY 1986, BUDD 1997) és feltehetően legalábbis a fanerozoikumban is stabil lehetett, a jelenkori, illetve a holocén üledékekben ritkán, és többnyire csak kis mennyiségben van jelen. A földtörténeti múltban létrejött karbonátos kőzetek közt a dolomit meglehetősen gyakori. Becslések szerint a proterozoos öszletekben a mészkő/dolomit arány 3:1, a paleozoos rétegsorokban viszont már 1:3, a mezozoosokban 1:9, a kainozoosokban pedig 1:25. Nincs megfelelő recens analógia tehát a földtörténeti múlt hatalmas dolomit-tömegeinek értelmezéséhez. (3) Előfordulnak nagy számban olyan kőzettestek, ahol a petrográfiai és a geokémiai vizsgálatok alapján a felszín közelében, felszíni hőmérséklet- és nyomásviszonyok (25–30 °C, 1 bar) között végbement dolomitképződési folyamatot lehet feltételezni. Ugyanakkor számos kísérlet ellenére, ilyen kondíciók

mellett eddig nem tudtak rendezett szerkezetű, sztöchiometrikus dolomitot laboratóriumban szintetizálni (LAND 1998, GREGG et al. 2015, KACZMAREK et al. 2017).

Viszonylag magas hőmérsékleten és nyomáson viszont a dolomitszintézis már a 19. században sikeres volt. Elsőként VON MORLOT-nak sikerült ez 1847-ben. Azóta számos magas hőmérsékletű kísérlet történt, amelyekből az derült ki, hogy a folyamat a kristálycsíra-képződés hosszabb időtartamú indukciós szakaszával indul, melynek során igen nagy Mg-tartalmú kalcit (*very high Mg-calcite*, VHMC, ca 36 mol% MgCO_3) jön létre. Ezt követően ásványhelyettesítéssel Ca-gazdag és alacsony rendezettségű dolomit képződik, majd a rendezett kristályszerkezetű és sztöchiometrikus dolomit átkristályosodással alakul ki (SIBLEY et al. 1994, KACZMAREK & SIBLEY 2014). Az indukciós szakasz időtartama elsősorban a hőmérséklettől függ. A magas hőmérsékletű kísérletekből extrapolálva, felszínközeli hőmérsékleten az indukciós idő 10^5 – 10^6 évre becsülhető (SIBLEY et al. 1994). A geológiai megfigyelésekből és a laboratóriumi kísérletekből arra lehetett következtetni, hogy az ásványhelyettesítési reakció alacsony hőmérsékleten kinetikailag gátolt. A szakirodalomban számos olyan tényezőt említenek, amely befolyásolhatja a dolomitképződés kinetikáját. Ilyenek tartják mindenek előtt a (1) hőmérsékletet (pl. KATZ & MATTHEWS 1977), (2) a dolomitostító fluidum Mg/Ca arányát (pl. KACZMAREK & SIBLEY 2011), (3) a dolomitostódnak kitett CaCO_3 üledék/kőzet oldhatóságát (pl. KACZMAREK & SIBLEY 2014), (4) a dolomitostító fluidum alkalinitását és pH-ját (LIPPMANN 1973, MORROW & RICKETS 1988), (5) a szulfát jelenlétét vagy hiányát (BAKER & KASTNER 1981) és (6) bizonyos mikrobák és/vagy szerves anyagok jelenlétét (VASCONCELOS et al. 1995, WRIGHT 1999, MAZZULLO 2000, WRIGHT & WACEY 2004, SÁNCHEZ-ROMÁN et al. 2008, ZHANG et al. 2012, ROBERTS et al. 2013). Talán az összes között a legjelentősebb tényező (7) a Mg^{2+} iont körülvevő hidrátburok, mivel a Ca^{2+} ionok dehidratációja sokkal könnyebben megy végbe, mint a Mg^{2+} ionoké, és ez gátolja a Ca-Mg karbonátásványok képződését (POKROVSKY 1998, POKROVSKY et al. 2000, HU et al. 2005, XU et al. 2013). Az utóbbi évtizedek laboratóriumi kísérletei a kinetikai gát csökkentésére, illetve kiiktatására irányultak. Élő vagy elpusztult, bomlásban lévő mikroba biofilmek, továbbá különböző szerves anyagok jelenlétében lefolytatott laboratóriumi kísérletek során számos esetben sikerült nem sztöchiometrikus (Ca-gazdag) és nem teljesen rendezett szerkezetű „dolomitot” előállítani. Ezt protodolomitnak vagy igen nagy Mg-tartalmú kalcitnak (VHMC) nevezték. A protodolomit kifejezést GRAF & GOLDSMITH (1956) az általuk laboratóriumban előállított kevésbé rendezett szerkezetű változatra javasolták. Később ezt a természetben talált jelenkori dolomitokra is alkalmazták, de ennek jogosságát hosszas vitát követően ma már többnyire elvetik (TUCKER & WRIGHT 1990). Az a vita még nem dőlt el, hogy a kísérletekkel mennyire sikerült a természetben végbemenő folyamatokat reprodukálni (KACZMAREK et al. 2017).

Tekintettel arra, hogy a jelenkori dolomitok tanulmányozása legfeljebb bizonyos dolomitfajták képződési viszo-

nyainak értelmezéséhez adhat támpontot (tehát az aktuálgeológiai megközelítés csak nagyon korlátozottan alkalmazható), rendkívül nagy jelentősége van azoknak az esettanulmányoknak, amelyek a földtörténet különböző szakaszaiban képződött, különböző típusú dolomitok részletes vizsgálatán alapulnak. Képződési viszonyait tekintve a dolomit meglehetősen sajátos kőzetfajta: jellemzően karbonátüledékek, illetve karbonátos kőzetek diagenetikus átalakulásával jön létre a sekély-, az intermedier (köztes) vagy a mélybetemetődési tartományban. Ennél fogva egyes dolomit kőzettestek rétegtani (litosztratigráfiai és kronosztratigráfiai) besorolása is problematikus lehet, hiszen esetenként a dolomitosodás jóval a lerakódás után történt. A dolomit diagenetikus képződése miatt a rétegtani besorolást csak az üledékes kőzetre lehet megadni. A kőzetek képződési viszonyainak értelmezésénél pedig szem előtt kell tartani, hogy míg a közvetlenül az üledékképződést követően dolomitosodott kőzetfajták az üledékképződés környezeti állapotáról árulkodnak, a mélyebb betemetődési tartományokban a dolomitosodást elsősorban hidrogeológiai áramlások határozzák meg. Ráadásul sok esetben a részleges vagy teljes dolomitosodás több szakaszban megy végbe, illetve speciális viszonyok mellett a kőzet kalcitosodására („dedolomitosodásra”) is sor kerülhet (pl. LUCIA 1961, TÖRÖK 2000, POROS et al. 2013).

A dolomit régóta fontos építőipari nyersanyag, kohászati adalékanyag, és jelenleg is számos helyen intenzíven termelik. Manapság azonban ennél sokkal fontosabb a dolomitkőzetek fluidumtároló szerepe. A felszín alatti ivóvíz és termálvíz számottevő részének tárolókőzete a gyakran jelentős töréses porozitással rendelkező dolomit. A világ szénhidrogénvagyonának közel fele karbonátos tárolókőzetekben, nem csekély részben dolomitban található (pl. a szaud-arábiai óriás Ghawar mező vagy a zalai olajmezőink). Emiatt a felszín alatti vizek, valamint a szénhidrogének kutatása és termelése nem nélkülözheti a dolomitrezervoárok jellegeinek beható ismeretét, továbbá a dolomitosodási folyamatokat is magukba foglaló képződéstörténetük felderítését.

A dolomit hazánkban is rendkívül elterjedt kőzetfajta. A Dunántúli-középhegység felépítésében meghatározó szerepet játszik, de fontos szerepe van a Mecsek, a Villányi-hegység, a Bükk hegység és az Aggteleki-karszt felépítésében is. A Pannon régióban az Alcapa-főegység Dunántúli-középhegységi-egységében, a Közép-magyarországi-főegységben, továbbá a Tiszai-főegység Villányi- és Békés-Codruiegyységében is gyakran dolomit képezi a kainozoos összletek alját. A hazai nagy kiterjedésű dolomitestek a felső-perm és triász összletekben találhatóak, de paleozoos és kainozoos előfordulásokat is ismerünk.

A dolomitkutatás története dióhéjban

A dolomitásvány, illetve -kőzet első említését, leírását követő évtizedekben igen sok helyről kimutatták létezését, térképezték elterjedését. Képződési körülményeinek kiderítése céljából már a 19. században számos laboratóriumi kísérletet végeztek, és olyan képződési modelleket, hipotéziseket

vázoltak fel, amelyek legtöbbje alapvetően ma is érvényesnek tekinthető. Azt az elképzelést, hogy a dolomit kalcitból ásványhelyettesítéssel képződhet, HÄIDINGER vetette fel 1845-ben, és a kalcitot magnézium-szulfáttal reagáltatva előállítható dolomit reakcióegyenletét is közölte. 1847-ben VON MORLOT el is végezte ezt az ásványhelyettesítési kísérletet, és 250 °C-on, 15 bar nyomás mellett sikeresen állított elő dolomitot. A földtani kutatások során szerzett tapasztalatok alapján is számos elképzelés látott napvilágot a dolomitkőzetek képződéséről. VON RICHTHOFEN például az 1860-as években a Tiroli Alpok nagy területein végzett geológiai megfigyelései alapján arra a következtetésre jutott, hogy zátonyépítő szerkezetek közreműködésével jöhettek létre olyan hatalmas dolomit kőzettestek, mint amilyen a középső-triász Schlern Dolomit.

Az I. világháború kezdetén, 1914-ben az akkor már több mint egy évszázada folyó dolomitkutatás addigi eredményeit foglalta össze, máig érvényes következtetéseket levonva, nagy ívű áttekintő munkájában VAN TUYL. Művében nyolc dolomitképződési elméletet sorolt fel. Ezeket három csoportba sorolta: (1) primér lerakódási elméletek (ezen belül a kémiai, a szerves és a törmelékes úton való képződés elméleteit különböztette meg), (2) átalakulási elméletek és (3) kioldódási elméletek.

Ezt követően, a II. világháború végéig kevés előrelépés történt, a dolomit genetikájának értelmezésének kérdése kikerült a geológusok érdeklődésének fókuszából. Az 1940-es évek végén, majd különösen az 50-es években azonban ez gyökeresen megváltozott. Ekkor váltak ismertté ugyanis Kanadában és az Egyesült Államokban az első jelentős, dolomit tárolókőzetekben lévő szénhidrogéntelepek, és esetenként az is kiderült, hogy ezek rezervoár paraméterei (porozitás, permeabilitás) gyakran kedvezőbbek, mint a mészkő tárolóké. Az Egyesült Államok déli részén lévő Perm-medence sztratiform dolomit kőzettestjei képződésének értelmezésére javasolta ADAMS & RHODES (1960) az átszivárgásos–visszáramlásos (reflux) modellt, ami később, az eredeti modellt némileg módosítva, széles körűen alkalmazást nyert.

Az 1960-as években indult el a jelenkori karbonátüledékek rendszeres aktuálgeológiai megfigyelése is, ami egyben a karbonátszedimentológia kialakulását is jelentette. Az aktuálgeológiai vizsgálatok során a mészüledékekkel közel egyidős dolomitot találtak a Perzsa-öböl (ILLING et al. 1965), a bahamai Andros-sziget (SHINN et al. 1965) és a karib-tengeri Bonaire-sziget (DEFFEYES et al. 1965) térségében.

A Perzsa-öböl partvidékét képező arid árapálysík (szabkha) karbonátüledékeiben az 1960-as években mutattak ki dolomitot (WELLS 1962). A későbbi részletes terepi megfigyelések alapján arra következtettek, hogy a viharok, szökőárok idején az árapálysíkra kerülő, annak mélyedéseiben felhalmozódó, majd a párolgás miatt betöményedő és ezáltal nagyobb sűrűségű tengervíznek az üledékeken keresztül való lefelé irányuló visszaáramlása vezetett el a mészüledékek dolomitosodásához, és ez lett az alapja a szabkha dolomitképződési modellnek (KINSMAN 1969, MCKENZIE 1976, MCKENZIE et al. 1980, PATTERSON & KINSMAN 1981).

Az édesvíz-tengervíz keveredéséből származó csökkent sótartalmú vizek dolomitosodásban játszott szerepét hangsúlyozva HANSHAW et al. (1971) kevertvízes dolomitosodási modellt javasolt, ami, némileg kiterjesztett értelemben, Dorag-modellként vált ismertté (BADIOZAMANI 1973). A koncepciót termodinamikai számításokra alapozták, amelyek szerint a kevert vizekben a kalcit telítetlenné, míg a dolomit túltelítetté válik, és ez a kevert zónában jelentős dolomitosodáshoz vezet. Tekintettel azonban arra, hogy később sehol nem találtak jelentős dolomitosodást a kevertvízes zónában (HARDIE 1987, SMART et al. 1988, MACHEL & MOUNTJOY 1990), és sokkal inkább karbonátoldódást figyeltek meg itt, e modell széleskörű alkalmazása lekerült a napirendről.

1978-ban a Mélytengeri Fúrési Program keretében mélyített fúrásokban (DSDP-63, -64) mélytengeri, szerves anyagban gazdag hemipelágikus üledékekben találtak dolomitot. Ezek vizsgálata során korai diagenetikus mikrokristályos dolomitot (protodolomitot) és pórusokban kivált dolomitcementet ismertek fel (PISCIOTTO & MAHONEY 1981, KELTS 1982, BAKER & BURNS 1985). A vizsgálati eredményekből arra következtettek, hogy a dolomitképződés a szerves anyag bomlása miatti alkalinitás növekedéshez köthető, és ez lett az alapja az organogén dolomitképződési modellnek.

MORROW (1982a, b) a dolomitosodási modelleket egységes szemlélettel tekintette át, megállapítva, hogy azok alapvető elemei a Mg-forrás, a folyamatos Mg-utánpótlódást biztosító fluidumáramlási mechanizmus és a megfelelő porozitással/permeabilitással rendelkező karbonáttest, ami átalakul. A modellek lényegi része, hogy nagy tömegű dolomit létrejöttéhez hosszú ideig működő nagy Mg-tartalmú pórusvíz átáramlása szükséges.

A dolomit felfedezésének 200. évfordulója alkalmából 1991-ben a Szedimentológusok Nemzetközi Egyesülete (IAS) nagyszabású konferenciát szervezett a Déli-Alpok részét képező Dolomitokban, amit a hegység legnagyobb részét felépítő kőzetről neveztek el. A konferencián elhangzott fontos előadások önálló kötetben is közreadásra kerültek, amelyben a szerkesztők összegezték a dolomitkutatók akkori helyzetét, problémáit, további feladatait (PURSER et al. 1994). Ez az áttekintő tanulmány elemzi a jelenkori dolomitokra vonatkozó ismereteket, illetve az ásványtani és szöveti vizsgálatok alkalmazhatóságát a földtörténeti múltban létrejött dolomitok képződési viszonyainak értelmezésében, valamint a globális tényezők szerepét a dolomitok tér- és időbeli eloszlásában. A konferencián jelentős hangsúlyt kaptak a dolomitosodással járó diagenetikus szöveti, ásványtani, geokémiai változásokkal, a szerves anyagnak a dolomitosodásban játszott szerepével, a mélybetemetődéses dolomitosodással és a hidrodinamikai modellekkel kapcsolatos kutatási eredmények. Külön említést érdemelnek a Bahama-platform késő-kainozoos mészköveinek dolomitosodását bemutató előadások, amelyek normális sótartalmú tengervíz cirkulációján alapuló modellek lehetőségét vetették fel (VAHRENKAMP & SWART 1994, WHITAKER et al. 1994).

Nem sokkal a dolomitkonferenciát követően jelent meg az Atlanti-óceán partmenti sekély, időnként kiszáradó lagú-

nájának mikrobaszövedékben talált dolomitról szóló, jelentős visszhangot kiváltó közlemény (VASCONCELOS et al. 1995). Egy későbbi cikkben arról is beszámoltak, hogy a mikrobaszövedékből vett mintákból, laboratóriumban kitenyészett szulfátredukáló baktériumok közreműködésével, sikerrel szintetizáltak dolomitot (VASCONCELOS & MCKENZIE 1997). Ezek az eredmények vezettek el azután a mikrobás dolomitképződési modellek felvetéséhez.

Az ezredforduló környékén fontos témaköröket áttekintő tanulmányokat tettek közzé. Ezek sorában kiemelkedő jelentőségűnek tekinthető BUDD (1997) összefoglaló tanulmánya az óceáni szigetek kainozoos karbonátos kőzeteiben észlelt dolomitosodásról, amit lerakódás utáni (*post-depositional*) dolomitosodásnak nevezett, és amit a mészüledékek betemetődésének korai szakaszában a normál sótartalmú tengervíznek az üledékeken való átáramlásával értelmezett. A dolomitkutatók akkori helyzetét áttekintő munkák (pl. WARREN 2000, MACHEL 2004) és esettanulmányok gyűjteményes kötetei (pl. BRAITHWAITE et al. 2004) is megjelentek. Nagy jelentőségű munkák születtek a tektonikai zónához kötődő hidrotermás dolomitosodásról (QING & MOUNTJOY 1992, 1994). SMITH Jr & DAVIES (2006) bevezető cikke mellett az AAPG Bulletin egy füzetnyi esztanulmányt közölt olyan példákkal, ahol a rezervoárközetek dolomitosodása hidrotermás fluidumhoz köthető.

A pórusvízáramlás jelentőségének felismerése inspirálta a hidrogeológiában már széleskörűen használt számítógépes modellek, majd a víz-kőzet kölcsönhatás kémiai reakcióit is figyelembe vevő reaktív áramlási modellek alkalmazását (pl. JONES & XIAO 2005, WHITAKER & XIAO 2010, GABELLONE & WHITAKER 2016).

A 21. század első évtizedében kétségtelenül a mikrobás-organogén koncepció fejlesztése és tesztelése volt a dolomitkutatók forró területe. Számos laboratóriumi kísérletet végeztek különböző környezeti feltételeket modellezve és különböző mikrobacsoportokkal, hogy kiderítsék a mikrobák és a dolomitképződés kapcsolatát (pl. SÁNCHEZ-ROMÁN et al. 2008, 2011; KENWARD et al. 2009; BONTOGNALI et al. 2010). Ezek a kísérletek azonban nem vezettek egyértelmű eredményre a mikrobák szerepét és a dolomitképződés pontos mechanizmusát illetően. Ennek ellenére a kutatók egyes csoportjai a modell széleskörű alkalmazását javasolták a földtörténeti múlt nagy tömegű dolomitösszleteinek értelmezésére is (WRIGHT 1999; WRIGHT & WACEY 2004; SÁNCHEZ-ROMÁN et al. 2005, 2008), és a dolomitnak a bio-ásványok közé sorolását is felvetették (VASCONCELOS & MCKENZIE 2008). Az évtized vége felé azonban fény derült arra, hogy a dolomit laboratóriumi előállításához nincs szükség élő mikrobákra, elég a bomló szerves anyag felszínén a karboxilcsoport nagy sűrűségben való előfordulása (ROBERTS et al. 2013) vagy csupán bizonyos szerves vegyületek (poliszacharidok) jelenléte is a kinetikai gátló hatás csökkentésére, kikapcsolására (ZHANG et al. 2012).

Az elmúlt években azonban komoly problémák vetődtek fel a laboratóriumi kísérletek geológiai alkalmazhatóságát illetően. A laboratóriumban mikrobaközreműködéssel előállított kristályok, illetve kristályhalmazok valójában proto-

dolomitnak, pontosabban igen nagy Mg-tartalmú kalcitnak (VHMC) bizonyultak, és nem CaCO_3 -ból ásványhelyettesítéssel jött létre, mint a természetben ismert dolomitkőzetek. Ráadásul a kísérletileg előállított kristályhalmazok alakja is alapvetően eltér a természetben tapasztalt kristályformákétól (GREGG et al. 2015, KACZMAREK et al. 2017). A mikrobás modellel kapcsolatos vita napjainkig tart, jóllehet a mikrobák katalizáló szerepét a korai VHMC kristálycsíráképzésben a legtöbb kutató elfogadja.

A kőzet legfontosabb jellemzői és kutatásának módszerei

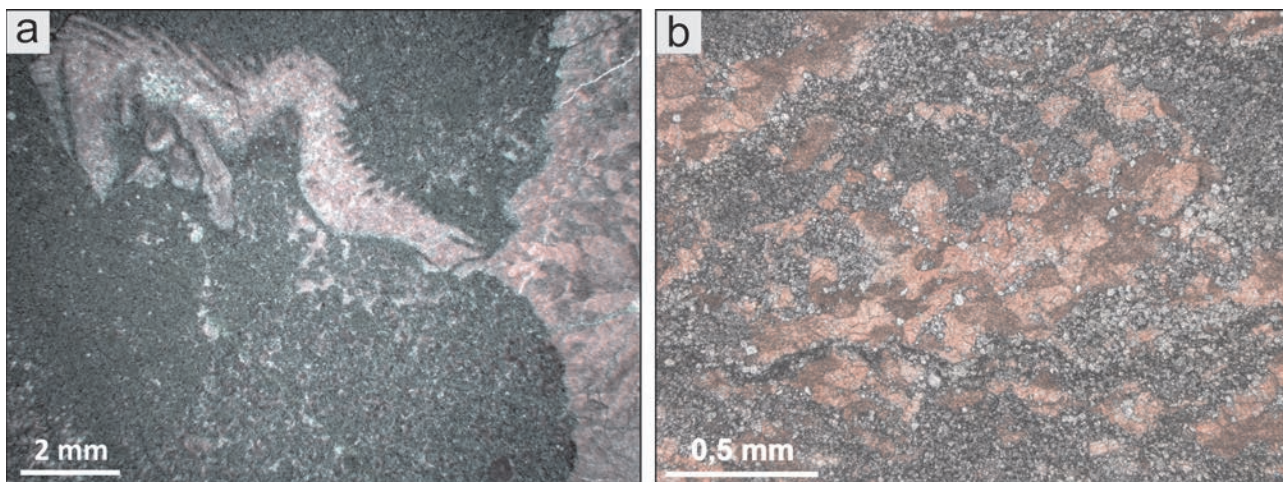
Litológia és petrográfia

Hasonlóan más kőzetfajták képződési viszonyainak felderítéséhez, a dolomitkőzetek esetében is kőzettestek térbeli elterjedésének, települési viszonyainak megállapítása, szerkezeti helyzetük tisztázása képezi a kutatómunka első fázisát. Ezek a terepi vizsgálatok a dolomitok esetében kiemelkedően fontosak, hiszen már a megfelelő kutatási stratégia kidolgozásához ismerni kell a dolomit kőzettest alaki jellegét (rétegszerű, tömzsös, telérszerű stb.) és térbeli kapcsolatát más kőzettestekkel, jellemzően mészkővel. Rétegszerű kőzettestek esetében nem ritka a dolomit és mészkő kőzetfajták váltakozása, és ezt gyakran a dolomit/mészkő arány trendszerű változása is kíséri. Hasonló trendek esetenként laterálisan is megjelenhetnek. A tömzsös vagy telérszerű megjelenés esetében a befogadó kőzet általában mészkő. Ilyenkor az átmeneti zónák megfigyelésének és a testek geometriájának és a törési zónák helyzete közti kapcsolat kiderítésének lehet kiemelt jelentősége.

A fentiek ismeretében kerülhet sor az anyagvizsgálati mintavételezésre is alkalmas szelvények kijelölésére, optimális esetekben kőfejtőkben vagy megfelelően kiválasztott magfúrásokban. Ha a kutatás első fázisában dolomit és mészkő kőzetfajták vertikális vagy laterális átmenetére derül fény, a kutatást indokolt a kapcsolódó mészkövek és átmeneti (pl. dolomitos mészkő) kőzetfajták vizsgálatára is kiterjeszteni, mert ez nagyban segítheti a képződési folyamatok értelmezését, megértését.

A kőzetszerkezeti jellegek (pl. rétegződés, ciklicitás, breccsásodás) dokumentálását követően kerülhet sor a mintavételre. Az anyagvizsgálati fázis minden esetben vékonycsiszolatos petrográfiai vizsgálattal indul. Ehhez tartozik a csiszolatok festése a kalcit és dolomit, és ezek vastartalmú fázisainak elkülönítése céljából (DICKSON 1966). A festés különösen fontos a részlegesen dolomitosodott kőzetfajták esetében (1. ábra). Ha a dolomitosodás szelektív, akkor csak bizonyos ásványból (leginkább nagy Mg-tartalmú kalcitból) álló komponensekhez vagy bizonyos szöveti elemekhez kötődik, például csak a legkisebb méretű szemcsékhez vagy csak a mátrixhoz, esetleg csak egyes szemcsék (pl. ooidok, bioklasztok) dolomitosodnak.

A dolomitosodás lehet szövetörző vagy szövetromboló. Szövetörző dolomitosodás esetében az eredeti üledékes szövet teljes mértékben, minden apró részletében felismerhető (2. ábra). A szövetromboló típus esetében a szövet részlegesen megőrződhet, és ennek vannak fokozatai is. Például az üledékes szövet részben felismerhető, vagy csak egyes szöveti elemei őrződtek meg (2. ábra). Olykor nem csupán szemcsék alakja őrződik meg a dolomitosodott kőzetben, de a korábban kivált cement alaki jellegei is. Ez főleg a kis Mg-tartalmú kalcit dolomittal történő ásványhelyettesítésekor jellemző. A szövetörző dolomitfajták dokumentálására a

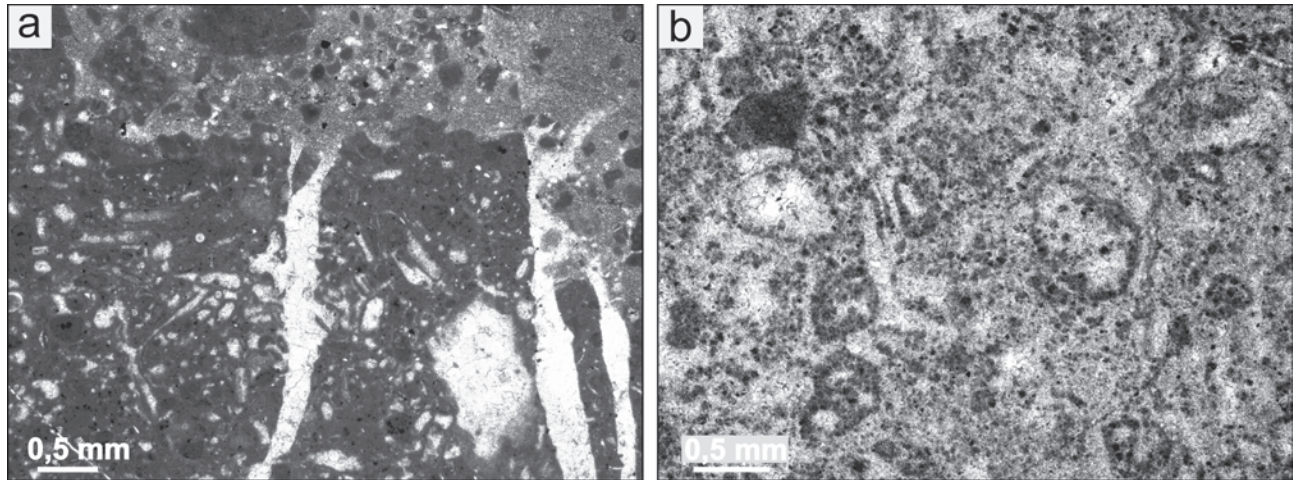


1. ábra. Részlegesen dolomitosodott kőzetek, festett csiszolatok mikroszkópos fotói

A) A finom- és középkrisztályos vastartalmú dolomit türkizzöldre festődött, míg a mészkő vasmentes kalcit komponensei (kalcitosodott koralltörödek közepén, kalcitcement-kristályok jobbra és hintetten a dolomitkristályok között) rózsaszínre festődtek (Edericsi F.; HAAS et al. 2014a). B) A hullámos sávokban és foltokban megjelenő finom- és középkrisztályos dolomit szintelen maradt a rózsaszínre festődött kalcitból álló mészkőben (Dachsteini F., Fenyőfői T.; HAAS et al. 2015)

Figure 1. Photomicrographs of partially dolomitized rocks, stained thin sections

A) Finely and medium crystalline, ferroan dolomite crystals are stained turquoise, whereas calcite components of precursor limestone (calcitized coral fragments in middle, calcite cement on right and scattered among dolomite crystals) are stained pink (Edericsi F.; HAAS et al. 2014a). B) Finely and medium crystalline dolomite (non-stained) occurs in mottles and along undulose seams within the precursor limestone stained pink (Dachstein Fm, Fenyőfői Mb; HAAS et al. 2015)



2. ábra. Szövetőrző és szövetromboló dolomitósodás, festett csiszolatok mikroszkópos fotói

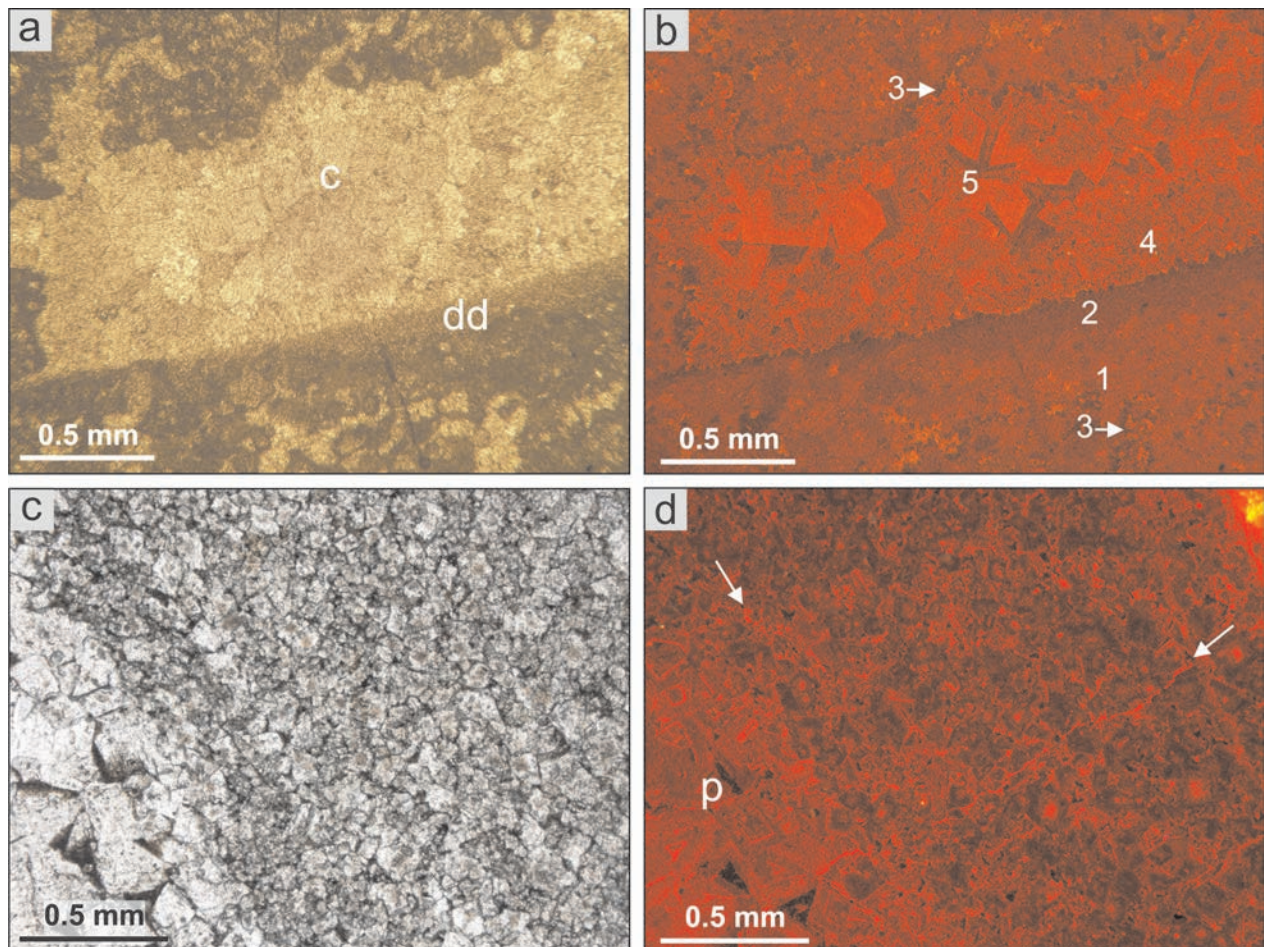
A) Finom- és középkrisztályos dolomitban felismerhető a prekursor kalkrét kőzet minden komponense, a szemcsék és a kalcitcement-kristályok is (HIPS & ÁRGYELÁN 2007). B) Finom- és középkrisztályos dolomit, ahol a prekursor kalkarenit komponensei a szilárd zárványokban dús és viztiszta foltokban csak „szellemképként” ismerhetőek fel (Földolomit F.; HAAS et al. 2015)

Figure 2. Fabric-preserving and fabric-destructive dolomitization, photomicrographs of stained thin sections.

A) Well-preserved components of precursor calcrite (grains and calcite cements) in finely and medium crystalline dolomite (HIPS & ÁRGYELÁN 2007). B) Ghosts of precursor calcarenite in finely and medium crystalline dolomite is delineated by solid inclusion-rich and limpid mottles

mészkövekre kidolgozott szöveti rendszerek (FOLK 1959, 1962; DUNHAM 1962; kombinált rendszerek) használata ajánlott (olykor a szöveti neveket dolo- előtaggal használják pl. dolo-wackestone, dolo-packstone).

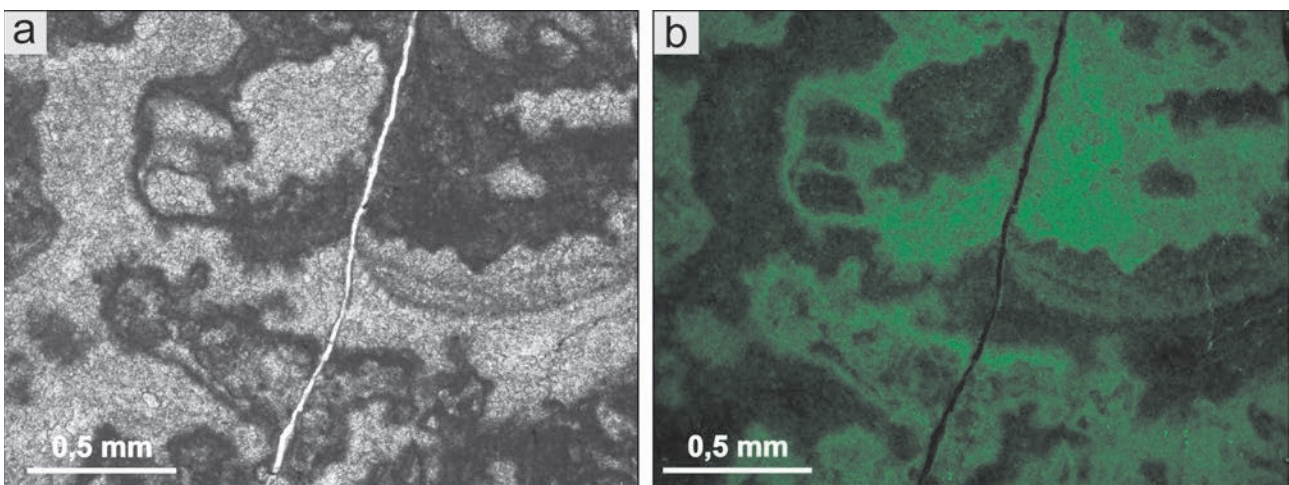
A kőzetet a dolomitkristályok méretével jellemezzük, ahol a FOLK (1962) féle beosztás használata elterjedt, és a méreteloszlásával (azonos méretű: unimodális vagy változatos méretű: polimodális). A kristályok érintkezési vonalá-



nak jellegén alapul SIBLEY & GREGG (1987) széles körűen használt szöveti osztályozási rendszere. Egy nagyon elterjedt típust képvisel a cukorszövetű dolomit, ami általában finom- és középkrisztályos, és euhedrális–szubehedrális kristályalakok jellemzik. A cukorszövetű dolomitokat vizsgálva CHOQUETTE & HIATT (2008) új értelmezést adott a dolomitkristályok képződésének. Ezek szerint a kristályok magja, ami többnyire szilárd zárványokban dús, ásványhelyettesítéssel jön létre, míg a külső, szilárd zárványmentes zóna kicsapódással, vagyis cementként keletkezik.

A csiszolatokon áteső fényben végzett szöveti vizsgálatokat kiegészítik a katódlumineszcens (CL) és a fluoreszcens mikroszkópos, illetve pásztázó elektronmikroszkópos (SEM) eljárások. A CL különösen jól használható a kristályfázisok elkülönítésére, ugyanis a helyettesítő kristályok foltos lumineszcenciát mutatnak, míg a cementkristályok gyakran zónásak (3. ábra). A dolomitra jellemző a tompa vörös CL szín vagy az, hogy nem mutat lumineszcenciát, de élénk sárga színt is dokumentáltak (RICHTER et al. 2003). Bár egyéb komponensek is közrejátszhatnak, alapvetően a dolomit lumineszcenciáját a rácsba épülő mangán és vas határozzák meg (MACHEL & BURTON 1991, EL ALI et al.

1993). A dolomitot vizsgáló tanulmányoknak elengedhetetlen eleme ez a módszer, mivel a kőzet számos sajátosságát tárja fel finom részletekben, pl. a dolomitosodás folyamatában a kristályok képződésének egyes stádiumait (3. ábra; HIPS et al. 2016), több fázisú dolomitosodás és későbbi átkristályosodás, vagy kalcitosodás mutatható így ki (pl. REINHOLD 1998, BOGGS & KRINSLEY 2006). Kiegészítő petrográfiai módszer a kék vagy UV-fényt használó fluoreszcens mikroszkópia. Üledékszemszemből relikvált ásványok, továbbá szerves anyag és mikroporozitás jeleníthető meg, ami az üledékes szövetet segíti feltárni, vagy a szerves anyag szöveti eloszlásában ad kiegészítést a dolomitok genetikai értelmezéséhez (4. ábra; DRAVIS & YUREWICZ 1985, DRAVIS 1991). Visszavert sugaras üzemmódban használt pásztázó elektronmikroszkóp (BSE) kis méretű és hintetlen megjelenő, a dolomitkristályokhoz genetikailag kapcsolt akcessóriaásványok detektálására nagyon hasznos. Ilyen ásványok, pl. anhidrit, pirit, markazit, fluorit, barit, cölesztin, galenit, szfalerit, kvarc és agyagásványok jellemzően igen kis mennyiségben társulnak a dolomitokhoz, de ezek egyértelműen jelzik a dolomitosító fluidum típusát (5. ábra; pl. NEILSON & OXTOPY 2008, GYÓRI et al. 2020). A dolomit-



4. ábra. Fluoreszcens jellegek mikroszkópos fotón kék fény alatt

A) Szövetőrző dolomitosodás mikroba boundstone szövetben. Csomós mikrit fenesztrális és száradási pörusokkal, amiket cementkristályok töltenek ki. Középen töréses eredetű, nyílt pörus. B) Élénkzöld színnel fluoreszkáló nagyon finom kristályos dolomit (csomós mikrit), zónás tompazöld és fekete függő cement (bal oldalon, középen), és nagyon halványan fluoreszkáló kalcitcement-kristályokat helyettesítő dolomit (Budaörsi Dolomit F.; HIPS et al. 2015)

Figure 4. Photomicrographs showing the fluorescent characteristics

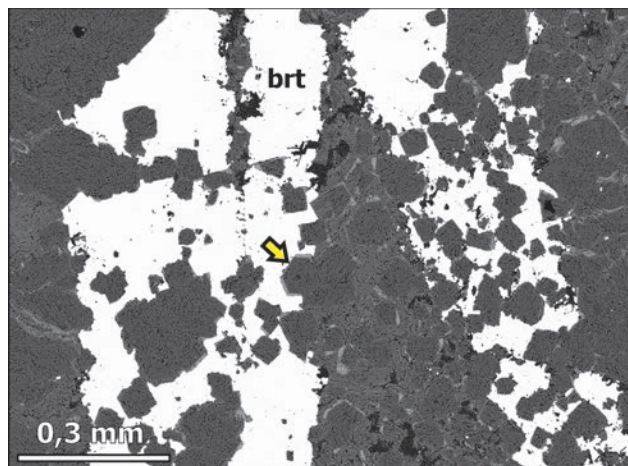
A) Fabric-preserving dolomitization in microbial boundstone. Clotted micrite fabric with fenestral and desiccation pores occluded by cement crystals. Open fracture pore is in the middle. B) Bright green fluorescent very finely crystalline dolomite (clotted micrite), dull green and non-fluorescent zonation in pendant cement (in middle on right) and very faint green fluorescence of dolomite crystals, replaced the calcite cement crystals (Budaörs Dolomit F.; HIPS et al. 2015)

←3. ábra. Katódlumineszcens (CL) mikroszkópos fotók

A) Szövetőrző dolomitosodás mikrobás boundstone-ban apró fenesztrális és egy nagyobb száradási pörussal, amit detritális eredetű belső üledék (d) és cement tölt ki (c). B) CL képe az A-n bemutatott szöveti területnek. Komponensei: (1) tompa vörös színű csomós mikrit, (2) sötétebb tompa vörös színű belső üledék, (3) sötét (nem lumineszkáló) és élénk narancsszínnel foltos lumineszcenciát mutató, apró dolomitosodott cementkristályok (morfológiája alapján egykori kalcitcement), (4) jellegzetes foltos lumineszcenciát mutató, kalcitcement-kristályokat helyettesítő dolomit- és (5) zónásdolomit-cement (Tagyoni F.; HAAS et al. 2014b). C) Közép- és durvakristályos dolomit. D) CL képe az C-n bemutatott szöveti területnek. A CL szín és zónáság alapján két kristálygeneráció különül el. Jobb oldalon diagenetikus brecciaszerkezet: a kristályokra jellemző a tompa vörös és sötétebb zónáság, az egyenetlen felületű kristályok vagy kristályhalmazok között élénkebb, tompavörös szabálytalan foltok jelennek meg, és ugyanilyen lumineszcencia színű hajszálerek átvágják a kristályokat (nyílak). Bal oldalon a kristályok változatosan tompavörös színnel zónáságot mutatnak. A nem lumineszkáló, sötét területek pörusok (p; Csövári F.; HIPS et al. 2016)

←Figure 3. Photomicrographs of CL images

A) Fabric-preserving dolomitization of microbial boundstone showing fenestral and desiccation pores with detrital internal sediment (d) and cement (c). B) CL image of the components shown in A. Components: (1) dull red clotted micrite, (2) darker dull red internal sediment, (3) blotchy non-luminescent and bright orange tiny dolomitized cement crystals (replaced precursor calcite cement), (4) characteristic blotchy luminescence of dolomitized cement crystals (5) dolomite cement with dull red zones (Tagyon F.; HAAS et al. 2014b). C) Medium and coarsely crystalline dolomite. D) CL image of the components shown in C. Two types of dolomite crystal generations can be distinguished. Diagenetic breccia fabric is visible on right side. Here crystals are characterized by variously dull red growth bands, and more intense dull red luminescent spots appear on uneven surface of crystals and crystal aggregates and veinlets of same luminescence cut across the crystals (arrows). Crystals on left show dull red luminescent zonation. The non-luminescent components are pores (p; Csövár F.; HIPS et al. 2016)



5. ábra. Visszavert elektronsugaras pásztázó elektronmikroszkópos felvétel (BSEM) dolomitról (Arácsi Márga F.; GYÓRI et al. 2020). Dolomitközetben törérendszer, amit zónás dolomit- (nyíl) és barit- (brt) cement tölt ki

Figure 5. Backscattered electron image (BSE) of dolomite (Arácsi Márga Fm; GYÓRI et al. 2020). Fracture system in dolomite is occluded by barite (brt) and dolomite typified by zones (arrow)

kristályok növekedésének és zónásságának elemzéséhez speciális detektorral felszerelt és mikroanalitikai rendszerekkel kiegészített műszerek használatosak (pl. SEM-CL, energiadiszperziós vagy hullámhossz-diszperziós spektrométer [SEM EDS/WDS]; OLANIPEKUN & AZMY 2017).

Kristályszerkezet, sztöchiometria és rendezettség

A dolomitásvány belső szerkezeti felépítésével és összetételének vizsgálatával a kristálykémia foglalkozik. Kristálytípusok elkülönítése, valamint a kristály fejlődésének rekonstruálása egy kőzettesten vagy üledékmintán belül sztöchiometria és rendezettség mérésén is alapulhat. A megfigyelések szerint gyakori, hogy dolomitósodás során kezdetben Ca-gazdag és rendezetlen kristályok képződnek, amik idővel stabilizálódnak (LUMSDEN & CHIMAHUSKY 1980, SPERBER et al. 1984). Ezek az ásványtani jellemzők röntgendiffrakciós (XRD) mérésekkel detektálhatók (GOLDSMITH & GRAF 1958). A természetben előforduló dolomitokra jellemző a rendezett kristályszerkezet, így a rendezettségi reflexió (104) még ha gyenge is, de mindig jelen van (GREGG et al. 2015). Nagy felbontású ásványtani elemzések transzmissziós elektronmikroszkóppal (TEM) végezhetők, melyek igen kis méretű kristályok morfológiái (STEM) és domén vizsgálatára is alkalmasak (TEM SAED; WENK et al. 1993, MEISTER et al. 2019).

Geokémiai jellemzők

Rétegsorok, pl. fúrómagok elemösszetétel-mérése röntgen fluoreszcens (XRF, micro-XRF) méréssel viszonylag gyorsan és nem destruktív módon kivitelezhető (DE WINTER et al. 2017). A dolomit genetikai értelmezéséhez azonban többféle geokémiai paraméter együttes értelmezése szükséges. A kristályok fő- és nyomelem-összetételének mérésére az in situ vizsgálatok alkalmasak, ugyanis a legtöbb dolo-

mitközetben több kristálygeneráció van jelen. Nyomelemek (Na, Sr, Fe, Mn és RFF) beépülése a rácsba több tényező függvénye: (1) a porusfluidum jellege, (2) a megelőző ásványfázisok összetétele, aminek a nagy kőzet/víz aránnyal jellemezhető ásványhelyettesítés miatt van jelentősége és (3) az adott elem ásvány/víz megoszlási együtthatója (pl. VEIZER 1983). Általánosságban, a Na és a Sr mennyisége a hiperszalinnal fluidummal kölcsönhatásba került dolomitoknál lehet jelentősebb (pl. FRITZ & KATZ 1972). A Fe és Mn agyagok átalakulásából származtatható és így ezek a magasabb hőmérsékleten képződő dolomitokba épülnek be. A dolomit szöveti elemzésére elemtérkép ad lehetőséget, amit többféle műszerrel is mérhetünk, mikroszondával (EPMA) vagy detektorokkal felszerelt pásztázó elektronmikroszkóppal (SEM WDS).

A stabil szén- és oxigénizotóp-méréseket, lehetőség szerint az egyes kristályfázisokból szelektíven vett mintákon célszerű elvégezni. A mérésekhez szükséges milligramm mennyiségű mintát mikrofúróval vehetjük (ez lehet mikroszkópra szerelt) és a megfelelő előkészítés során feltárt CO₂-gáz izotópos összetételét tömegspektrométerrel mérik (ROSENBAUM & SHEPPARD 1986, SPÖTL & VENNEMANN 2003). Amennyiben több karbonátfázis (kalcit, aragonit, dolomit, sziderit) van a mintában, akkor fokozatos feltárással és több egymás utáni méréssel lehetséges az egyes fázisok izotópjainak mérése (MORERA-CHAVARRÍA et al. 2016). Az értékelésénél figyelembe kell venni, az izotópok frakcionálódásának sajátosságait, továbbá azt is, hogy a dolomitközetek fő tömege ásványhelyettesítéssel képződik, és ennek során a szén főleg a megelőző ásványból, míg az oxigén a porusvízből épül be a rácsba (BANNER & HANSON 1990). A legtöbb dolomit kőzettest esetében +2 és +4‰ közötti szénizotóp ($\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$)-értékek adódnak, ami az óceánok vizének izotóparányából vezethető le (MAZZULLO 2000). VEIZER et al. (1999) szerint ez az érték a fanerozoikum során jellegzetes változást mutat. Ez azonban a dolomitképződésnél csak korlátozottan vehető figyelembe (MACHEL 2004, RICHOSZ et al. 2010). A jellemző tartománytól való akár pozitív, akár negatív eltérés a képződési környezetben jelenlévő mikrobák tevékenységéből (baktériumos szulfátredukció, BSR), illetve 80 °C-nál magasabb hőmérsékleten, szerves anyag átalakulásából (termokémiai szulfátredukció, TSR) származtatható plusz szénforrással hozható összefüggésbe (MACHEL et al. 1995, MAZZULLO 2000). A porusvízben az oxigénizotópok arányát befolyásolja a párolgás, továbbá az, hogy az izotópok a dolomit/víz hőmérsékleti frakcionációja szerint épülnek be a kristályrácsba. Így a mért $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ értékekből következtetni tudunk a porusvíz jellegére és a dolomitósodás hőmérsékletére. A különböző dolomit típusokból mért eredmények összevetése fluidumzárvány-adatokkal azt mutatja, hogy azonos hőmérsékleten a kalcit egyensúlyi kiválásához képest a dolomitban az izotóparányok kb. 3–6‰-el eltolódtak a nehezebb izotóp felé (LAND 1980, 1983; VASCONCELOS et al. 2005).

Kapcsolt izotópok (*clumped isotopes*, Δ_{47} egy molekulán belül kapcsolódó $\delta^{13}\text{C}$ és $\delta^{18}\text{O}$) segítségével a fanerozoikumban a dolomitósodás hőmérséklete határozható meg, és

ehhez nincs szükség a kőzet, illetve a dolomitostító fluidum izotóparányainak ismeretére (EILER 2007). A módszer elterjedésének jelenlegi korlátja, hogy speciális műszer szükséges a méréshez, illetve hogy a hőmérsékleti kalibrációk 100 °C alatti tartományra korlátozódnak (BAJNAI & KELE 2017). Dolomitból az első méréseket FERRY et al. (2011) végezte a Latemar-platformról gyűjtött mintákon. A közelmúltban a mecseki és a villányi-hegységi triász dolomitokból is történtek mérések (LUKOCZKI et al. 2019, 2020).

Geokémiai indikátorként a radiogén izotópok közül a $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -nak van jelentősége azokban az esetekben, ahol a dolomitostító fluidum a tengervíz, ugyanis a Sr frakcionációja elhanyagolható a víz és az ásványfázis között, és az óceánok vízének izotóparánya jellegzetes időbeli trendet mutat (BANNER 1995). Amennyiben a dolomitból mért adatok egyezést mutatnak az adott földtörténeti szakaszban a tengervízre megadott $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ értékével (VEIZER et al. 1999, MCARTHUR et al. 2012), úgy a tengeri pórúsvíz feltételezhető. A mért értékek azonban önmagukban nem bizonyító erejűek, más geokémiai adatokkal integrálva értelmezhetők.

Fluidumzárvány-vizsgálatok

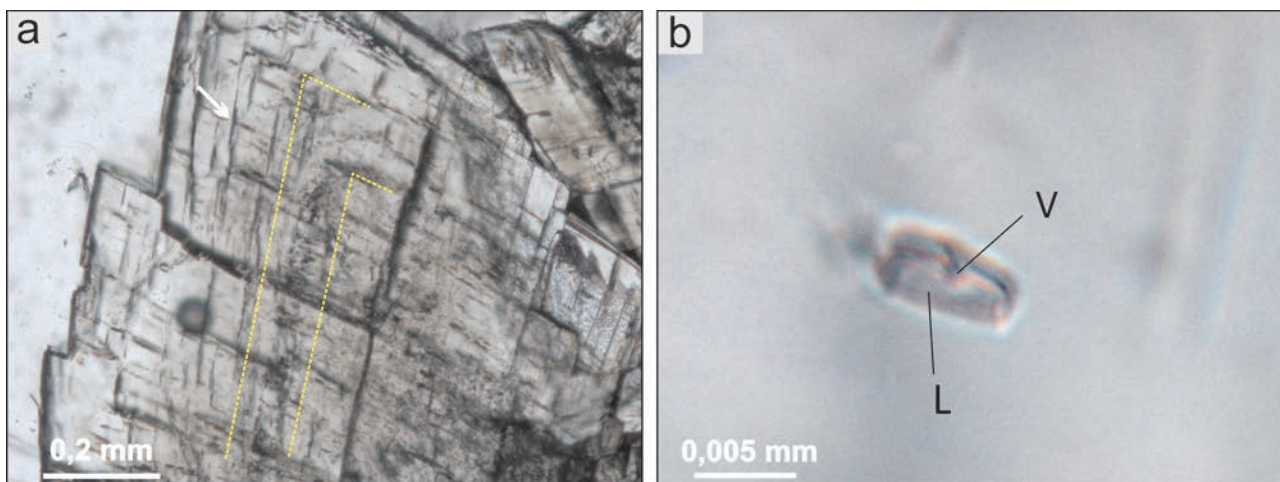
A kristály képződésének idején jelenlévő pórúsvíz fluidum elsődleges fluidumzárványok formájában csapódhatnak az ásványban (ROEDDER 1984, GOLDSTEIN & REYNOLDS 1994, SCHUBERT et al. 2007). Az ásványkiválást követően, a későbbi diagenetikus folyamatok során másodlagos fluidumzárványok jöhetnek létre. A zárványok petrográfiai és mikrotermometriai vizsgálata az egykori fluidum sótartalma, hőmérsékletére és a jelen lévő egyéb, pl. szénhidrogén komponensekre enged következtetni (GOLDSTEIN 2001, GOLDSTEIN & SAMSON 2003, MAKHOUKHI et al. 2003, SAMSON et al. 2003). dolomitkristályok fluidumzárvány petrográfiai vizsgálata során nagyon körültekintően kell eljár-

ni, ugyanis a dolomit reológiai tulajdonságai miatt hajsztörésekkel finoman vagy sűrűn átjárt lehet, ami mentén a zárványok felnyílhatnak, újratöltődhetnek, vagy a kristályok átalakulhatnak (pl. LUCZAJ & GOLDSTEIN 2000). A mérésekhez két oldalán polírozott, pár tíz mikrométer vastag ásványszletekre van szükség. Fűthető/hűthető asztallal ellátott mikroszkóppal történik a mérés, ami során fluidumzárvány-együttesek (*fluid inclusion assemblage*, FIA) fázisátalakulásai, majd ezek kiértékelése történik (6. ábra; pl. HIPS et al. 2015, 2016; GARAGULY et al. 2018).

Dolomitképződési folyamatok

MACHEL (2004) a dolomitképződés három típusát különbözteti meg. Ezek az alábbiak: (1) közvetlen (primer) dolomitkiválás az üledékképződési közeg vizéből, (2) dolomitodás CaCO_3 üledékből/kőzetből ásványhelyettesítéssel és (3) dolomitcementáció a pórúsvíz fluidumból történő kiválással. Természetes környezetekben primer dolomitüledék képződésére kevés példát ismerünk. Elsősorban sós tavak esetében számoltak be közvetlen kicsapódással keletkezett dolomitüledékről (LAST 1990). Kis mennyiségben azonban Mg-kalcit iszaplerakódással jellemezhető tavakban (pl. Balaton, Fertő-tó) is kimutattak primer dolomitot.

A legtöbb kutató ma is azt a véleményt képviseli, hogy a dolomitkőzetek döntő hányada mészüledékekből/mészkővekből ásványhelyettesítéssel, azaz dolomitodással jön létre (PEARCE et al. 2013). Az ásványhelyettesítés során a prekursor CaCO_3 ásvány (aragonit és kalcit) kis mennyisége fluidumfilm mentén oldódik, majd ebből a fluidumfilmből csapódik ki a dolomit. A dolomitodási folyamat előrehaladásával a fluidumfilm mentén a prekursor ásványoknak egyre nagyobb hányada oldódik fel, és ezzel egy időben egyre nagyobb mennyiségben keletkezik dolomitásvány. A



6. ábra. Fluidumzárványok barokk dolomitkristályban (HAAS et al. 2014a)

A) Elsődleges zárványok növekedési zóna mentén (szaggatott vonalak között) és másodlagos zárványok hasadási vonalak mentén (nyilak). B) Elsődleges kétfázisú zárvány (víz-gőz, L-V; Edericsi Mészke F.)

Figure 6. Fluid inclusions in baroque dolomite crystal (HAAS et al. 2014a)

A) Primary fluid inclusions along growth band (between dashed lines) and secondary fluid inclusions along cleavage planes (arrows). B) Primary two-phase fluid inclusion (fluid-vapour, F-V; Edericsi Fm)

dolomitosodás történhet az üledékképződéssel közel egy időben a felszín közelében, a sekélybetemetődés tartományában vagy akár a kőzetté válás után, a sekélytől a mélybetemetődés tartományában, egy vagy több későbbi diagenetikus fázisban. A dolomitcementáció során a kristályok nyílt pórusokban a pórusfluidumból csapódnak ki, illetve speciális esetben a lebomló szerves anyag képez felületet a kicsapódó kristályok számára. Gyakran kezdetben rendezetlen és nem sztöchiometrikus kristályok képződnek, amelyek fokozatos átkristályosodással stabilizálódnak (pl. MCKENZIE 1981, CARBALLO et al. 1987, GREGG et al. 1992), illetve változatos kristályszerkezetű és összetételű domének is képződhetnek egyidejűleg (WENK et al. 1993). A dolomitképződés sok esetben több fázisban megy végbe, az így képződött dolomitokat poligenetikusként nevezik. Előfordulhat nagy hőmérsékletű fluidumok hatására átkristályosodás jellemzően magmás testek környezetében, és kalcitosodás is, ez pedig a tektonikai inverzió során, a kiemelkedési szakaszban, meteorikus fluidumok hatására (pl. TÖRÖK 2000, FU et al. 2008). A már korábban dolomitosodott kőzetben, a dolomitásvány átkristályosodási folyamata során a szövet és/vagy egyes geokémiai paraméterek is megváltozhatnak (MACHEL 1997).

A dolomitképződés legfontosabb meghatározóiként összefoglaló munkájukban TUCKER & WRIGHT (1990) termodinamikai, kinetikai és hidrogeológiai tényezőket említene. A termodinamikai alapfeltétel azt jelenti, hogy a dolomitképződési folyamatban részt vevő fluidumnak dolomitra túltelítettnek kell lennie. A dolomitképződés sebességét elsősorban a kristálycsíra-képződés időtartama határozza meg (indukciós idő), ami hőmérséklet és nyomás függő. Ez jelentősen lerövidül megfelelő szubsztrátum jelenlétében, ilyen lehet például egy korábbi dolomitfázis és a biofilmek szerves anyaga, valamint egyes szerves vegyületek katalitikus hatása miatt. A hidrogeológiai tényező Mg-tartalmú pórusvíz utánpótlását jelenti, ami nélkül nem képzelhető el jelentős tömegű dolomit kőzettest kialakulása.

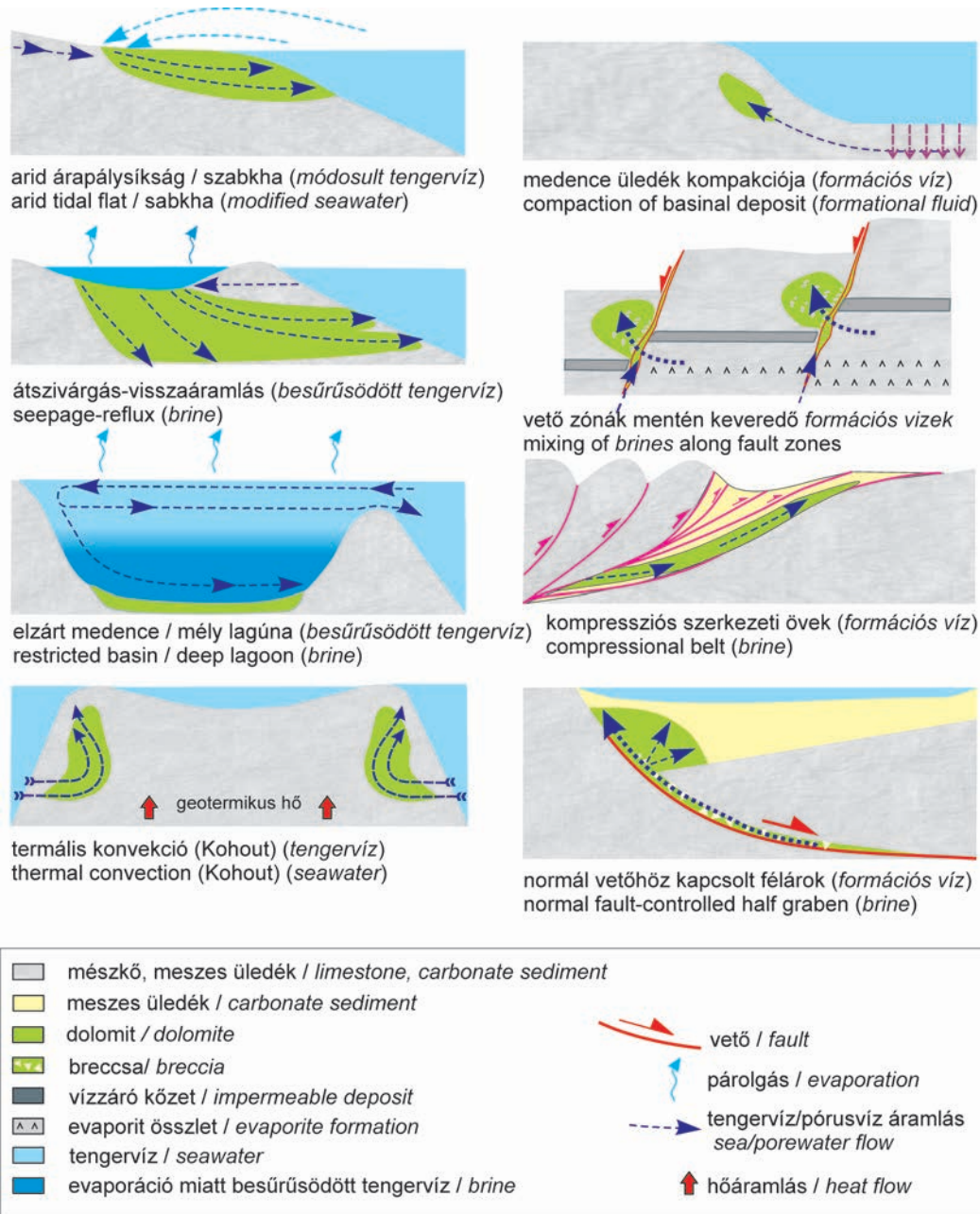
Kis mennyiségben igen sokféle környezetben létrejöhet dolomit. Képződhet pedogén folyamatok eredményeként a szárazföldön (dolomitkérgék, konkréciók), időszakos sekély tavakban, pocsolyákban, barlangokban, továbbá hidrotermás kiválásként üreg- és telérkitöltésként. Jelentős kiterjedésű kőzettestek azonban elsősorban a tavi és tengeri karbonátüledékek diagenetikus átalakulásával jöttek létre.

Dolomitosodási modellek

A tavi dolomitok esetében a kristályok többnyire vízből csapódnak ki és üledékszemcséként rakódnak le. A tengeri mészüledékekből viszont jellemzően az üledék lerakódása után, a betemetődés során, ásványhelyettesítéssel keletkezik dolomit (7. ábra). Ezért a fontosabb dolomitosodási modellek bemutatásánál külön tárgyaljuk az üledékesen és a diagenetikusán képződött dolomitokat, ez utóbbiaknál pedig a tartományokat. A karbonátos kőzetek diagenézise esetében a sekély-, köztes (intermedier) és mélybetemetődés tartományai különíthetők el. A kiemelkedési szakaszhoz köthető diagenézisre a telogenezis terminus használata terjedt el. Összefoglaló tanulmányokban és kézikönyvekben azonban különböző nevezéktant alkalmazva foglalták a diagenetikus tartományokat rendszerbe (pl.: BATHURST 1975; JAMES & CHOQUETTE 1983, 1984, 1988; CHOQUETTE & JAMES 1987; MOORE 1989; TUCKER & WRIGHT 1990; MACHEL 2004). A tartományoknak nincs éles határa, mivel az átalakulási folyamatok fokozatosan változhatnak a mélységgel változó paraméterek hatására. Ebből adódik, hogy mélységtartományokhoz sem rendelhetőek, és ellentétben a sziliciklasztos kőzetekkel, a hőmérsékletnek sincs kitüntetett jelentősége. A sekélybetemetődés tartományában még a felszíni vizek és folyamatok vannak hatással, ám a mélybetemetődés tartományában ezek megszűnnek, és jellemzően formációs vizek vannak a pórusokban. A kőzetben létrejött elváltozások közül a nyomásoldódással létrejött bélyegeknél van kitüntetett jelentősége, mivel a mélybetemetődés tartományának kezdete ott jelölhető ki, ahol oldódási filmek, mikrosztitolitok (két szemcse között) vagy sztitolitok jelennek meg (vö. BATHURST 1995, JAMES & JONES 2015). A sekélybetemetődés tartományában még az üledékképződési folyamatok befolyásolják a diagenézist. A mélybetemetődési tartományban azonban már a felszín alatti formációs vizek, a hőmérséklet és a nyomás növekedése határozzák meg a diagenetikus folyamatokat. A dolomitosodási folyamatok alapján, a kettő között egy sajátos jelleget mutató, markáns intermedier (köztes) tartomány is kijelölhető. Itt már nem érvényesülnek a felszíni folyamatok. A jelentős mennyiségű más összetelekből származó (extraformációs) fluidum beáramlása meggátolja a nyomásoldódás létrejöttét, annak ellenére, hogy az üledékestest már viszonylag mélyebbre került. A betemetődést követő kiemelkedés során, a telogenezis tartományában nem jellemző a dolomitképződés.

Tavi dolomitok

A tavi karbonátüledék képződését elsősorban a hidrológiai jellegek, az üledékbehordódás és a klímaviszonyok határozzák meg. A karbonátlerakódás legfontosabb tényezőjeként a bepárlódást (pl. MÜLLER et al. 1972, LAST 2002) valamint a biogén (mikro- és pikoplankton) közreműködéssel történő karbonátkiválást (pl. KEMPE & KAZMIERCZAK 1990, WRIGHT 1999, MAUGER & COMPTON 2011) említik. A kétségtelenül fennálló biogén közreműködés ellenére a tavakban a kiválás többnyire alapvetően abiogén úton történik. A kristálynukleációt, a kristálynövekedést és az ásványos összetételt a vizet jellemző tényezők (hőmérséklet, pH, alkalinitás, továbbá a Ca^{2+} , Mg^{2+} és HCO_3^-) befolyásolják (MORSE et al. 2007, DEOCAMPO 2010). A tavak vizének párolgás miatti koncentrációnövekedése során viszonylag nagy Mg/Ca arány esetén jellemzően aragonit válik ki. A kalcitnukleációt a Mg gátolja, bár a gátlás hatásmechanizmusa nem ismert (XU et al. 2013). Egyes tavakban azonban a párolgás miatti koncentrációnövekedés mégis kalcit kiválásához vezet, és a kristályok vagy kristályhalmazok gyakran sajátos formájúak. A laboratóriumi vizsgálatok szerint



7. ábra. A tengeri mészüledékek és mészkő kőzetek dolomitizációjának mechanizmusát értelmező modellek (TUCKER & WRIGHT 1990 és MACHEL 2004 alapján)

Figure 7. Dolomitization models (based on TUCKER & WRIGHT 1990 és MACHEL 2004)

ezekben az esetekben Mg jelenlétében amorf kalcium-karbonát (ACC) alakul át kalcitá. A kalcitkiválás a vízben a Mg/Ca arány növekedéséhez és ez nagy Mg-tartalmú kalcit (HMC), sőt igen nagy Mg-tartalmú kalcit (VHMC) képződéséhez vezethet. Alkáli tavakban (pl. Deep Springs Lake) autigén „dolomit” (feltehetően VHMC) kiválását figyelték meg, bár a Mg^{2+} és Ca^{2+} kationok korlátozott jelenléte miatt a tó vize nem érte el a metastabil karbonátfázisok telítettségi szintjét. Ezért a kristályok kicsapódását mikrobák és/vagy szerves vegyületek katalizáló közreműködésével értelmezték (MEISTER et al. 2011). A karbonátos és szulfátos sós tavak bepárlódása során, ahol a Mg/Ca arányt elsősorban a

Ca-szulfátok kiválása növeli, jelentős mennyiségű dolomit és magnezit válhat ki (LAST 1990).

Elzárt tengermedencékben és lagúnákban képződő dolomit

Az elzárt tengermedencékben és viszonylag mély lagúnákban képződött, evaporitokkal együtt megjelenő dolomitok meglehetősen gyakoriak az óceánperemi és epikontinentális tengeri rétegsorokban. Ennek ellenére képződésük értelmezése az utóbbi évtizedekben nem állt a kutatók érdeklődésének fókuszában, nem születtek általános érdeklő-

dést keltő új modellek. Így az értelmezés a SCHMALZ (1969) által közzétett modellre alapozható, figyelembe véve a szerves anyagban gazdag medencék dolomitosodására vonatkozó újabb elképzeléseket (MAZZULLO 2000, MEISTER et al. 2007). SCHMALZ (1969) a modelljét normális sótartalmú tengermedencétől küszöbrel elrekesztett, viszonylag mély lagúnára dolgozta ki. Eszerint az elrekesztett lagúnában, ahová csak a gát felett juthat be tengervíz, nem kifejezetten meleg és száraz klíma esetén, oxigénhiányos környezetben mészüledékek lerakódása folyik. Ha azonban klímaváltozás miatt a párolgás intenzitása megnő, a felső vízrétegben gipszkristályok válnak ki. Ezek a vízoszlopba lesüllyedve a folyamat korai fázisában feloldódnak ugyan, de ezzel növekszik az alsó vízrétegben és ezáltal a lerakódott mészszipa pórusvízében az ionkoncentrációt és a Mg/Ca arányt. Ez teszi lehetővé a korai diagenetikus dolomitosodást, esetenként a gipszkristályok megőrződésével vagy gipsz/anhidrit konkréciók képződésével együtt.

Az árapálysíkság felszíne alatt folyó dolomitképződés

A száraz klímával és intenzív evaporációval jellemezhető jelenkori árapálysíkságok árapály fölötti zónája (szabkha környezetek) vizsgálata során számos területen találtak dolomittartalmú karbonátüledékekkel, többnyire evaporitlerakódásokkal együtt (pl. METTRAUX et al. 2011). A földtörténeti múlt egyes szakaszaiban a maiaknál jóval kiterjedtebb szabkha környezetek létezéséről tudunk, és ezekhez igen nagy kiterjedésű, a mai szabkhák vizsgálata során megismerthez hasonló jellegeket mutató, dolomit–evaporit formációk képződése kapcsolódik (SHINN 1983). Az arid árapálysíkságokhoz köthető első dolomitképződési modellek hidrológiai és geokémiai paramétereken alapultak. Ilyen volt a főként terepi megfigyeléseken és elméleti megfontolásokon alapuló átszivárgási–visszaáramlási (reflux) modell (ADAMS & RHODES 1960) és a Perzsa-öböl partvidékén (Abu Dhabi) végzett részletes terepi és laboratóriumi vizsgálatokon alapuló evaporációs–szívásos (HSÜ & SIEGENTHALER 1969) és a mindkettőt magában foglaló szabkha modell (MCKENZIE et al. 1980). Ezek közös vonása, hogy a dolomitképződést a mészüledéken átszivárgó pórusvíz Mg/Ca arányának — a kalcium-szulfát ásványok kiválása miatti — megnövekedéséhez kapcsolja. További szerepe van még a magas felszíni hőmérsékletnek. A különbség az, hogy a reflux modellben a pórusvíz a párolgás miatt betöményedett tengervíz eredetű. A fluidum áramlásának hajtóereje a sűrűségkülönbség, ami által a pórusvíz a felszín alatt visszaáramlik a tenger felé. Míg az evaporációs–szívásos modellben a pórusvíz részben tengervíz, részben talajvíz eredetű. A reflux dolomitosodást számítógépes reaktív transzport modellezéssel is vizsgálták, kimutatva annak alkalmazhatóságát jelentős volumenű mészüledék dolomitosítására hipersalin (>35%ó sótartalmú) víz esetén, továbbá kisebb hatékonysággal mezohalin (5–18%ó sótartalmú) átszivárgó pórusvíz esetében is (JONES & XIAO 2005, AL-HELAL et al. 2012, GABELLONE & WHITAKER 2016, GABELLONE et al. 2016).

A 2000-es években a mikrobás dolomitképződésről addig szerzett ismeretekkel felvértezve a MCKENZIE által vezetett kutatócsoport újvizsgálta az Abu Dhabi árapálysíkság területén korábban vizsgált szelvényt. Az árapályövben a felszín bevonó élő mikrobás szövedékben dolomitot találtak, amelynek képződését a mikrobák életműködésével hozták kapcsolatba, tehát mikrobás dolomitképződési modellel magyarázták (BONTOGNALI et al. 2010). A dagály fölötti (szupratidális) zónában eltemetett mikrobaszövedéket figyeltek meg. Az ebben gyakran előforduló dolomitról azt feltételezték, hogy vagy a betemetődés korábbi stádiumában képződött, vagy a szövedék sejten kívüli polimer anyagának (*extracellular polymeric substance*, EPS) bomlása segítette annak kiválását. Bár a tengeri mikrobás dolomitképződés több jelenkori példáját leírták, a fanerozoos fosszilis példák száma igen csekély (MASTANDREA et al. 2006, PERRI & TUCKER 200, YOU et al. 2013, HIPS et al. 2015, GUIDO et al. 2018).

A fenti modellek jelenkori megfigyeléseken alapulnak, amelyek geológiai értelemben igen rövid időszakot képviselnek. A földtörténet hatalmas sekélytengeri–árapályövi környezetben képződött dolomit kőzettestei képződésének megértéséhez azonban az üledéklerakódási és korai diagenetikus folyamatok, illetve az azokat meghatározó tényezők időbeli változásainak ismeretére is szükség van. A dolomitképződés szempontjából a tengerszintváltozásoknak és a klímaváltozásoknak van meghatározó szerepe (pl. READ & HORBURY 1993, PURSER et al. 1994). A tengerszintváltozás határozza meg a tengerrel borított és az árapálysíksági környezetek elhelyezkedését, kiterjedését, a klíma az árapálysíkság diagenézisének jellegét. Periodikus tengerszint-fluktuáció és arid–szemiarid klíma esetén a karbonátplatformok belső övezete időről időre árapálysíksággá válik, amelynek mélyedéseiben az odajutó tengervíz besűrűsödik, és a tengerbe visszaszivároghat dolomitosítja a korábban lerakódott tengeri mészüledékeket. Ez a reflux dolomitosodás nem csupán egyetlen alkalommal megy végbe, hanem a tengerszintváltozás minden periódusában ismétlődik és végeredményben a süllyedéssel lépést tartóan létrejövő, akár az ezer méter vastagságot is meghaladó dolomitösszletek képződését eredményezheti (READ & HORBURY 1993, PURSER et al. 1994, BALOG et al. 1999, HIPS & ÁRGYELÁN 2007, HAAS et al. 2015). A dolomitosodott kőzettesten belül jellegzetes trendek ismerhetők fel, mind a kristályok szövetében, mind geokémiai paramétereiben, továbbá a porozitás és permeabilitás változásában is (LUCIA & MAJOR 1994, SALLER & HENDERSON 1998, LUCIA 2004, WAHLMAN 2010). Ezek a változások az idővel egyre mélyebbre ható dolomitosodással magyarázhatóak.

Mélytengeri dolomitképződés

A Csendes-óceán kaliforniai peremvidékén, valamint a Kaliforniai-öbölben a Mélytengeri Fúrési Program (Deep Sea Drilling Project — DSDP) fúrásai dolomittartalmú, szerves anyagban gazdag, kvarter hemipelágikus üledékeket tártak fel (PISCIOTTO & MAHONEY 1981, KELTS 1982,

BAKER & BURNS 1985, COMPTON 1988). Az Óceáni Fúrási Program (Ocean Drilling Project — ODP) keretében mélyített fúrások pedig a Csendes-óceán peremi övezetében, Peru körzetében tártak fel a diatomás és sziliciklasztos iszap közé települt, az üledékfelszín közelében létrejött dolomitrétegeket (Suess & von Huene 1988, Meister et al. 2007). A földtörténet korábbi szakaszaiban képződött szerves anyagban gazdag medence fáciesű kőzetekben is találtak dolomitrétegeket és -konkréciókat (pl. a kaliforniai miocén Monterey Formációban; Murata et al. 1969, Compton 1988). A kvarter üledékeket feltárt fúrásokban végzett pórúsvíz kémiai vizsgálatai során baktériumos szulfátredukciót vagy anaerob metánoxidációt mutattak ki a dolomit-tartalmú szakaszon. Ebből kiindulva azt a következtetést vonták le, hogy a mikrobák metabolikus aktivitása miatti mikrokörnyezeti változások tették lehetővé a dolomitképződést. Ezt alátámasztják a dolomitmintákon végzett szénizotóp mérések eredményei. A nagymértékben negatív $\delta^{13}\text{C}$ értékek szulfátredukcióra utalnak, míg pozitív értékek a metánképződést jelezhetik (Mazzullo 2000, Meister et al. 2007). A jelenlegi ismeretek szerint a mélytengeri dolomitképződés az organogén modellel értelmezhető, tehát szerves anyag bomlásához kötötten, mikrobaközreműködéssel folyik (Mazzullo 2000). E folyamatok eredményeként jellemzően finomkristályos dolomitcement válik ki, ásványhelyettesítéses dolomitot képez, csak ritkán észleltek. A dolomitképződéshez szükséges Ca és Mg származhat karbonátüledékek oldódásából, vagy a diffúzióval kerülhet az üledék feletti tengervízből az iszapba (Mazzullo 2000).

Intermedier (köztes) tartomány

Ebben a tartományban a fluidumáramlások határozzák meg a dolomitot képező folyamatokat, ugyanis a közreműködő fluidumok alapvetően telítettek dolomitra (Machel 2004). Így az egyes dolomitot képező modelleket a fluidum típusa és az áramlás hajtóereje szerint lehet jellemezni és osztályozni.

A termális konvekciós áramlás a meghatározó (1) a tengervízi dolomitot képezésnél, ami Kohout konvekciós modellként (Simms 1984) is ismert és (2) az extenziós rendszerben létrejött félárok medencékben lerakódott üledékek dolomitot képezésénél. A tengervízi dolomitot képezés elnevezést korábban több modellnél is alkalmazták, ezek többsége a sekélybetemetődéses tartományára jellemző (vö. Tucker & Wright 1990). Az intermedier tartományban a termális konvekcióhoz kapcsolt tengervízi dolomitot képezés Machel (2004) összefoglaló tanulmánya szerint gyakran kb. 500–1500 m mélységben és 50–80 °C hőmérsékleten következik be. A meredek lejtő mentén csatlakozó mélymedencékből a hideg tengervíz átáramlik a vékony lejtőüledékeken, majd ez a pórúsvíz a geotermikus gradiensnek megfelelő hőmérsékletre melegszik fel, és felfelé áramlik (Kohout 1967, Kohout et al. 1977, Hughes et al. 2007). Ezeknél az eseteknél a sekély karbonátplatform több fáciese is érintett, és a dolomitot képező pórúsvíz a normál tengervízzel megegyező szalinitást mutat. Továbbá radiogén $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ méréssel is

igazolható a pórúsvíz egyidejű tengeri eredete (Wang et al. 2019). Jelentős kiterjedésű dolomitot képezés gyors süllyedéssel jellemzett területeken nagy vastagságú platformkarbonát rétegsorokban lehetséges, ahol a vastagság legalább az 1000 m-t eléri, és nincs közbetelepülő zárórteg. Az Enewetak-atollról és a Bahama-platform fúrásaiból ismert dolomitokra alkalmazták ezt a modellt, és számítógépes modellezéssel kiterjesztették sekélyebb mélység és alacsonyabb, 20–30 °C-os hőmérséklet-tartományra is (pl. Saller 1984, Dawans & Swart 1988, Melim et al. 1997, Sanford et al. 1998, Wilson et al. 2000, Whitaker & Xiao 2010). Bár ez egy sokat emlegetett modell, de kevés a dokumentált esettanulmány. Machel (2004) szerint jelentős regionális kiterjedéssel rendelkező paleozoos és mezozoos dolomitot képezésre is alkalmazható ez a modell.

A SEDEX (*sedimentary exhalative*) típusú ércezesedésre dolgozták ki azt a termális konvekciós áramlásos modellt, ahol extenziós félárok szerkezetben mátrix porozitással rendelkező üledékek alakultak át, illetve esetenként dolomitot képeztek a medencét meghatározó normál vető mentén feláramló fluidum hatására (Barnicoat et al. 2009). A reológiai jellegeknek van szerepe abban, hogy a litifikált aljzat közeiben vető mentén feláramló hidrotermás fluidum a hőmérséklet-különbségből adódó felhajtó erő miatt felfelé és oldal irányba szétáramlik a cementálatlan, félig konszolidált medenceüledékben — mivel itt törés nem jön létre (Bjørlykke 1994, 2010). Ha a fluidum hőmérséklete 5–10 °C-kal meghaladja a befogadó közzettest hőmérsékletét, akkor az hidrotermásnak tekinthető (pl. Qing & Mountjoy 1992, 1994; Machel & Lonnee 2002). Az extenziós rendszerekre jellemző nagy mennyiségű fluidum akár a kiemelt, akár a lezökent karbonátplatform-blokkban is dolomitot képezést okozhat, ha az megfelelő porozitással rendelkezik (Hips et al. 2016).

Relatív rosszabb hővezető képességük miatt nagy kiterjedésű evaporit formációk alatt is létrejöhetnek termális konvekciós áramlások, ha a fekvőben nagy vastagságú karbonátok települnek, amelyek megfelelő permeabilitással és mátrix porozitással rendelkeznek. A formációs fluidumok zárt cellás áramlása esetén azonban a Mg-forrás nagyon korlátozott, így jelentősebb dolomitot képezés csak abban az esetben jönnek létre, ha a termális konvekció hajtotta pórúsvíz mellett a közzetbe más összetevőkből származó extraformációs fluidum is beáramlik (Machel 2004).

A kompaksiós modell, az üledékes öszlet súlyából adódó terhelés (kompakció) hatására létrejött fluidumáramlásnak tulajdonít meghatározó szerepet. Betemetődési modelleként is ismert, ugyanis ez volt a magasabb hőmérsékletű dolomitot képezésre javasolt legkorábbi modell. Karbonátplatformokhoz kapcsolódó medencékben a hőmérséklet növekedésének hatására (kb. 50 °C-on) meginduló agyagásvány átalakulások Mg és Fe felszabadulásával járnak (Milliken 2003). A mechanikai kompakció hatására a medenceüledékekben a porozitás jelentősen lecsökken, és a tömörödés által kiszorított fluidum felfelé, majd a további betemetődés során a porózus rétegek mentén oldalirányba áramlik (pl. Mattes & Mountjoy 1980, Gawthorpe 1987). A számítá-

sok és részben az esettanulmányok is azt bizonyítják, hogy a kompakció által létrejött áramlással csak kis kiterjedésű dolomittek képződnek, és ezek főleg a platformperemi zónára korlátozódnak (GIVEN & WILKINSON 1987, HAAS szerk. 2004). Az agyagokkal gyakran szerves anyag is társul, és a lokális forrásból származó Mg félig zárt diagenetikus rendszerben is előidézhet részleges dolomitosodást, ahogy az a villányi Zuhányai Mészke Formációból is dokumentált (TÖRÖK 2000). Aszimmetrikus medencékben mutattak ki jelentős, regionális méretű dolomitosodást, ami kompakciós, illetve kombinált áramláshoz kapcsolódik (pl. MOUNTJOY et al. 1999, SHAH et al. 2012).

Mélybetemetődés tartománya

A mélybetemetődés tartományában a karbonátos kőzettestekben megindul a nyomásoldódás folyamata, és ennek hatására általában teljesen cementálódnak (BATHURST 1995). Ebből adódik, hogy a magas hőmérsékletű, többnyire hidrotermás fluidumok áramlása tektonikus fázisok során létrejövő szerkezeti zónákhoz kapcsolódik (SWENNEN et al. 2003, WILSON et al. 2007). Magát a törési zónát nem mindig lehet felismerni, mert a dolomitosodás elfedheti ezt, de az átalakult kőzettest elhelyezkedéséből erre következtetni lehet (pl. NADER et al. 2007, BREESCH et al. 2010). Gyakran a hidrosztatikus nyomáshoz képest a porusfluidum nyomása túlnyomást mutat, ami hidraulikus breccsák és egy jellegzetes típus, a zebradolomit képződéséhez vezet (pl. ZENGER 1983, BONI et al. 2000, VANDEGINSTE et al. 2005). A mélybetemetődés tartományában képződő durvakristályos dolomitok közös jellemzője, hogy anhedrális kristályok építik fel, és a mért oxigénizotóp-értékek jelentős negatív eltolódást mutatnak (pl. ZENGER 1983). Jellegzetes a kristályok hullámos kioltása, ami a nyereg (vagy más néven barokk) dolomit sajátossága, ami tipikusan 60 °C felett képződik. Rezervoárkőzetek vizsgálatával RADKE & MATHIS (1980) arra a megállapításra jutott, hogy a barokk dolomit képződése gyakran kapcsolódik szénhidrogén-migrációhoz.

Vetőzónákhoz kapcsolódó hidrotermás dolomitosodásra számtalan esettanulmány jelent meg az utóbbi évtizedekben (pl. DUGGAN et al. 2001, SALLER & DICKSON 2011, NADER et al. 2012, RONCHI et al. 2012). Gyakori, hogy az így létrejött kőzettestek dolomitosodása több fázisban történt. Igen sok esetben szénhidrogén-tároló kőzetek, és ennél fogva gyakorlati jelentőségük is kiemelkedő. OLIVER (1986) publikációját követően a takarós áttolódási övekhez kapcsolódó dolomitosodás mint tektonikus modell terjedt el a szakirodalomban (pl. IANNACE et al. 2012). MACHEL (2004) áttekintő tanulmánya szerint azonban jelentősebb tömegű dolomitosodás csak akkor kapcsolódik a kompressziós övekhez jellemző, viszonylag kis mennyiségű, de nagy nyomású fluidum kipréseléséhez, ha egyéb fluidáramlás által a jelentősebb Mg-forrás biztosítva van.

A Mississippi-valley típusú (MVT) ércesedés gyakran társul magas hőmérsékletű dolomitképződéssel, és ezeket leginkább breccsásodott vagy zebraszervezetű kőzetekben figyelték meg (GUTZMER 2006, WALLACE & HOOD 2018). Az

esettanulmányok kimutatták, hogy az ércesedés vetőzónához kapcsolódóan fordul elő, és a breccsásodást a túlnyomásos fluidum repesztő hatása okozza (pl. SASS-GUSTKIEWICZ et al. 1982). CSALAGOVITS (1973) a rudabányai, és a környező országokban is jellegzetes, alsó- és középső-triász kőzetekhez kapcsolódó ércesedés sajátosságait összegyűjtve kidolgozott egy törési zóna mentén létrejövő fluidumkeveredési modellt. A modell lényege, hogy a befogadó kőzettel egyensúlyban lévő formációs porusvíz és a törészóna mentén beáramló extraformációs fluidum redoxpotenciálja eltérő. Ezzel mind az ércesedés, mind a kapcsolódó dolomitosodás magyarázható. A mélybetemetődés zónájában létrejött dolomitesteknél ez a modell általánosan alkalmazható a kőzet-víz diagenetikus reakciók jellemzésére. Nagyszámú esettanulmányban a dolomitosodásnak ezt a típusát az MVT ércesedéshez kapcsolódó dolomitosodásként is említik, akkor is, ha a jellemző ércásványok csak nyomokban vannak jelen. A dolomitosodás kapcsán gyakran kimutatható szulfát- és szénhidrogén-tartalmú fluidumok keveredése (TSR; pl. MACHEL 2001, GREGG 2004, NAGY et al. 2004, HIPS & ÁRGYELÁN 2007). Ezekben az esetekben jellegzetes a szénizotóp ($\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$)-értékek negatív irányba való eltolódása. Ez jellemző például a rudabányai ércesedéshez kapcsolódó dolomitosodásra is (HOFSTRA et al. 1999). Továbbá a dolomitkristályokban nagy szalinitású és szénhidrogén-tartalmú fluidumzárványok is jellemzőek lehetnek (pl. MAKHOUKHI et al. 2003).

Késői stádiumú, magas hőmérsékletű vagy hidrotermás fluidumokhoz gyakran kapcsolható a korábban keletkezett dolomitok átkristályosodása (pl. MALONE et al. 1996). Az üledékes kőzetek porusvizeinek hőmérsékleti tartományához viszonyítva szokatlanul magas hőmérsékletű dolomitosodás jellemzi a magmás testek környezetében átalakult karbonátokat (WILSON et al. 1990, NADER et al. 2004).

Hazai dolomit kőzetfajták és kutatásuk helyzete

A hazai dolomitok döntő hányadának megjelenése egy viszonylag szűk, a felső-permtől a triász végéig terjedő „időablakra” korlátozódik. A Dunántúli-középhegység egységben és a Tiszai-főegységben számos triász dolomit kőzettest ismert, amelyek közül néhányat az alábbiakban részletesebben is bemutatunk. Ismerünk azonban triász formációkban előforduló kisebb-nagyobb dolomitos kőzettesteket az Aggteleki–Rudabányai-hegységből és a Bükk hegységéből is (HAAS szerk. 2004).

A Kisalföld paleozoos medencealjzatában néhány fűrés dolomitot tárt fel (Büki Dolomit, FÜLÖP szerk. 1990), valamint a Tiszai-főegység délnyugat-dunántúli része medencealjzatának variszkuszi metamorf összletéből (Baksai Komplexum) dolomitmárványt írtak le (SZEDERKÉNYI 1976). Jura mészkőben kis méretű dolomitest vált ismertté a Tatai Geopark területéről (GYÓRI et al. 2018). A recski érc kutatás fűrésai a paleogén magmás komplexum aljzatában számos helyen tártak fel dolomitot, amit a kutatás idején az aljzatot felépítő egyéb kőzetfajtákkal együtt triász korúnak vélték. A

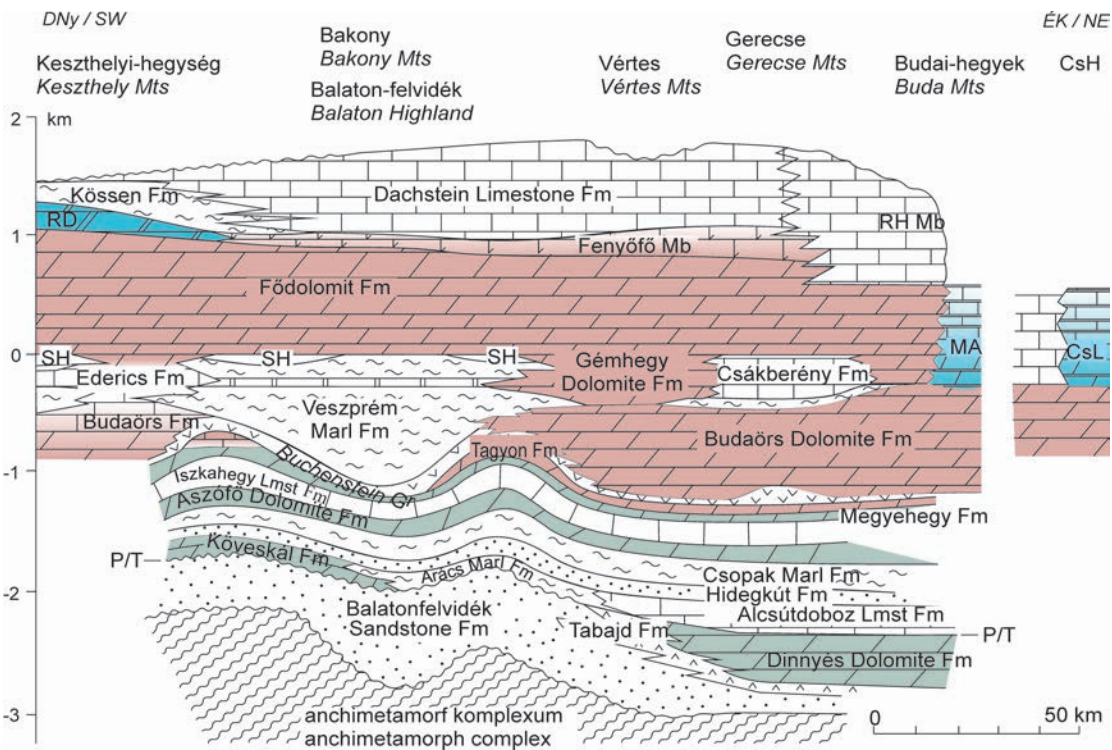
későbbi vizsgálatok során azonban kiderült, hogy jórészt jura korú kőzetekről van szó (DOSZTÁLY et al. 1998). A kutatási terület nyugati peremén mélyített Rm-109 jelű fúrás ősmaradványokkal igazoltan jura korú mészkőben tárt fel jelentős vastagságban valószínűleg hidrotermás eredetű dolomitot (HAAS et al. 2006).

A késő-miocén pannóniai összlet alsó részének mélytavi rétegsorában dolomit- és dolomárga rétegeket, az összlet felsőbb, deltasíksági szakaszában vékony dolomitbetelepüléseket figyeltek meg (JÁMBOR & KÖRPÁSNÉ HÓDI 1971, HAMOR 1996). Itt a dolomit stabilizotóp-adatai ($\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}} -10,6$ és $+4,1\%$ között és $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}} -28,9$ és $+15,6\%$ között) két képződési tartományra utalnak: (1) a sekélybetemetődés tartományában a szulfátredukáló és metán baktériumok aktivitásával egyidejűen és (2) a magasabb hőmérsékleten bekövetkezett dekarboxilációval egyidejűen. A Duna–Tisza köze időszakos tavaiban jelenkori dolomitképződés vált ismertté (MOLNÁR 1980, MOLNÁR et al. 1981, MOLNÁR & REINER 1996). Több tanulmány említette és jelenleg is intenzív kutatás alatt áll a Balatonban és a Fertő-tóban a képződő uralkodóan Mg-kalcit iszap, amelyben kis mennyiségben igen apró kristályméretű dolomitot is kimutattak (MÜLLER 1970, MÜLLER et al. 1978, CSERNY et al. 1991, CSERNY 2002, NYIRÓ-KÓSA et al. 2018, MEISTER et al. 2019, PÓSFALAI et al. 2019).

Dunántúli-középhegységi triász dolomitok vizsgálata

A Dunántúli-középhegység uralkodóan triász karbonátos kőzetekből épül fel, és ezek jelentős hányada dolomit (8. ábra). Nagyon sokféle dolomit, illetve dolomittartalmú kőzetfajta található a hegységvonulatban, amelyek jelentősen különböző üledékképződési és diagenetikus környezetben jöttek létre. Ennélfogva a terület a dolomitképződés természetes laboratóriumának is tekinthető, és kiváló lehetőséget nyújt a gyakran igen összetett folyamatok esettanulmányokkal való megismerésére.

A különböző dolomitfajták szedimentológiai, illetve diagenetikus szemléletű kutatása az 1980-as években indult meg (HAAS et al. 1988, BALOG et al. 1997, HAAS & DEMÉNY 2002, POROS et al. 2013). A 2010-es évektől átfogó kutatási programok (OTKA K81296 és K124313) keretében, illetve támogatásával folyik, amelyek eredményeiről számos közlemény jelent meg (HAAS et al. 2012, 2014a, b, c, 2015, 2017; HIPS et al. 2015, 2016; GYÖRI et al. 2018, 2020; LUKOCZKI et al. 2019, 2020). Az alábbiakban néhány esettanulmány legfontosabb eredményeinek, következtetéseinek rövid összegzésével, elsősorban a dolomitképződési folyamatok sokféleségét és összetettségét kívánjuk szemléltetni.



8. ábra. A Dunántúli-középhegységi-egység triász dolomitot képződött képződményeinek vastagságát és rétegtani kapcsolatait bemutató elvi keresztmetszvény (HAAS et al. 2017). A Fődolomit F. bázisa a referencia szint (HAAS & BUDAI 1995)

Rövidítések: CsH = Csővári-hegyek, P/T = perm/triász határ, RD = Rezi Dolomite F., SH = Sándorhegyi F., RH Mb = Remetehegyi T., MF = Mátyáshegyi F., CsL = Csővári Mészkő F. Színek, zöld: ramba facieses; lila: platform facieses; kék: medence facieses

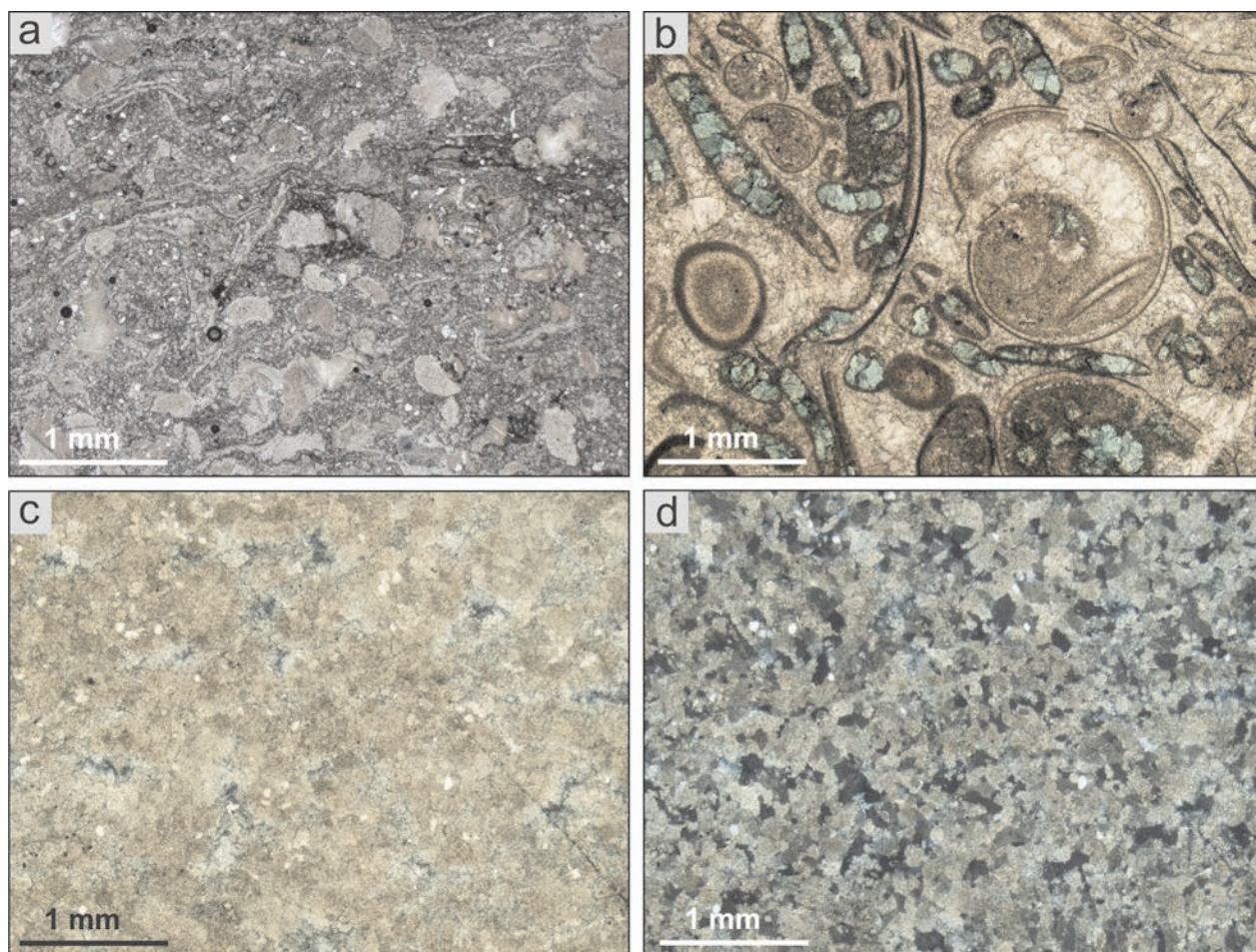
Figure 8. Conceptual cross section of the Transdanubian Range, showing the thickness and the relationship of the Triassic dolomitized formations (HAAS et al. 2017). The base of Fődolomit Fm is chosen for the reference level (HAAS & BUDAI 1995)

Abbreviations: CsH = Csővár Hills, P/T = Permian/Triassic boundary, RD = Rezi Dolomite Fm, SH = Sándorhegy Fm, RH Mb = Remetehegy Mb, MF = Mátyáshegy Fm, CsL = Csővár Limestone Fm. Colours, green: ramp facies; pink: platform facies; blue: basinal facies

*Alsó-triász sekélytengeri sziliciklasztos–
karbonátos képződmények dolomitizációja*

A triász időszak legelején végbement tengerszint-emelkedés a perm végére már inaktívvá vált alluviális síkságon jelentős parteltolódást eredményezett, és nagy kiterjedésű sekély rámpa jött létre. A rámpán hosszú időn át finomszemcsés sziliciklasztos és karbonátos komponensekből álló üledékek rakódtak le elsősorban a klíma- és vízszintváltozások által meghatározott arányban (HAAS et al. 1988, BROGLIO LORIGA et al. 1990). A dominánsan karbonátos komponensekből álló kőzetfajták jelentős része dolomitizált, és a sziliciklasztos kőzetfajták esetében is gyakori a dolomitizáció. A jellemző kőzettípusok a következők: dolomit; homokos, kőzetlisztes, agyagos dolomit és dolomitmárga; aleurolit és homokkő (dolomittal cementált); dolomitizált mészkő; mészkő. A jellemző dolomitizációs típusok a Fe-mentes és

Fe-tartalmú ásványhelyettesítéssel keletkezett dolomit és a Fe-tartalmú dolomitcement (9. ábra; GYŐRI et al. 2020). A Fe-mentes ásványhelyettesítéses dolomitok egy részénél az üledékes kőzetcsövet jól megőrződött, más esetekben teljesen megsemmisült, és gyakran gipsz vagy anhidrit ásványhalmazokat, gumókat (vagy ezek utáni üres, olykor kalcittal kitöltött oldási pórusokat) is tartalmaznak. Ez a korai dolomitizáció a sekélybetemetődési tartományban, az arid–szemi-arid klímán többé-kevésbé betöményedett tengervíz az üledéken való lefelé irányuló visszaáramlásával történhetett (GYŐRI et al. 2020). A Fe-tartalmú, nem planáris, ásványhelyettesítéses szövetromboló típusú dolomitizációval létrejött kristályokból és dolomitcementből mért oxigénizotóp-értékek ($\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ –10,7 és –4,2‰ között) magasabb hőmérsékletű dolomitizációra utalnak, ami egy későbbi folyamathoz köthető. A dolomit és a homokos–kőzetlisztes dolomitmárga kőzetfajtáknak helyenként észlelt baritos–szulfidos ásványosodás is a maga-



9. ábra. Alsó-triász dolomit kőzetfajták mikroszkópos jellegei, festett csiszolatok (GYŐRI et al. 2020)

A) A kristálméret alapján polimodális eloszlást mutató dolomit, ahol a prekursor mészkő kalcitkomponensei felismerhetőek (echinodermata és crinoidea váztrövedékek vékony szintaxiális továbbnövekedési cementszegéllyel, vékonyhéjú kagylók); Köveskál Dolomit. B) Kalcitcementációt követő, részleges, feltételezhetően főleg szelektív (aragonit prekursor) dolomitizációs bioklasztos mészkőben, jellemzően vastartalmú szubhedrális és anhedrális kristályokkal; Arácsi Márga. C) Közép- és durvakristályos dolomit anhedrális barokk kristályokkal. Vékony törési hálózat mentén vasbeépülés jellemző az egyébként vasmentes kristályokra; Köveskál Dolomit. D) Szövetromboló dolomitizációval átalakult kőzet szövetei képe, a C-n bemutatott csiszolat keresztezett nikolokkal

Figure 9. Photomicrographs of dolomite types from the Lower Triassic formations, stained thin sections (GYŐRI et al. 2020)

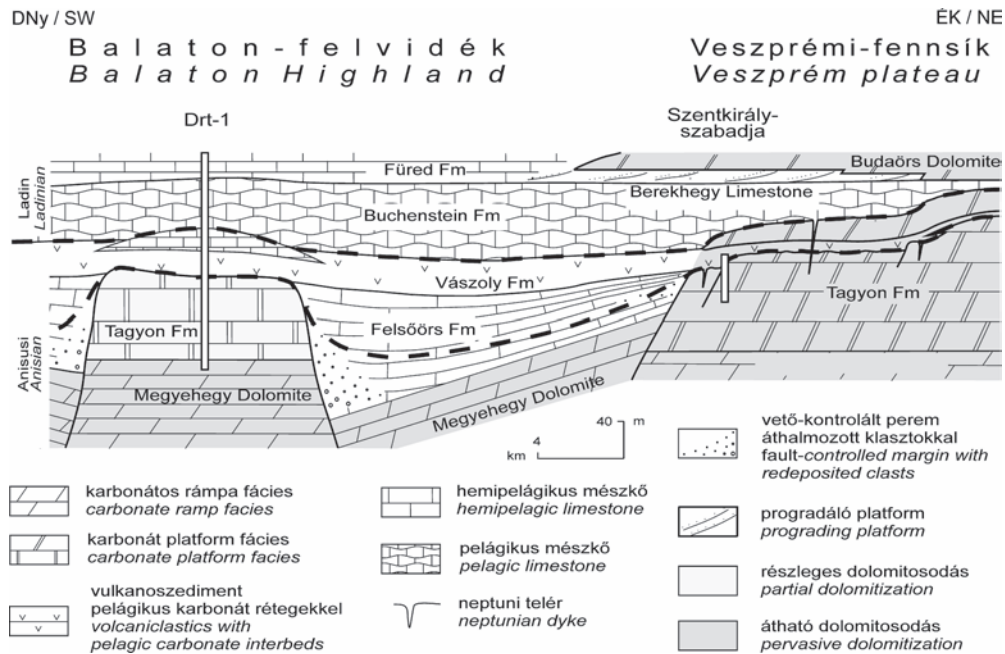
A) Dolomite characterized by polymodal crystal size distribution where the calcite components of the precursor limestone are well-preserved (echinoderm and crinoidal fragments with syntaxial overgrowth cement rim and thin-shell bivalves); Köveskál Fm. B) Selective dolomitization (likely after aragonite precursor), with ferroan subhedral and anhedral crystals, which post-dated calcite cementation in bioclastic grainstone; Arács Marl. C) Medium and coarse crystalline dolomite with anhedral baroque crystals. Along the thin fracture system non-ferroan crystals are replaced by ferroan dolomite–ankerite. D) Textural features of fabric-destructive dolomitization (same as in shown in C, with crossed polars)

sabb hőmérsékletű dolomitizációt eredményező fluidum-áramláshoz köthető (GYÖRI et al. 2020).

Anisusi platformokon képződött karbonátok különböző jellegű és mértékű dolomitizációja

A Neotethys nyugat felé terjeszkedéséhez köthetően, a középső-anisusiban induló extenziós szerkezeti mozgások medencékkel elválasztott szigetplatformok kialakulását eredményezték a Dunántúli-középhegység délnyugati részén (10. ábra). A szigetplatformokon felhalmozódó ciklusos sekélytengeri karbonátösszlet (Tagyoni Formáció) a vizsgálat alá

a csupán részlegesen dolomitizált rétegsorban megfigyelt litofáciésekben a ciklusok szubtidális és peritidális szakaszait jól lehetett azonosítani. A stabilizotóp-mérések azt mutatták, hogy valamennyi litofációs esetben $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ értékek jóval pozitívabbak a teljesen dolomitizált rétegsorban. A két vizsgált terület hasonló korú és üledékképződési környezetű, de nagymértékben eltérő dolomitizációja elsősorban betemetődés-történetük különbözőségére vezethető vissza (HAAS 2014b). A kiterjedt Szentkirályszabadjai-platform esetében egy rövid idejű megfulladási eseményt követően, a karbonátplatform-környezet még hosszú ideig fennállt. Ez



10. ábra. A Balaton-felvidék középső és északi részén létrejött Tagyoni- és Szentkirályszabadjai-platformok helyzetét és a középső-triász képződmények kapcsolatát bemutató keresztmetszvény (HAAS et al. 2014b)

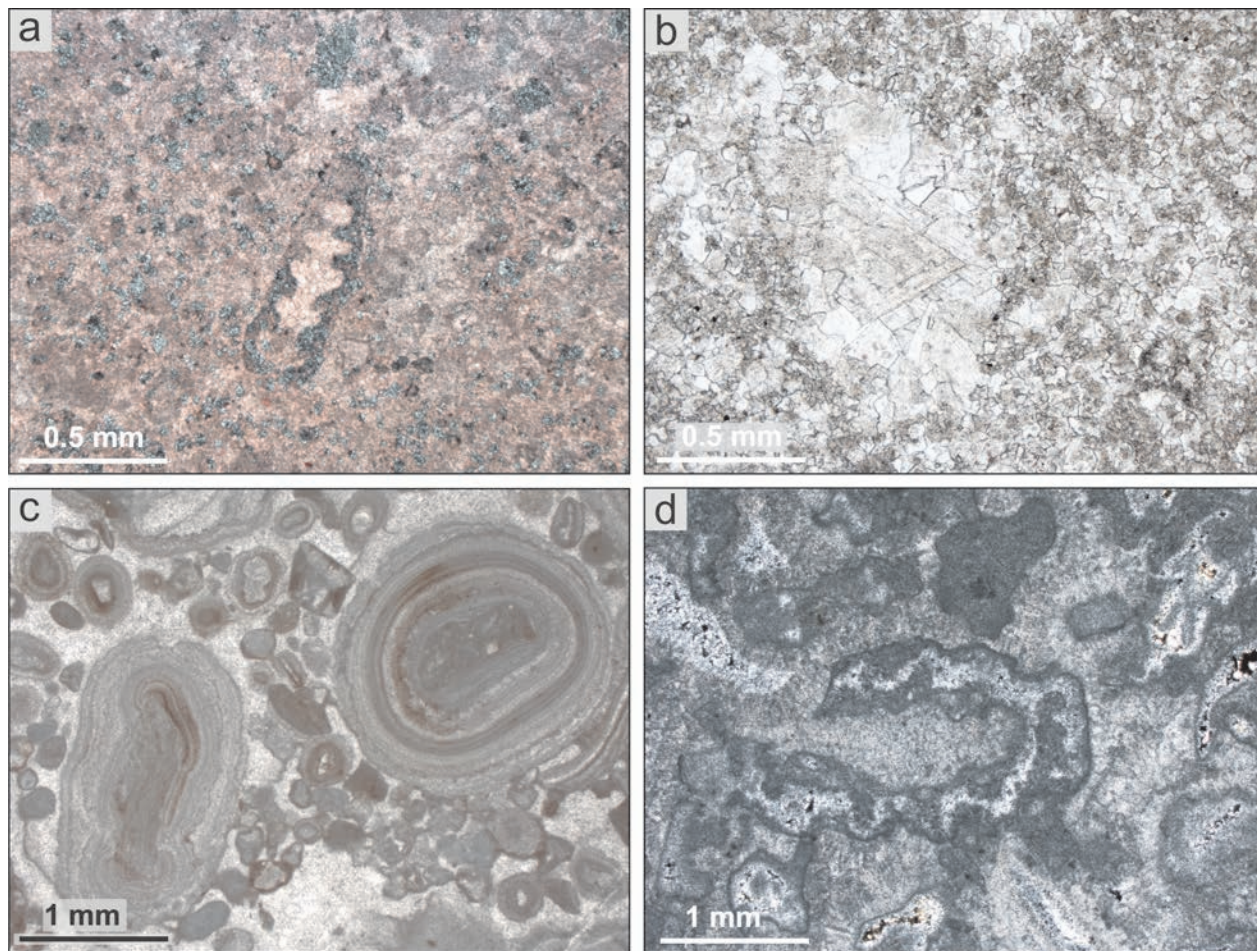
Figure 10. Geological profile between the central and north-eastern part of the Balaton Highland (HAAS et al. 2014b)

vont két, egymáshoz közeli platformon jelentősen különböző mértékű dolomitizációt mutat (11. ábra; HAAS et al. 2014b, 2017). A kis kiterjedésű Tagyoni-platformon lerakódott rétegsor esetében mészkő, részlegesen dolomitizált mészkő és dolomitzakaszok váltakoznak. A jóval nagyobb kiterjedésű Szentkirályszabadjai-platform területén viszont teljesen dolomitizált rétegsort ismerünk. A petrográfiai és izotóp-geo-kémiai vizsgálatok alapján arra lehetett következtetni, hogy a Tagyoni-platformon csupán felszín közeli dolomitizáció folyt, amelynek nyomai a későbbi dolomitizáció hiánya miatt megőrződtek a kőzetekben. A sekély szubtidális környezetben képződött üledékek esetében szelektív dolomitizációt lehetett megfigyelni a mikrobatevékenységhez köthető szöveti elemeken (onkoidok, mikrit kérgék és gumók). Az árapályövi sztratomatolitok is részlegesen dolomitizáltak. A ciklusokat lezáró vékony szintekben pedogén jellegű kőzetátalakuláshoz köthetően is kimutatható volt dolomitizáció. A Szentkirályszabadjai-platform nyugati peremének övezetében vizsgált szelvény esetében a teljesen dolomitizált kőzetben az üledékes szövet többnyire jól megőrződött. Ezért

időről-időre lehetővé tette a bepárlódás miatt mezohalinná vált tengervíz átáramlását és ezáltal a rétegsor teljes dolomitizációját. A kis kiterjedésű Tagyoni-platform viszont, a középső-anisusi végén itt is bekövetkezett megfulladást követően, hosszú ideig medence maradt. A sekélytengeri karbonát-kőzeteket vulkáni tufa betelepülésekkel tagolt pelágikus mészkő borította be (BUDAI et al. 2017), gátolva a későbbi sekély és mélyebb betemetődéses dolomitizációt is.

Anisusi-ladin ciklusos mikrobás karbonátüledékek dolomitizációja

A késő-anisusiban a Dunántúli-középhegység északnyugati részén nagy kiterjedésű karbonátplatform alakult ki, amelynek épülése a kora-karniig folytatódott, míg a középhegység délnyugati részén pelágikus medencében folyt az üledéklakódás. A közel 1 km vastagságot is elérő platform-karbonát-összlet teljesen dolomitizált (Budaörsi Dolomit Formáció). A részletes vizsgálatokra két szelvényben (budaörsi és zsámbéki) került sor. A rétegsorokban a sekély szubtidális és peritidális ciklusok összehasonlításával négy



11. ábra. A Tagyoni Formáció dolomitizált kőzeteinek mikroszkópos jellegei (HAAS et al. 2014b)

A) Részlegesen dolomitizált mészkő, hintett elrendezésben türkizzöld színű festődött dolomitkristályokkal (festett csiszolat; Drt-1 jelű fúrás; Tagyoni-platform) B) Teljesen dolomitizált kőzet. Középkristályos dolomit, a szubhedrális és anhedrális kristályok magjai szilárd zárványokban dúsak és a külső zónájuk viztiszta. Középen durvakristályos barokk dolomit (Drt-1 jelű fúrás; Tagyoni-platform). C) Szövetőrző dolomitizálás kalkrétegekben, ahol mind a pizoid szemcsék, mind a kalcitcement dolomittal helyettesítődtek (Szentkirályszabadja kőfejtő) D) Bioklasztos dolo-grainstone, ahol az üledékes szemcsék és a szemcseközi porusokban a rostos kalcitcement is dolomitizálódott. A másodlagos porusokat részlegesen apró viztiszta dolomitcement tölti ki (keresztezett nikolok; Szentkirályszabadjai kőfejtő)

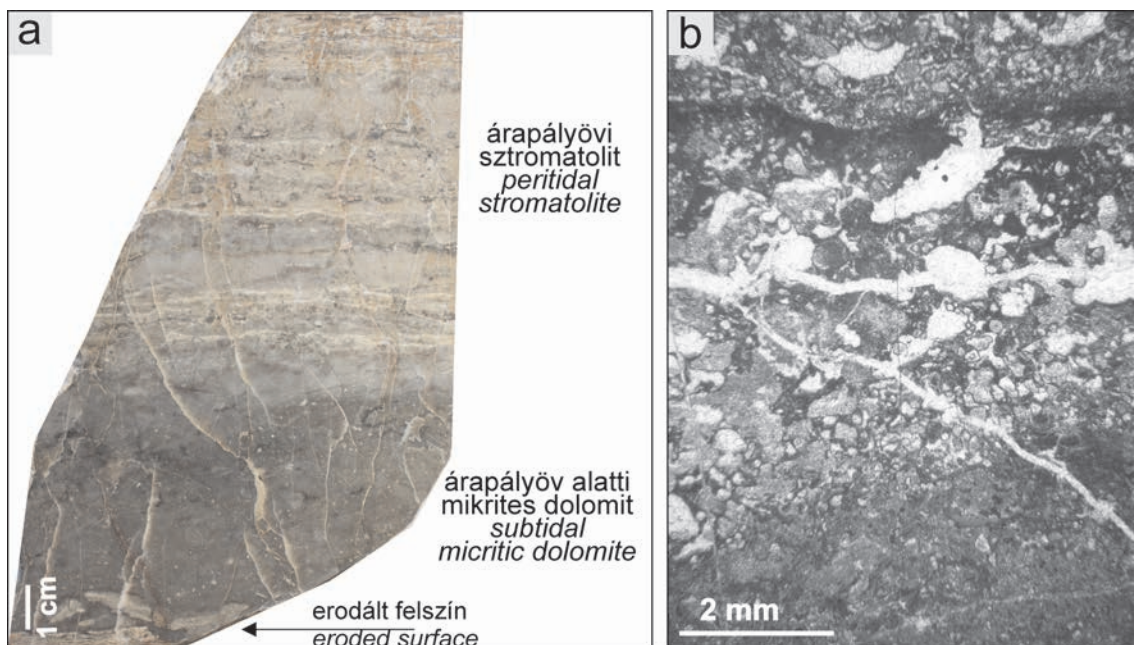
Figure 11. Photomicrographs of dolomite types from the Tagyon Fm (HAAS et al. 2014b)

A) Partially dolomitized limestone with scattered turquoise-stained dolomite crystals (stained thin section, Drt-1 core, Tagyon platform). B) Pervasive dolomitization. Medium crystalline dolomite with crystals characterized by solid inclusion-rich core and limpid outer zone. Coarse baroque crystals are in the middle (Drt-1 core, Tagyon platform). C) Fabric-preserving dolomitization in calcarete where the pisoids and calcite cement crystals were replaced by dolomite (Szentkirályszabadja quarry). D) Bioclastic dolo-grainstone, where both the sedimentary grains and the fibrous calcite cement crystals were also dolomitized (crossed polars; Szentkirályszabadjai quarry)

generációban képződött dolomitkristályokat lehetett kimutatni (12. ábra; HIPS et al. 2015). Az árapályöv alsó és felső zónájában a mikrobiofilmekben a legkorábbi felszín közeli diagenézis során kalcit- és dolomitkristályok csapódtak ki. Ezeket a felszíni környezeti paraméterek befolyásolták, és a szerves anyag lebomlása során keletkeztek. A Budaörsi Dolomit mindkét vizsgált szelvényében jellemző a kis mennyiségben jelen lévő finomkristályos, szövetromboló, ásványhelyettesítő dolomit. Ez mind a peritidális, mind a szubtidális ciklustagokban megfigyelhető. Továbbá a száradási porusokban kőzetliszt méretű, detritális eredetű dolomit is előfordul. Az üledékképződéssel egy időben lejátszódó dolomitizáció a relatív vízszintváltozási ciklusokhoz köthető, ahol az intenzív párolgásnak és az árapályáramlás által keltett porusvíz mozgásának lehetett szerepe.

A betemetődés későbbi stádiumában képződő finom- és

középkristályos ásványhelyettesítő dolomit „szellemképek” formájában esetenként megőrizte az üledékes szövetet. Végül a porusokat dolomitcement töltötte ki. A kőzetből mért izotópadatok két csoportot alkotnak, ahol a $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ értékek hasonlóak (3,9 és 2,2‰ közöttiek), és a $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ értékeken belül elkülönülnek a szelektíven mért két késői stádiumú kristályfázis adatai (–1,7 és –4,3‰ között) a kőzet átlagértékeitől (1,6 és –1,9‰ között). Ezt összevetve a két utolsó dolomitfázisból mért elsődleges fluidumzárvány-adatokkal (homogenizációs hőmérséklet: 62–90 °C és szalinitás: 3,4, 3,8 és 6,4 NaCl ekvivalens súly%), arra következtethetünk, hogy a kőzet végső és teljes dolomitizációja a tengervízhez közeli szalinitású és magasabb hőmérsékletű porusfluidumból történt. A dolomitizáció elsősorban a termális konvekciós áramlási modell alapján értelmezhető, de valószínűsíthető a normál vetőzónák mentén, a mélyeb-



12. ábra. Árapályöv alatti és peritidális övben lerakódott rétegpár finomkristályos dolomitban (Budaörsi Dolomit, HIPS et al. 2015)

A) Az alsó szakaszon, erodált felszínre települő litoklasztokat tartalmazó foltos, bioturbált rétegtag és a felette, folyamatos átmenettel települő gumós-lemezes és lemezes egységekből álló mikrobialit. Az árapályövi mikrobialit alul kisebb fenestrális pórusokat tartalmaz, amit felfelé egyre nagyobb száradási lemezrepedések váltanak fel. B) Mikroszkópos fotó. A legalsó szakaszon az árapályöv alatti rétegtag átmenete a mikrobás boundstone-ba, középen a gumós és legfelül a gumós és tömör lemezek váltakozása fenestrális pórusokkal. A nagyon finom dolomitkristályok a biofilm szerves anyagában közvetlenül csapódtak ki

Figure 12. Subtidal and peritidal couplet in finely crystalline dolomite (Budaörs Dolomit, HIPS et al. 2015)

A) In the lower part, micritic layer with lithoclast and burrow mottles deposited on eroded surface and shows gradual transition to microbialite, characterized by nodular and massive lamina. The peritidal microbialite contains smaller fenestral pores in the lower part and larger desiccation sheet cracks in the upper part. B) Photomicrograph. In the lowermost part, gradual transition from subtidal micrite deposit to peritidal microbialite, nodular fabric (middle) and alternation of nodular and massive lamina with fenestral pores (upper part). The very fine dolomite crystals precipitated within the organic matter of the biofilm

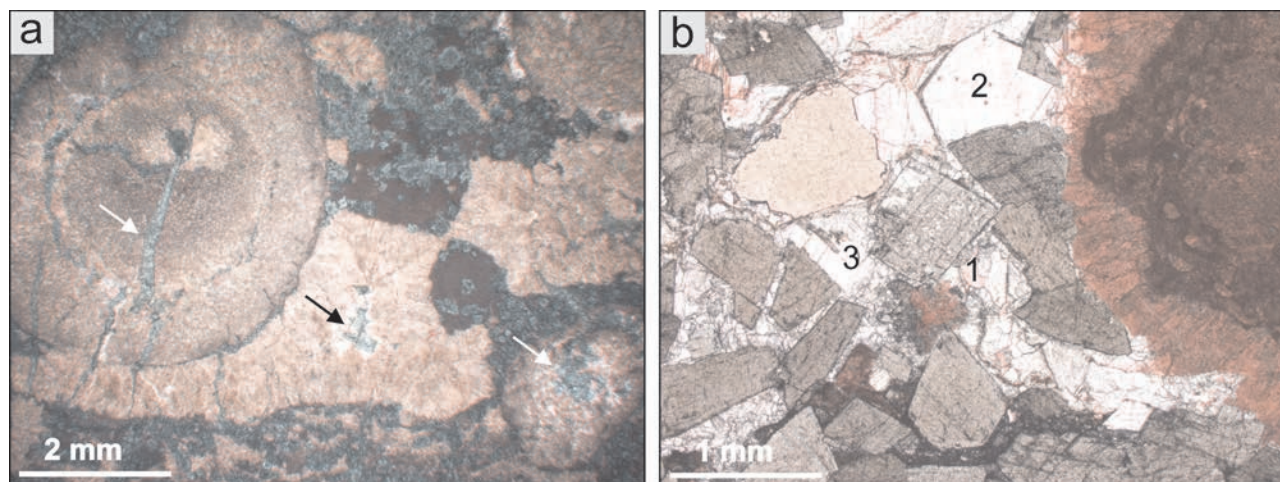
ben fekvő kőzetekből feláramló magasabb hőmérsékletű fluidum szerepe is.

Karni zátonymészkövek többfázisú dolomitosisa

A kora-karni késői szakaszának csapadékos klímával jellemezhető periódusában a korábban létrejött medencék feltöltődése jelentősen előrehaladt, és a késő-karni kezdetén megindult a szigetplatformok terjeszkedése. A Keszthely-hegység keleti részén feltárt karbonátos rétegsor az egyik szigetplatform medence felőli peremén helyezkedett el, ahol mészsivacsok, korallak és bekérgező szervezetek foltzátonyokat hoztak létre. Ennek eredményeként jelentős vastagságú, jórészt zátonyfaciesű karbonátos összlet (Edericsi Formáció) jött létre, amelynek alsó része uralkodóan mészkő, ami helyenként azonban részlegesen dolomitosisodott, míg felsőbb része szinte teljes mértékben dolomitosisodott. A különböző mértékben dolomitosisodott szakaszokat harántoló Balatonederics–1 fúrás vizsgálata kiváló lehetőséget kínált a dolomitosisási folyamatok jellegének és időrendjének megállapítására, valamint a dolomitképződési folyamatok kiderítésére (HAAS et al. 2014a, 2017). Az uralkodóan mészkő litofacies esetében szelektív dolomitképződés figyelhető meg a zátonyalkotó váztörredékeket körülvevő, jellemzően rostos szerkezetű mikrobás szövetekben. A dolomit itt apró, szabálytalan mikrokristályos

halmazokként vagy apró egyedi, zárványdús maggal rendelkező romboéderes kristályokként jelenik meg (13. ábra, a). A nagyobb mértékben dolomitosisodott kőzetfajták esetében már az egyedi dolomitkristályok foltokká összeolvadását lehetett megfigyelni. Ezek szerint a dolomitosis a finomkristályos és nagy Mg-tartalmú kalcitban indult el. A bioklasztok körvonala „szellemképként” még a teljesen dolomitosisodott kőzetfajták egy részénél is észlelhető volt, míg más részük esetében az eredeti szövet teljesen megsemmisült. Az utóbbi esetben változatos kristályméretű (polimodális) és hasonló, közepes méretű (unimodális) zárványos maggal és víztiszta peremmel rendelkező kristályokból álló típus is megjelent.

Mind a részlegesen, mind a jelentősebb mértékben dolomitosisodott kőzetekben található bioklasztok oldódásával létrejött alakörző (biomold) és szabálytalan alakú (üreges) oldási pórusok, amelyek átvágják a részlegesen dolomitosisodott mikrobás kérgeket is. E pórusok kalcitkitöltésében nem figyelhető meg dolomit. Mindez arra utal, hogy a pórusok kioldódása és kalcittal való kitöltődésük a legkorábbi dolomitfázis képződése után történt. Egyes mintákban azonban a bioklasztokat, vagy biomoldok kitöltését is részben vagy teljesen finom és közepes kristályméretű dolomit helyettesítette, tehát ez az ásványhelyettesítéssel létrejött dolomitfázis a kalcit póruskitöltések után keletkezett. Az üledékes szövet teljes megsemmisülését



13. ábra. Az Edericsi Mészke Formáció dolomitoidosodott kőzeteinek mikroszkópos jellegei festett csiszolatokban (HAAS et al. 2014a)

A) Mészszivacs boundstone szövet rostos kalcitcementtel, ahol a közép-kristályos, vasas dolomit főleg mikritkomponenseket helyettesít, illetve póruskitöltő cementként van jelen (nyílak). B) Barokk dolomitcement rostos kalcitcementre ránóve (jobbra). A dolomitcement kristálytöredékei breccsaklasztként vannak jelen töréses porozitáshoz kapcsoltan, ez utóbbit rózsaszínre festődött kalcit cementálja (1). A kalcitkristályok a dolomitcementet (2) vagy breccsaklasztokat (3) részben helyettesítik is (kalcitiosodás vagy más néven „dedolomitoidosodás”)

Figure 13. Photomicrographs of dolomite types from the Ederics Fm, stained thin sections (HAAS et al. 2014a)

A) Sponge boundstone with fibrous calcite cement. Medium-sized ferroan dolomite crystals selectively replaced the micrite components and occluded the pore space (arrows). B) Baroque dolomite cement overgrowth on fibrous calcite crystals (right). In the fracture zone, the breccia clasts consist mainly of fragments of dolomite cement and are cemented by pink-stained calcite (1). The calcite partially replaced the dolomite cement (2) and the breccia clasts (3) (calcitisation or “dedolomitization”)

eredményező dolomitoidosodás is feltehetően ehhez a fázishoz köthető, míg a másodlagos pórusokat kitöltő közepes és durva kristályméretű, és helyenként a hajló kristálylapokkal jellemezhető nyeregdolomit-cement képviseli az utolsó dolomitkiválási fázist (13. ábra, b). A nyeregdolomit kristályok primer két fázisú (folyadék-gőz) fluidumzárványainak mérése 60–98 °C homogenizációs hőmérsékletet adott. A zátonymészke mintáin mért oxigén- és szénizotóp-értékek ($\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 3,1‰ és $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ -3,8 és -2,7‰ közötti) a mikrobakérgen megfigyelt legkorábbi dolomitfázisra kapott értékekhez hasonlóak. A nagymértékben dolomitoidosodott kőzet finomkristályos dolomitjának értékei sem térnek el szignifikánsan a zátonymészkeétől, de nagyobb szóródást mutatnak. A közepes kristályméretű dolomit és a durvakristályos nyeregdolomit $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ értékei viszont számottevően negatívabb értékeket adtak (-5,3 és -9,1‰ közöttiek), amelyek a fluidumzárvány-mérésekkel együtt 60 °C feletti hőmérsékletet jeleznek. A kőzettest sajátosságai, a petrográfiai bélyegek és a geokémiai adatok a kompációs dolomitoidosodási modellel magyarázhatóak, ahol a zátonyhoz kapcsolódó medenceüledékekből kiszorított és oldalirányba, illetve felfelé áramló fluidum hatására történt a dolomitoidosodás. A kőzet egy későbbi diagenetikus stádiumban vető zónák mentén összetört és a dolomit kalcitoidosodott („dedolomitoidosodott”), illetve a vetőbreccsa kalcittal cementálódott (13. ábra, b).

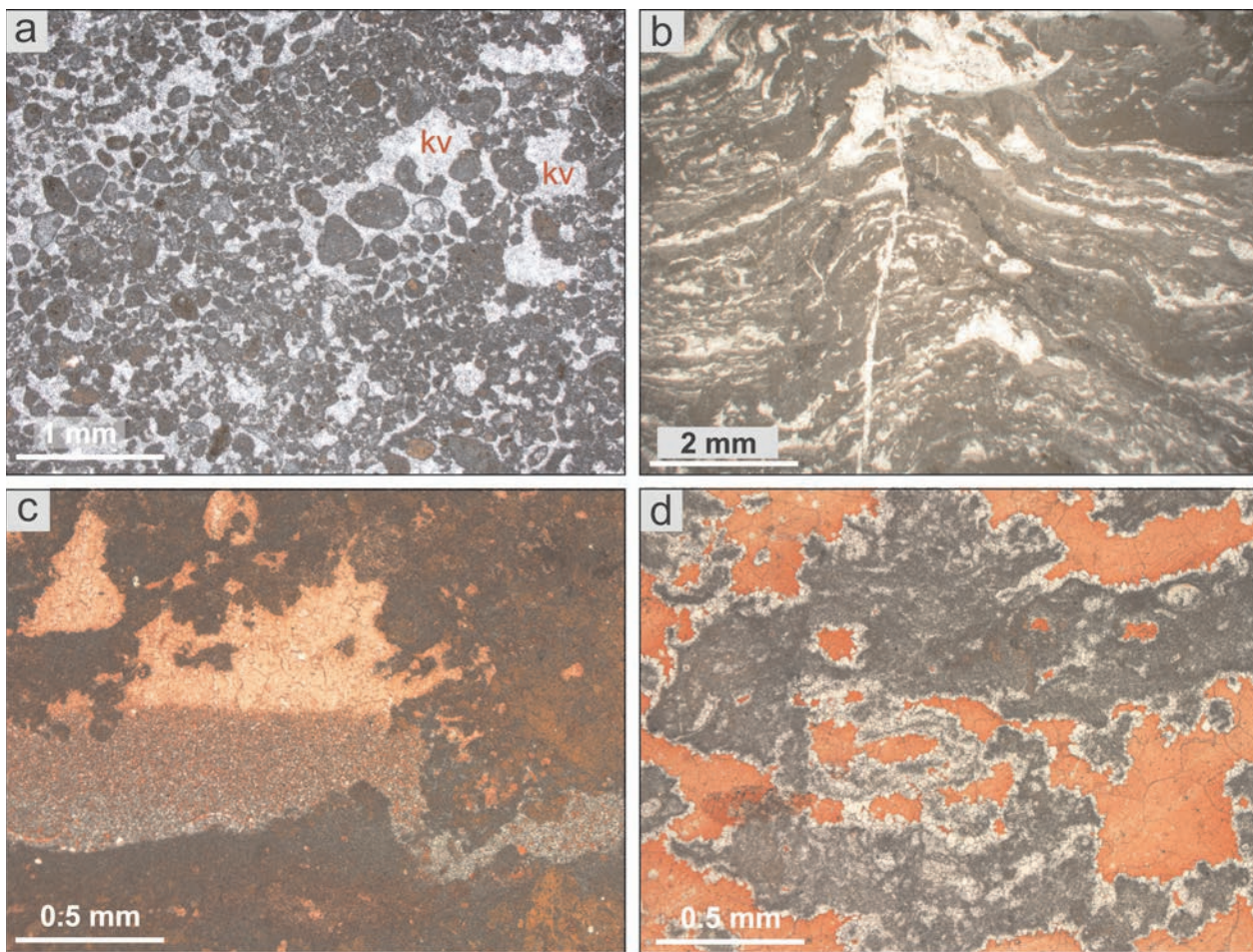
Felső-triász ciklusos karbonátüledékek teljes és részleges dolomitoidosodása

A karni késői szakaszában a korábbi platformközi medencék nagy részének teljes feltöltődését követően a Nyugati-Neotethys peremén hatalmas kiterjedésű karbonátplatform-rendszer alakult ki, amelyen a triász végére 2–3 km vastagságú karbonátos összlet jött létre. A Dunántúli

középhegység területének uralkodó része e platform belső övezetéhez tartozott, ahol a tengerszint periodikus oszcillációjának eredményeként peritidális és sekély szubtidális környezetek váltakozását tükröző ciklusos rétegsorok képződtek. Az összlet alsóbb részét dolomit építi fel (Fődolomit Formáció), míg felsőbb részét mészkő (Dachsteini Mészke Formáció). A dolomitképződés megértése szempontjából kulcsfontosságú, hogy egy jelentős vastagságú átmeneti szakasz van a kettő között (Dachsteini Mészke Fenyőfői Tagozata), amely dolomit, dolomitoidos mészkő és mészkő váltakozásából áll. A mindhárom említett egység esetében jellemző 1–5 m vastagságú, egyenetlen rétegfel-színekkal határolt ciklusok a teljesen dolomitoidosodott rétegsorok (Fődolomit Formáció) esetében sekélytengeri fossziliákat tartalmazó, az árapályöv alatt létrejött (C-tag) és peritidális sztratolitrétegek (B-tag) váltakozásából állnak. Ez utóbbi részeként esetenként megfigyelhető egy síklemezes rétegtag, ami az árapályzóna felső részén vagy az árapály feletti zónában rakódhatott le. Az átmeneti egység (Fenyőfői Tagozat) esetében a ciklushatárok felett már esetenként megjelennek azok a zöldes, vöröses színű, agyagos, breccsás rétegek (A-tag), amelyek azután a Dachsteini Mészkeben lesznek a Lofér-ciklusok általánosan megjelenő elemei. A Fődolomit Formáció C-tagja esetében az üledékes szövet olykor jól, máskor csak szelektíven őrződött meg, de teljes megsemmisülése is gyakori (HAAS et al. 2015). Az utóbbi esetben a szövet nagyon finom vagy finomkristályos, uralkodóan szubhedrális szövetű. A B-tagok üledékes szöveti jellegei jól megőrződtek, a fenestralis pórusokat dolomitcement tölti ki. A Fenyőfői Tagozat esetében a C-tagok jellemzően részlegesen dolomitoidosodtak (14. ábra), a dolomit apró szórt kristályok formájában jelenik meg a mikrit alapanyagban vagy szabálytalan foltokat

alkot. A B-tagok esetében a mikrobás eredetű szálas–csomós mikrokristályok többnyire dolomitból állnak, a fensztrális pórusok falát finomkristályos dolomit borítja, míg a pórusok belsejét kalcitpát tölti ki (14. ábra, d). A Fődolomit Formáció mintáin mért $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ értékek 0,5 és 3,1‰ közöttiek, ami lényegében megegyezik a Déli-Alpok hasonló kifejlődésű és korú Dolomia Principale Formációjának 0,6 és 3,1‰ közötti értékeivel (FRISIA 1994, MEISTER et al. 2013). A Fenyőfői Tagozat mintáin mért $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ értékek a Fődolomit és a Dachsteini Mészkeő Formációk mintáin mért értékek közötti tartományba esnek. (HAAS et al. 2015).

A kiterjedt belső platformövezettel jellemezhető késő-triász platformokon lerakódott karbonátüledékek dolomitizációja jórészt a felszín közelében történhetett. A dolomitképződést, illetve annak mértékét elsősorban a klímaviszonyok határozták meg, de a dolomitizációs folyamatban meghatározó szerepet játszott a periodikus tengerszintváltozás is, melynek során a belső platform hatalmas területei időről-időre szárazra kerülhettek. Az utóbbit bizonyítja az, hogy a Fődolomit Formáció képződésével egy időben az állandóan tengerrel borított külső platformövezetben képződött Remetehegyi Mészkeőben (a Dachsteini Formáció tagozata) hasonló jellegű dolomit nem jelenik meg. Emlí-



14. ábra. A Fődolomit F. és a Dachsteini F. Fenyőfői Tagozatának dolomitizált kőzeteinek mikroszkópos jellegei (HAAS et al. 2015)

A) Szövetőrző dolomitizáció litoklasztos-peloidos grainstone-ban, amiben a szemcseközi és a vadózus zónában keletkezett megnagyobbodott szemcseközi (key-stone vug pórusokat, kv) cementkristályok töltik ki. Egyes litoklasztok barnás színezésűek, ami jelzi, hogy az áthalmazást megelőzően az árapály feletti zónában finomszemcsés, szél szállította vasas dolomitpor csapdázódott az üledék felszínén (Fődolomit F.; Aranyosvölgyi köfőjtő). B) Lemezpedésekkel sűrűn átjárt mikroba boundstone szövet. A pórusokban finomszemcsés belső üledék rakódott le és kalcitcement vált ki, majd ez követően szövetőrzően dolomitizált, és a maradék pórusokban dolomitcement vált ki (Fődolomit F., Csákvár). C) Mikroba boundstone mikrofaciésű mészkeő, ahol a csomós mikritben (sötétvörös) és a fensztrális és nagyobb száradási pórusok alján finomszemcsés dolomit (szürke) és kalcit (vörös) detritus halmozódott fel. Végül kalcit (rózsaszín) cementálta a kőzetet (festett csiszolat; Fenyőfői T., Po-89 fúrás). D) Mikroba boundstone, ahol a csomós mikrit (sötétszürke) feltehetően dolomitként vált ki a biofilm szerves anyagában, vagy a diagenézis nagyon korai stádiumában dolomitizált, mivel a fensztrális pórusok falát is apró dolomitcement-kristályok szegélyezik (világosszürke). A diagenézis későbbi fázisában a pórusokat mozaik kalcitkristályok (rózsaszín) cementálták (festett csiszolat; Fenyőfői T.; Po-89 fúrás)

Figure 14. Photomicrographs of dolomite types from the Fődolomit Fm and from the Fenyőfő Mb of the Dachstein Fm (HAAS et al. 2015)

A) Fabric-preserving dolomitization in lithoclastic-peloidal grainstone, where the intergranular and key-stone vug pores are occluded by cement. Many of the lithoclasts are stained brownish, which indicates that eolian, ferroan, fine silt was trapped on the surface of the sediment before reworking (Fődolomit Fm; Aranyos valley). B) Microbial boundstone with abundant sheet cracks. In the pore space, fine-grained internal deposit occurs and cement precipitated that was post-dated by dolomitization and dolomite cement precipitation (Fődolomit Fm; Csákvár). C) Microbial boundstone where detrital fine-grained dolomite (grey) and calcite (red) deposited within clotted micrite (dark red) and in fenestral and larger desiccation cracks. Finally, calcite cement precipitated (pink) (stained thin section; Fenyőfő Mb, Po-89 core). D) Microbial boundstone, in which the clotted micrite (dark grey) likely precipitated directly within the organic matter of biofilm or the sediment was dolomitized in the early stage of diagenesis, which is suggested by the presence of postdating dolomite cement (light grey) that rims the fenestral pores (stained thin section; Fenyőfő Mb of Dachstein Fm; Po-89 core)

tést érdemel azonban, hogy a váci Naszály környékén nagy méretű, szabálytalan testekben hidrotermás dolomitosodás ismert ebben a képződményben, amit a miocén vulkanizmussal hoztak összefüggésbe (VITÁLIS & HEGYI 1969, BALOG & HAAS 1990). A Fenyőfői Tagozatban azt lehetett megfigyelni, hogy a sztromatolitpadok (B-tagok) általában teljesen vagy jelentős mértékben dolomitosodtak (ezek még a Dachsteini Mésző felsőbb részében is néhány % dolomit-tartalmúak; HAAS 1991), míg a C-tagok csak részlegesen és/vagy részben (pl. a pad alsó részén; HAAS & DEMÉNY 2002) dolomitosodtak. Ez a B-tagokra jellemző mikrobaszövetekhez, illetve annak bomlásához köthető organogén dolomitképződés szerepére utal. A szubtidális C-tagok dolomitosodása viszont a bepárlódás miatt feltehetően mezo-halinná vált tengervíznek az üledéken való lefelé irányuló visszaáramlásával (reflux) magyarázható. Tekintettel arra, hogy a tengerszint-oszcilláció miatti ciklusos üledékképződés a triász végéig változatlan volt, a dolomittartalom felfelé csökkenő tendenciája az átmeneti egységben, majd a dolomit szinte teljes hiánya a Dachsteini Formáció felsőbb részén a klímaváltozás meghatározó szerepét sejteti. A továbbra is magas felszíni hőmérséklet mellett a középső-nori későbbi szakaszában a klíma csapadékosabbá válása vezethetett a meteorikus diagenetikus folyamatok uralkodóvá válásához (BALOG et al. 1999, HAAS szerk. 2004, HAAS et al. 2012).

Felső-triász lejtőlábi és medence fáciesű karbonátközetek dolomitosodása

A késő-triászban a Neotethys passzív peremén, extenziós félárokszerkezetekben viszonylag mély medencék jöttek létre, amelyekben karbonátturbidit és pelágikus radiolariás-kovaszivacsos karbonátüledékek rakódtak le. A medence-rendszer rétegsorát a Budai-hegyekben a Mátyáshegyi Formáció, a Duna balparti rögök területén a Csővári Formáció képviseli. A rétegsorok alsó szakasza teljes mértékben, míg felsőbb része nem, vagy csupán részlegesen dolomitosodott (HIPS et al. 2016). A Csővári Formáció esetében a dolomitosodás a felső-karni–alsó-nori szakaszt érintette (HAAS et al. 1997, KARÁDI et al. 2016), míg a Mátyáshegyi Formáció esetében a felső-karni–felső-nori szakasz közzetei dolomitosodtak (HAAS et al. 2000, KARÁDI et al. 2016). Petrográfiai, geokémiai és a fluidumzárvány-adatok alapján két típust lehet megkülönböztetni: (1) finom- és közép-kristályos dolomitot és (2) közép- és durvakristályos dolomitot. Lemezes szerkezet jellemző a Mátyáshegyi Formáció dolomitosodott szakaszán belül a finomkristályos felsőbb részre. A két típus külön is megjelenik, vagy „álbreccsa” (diagenetikus breccsa) szerkezetben együtt fordulnak elő (3. ábra). Ez a breccsa-szerű szerkezet nagyon speciális, mert nem üledékes eredetű, de nem is a dolomitközet tektonikus eredetű törésével alakult ki, hanem a dolomitosodási folyamattal egyidejű szeizmikus rengések hatására keletkezett, tehát diagenetikus eredetű. A diagenetikus breccsa klasztjainak határa esetenként éles, ami markáns kristályméret-változásban mutatkozik meg, esetenként pedig fokozatos átmenetet mutat a környezete felé, ahol a kristályméret-változás fokozatos, vagy akár ez a kettő egy-

szerre is megjelenhet ugyanazon klasztnál. Szórványosan, diagenetikusan keletkezett tűzkő klasztjai is megjelennek a dolomitbreccsa-szerkezetben.

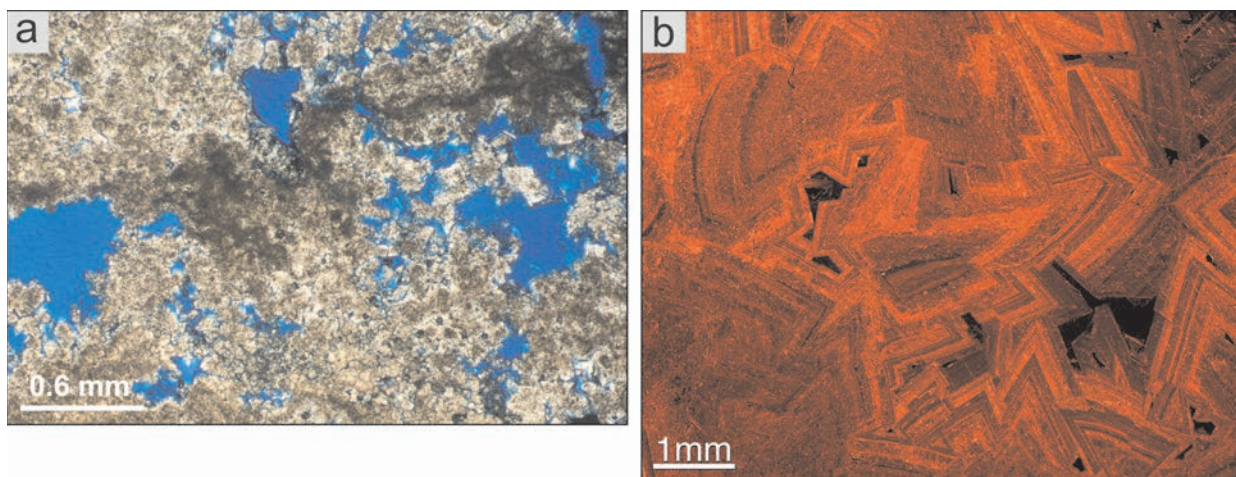
A mért szénizotóp-adatok egy szűk tartományba esnek ($\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 3,3 és 2,2‰ között). Az oxigénizotóp-adatok pedig két csoportot alkotnak, a durvakristályos barokk dolomit negatívabb értékeket adott ($\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ -6,0 és -9,1‰ között), mint a kőzetátlag ($\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ 2,1 és -1,3‰ között). A Csővári Formáció egy mintájának fluidumzárvány-vizsgálatai 50 °C alatti keletkezési hőmérsékletet jeleznek (monofázisú elsődleges zárványok) a közép-kristályos fázisra, míg a barokk kristályok magasabb hőmérsékleti értéket adtak (homogenizációs hőmérséklet: 72 és 108 °C között) és 1,9 és 3,1 NaCl ekvivalens súly% szalinitás volt kalkulálható. A két vizsgált medencét létrehozó normál vetők mentén feláramló hidrotermás fluidum, a még porózus és permeabilis medenceüledékkel kapcsolatba kerülve eredményezte a dolomitosodást. A termális konvekció hajtotta áramlással a fluidum a vetőzónáktól egyre távolabb jutott és keveredett a tengeri eredetű pórúsvízzel. A távolabbi és felsőbb helyzetű üledékekben azonban ez a dolomitosodás csak részleges volt.

A Tiszai-főegység triász dolomitközzetei

A triász dolomitközzetek meghatározó szerepet játszanak a Villányi-hegység felépítésében, és jelenlétük a Mecsekben is számottevő (TÖRÖK 1998). Az Alföld aljzatában is jelen vannak mind a Mecseki, mind a Villány-Bihari-egységben, és igen jelentős a szerepük a Békés-Codruj-egységben, a Szegedi- és a Békési-medence aljzatának felépítésében (BÉRCZINÉ MAKK 1998). Az elmúlt években a hazai dolomitok vizsgálatára irányuló OTKA-projektek keretében (K81296 és K124313), továbbá a Szegedi Egyetemen a Tiszai-főegység triász dolomitközzeteink beható megismerését és képződési viszonyainak tisztázását célzó kutatások is megkezdődtek.

A Mecsek és a Villányi-hegység középső-triász sekélytengeri karbonátüledékeinek dolomitosodása

A triász időszakban a Tiszai-főegység területe a Nyugati-Neotethys európai peremén a lepusztuló variszkuszi vonulatok, ezen belül a Cseh-masszívum közelében helyezkedett el. A középső-triász kezdetén induló tengerszint-emelkedés a Mecsek és a Villányi-hegység üledékképződési területén is sekély, majd a középső-anisusiig mélyülő karbonátos rámpa kialakulását eredményezte (TÖRÖK 1997). Az ezt követő tengerszint-csökkenési szakaszban sekélytengeri és árapálysíksági környezetben jött létre a Csukmai Formáció, amely a Villányi-hegységben teljesen, míg a Mecsekben csak helyenként és részlegesen dolomitosodott (15. ábra). A különböző mértékű és eltérő jellegű dolomitosodás vizsgálata képezte a nemzetközi együttműködéssel készült esettanulmányok tárgyát (LUKOCZKI et al. 2019, 2020). A vizsgálati módszerek közt a hagyományos petrográfiai, geo-



15. ábra. A Csukma F. dolomitosodott kőzeteinek mikroszkópos jellegei (LUKOCZI Georgina felvételei)

A) Finom- és középkristályos cukorszövetű dolomit euhedrális és szubhedrális kristályokkal. Foltokban a kristályok szilárd zárványokban dúsak (a prekursor karbonát maradványai), a kék gyantával megjelenített pórusok közelében pedig a kristályok magja zárványdús és a peremi zónája áttetsző (Villányi-hegység). B) Durvakristályos barokk dolomit CL mikroszkópos fotója. A kristályok tompa vörös színnel zónásságot mutatnak, ahol egyes zónákra a foltos lumineszcencia jellemző. Ezeket élénkebb vörös, nagyon vékony hajszálerek metszik keresztül (Mecsek)

Figure 15. Photomicrographs of dolomite types from Csukma Fm (photos courtesy of Georgina LUKOCZI)

A) Finely and medium crystalline sucrosic dolomite with euhedral and subhedral crystals. In mottles, the crystals are rich in solid inclusions (remnants of precursor carbonate), whereas nearby the pores (filled by blue dyed epoxy), the crystals have core rich in solid inclusions and limpid outer zone (Villány Hills). B) Coarse baroque dolomite crystals under CL. The crystals exhibit variable dull red zonation, where a number of zones show blotchy luminescence. Hairline veins, with more intense red colour, cut across the crystals

kémiai, stabil szén- és oxigén-, valamint radiogén Sr-izotóp vizsgálata mellett, a kapcsolt izotópok módszere is bevetésre került. A Villányi-hegységben előforduló rétegsor az árapálysíksági (peritidális) és sekélytengeri környezetben létrejött padok váltakozásából áll. A rétegsor teljes dolomitosodása a felszín közelében, a sekélybetemetődés tartományában történhetett, a rétegsor alsó részén a tengervíz vagy az evaporációval gyengén megnövekedett sótartalmú tengervíz karbonátüledéken való visszaáramlásával (reflux), felsőbb szakaszán geotermális konvekciós áramlás közreműködésével, amelyet részleges átkristályosodás követett a késő-kréta kiemelkedést megelőzően (LUKOCZI et al. 2020). A Mecsek esetében a dolomitosodás folyamata összetettebb volt. Az árapálysíksági és sekélytengeri rétegek váltakozásából álló rétegsorok dolomitosodása felszín közeli és a sekélybetemetődés környezetében folyt átáramlásos (reflux) folyamathoz köthető (Káni Dolomit Tagozat). A korai diagenetikus ásványhelyettesítéses dolomit az eltemetődés során, a sekélybetemetődési diagenetikus környezetbe kerülve (ez a késő-triász és jura idején lehetett) átkristályosodott.

A kora-kréta riftesedés és vulkanizmus idején a törések mentén cirkuláló és felfűtött tengervíz a korábban képződött dolomit ismételt átkristályosodásához, és a Csukmai Formáció korábban nem dolomitosodott kőzeteinek (Kozári Mészke Tagozat), valamint az alatta lévő idősebb mészkövek (Zuhányai Mészke Formáció) törésmenti dolomitosodásához vezetett mélybetemetődési környezetben. Nyereg-dolomit-cement képviseli az utolsó dolomitképződési fázist (LUKOCZI et al. 2019). A Villányi-hegység területén a karbonátrámpa mélyebb, árapályöv alatti környezetében lerakódott Zuhányai Mészkeben előforduló, szabálytalan alakú foltokban megjelenő dolomitosodást és ezt követő,

későbbi stádiumban, törési pórusokat kitöltő dolomitcement képződését TÖRÖK (2000) vizsgálta. A foltokban megjelenő dolomit képződését zárt diagenetikus rendszerben végbement ásványhelyettesítéssel magyarázta és agyagásvány-átalakulással is kapcsolatba hozta. A kőzettel egyensúlyban kiváló cement képződését a maximális betemetődés szakaszához kötötte, amit a kréta idején érhetett el a kőzettest.

A Szegedi-medence aljzatában feltárt középső-triász karbonátösszlet dolomitosodása

A Szegedi-medencének a Békés–Codrui-egységhez tartozó aljzatában több fúrás középső-triász (felső-anisusi-ladin) dolomitot tárt fel (Szegedi Dolomit Formáció; BÉRCZINÉ MAKK 1986). Az elmúlt évek kutatásai szerint az árapálysíksági és sekélytengeri (lagúna és külső platform) környezetben képződött karbonátüledékek (SZUROMINÉ KORECZ et al. 2018) dolomitosodása többfázisú folyamat eredménye (GARAGULY et al. 2017, 2018). Az első szakaszban a bepárlódással kismértékben besűrűsödött tengervíz üledéken keresztül való visszaáramlásával (reflux) a dolomitosodás valószínűleg teljesen végbement már a felszín közelében. Ez egyszerre szövetörző és szövetromboló dolomitosodás volt. A következő szakaszban, a köztés és/vagy mélybetemetődési tartományban anhedrális kristályokból álló szövet és nyereg-dolomit-cement jött létre. Ennek okaként a fluidumzárványvizsgálatok eredményei (homogenizációs hőmérséklet: 138–235 °C; szalinitás: 4,1–8,7 NaCl ekvivalens súly%) alapján feltételezhető egy viszonylag magas hőmérsékletű és mérsékelt szalinitású fluidum beáramlása, amit metamorf, esetleg magmás eredetűnek véltek, és injektálódását a késő-kréta feltolódási zónák létrejöttével hozták kapcsolatba (GARAGULY et al. 2018).

Zárógondolatok

A karbonátos kőzetek két nagy családjának, a mészköveknek és a dolomitoknak a képződése alapvetően különböző. A mészkövek — elsősorban a tengeri mészkőfajták — esetében a biológiai tényező szerepe meghatározó. A mészüledékek döntő hányada biológiai tényezők hatására vagy élő szervezetek mészvázából jön létre. A mészüledékek sokféleségét a szedimentológiai folyamatok határozzák meg, bár kétségtelen, hogy a kőzet jellegének kialakulását a diagenetikus folyamatok is befolyásolják. Ezzel szemben a dolomitek képződését alapvetően a diagenetikus folyamatok határozzák meg. Az átalakult mészüledék/kőzet jellegeinek (pl. mineralógia, szemcseméret, porozitás, permeabilitás) van jelentős befolyása a folyamatra.

Részben a fentiek következménye, hogy míg a mészkőképződés szedimentológiai folyamatainak és körülményeinek értelmezésében az aktuálgeológiai ismereteknek kiemelkedő jelentősége van — az aktualizmus alkalmazhatóságának korlátai ellenére —, addig a dolomitok esetében ez a megközelítés csak kivételes esetekben nyújt támpontot. Ugyancsak nem vezetnek egyértelmű eredményre a felszín közeli környezetben folyó dolomiteképződést modellező laboratóriumi kísérletek. Bár ezek tanulságai nem elhanyagolhatóak, és a jövőbeli kutatások még fontos új ismereteket eredményezhetnek.

A fentiekből következik, hogy a részletes és célirányos esettanulmányoknak kiemelkedő jelentősége van a dolomiteképződésének megismerésében. Az elmúlt évtizedekben sokféle dolomit kőzetestről nagyszámú esettanulmány készült. Ezek eredményei alapján az a következtetés vonható le, hogy bár kétségtelenül vannak genetikai csoportok, melyek bizonyos dolomittípusokat határoznak meg, minden kőzetest képződéstörténete egyedi jellegeket mutat. Így ezek a sajátosságok csak beható vizsgálatok alapján bogozhatók ki. Az átalakulási folyamat ugyanis gyakran komplex és több szakaszban történt. A dolomitosodás már közvetlenül a mészüledékek lerakódását követően megkezdődhet, nem ritkán már a diagenézis korai szakaszában igen jelentős, sőt akár teljes mértékű is lehet egyes üledékes rétegekben. A részlegesen dolomitosodott üledékes testekben a dolomitosodás a betemetődés során tovább folytatódhat, amit azonban már más folyamatok határoznak meg. Így két vagy akár több generációban keletkezett kristályok együttesen vannak jelen a dolomitosodott kőzetestben. A korai szakaszhoz kapcsolható jellegeket a későbbi, magasabb hőmérsékleten és nyomáson történő vagy esetleg a még

későbbi kiemelkedésekhez kötődő diagenetikus folyamatok felülírhatják, részben vagy teljesen el is tüntethetik.

A folyamatok sorozatának felderítése sokoldalú megközelítést igényel. Tisztában kell lenni a vizsgálandó kőzetest geometriájával, rétegtani és szerkezeti helyzetével. Mindezek ismeretében különös gondot kell fordítani a mintavételi stratégia kialakítására. Kulcsfontosságúak a petrográfiai vizsgálatok, mert csak ezek eredményein alapulhatnak a szükséges ásványtani és geokémiai anyagvizsgálatok. Csak valamennyi adat együttes értékelése vezethet el a folyamatok értelmezéséhez, a kristálygenerációk megértésére alkalmas megfelelő modell megtalálásához. Fontos a folyamatok sorrendjének meghatározása (különös tekintettel a dolomitosodási szakaszokra és a teljes betemetődés történetére is), amit a paragenetikai sorrend fejez ki, ahol az összes diagenetikus komponens figyelembe van véve. Kedvező esetben ezt követi koradatok rendelése a sorrendhez, a betemetődés során a vizsgált kőzetest térbeli helyzetének, hőmérsékleti és nyomásviszonyainak, a porozitás és a permeabilitás változásainak kiderítése.

Sekélybetemetődési dolomitosodás esetén az üledék-képződés környezete és a diagenézis tartománya szoros kapcsolatban van. Így a dolomitosodás fő meghatározói a környezeti paraméterek (pl. tengerszintváltozás, klímaváltozás), továbbá a pórúsvíz, mely a felszíni (üledékes) vízzel kapcsolatban van. Az intermedier és a mélybetemetődés tartományaiban a pórúsvíz már nincs kapcsolatban a felszíni vizekkel, itt a módosult, formációs víz a meghatározó. A dolomitosodásnál jelentős szerepe van a fluidumáramlás hajtóerejének, a hőmérsékletnek és a tektonikai folyamatoknak. Az egyes kőzetestek eltérő porozitása és permeabilitása döntően meghatározza a dolomitosodás helyét.

Összességében elmondhatjuk, hogy minden dolomitosodott kőzetest más és más. Annak ellenére, hogy mára csaknem valamennyi dolomitosodást meghatározó paraméter és folyamat már felderített, a befogadó kőzetest jellegei, a dolomitosodási folyamatok egymásutánisága és a lokális tektonikai, a regionális geodinamikai fejlődéstörténet a dolomit kőzetestek számtalan változatát hozhatja létre.

Köszönet nyilváníítás

A kutatást az OTKA K124313 projektje támogatta. A szerzők köszönetüket fejezik ki GYÓRI Orsolyának a cikkel kapcsolatos konzultációkért, valamint a cikk lektorainak, POROS Zsófiának és LUKOCZKI Georginának a javaslataikért.

Irodalom — References

- ADAMS, J. & RHODES, M. 1960: Dolomitization by seepage refluxion. — *AAPG Bulletin* **44/12**, 1912–1920., <https://doi.org/10.1306/0bda6263-16bd-11d7-8645000102c1865d>
- AL-HELAL, A. B., WHITAKER, F. F. & XIAO, Y. 2012: Reactive transport modeling of brine reflux: dolomitization, anhydrite precipitation, and porosity evolution. — *Journal of Sedimentary Research* **82/3**, 196–215., <https://doi.org/10.2110/jsr.2012.14>

- BADIOZAMANI, K. 1973: The dorag dolomitization model, application to the middle Ordovician of Wisconsin. — *Journal of Sedimentary Research* **43/4**, 965–984., <https://doi.org/10.1306/74d728c9-2b21-11d7-8648000102c1865d>
- BAJNAI D. & KELE S. 2017: Kapcsolt izotópok (clumped isotopes) a földtudományi kutatásokban. — *Földtani Közlöny* **147/2**, 177–194., <https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2017.147.2.177>
- BAKER, P. A. & BURNS, S. J. 1985: Occurrence and formation of dolomite in organic-rich continental margin sediments. — *AAPG Bulletin* **69/11**, 1917–1930.
- BAKER, P. A. & KASTNER, M. 1981: Constraints on the formation of sedimentary dolomite. — *Science* **213/4504**, 214–216., <https://doi.org/10.1306/94885570-1704-11d7-8645000102c1865d>
- BALOG A. & HAAS J. 1990: A váci Nagyszál Dachsteini Mészkövének szedimentológiai jellegei és diagenézise. — *Földtani Közlöny* **120/1–2**, 11–18.
- BALOG, A., HAAS, J., READ, J. F. & CORUH, C. 1997: Shallow marine record of orbitally forced cyclicity in a Late Triassic carbonate platform, Hungary. — *Journal of Sedimentary Research* **67/4**, 661–675., <https://doi.org/10.1306/d426860d-2b26-11d7-8648000102c1865d>
- BALOG, A., READ, J. F. & HAAS, J. 1999: Climate-controlled early dolomite, Late Triassic cyclic platform carbonates, Hungary. — *Journal of Sedimentary Research* **69/1**, 267–282., <https://doi.org/10.2110/jsr.69.267>
- BANNER, J. L. 1995: Application of the trace element and isotope geochemistry of strontium to studies of carbonate diagenesis. — *Sedimentology* **42/5**, 805–824., <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.1995.tb00410.x>
- BANNER, J. L. & HANSON, G. N. 1990: Calculation of simultaneous isotopic and trace element variations during water-rock interaction with applications to carbonate diagenesis. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **54/11**, 3123–3137., [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(90\)90128-8](https://doi.org/10.1016/0016-7037(90)90128-8)
- BARNICOAT, A. C., SHELDON, H. A. & ORD, A. 2009: Faulting and fluid flow in porous rocks and sediments: implications for mineralisation and other processes. — *Mineralium Deposita* **44/6**, 705–718., <https://doi.org/10.1007/s00126-009-0236-4>
- BATHURST, R. G. C. 1975: *Carbonate sediments and their diagenesis*. — Amsterdam, Elsevier, 660 p.
- BATHURST, R. G. C. 1995: Burial diagenesis of limestones under simple overburden; stylolites, cementation and feedback. — *Bulletin de la Société géologique de France* **166/2**, 181–192.
- BÉRCZINÉ MAKK, A. 1986: Mesozoic formations types of the Great Hungarian Plain. — *Acta Geologica Hungarica* **29/3–4**, 261–282.
- BÉRCZINÉ MAKK A. 1998: Az Alföld és a Tokaji-hegység triász és jura képződményeinek rétegtana. — In: BÉRCZI I. & JÁMBOR Á. (szerk.): *Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana*. Budapest: MOL–MÁFI kiadvány, 281–298.
- BJØRLYKKE, K. 1994: Fluid-flow processes and diagenesis in sedimentary basins. — *Geological Society, London, Special Publications* **78/1**, 127–140., <https://doi.org/10.1144/gsl.sp.1994.078.01.11>
- BJØRLYKKE, K. 2010: Subsurface water and fluid flow in sedimentary basins. — In: *Petroleum geoscience, from sedimentary environments to rock physics*. Berlin, Elsevier. 258–280., https://doi.org/10.1007/978-3-642-02332-3_10
- BOGGS, S. & KRINSLEY, D. 2006: *Application of cathodoluminescence imaging to the study of sedimentary rocks*. Cambridge, Cambridge University Press., <https://doi.org/10.1017/cbo9780511535475.008>
- BONI, M., PARENTE, G., BECHSTAEDT, T., DE VIVO, B. & IANACE, A. 2000: Hydrothermal dolomites in SW Sardinia (Italy): evidence for a widespread late-Variscan fluid flow event. — *Sedimentary Geology* **131/3–4**, 181–200., [https://doi.org/10.1016/s0037-0738\(99\)00131-1](https://doi.org/10.1016/s0037-0738(99)00131-1)
- BONTOGNALI, T. R. R., VASCONCELOS, C., WARTHMAN, R. J., BERNASCONI, S. M., DUPRAZ, C., STROHMENGER, C. J. & MCKENZIE, J. A. 2010: Dolomite formation within microbial mats in the coastal sabkha of Abu Dhabi (United Arab Emirates). — *Sedimentology* **57/3**, 824–844., <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2009.01121.x>
- BRAITHWAITE, C. J. R., RIZZI, G. & DARKE, G. 2004: The geometry and petrogenesis of dolomite hydrocarbon reservoirs. — *Geological Society of London, Special Publication* **235**, p. 413., <https://doi.org/10.1144/gsl.sp.2004.235.01.01>
- BRESCH, L., SWENNEN, R., VINCENT, B., ELLISON, R. & DEWEVER, B. 2010: Dolomite cementation and recrystallisation of sedimentary breccias along the Musandam Platform margin (United Arab Emirates). — *Journal of Geochemical Exploration* **106/1–3**, 34–43., <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2010.02.005>
- BROGLIO LORIGA, C., GÓCZÁN, F., HAAS, J., LENNER, K., NERI, C., ORAVECZ SHEFFER, A., POSENATO, R., SZABÓ, I. & TÓTH MAKK, A. 1990: The Lower Triassic sequences of the Dolomites (Italy) and Transdanubian mid-mountains (Hungary) and their correlation. — *Memorie di Scienze Geologiche* **42**, 41–103.
- BUDAI, T., HAAS, J., VÖRÖS, A. & MOLNÁR, Z. 2017: Influence of upwelling on the sedimentation and biota of the segmented margin of the western Neotethys: a case study from the Middle Triassic of the Balaton Highland (Hungary). — *Facies* **63/4**, 22., <https://doi.org/10.1007/s10347-017-0504-1>
- BUDD, D. A. 1997: Cenozoic dolomites of carbonate islands: their attributes and origin. — *Earth-Science Reviews* **42/1–2**, 1–47., [https://doi.org/10.1016/s0012-8252\(96\)00051-7](https://doi.org/10.1016/s0012-8252(96)00051-7)
- CARBALLO, J., LAND, L. S. & MISER, D. E. 1987: Holocene dolomitization of supratidal sediments by active tidal pumping, Sugarloaf Key, Florida. — *Journal of Sedimentary Research* **57/1**, 153–165., <https://doi.org/10.1306/ad460b70-16f7-11d7-8645000102c1865d>
- CHOQUETTE, P. W. & HIATT, E. E. 2008: Shallow burial dolomite cement: a major component of many ancient sucrosic dolomites. — *Sedimentology* **55/2**, 423–460., <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2007.00908.x>
- CHOQUETTE, P. W. & JAMES, N. P. 1987: Diagenesis #12. Diagenesis in Limestones-3. The deep burial environment. — *Geoscience Canada* **14/1**, 3–35.
- COMPTON, J. S. 1988: Degree of supersaturation and precipitation of organogenic dolomite. — *Geology* **16/4**, 318–321., [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1988\)016%3C0318:dosapo%3E2.3.co;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1988)016%3C0318:dosapo%3E2.3.co;2)
- CSALAGOVITS, I. 1973: Stratigraphically controlled Triassic ore mineralization, a genetic model based on Hungarian geochemical investigations. — *Acta Geologica Hungarica* **17/1–3**, 39–48.

- CSERNY T. 2002: A balatoni negyedidőszaki üledékek kutatási eredményei. — *Földtani Közlöny* **132**, 193–213.
- CSERNY T., FÖLDEVÁRI M., IKRÉNYI K., NAGY-BODOR E., HAJÓS M., SZUROMINÉ KORECZ A. & WOJNÁROVITS L. 1991: A Balaton aljzatába mélyített Tó–24. sz. fúrás földtani vizsgálatának eredményei. — *A Magyar Állami Földtani Intézet évi jelentése az 1989. évről*, 177–238.
- DAWANS, J. M. & SWART, P. K. 1988: Textural and geochemical alternations in late Cenozoic Bahamian dolomites. — *Sedimentology* **35/3**, 385–403., <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.1988.tb00993.x>
- DE DOLOMIEU, D. G. 1791: Sur un genre de pierres calcaires très peu effervescentes avec les acides et phosphorescentes par la collision. — *Journal de Physique* **39**, 3–10.
- DE SAUSSURE, N. T. 1792: Analyse de la dolomie. — *Journal de Physique* **40**, 161–173.
- DE WINTER, N. J., SINNESAEEL, M., MAKARONA, C., VANSTEENBERGE, S. & CLAEYS, P. 2017: Trace element analyses of carbonates using portable and micro-X-ray fluorescence: performance and optimization of measurement parameters and strategies. — *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* **32/6**, 1211–1223., <https://doi.org/10.1039/c6ja00361c>
- DEFFEYES, K. S., LUCIA, F. J. & WEYL, P. K. 1965: Dolomitization of Recent and Plio-Pleistocene Sediments by Marine Evaporite Waters on Bonaire Netherlands Antilles. — In: PRAY, C. & MURRAY, R. C. (eds): *Dolomitization and Limestone Diagenesis*. Special Publications of SEPM., 71–88., <https://doi.org/10.2110/pec.65.07.0071>
- DEOCAMPO, D. M. 2010: The geochemistry of continental carbonates. — In: ZARZA, A. M. & TANNER, L. H. (eds): *Carbonates in Continental Settings: Geochemistry, Diagenesis and Applications* **62**, 1–59.
- DICKSON, J. A. D. 1966: Carbonate identification and genesis as revealed by staining. — *Journal of Sedimentary Research* **36/2**, 491–505., <https://doi.org/10.1306/74d714f6-2b21-11d7-8648000102c1865d>
- DOSZTÁLY L., GULÁCSI Z., KOVÁCS S. & BÉRCZI I. 1998: Az észak-magyarországi jura képződmények rétegtana. — In: BÉRCZI I. & JÁMBOR Á. (szerk.): *Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana*. Mol–MÁFI kiadvány, Budapest, 309–318.
- DRAVIS, J. J. 1991: Carbonate petrography; update on new techniques and applications. — *Journal of Sedimentary Research* **61/4**, 626–628., <https://doi.org/10.1306/d426778f-2b26-11d7-8648000102c1865d>
- DRAVIS, J. J. & YUREWICZ, D. A. 1985: Enhanced carbonate petrography using fluorescence microscopy. — *Journal of Sedimentary Research* **55/6**, 795–804., <https://doi.org/10.1306/212f8800-2b24-11d7-8648000102c1865d>
- DUGGAN, J. P., MOUNTJOY, E. W. & STASIUK, L. D. 2001: Fault controlled dolomitization at Swan Hills Simonette oil field (Devonian), deep basin west central Alberta, Canada. — *Sedimentology* **48/2**, 301–323., <https://doi.org/10.1046/j.1365-3091.2001.00364.x>
- DUNHAM, R. J. 1962: Classification of carbonate rocks according to depositional textures. — In: *Classification of Carbonate Rocks*. AAPG Memoirs, 108–121., <https://doi.org/10.1306/M1357>
- EILER, J. M. 2007: “Clumped-isotope” geochemistry—The study of naturally-occurring, multiply-substituted isotopologues. — *Earth and planetary science letters* **262/3–4**, 309–327., <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2007.08.020>
- EL ALI, A., BARBIN, V., CALAS, G., CERVELLE, B., RAMSEYER, K. & BOUROULEC, J. 1993: Mn²⁺-activated luminescence in dolomite, calcite and magnesite: quantitative determination of manganese and site distribution by EPR and CL spectroscopy. — *Chemical Geology* **104/1–4**, 189–202., [https://doi.org/10.1016/0009-2541\(93\)90150-h](https://doi.org/10.1016/0009-2541(93)90150-h)
- FAIRBRIDGE, R. W. 1957: The dolomite question. — In: LE BLANC, R. J. & BREEDING, J. G. (eds): *Regional Aspects of Carbonate Deposition* 125–178., <https://doi.org/10.2110/pec.57.01.0125>
- FERRY, J. M., PASSEY, B. H., VASCONCELOS, C. & EILER, J. M. 2011: Formation of dolomite at 40–80° C in the Latemar carbonate buildup, Dolomites, Italy, from clumped isotope thermometry. — *Geology* **39/6**, 571–574., <https://doi.org/10.1130/g31845.1>
- FOLK, R. L. 1959: Practical petrographic classification of limestones. — *AAPG Bulletin* **43/1**, 1–38., <https://doi.org/10.1306/0bda5c36-16bd-11d7-8645000102c1865d>
- FOLK, R. L. 1962: Spectral subdivision of limestone types. — In: HAM, W. E. (ed.): *Classification of Carbonate Rocks*. AAPG Memoir. 62–84
- FRISIA, F. 1994: Mechanisms of complete dolomitization in a carbonate shelf: Comparison between the Norian Dolomia Principale (Italy) and the Holocene of Abu Dhabi Sabkha. — In: PURSER, B., TUCKER, M. & ZENGER, D. (eds): *Dolomites*. International Association of Sedimentologists Special Publication. 55–74., <https://doi.org/10.1002/9781444304077.ch5>
- FRITZ, P. & KATZ, A. 1972: The sodium distribution of dolomite crystals. — *Chemical Geology* **10/3**, 237–244., [https://doi.org/10.1016/0009-2541\(72\)90005-8](https://doi.org/10.1016/0009-2541(72)90005-8)
- FU, Q., QING, H., BERGMAN, K. M. & YANG, C. 2008: Dedolomitization and calcite cementation in the middle Devonian Winnipegosis formation in central Saskatchewan, Canada. — *Sedimentology* **55/6**, 1623–1642., <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2008.00960.x>
- FÜLÖP, J. (szerk.) 1990: Magyarország geológiája. Paleozoikum I. — Budapest, Magyar Állami Földtani Intézet, 325 p.
- GABELLONE, T. & WHITAKER, F. 2016: Secular variations in seawater chemistry controlling dolomitization in shallow reflux systems: insights from reactive transport modelling. — *Sedimentology* **63/5**, 1233–1259., <https://doi.org/10.1111/sed.12259>
- GABELLONE, T., WHITAKER, F., KATZ, D., GRIFFITHS, G. & SONNENFELD, M. 2016: Controls on reflux dolomitisation of epeiric-scale ramps: Insights from reactive transport simulations of the Mississippian Madison Formation (Montana and Wyoming). — *Sedimentary Geology* **345**, 85–102., <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2016.09.003>
- GARAGULY I., RAUCSIK B., RAUCSIK VARGA A. B. & SCHUBERT F. 2017: Középső-triász dolomitok képződésének története és töréss deformációja a Szegedi-medence területén. — *Földtani Közlöny* **147/1**, 39–60., <https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2017.147.1.39>
- GARAGULY, I., VARGA, A., RAUCSIK, B., SCHUBERT, F., CZUPPON, G. & FREI, R. 2018: Pervasive early diagenetic dolomitization, subsequent hydrothermal alteration, and late stage hydrocarbon accumulation in a Middle Triassic carbonate sequence (Szeged Basin, SE Hungary). — *Marine and Petroleum Geology* **98**, 270–290., <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2018.07.024>
- GAWTHORPE, R. L. 1987: Burial dolomitization and porosity development in a mixed carbonate clastic sequence: an example from the Bowland Basin, northern England. — *Sedimentology* **34/4**, 533–558., <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.1987.tb00785.x>
- GIVEN, R. K. & WILKINSON, B. H. 1987: Dolomite abundance and stratigraphic age; constraints on rates and mechanisms of Phanerozoic

- dolostone formation. — *Journal of Sedimentary Research* **57/6**, 1068–1078., <https://doi.org/10.1306/212f8cf1-2b24-11d7-8648000102c1865d>
- GOLDSMITH, J. R. & GRAF, D. L. 1958: Structural and compositional variations in some natural dolomites. — *The Journal of Geology* **66/6**, 678–693., <https://doi.org/10.1086/626547>
- GOLDSTEIN, R. H. 2001: Fluid inclusions in sedimentary and diagenetic systems. — *Lithos* **55/1–4**, 159–193., [https://doi.org/10.1016/s0024-4937\(00\)00044-x](https://doi.org/10.1016/s0024-4937(00)00044-x)
- GOLDSTEIN, R. H. & REYNOLDS, T. J. 1994: Fluid inclusion microthermometry. — In: GOLDSTEIN, R. H. & REYNOLDS, T. J.: *Systematics of Fluid Inclusions in Diagenetic Minerals. Special Publications of SEPM* **31**, <https://doi.org/10.2110/scn.94.31.0087>
- GOLDSTEIN, R. H. & SAMSON, I. 2003: Petrographic analysis of fluid inclusions. — *Fluid inclusions: Analysis and interpretation* **32**, 9–53.
- GRAF, D. L. & GOLDSMITH, J. R. 1956: Some hydrothermal syntheses of dolomite and protodolomite. — *The Journal of Geology* **64/2**, 173–186., <https://doi.org/10.1086/626332>
- GREGG, J. M. 2004: Basin fluid flow, base-metal sulphide mineralization and the development of dolomite petroleum reservoirs. — In: BRAITHWAITE, C. J. R., RIZZI, G. & DARKE, G. (eds): *The Geometry and Petrogenesis of Dolomite Hydrocarbon Reservoirs* **235**, 157–175, Geological Society of London, Special Publication., <https://doi.org/10.1144/gsl.sp.2004.235.01.07>
- GREGG, J. M., BISH, D. L., KACZMAREK, S. E. & MACHEL, H. G. 2015: Mineralogy, nucleation and growth of dolomite in the laboratory and sedimentary environment: a review. — *Sedimentology* **62/6**, 1749–1769., <https://doi.org/10.1111/sed.12202>
- GREGG, J. M., HOWARD, S. A. & MAZZULLO, S. J. 1992: Early diagenetic recrystallization of Holocene (< 3000 years old) peritidal dolomites, Ambergris Cay, Belize. — *Sedimentology* **39/1**, 143–160., <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.1992.tb01027.x>
- GUIDO, A., RUSSO, F., MIRIELLO, D. & MASTANDREA, A. 2018: Autochthonous micrite to aphanodolomite: the microbialites in the dolomitization processes. — *Geosciences* **8/12**, 451., <https://doi.org/10.3390/geosciences8120451>
- GUTZMER, J. 2006: The paleoproterozoic carbonate-hosted Pering Zn–Pb deposit, South Africa: I. Styles of brecciation and mineralization. — *Mineralium Deposita* **40/6–7**, 664., <https://doi.org/10.1007/s00126-005-0014-x>
- GYÓRI, O., HAAS, J., HIPS, K., LUKOCZKI, G., BUDAI, T., DEMÉNY, A. & SZŐCS, E. 2020: Dolomitization of shallow-water, mixed silicilastic-carbonate sequences: The Lower Triassic ramp succession of the Transdanubian Range, Hungary. — *Sedimentary Geology* **395**, <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2019.105549>
- GYÓRI O., MINDSZENTY A., HAAS J. & CZUPPON G. 2018: Részlegesen dolomitósodott alsó-jura mészkő a tatai Kálvária-dombon. — *Földtani Közlöny* **148/1**, 27–34., <https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2018.148.1.27>
- HAAS, J. 1991: A basic model for Lofer cycles. — In: EINSELE, G., RICKEN, W. & SEILACHER, A. (eds): *Cycles and events in stratigraphy*. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin, 722–732.
- HAAS J. (szerk.) 2004: *Magyarország geológiája. Triász*. — Budapest, ELTE Eötvös Kiadó, 384 p.
- HAAS, J., BUDAI, T. & DEMÉNY, A. 2014a: Partial dolomitization of foreslope and toe-of-slope facies of a Carnian carbonate platform, Transdanubian Range, Hungary. — *Central European Geology* **57/1**, 1–19., <https://doi.org/10.1556/ceugeol.57.2014.1.1>
- HAAS, J., BUDAI, T., GYÓRI, O. & KELE, S. 2014b: Multiphase partial and selective dolomitization of Carnian reef limestone (Transdanubian Range, Hungary). — *Sedimentology* **61/3**, 836–859., <https://doi.org/10.1111/sed.12088>
- HAAS, J., BUDAI, T., GYÓRI, O. & KELE, S. 2014c: Similarities and differences in the dolomitization history of two coeval Middle Triassic carbonate platforms, Balaton Highland, Hungary. — *Facies* **60/2**, 581–602., <https://doi.org/10.1007/s10347-014-0397-1>
- HAAS, J., BUDAI, T. & RAUCSIK, B. 2012: Climatic controls on sedimentary environments in the Triassic of the Transdanubian Range (Western Hungary). — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **353**, 31–44., <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2012.06.031>
- HAAS, J. & DEMÉNY, A. 2002: Early dolomitisation of Late Triassic platform carbonates in the Transdanubian Range (Hungary). — *Sedimentary Geology* **151/3–4**, 225–242., [https://doi.org/10.1016/s0037-0738\(01\)00259-7](https://doi.org/10.1016/s0037-0738(01)00259-7)
- HAAS, J., GÖRÖG, Á., KOVÁCS, S., OZSVÁRT, P., MATYÓK, I. & PELIKÁN, P. 2006: Displaced Jurassic foreslope and basin deposits of Dinaridic origin in Northeast Hungary. — *Acta Geologica Hungarica* **49/2**, 125–163., <https://doi.org/10.1556/ageol.49.2006.2.3>
- HAAS, J., HIPS, K., BUDAI, T., GYÓRI, O., LUKOCZKI, G., KELE, S., DEMÉNY, A. & POROS, Z. 2017: Processes and controlling factors of polygenetic dolomite formation in the Transdanubian Range, Hungary: a synopsis. — *International Journal of Earth Sciences* **106/3**, 991–1021., <https://doi.org/10.1007/s00531-016-1347-7>
- HAAS J., KÖRPÁS L., TÖRÖK Á., DOSZTÁLY L., GÓCZÁN F., HÁMOR-VIDÓ M., ORAVECZ-SCHEFFER A. & TARDI-FILÁČZ E. 2000: Felső-triász medence-és lejtőfáciesek a Budai-hegységben a Vérhalom téri fúrás vizsgálatának tükrében (Upper Triassic basin and slope facies in the Buda Mts. based on study of core drilling Vérhalom tér, Budapest). — *Földtani Közlöny* **130/3**, 371–421.
- HAAS, J., LUKOCZKI, G., BUDAI, T. & DEMÉNY, A. 2015: Genesis of upper Triassic peritidal dolomites in the Transdanubian Range, Hungary. — *Facies* **61/3**, 8., <https://doi.org/10.1007/s10347-015-0435-7>
- HAAS, J., TARDI-FILÁČZ, E., ORAVECZ-SCHEFFER, A., GÓCZÁN, F. & DOSZTÁLY, L. 1997: Stratigraphy and sedimentology of an Upper Triassic toe-of-slope and basin succession at Csővár-1, North Hungary. — *Acta Geologica Hungarica* **40/2**, 111–177.
- HAAS, J., TÓTH-MAKK, Á., ORAVECZ-SCHEFFER, A., GÓCZÁN, F., ORAVECZ, J. & SZABÓ, I. 1988: Lower Triassic key sections in the Transdanubian Mid-Mountains. — *Annals of the Hungarian Geological Institute* **65/2**, 131–173.
- HAIDINGER, W. 1845: Ueber die Pseudomorphosen und ihre anogene und katogene Bildung. — *Abhandlungen der K. Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. Prague, Ser.* **5/3**, 231–259.
- HÁMOR, T. 1996: S, O, C isotopic signatures of the Late Miocene Pannonian Lake. — *Acta Geologica Hungarica* **39/Suppl**, 68.
- HANSHAW, B. B., BACK, W. & DEIKE, R. G. 1971: A geochemical hypothesis for dolomitization by ground water. — *Economic Geology* **66/5**, 710–724., <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.66.5.710>
- HARDIE, L. A. 1987: Dolomitization; a critical view of some current views. — *Journal of Sedimentary Research* **57/1**, 166–183., <https://doi.org/10.1306/212f8ad5-2b24-11d7-8648000102c1865d>
- HIPS, K. & ÁRGYELÁN, G. B. 2007: Controls on diagenesis of the Triassic Kurrachine Dolomite, Syria. — *GeoArabia* **12/2**, 41–64.

- HIPS, K., HAAS, J. & GYÓRI, O. 2016: Hydrothermal dolomitization of basinal deposits controlled by a synsedimentary fault system in Triassic extensional setting, Hungary. — *International Journal of Earth Sciences* **105/4**, 1215–1231., <https://doi.org/10.1007/s00531-015-1237-4>
- HIPS, K., HAAS, J., POROS, Z., KELE, S. & BUDAI, T. 2015: Dolomitization of Triassic microbial mat deposits (Hungary): origin of microcrystalline dolomite. — *Sedimentary Geology* **318**, 113–129., <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2014.12.002>
- HOFSTRA, A. H., KÖRPÁS, L., CSALAGOVITS, I., JOHNSON, C. A. & CHRISTIANSEN, W. D. 1999: Stable isotopic study of the Rudabánya iron mine, a carbonate-hosted siderite, barite, base-metal sulfide replacement deposit. — *Geologica Hungarica, series Geologica* **24**, 295–302.
- HSÜ, K. J. & SIEGENTHALER, C. 1969: Preliminary experiments on hydrodynamic movement induced by evaporation and their bearing on the dolomite problem. — *Sedimentology* **12/1–2**, 11–25., <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.1969.tb00161.x>
- HU, X., GROSSIE, D. A. & HIGGINS, S. R. 2005: Growth and dissolution kinetics at the dolomite-water interface: An in-situ scanning probe microscopy study. — *American Mineralogist* **90/5–6**, 963–968., <https://doi.org/10.2138/am.2005.1798>
- HUGHES, J. D., VACHER, H. L. & SANFORD, W. E. 2007: Three-dimensional flow in the Florida platform: Theoretical analysis of Kohout convection at its type locality. — *Geology* **35/7**, 663–666., <https://doi.org/10.1130/g23374a.1>
- IANNACE, A., GASPARRINI, M., GABELLONE, T. & MAZZOLI, S. 2012: Late dolomitization in basinal limestones of the southern Apennines fold and thrust belt (Italy). — *Oil & Gas Science and Technology–Revue d'IFP Energies nouvelles* **67/1**, 59–75., <https://doi.org/10.2516/ogst/2011166>
- ILLING, L. V., WELLS, A. J. & TAYLOR, J. C. M. 1965: Penecontemporary dolomite in the Persian Gulf. — In: PRAY, L. C. & MURRAY, R. C. (eds): *Dolomitization and Limestone Diagenesis*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication. 89–111., <https://doi.org/10.2110/pec.65.07.0089>
- JÁMBOR Á. & KÖRPÁS NÉ HÓDI M. 1971: A pannóniai képződmények szintezési lehetőségei a Dunántúli-középhegység DK-i előterében. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1969. évről* 155–192.
- JAMES, N. P. & CHOQUETTE, P. W. 1983: Diagenesis 6. Limestones—the sea floor diagenetic environment. — *Geoscience Canada* **10/4**, 162–179.
- JAMES, N. P. & CHOQUETTE, P. W. 1984: Diagenesis 9. Limestones—the meteoric diagenetic environment. — *Geoscience Canada* **11/4**, 161–194.
- JAMES, N. P. & CHOQUETTE, P. W. 1988: *Paleokarts*. — New York, Springer-Verlag, 416 p.
- JAMES, N. P. & JONES, B. 2015: *Origin of carbonate sedimentary rocks*. — John Wiley & Sons, 464 p.
- JONES, G. D. & XIAO, Y. 2005: Dolomitization, anhydrite cementation, and porosity evolution in a reflux system: Insights from reactive transport models. — *AAPG Bulletin* **89/5**, 577–601., <https://doi.org/10.1306/12010404078>
- KACZMAREK, S. E., GREGG, J. M., BISH, D. L., MACHEL, H. G., FOUKE, B. W., MACNEIL, A., LONNÉE, J. & WOOD, R. 2017: Dolomite, very-high magnesium calcite, and microbes: implications for the microbial model of dolomitization. — *SEPM Special Publication* **109**, 1–14., <https://doi.org/10.2110/sepmsp.109.01>
- KACZMAREK, S. E. & SIBLEY, D. F. 2011: On the evolution of dolomite stoichiometry and cation order during high-temperature synthesis experiments: an alternative model for the geochemical evolution of natural dolomites. — *Sedimentary Geology* **240/1–2**, 30–40., <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2011.07.003>
- KACZMAREK, S. E. & SIBLEY, D. F. 2014: Direct physical evidence of dolomite recrystallization. — *Sedimentology* **61/6**, 1862–1882., <https://doi.org/10.1111/sed.12119>
- KARÁDI V., PELIKÁN P. & HAAS J. 2016: A Budai-hegység felső-triász medence kifejlődésű dolomitjainak conodonta biosztratigráfiája. — *Földtani Közlemények* **146/4**, 371–386.
- KATZ, A. & MATTHEWS, A. 1977: The dolomitization of CaCO₃: an experimental study at 252–295 °C. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **41/2**, 297–308., [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(77\)90238-1](https://doi.org/10.1016/0016-7037(77)90238-1)
- KELTS, K. R. & MCKENZIE, J. A. 1982: Diagenetic dolomite formation in Quarternary anoxic diatomaceous muds of Deep Sea Drilling Project Leg 64, Gulf of California. — *Initial Report Deep Sea Drilling Project* **64/2**, 553–569., <https://doi.org/10.2973/dsdp.proc.64.110.1982>
- KEMPE, S. & KAZMIERCZAK, J. 1990: Calcium carbonate supersaturation and the formation of in situ calcified stromatolites. — In: ITTEKKOT, V., KEMPE, S., MICHAELIS, W. & SPITZY, A. (eds): *Facets of modern biogeochemistry*. Berlin, Festschrift for E. T. DEGENS, Springer-Verlag, 255–278,
- KENWARD, P. A., GOLDSTEIN, R. H., GONZALEZ, L. A. & ROBERTS, J. A. 2009: Precipitation of low temperature dolomite from an anaerobic microbial consortium: the role of methanogenic Archaea. — *Geobiology* **7/5**, 556–565., <https://doi.org/10.1111/j.1472-4669.2009.00210.x>
- KINSMAN, D. J. J. 1969: Interpretation of Sr (super+ 2) concentrations in carbonate minerals and rocks. — *Journal of Sedimentary Research* **39/2**, 486–508., <https://doi.org/10.1306/74d71cb7-2b21-11d7-8648000102c1865d>
- KOHOUT, F. A. 1967: Ground-water flow and the geothermal regime of the Floridan Plateau. — *Transactions of the Gulf Coast Association of Geological Societies* **17**, 339–354.
- KOHOUT, F. A., HENRY, H. R. & BANKS, J. E. 1977: Hydrogeology related to geothermal conditions of the Floridan Plateau. — In: SMITH, K. L. & GRIFFIN, G. M. (eds): *The Geothermal Nature of the Floridan Plateau*. Florida Department of Natural Resources Bureau, Geology Special Publications **21**, 1–34.
- LAND, L. S. 1980: The isotopic and trace element geochemistry of dolomite: the state of the art. — In: ZENGER, D. H., DUNHAM, J. B. & ETHINGTON, R. L. (eds): *Concepts and Models of Dolomitization*. Special Publications of Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 87–110.
- LAND, L. S. 1983: The application of stable isotopes to studies of the origin of dolomite and to problems of diagenesis of clastic sediments. — In: ARTHUR, M. A., ANDERSON, T. F., KAPLAN, I. R., VEIZER, J. & LAND, L. S. (eds): *Stable Isotopes in Sedimentary Geology*. 4.1–4.22. Society of Sedimentary Geology.

- LAND, L. S. 1985: The origin of massive dolomite. — *Journal of Geological Education* **33/2**, 112–125., <https://doi.org/10.5408/0022-1368-33.2.112>
- LAND, L. S. 1998: Failure to Precipitate Dolomite at 25 °C from Dilute Solution Despite 1000-Fold Oversaturation after 32 Years. — *Aquatic Geochemistry* **4/3–4**, 361–368.
- LAST, W. M. 1990: Lacustrine dolomite — an overview of modern, Holocene, and Pleistocene occurrences. — *Earth-Science Reviews* **27/3**, 221–263., [https://doi.org/10.1016/0012-8252\(90\)90004-f](https://doi.org/10.1016/0012-8252(90)90004-f)
- LAST, W. M. 2002: Mineralogical analysis of lake sediments. — In: LAST, W. M. & SMOL, J. P. (eds): *Tracking environmental change using lake sediments*. Developments in Paleoenvironmental Research **2**, Dordrecht, Springer, 143–187., https://doi.org/10.1007/0-306-47670-3_6
- LIPPMANN, F. 1973: Sedimentary Carbonate Minerals. — *Minerals, Rocks and Inorganic Materials: Monograph Series of Theoretical and Experimental Studies* **4**, p. 228.
- LUCIA, F. J. 1961: Dedolomitization in the Tansill (Permian) formation. — *Geological Society of America Bulletin* **72/7**, 1107–1109., [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1961\)72\[1107:dittpf\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1961)72[1107:dittpf]2.0.co;2)
- LUCIA, F. J. 2004: Origin and petrophysics of dolostone pore space. — *Geological Society, London, Special Publications* **235/1**, 141–155.
- LUCIA, F. J. & MAJOR, R. P. 1994: Porosity evolution through hypersaline reflux dolomitization. — In: PURSER, B., TUCKER, M. & ZENGER, D. (eds): *Dolomites*. International Association of Sedimentologists Special Publication, 325–341., <https://doi.org/10.1002/9781444304077.ch18>
- LUCZAJ, J. A. & GOLDSTEIN, R. H. 2000: Diagenesis of the lower Permian Krider member, southwest Kansas, USA: fluid-inclusion, U-Pb, and fission-track evidence for reflux dolomitization during latest Permian time. — *Journal of Sedimentary Research* **70/3**, 762–773., <https://doi.org/10.1306/d4268ca2-2b26-11d7-8648000102c1865d>
- LUKOCZKI, G., HAAS, J., GREGG, J. M., MACHEL, H. G., KELE, S. & JOHN, C. M. 2019: Multi-phase dolomitization and recrystallization of Middle Triassic shallow marine–peritidal carbonates from the Mecsek Mts. (SW Hungary), as inferred from petrography, carbon, oxygen, strontium and clumped isotope data. — *Marine and Petroleum Geology* **101**, 440–458., <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2018.12.004>
- LUKOCZKI, G., HAAS, J., GREGG, J. M., MACHEL, H. G., KELE, S. & JOHN, C. M. 2020: Early dolomitization and partial burial recrystallization: a case study of Middle Triassic peritidal dolomites in the Villány Hills (SW Hungary) using petrography, carbon, oxygen, strontium and clumped isotope data. — *International Journal of Earth Sciences* <https://doi.org/10.1007/s00531-020-01851-7>
- LUMSDEN, D. N. & CHIMAHUSKY, J. S. 1980: Relationship between dolomite nonstoichiometry and carbonate facies parameters. — *Concepts and Models of Dolomitization* **28**, 123–137., <https://doi.org/10.2110/pec.80.28.0123>
- MACHEL, H. G. 1997: Recrystallization versus neomorphism, and the concept of ‘significant recrystallization’ in dolomite research. — *Sedimentary Geology* **113/3–4**, 161–168., [https://doi.org/10.1016/s0037-0738\(97\)00078-x](https://doi.org/10.1016/s0037-0738(97)00078-x)
- MACHEL, H. G. 2001: Bacterial and thermochemical sulfate reduction in diagenetic settings—old and new insights. — *Sedimentary Geology* **140/1–2**, 143–175., [https://doi.org/10.1016/s0037-0738\(00\)00176-7](https://doi.org/10.1016/s0037-0738(00)00176-7)
- MACHEL, H. G. 2004: Concepts and models of dolomitization: a critical reappraisal. — In: BRAITHWAITE, C., RIZZI, G. & DARKE, G. (eds): *The Geometry and Petrogenesis of Dolomite Hydrocarbon Reservoirs*. London: Geological Society, Special Publications **235**, 7–63., <https://doi.org/10.1144/gsl.sp.2004.235.01.02>
- MACHEL, H. G. & BURTON, E. A. 1991: Factors governing cathodoluminescence in calcite and dolomite, and their implications for studies of carbonate diagenesis. — In: BAKER, C. E. & KOPP, O. C. (eds): *Luminescence Microscopy and Spectroscopy: Qualitative and Quantitative Applications* **37**, Special Publications of SEPM., <https://doi.org/10.2110/scn.91.25.0037>
- MACHEL, H. G., KROUSE, H. R. & SASSEN, R. 1995: Products and distinguishing criteria of bacterial and thermochemical sulfate reduction. — *Applied Geochemistry* **10/4**, 373–389., [https://doi.org/10.1016/0883-2927\(95\)00008-8](https://doi.org/10.1016/0883-2927(95)00008-8)
- MACHEL, H. G. & LONNÉE, J. 2002: Hydrothermal dolomite—A product of poor definition and imagination. — *Sedimentary geology* **152/3–4**, 163–171., [https://doi.org/10.1016/s0037-0738\(02\)00259-2](https://doi.org/10.1016/s0037-0738(02)00259-2)
- MACHEL, H. G. & MOUNTJOY, E. W. 1986: Chemistry and environments of dolomitization—a reappraisal. — *Earth-Science Reviews* **23/3**, 175–222., [https://doi.org/10.1016/0012-8252\(86\)90017-6](https://doi.org/10.1016/0012-8252(86)90017-6)
- MACHEL, H. G. & MOUNTJOY, E. W. 1990: Coastal mixing zone dolomite, forward modeling, and massive dolomitization of platform-margin carbonates: Discussion. — *Journal of Sedimentary Petrology* **60/6**, 1008–1012., <https://doi.org/10.1306/d4267668-2b26-11d7-8648000102c1865d>
- MAKHOUKHI, S., MARGINAC, C., PIRONON, J., SCHMITT, J. M., MARRAKCHI, C., BOUABDELLI, M. & BASTOUL, A. 2003: Aqueous and hydrocarbon inclusions in dolomite from Touissit-Bou Beker district, Eastern Morocco: a Jurassic carbonate hosted PbZn (Cu) deposit. — *Journal of Geochemical Exploration* **78**, 545–551., [https://doi.org/10.1016/s0375-6742\(03\)00098-0](https://doi.org/10.1016/s0375-6742(03)00098-0)
- MALONE, M. J., BAKER, P. A. & BURNS, S. J. 1996: Hydrothermal dolomitization and recrystallization of dolomite breccias from the Miocene Monterey Formation, Tepusquet area, California. — *Journal of Sedimentary Research* **66/5**, 976–990., <https://doi.org/10.1306/d426845a-2b26-11d7-8648000102c1865d>
- MASTANDREA, A., PERRI, E., RUSSO, F., SPADAFORA, A. & TUCKER, M. 2006: Microbial primary dolomite from a Norian carbonate platform: northern Calabria, southern Italy. — *Sedimentology* **53/3**, 465–480., <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2006.00776.x>
- MATTES, D. H. & MOUNTJOY, E. W. 1980: Burial dolomitization of the Upper Devonian Miette buildup, Jasper National Park, Alberta. — In: ZENGER, D. H., DUNHAM, J. B. & ETHINGTON, R. L. (eds): *Concepts and Models of Dolomitization*. Special Publications of SEPM. 259–297., <https://doi.org/10.2110/pec.80.28.0259>
- MAUGER, C. L. & COMPTON, J. S. 2011: Formation of modern dolomite in hypersaline pans of the Western Cape, South Africa. — *Sedimentology* **58/7**, 1678–1692., <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2011.01229.x>
- MAZZULLO, S. J. 2000: Organogenic dolomitization in peritidal to deep-sea sediments. — *Journal of Sedimentary Research* **70/1**, 10–23., <https://doi.org/10.1306/2dc408f9-0e47-11d7-8643000102c1865d>

- MCARTHUR, J. M., HOWARTH, R. J. & SHIELDS, G. A. 2012: Strontium isotope stratigraphy. — In: GRADSTEIN, F. M., OGG, J. G., SCHMITZ, M. & OGG, G. (eds): *The geologic time scale* **1**, 127–144 Elsevier, New York.
- McKENZIE, J. A. 1976: Isotope study of the hydrology and the co-existing carbonate phase from site of recent dolomitization the coastal sabkha of Abu Dhabi, Persian Gulf — ETH Zurich, Nr. 5778.
- McKENZIE, J. A. 1981: Holocene dolomitization of calcium carbonate sediments from the coastal sabkhas of Abu Dhabi, UAE: a stable isotope study. — *The Journal of Geology* **89/2**, 185–198., <https://doi.org/10.1086/628579>
- McKENZIE, J. A. 1991: The dolomite problem: an outstanding controversy. — In: MÜLLER, D. W., MCKENZIE, J. A. & WEISSERT, H. (eds): *Controversies in modern geology*. London, Academic Press, 37–54.
- McKENZIE, J. A., HSÜ, K. J. & SCHNEIDER, J. F. 1980: Movement of subsurface waters under the sabkha Abu Dhabi, UAE, and its relation to evaporative dolomite genesis. — In: ZENGER, D. H., DUNHAM, J. B. & ETHINGTON, R. L. (eds): *Concepts and Models of Dolomitization*. Special Publications of SEPM. 11–30., <https://doi.org/10.2110/pec.80.28.0011>
- MEISTER, P., MCKENZIE, J. A., BERNASCONI, S. M. & BRACK, P. 2013: Dolomite formation in the shallow seas of the Alpine Triassic. — *Sedimentology* **60/1**, 270–291., <https://doi.org/10.1111/sed.12001>
- MEISTER, P., MCKENZIE, J. A., VASCONCELOS, C., BERNASCONI, S., FRANK, M., GUTJAHR, M. & SCHRAG, D. P. 2007: Dolomite formation in the dynamic deep biosphere: results from the Peru Margin. — *Sedimentology* **54/5**, 1007–1032., <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2007.00870.x>
- MEISTER, P., PÓSFAI, M., PEKKER, P., MOLNÁR, Z., NEUHUBER, S., DEMÉNY, A., GIER, S. & FRISIA, S. 2019: Mineralogy and nano-structure of modern dolomite in Lake Neusiedl, Austria. — *Geophysical Research Abstracts* **21**.
- MEISTER, P., REYES, C., BEAUMONT, W., RINCON, M., COLLINS, L., BERELSON, W., STOTT, L., CORSETTI, F. & NEALSON, K. H. 2011: Calcium and magnesium limited dolomite precipitation at Deep Springs Lake, California. — *Sedimentology* **58/7**, 1810–1830., <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2011.01240.x>
- MELIM, L. A., MASAFERRO, J. L., VACHER, H. L. & QUINN, T. M. 1997: Geology of the Bahamas: subsurface geology of the Bahamas banks. — In: VACHER, H. L. & QUINN, T. (eds): *Geology and Hydrogeology of Carbonate Islands*. Developments in Sedimentology, **54**, 161–182.
- METTRAUX, M., HOMEWOOD, P. W., KWARTENG, A. Y. & MATTNER, J. 2011: Coastal and continental sabkhas of Barr Al Hikman, Sultanate of Oman. — *International Association of Sedimentologist Special Publication* **43**, 183–204., <https://doi.org/10.1002/9781444392326.ch8>
- MILLIKEN, K. L. 2003: Late diagenesis and mass transfer in sandstone shale sequences. — *Treatise on geochemistry* **7**, 159–190., <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-095975-7.00707-5>
- MOLNÁR B. 1980: Hiperszalin tavi dolomitképződés a Duna–Tisza közén. — *Földtani Közöny* **110/1**, 45–64.
- MOLNÁR, B. & REINER, B. 1996: Geochemistry and stable isotope ratio of modern carbonates in natron lakes of the Danube–Tisza Interfluve, Hungary. — *Acta Geologica Hungarica* **39/2**, 153–174.
- MOLNÁR B., SZÓNOKY M. & KOVÁCS S. 1981: Recens hiperszalin dolomitok diagenetikus és litifikációs folyamatai a Duna–Tisza közén.
- MOORE, C. H. 1989: *Carbonate diagenesis and porosity*. — Developments in Sedimentology **46**, Amsterdam, Elsevier, 337 p.
- MORERA-CHAVARRÍA, A., GRIFFIOEN, J. & BEHRENDTS, T. 2016: Optimized sequential extraction for carbonates: Quantification and ¹³C analysis of calcite, dolomite and siderite. — *Chemical Geology* **443**, 146–157., <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2016.09.025>
- MORROW, D. W. 1982a: Diagenesis 1. Dolomite-Part 1: the chemistry of dolomitization and dolomite precipitation. — *Geoscience Canada* **9/1**, 5–13.
- MORROW, D. W. 1982b: Diagenesis 2. Dolomite-Part 2, Dolomitization models and ancient dolostones. — *Geoscience Canada* **9/1**, 95–107.
- MORROW, D. W. & RICKETS, B. D. 1988: Experimental investigation of sulfate inhibition of dolomite and its mineral analogues. — In: *Sedimentology and Geochemistry of Dolostones. Special Publications of SEPM* **43**, 25–38., <https://doi.org/10.2110/pec.88.43.0025>
- MORSE, J. W., ARVIDSON, R. S. & LÜTTGE, A. 2007: Calcium carbonate formation and dissolution. — *Chemical reviews* **107/2**, 342–381., <https://doi.org/10.1021/cr050358j>
- MOUNTJOY, E. W., MACHEL, H. G., GREEN, D., DUGGAN, J. & WILLIAMS-JONES, A. E. 1999: Devonian matrix dolomites and deep burial carbonate cements: a comparison between the Rimbey-Meadowbrook reef trend and the deep basin of west-central Alberta. — *Bulletin of Canadian Petroleum Geology* **47/4**, 487–509.
- MÜLLER, G. 1970: High-magnesian calcite and protodolomite in Lake Balaton (Hungary) sediments. — *Nature* **226/5247**, 749–750., <https://doi.org/10.1038/226749a0>
- MÜLLER, G., IRION, G. & FÖRSTNER, U. 1972: Formation and Diagenesis of Inorganic Ca-Mg Carbonates. — *Naturwissenschaften* **59**, 158–164., <https://doi.org/10.1007/bf00637354>
- MÜLLER, G., WAGNER, F., MATTER, A. & TUCKER, M. E. 1978: Holocene carbonate evolution in Lake Balaton (Hungary): a response to climate and impact of man. — In: *Modern and ancient lake sediments*. **2**, Blackwell Oxford. 57–81., <https://doi.org/10.1002/9781444303698.ch4>
- MURATA, K. J., FRIEDMAN, I. & MADSEN, B. M. 1969: Isotopic composition of diagenetic carbonates in marine Miocene formations of California and Oregon. — *USGS Professional Paper* **614-B**, 24 p.
- NADER, F. H., LÓPEZ-HORGUE, M. A., SHAH, M. M., DEWIT, J., GARCIA, D., SWENNEN, R., IRIARTE, E., MUCHEZ, P. & CALINE, B. 2012: The Ranero hydrothermal dolomites (Albian, Karrantza Valley, northwest Spain): Implications on conceptual dolomite models. — *Oil & Gas Science and Technology–Revue d'IFP Energies nouvelles* **67/1**, 9–29., <https://doi.org/10.2516/ogst/2011165>
- NADER, F. H., SWENNEN, R. & ELLAM, R. 2004: Reflux stratabound dolostone and hydrothermal volcanism associated dolostone: a two stage dolomitization model (Jurassic, Lebanon). — *Sedimentology* **51/2**, 339–360., <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2004.00629.x>
- NADER, F. H., SWENNEN, R., ELLAM, R. M. & IMMENHAUSER, A. 2007: Field geometry, petrography and geochemistry of a dolomitization front (Late Jurassic, central Lebanon). — *Sedimentology* **54/5**, 1093–1120., <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2007.00874.x>

- NAGY, Z. R., GREGG, J. M., SHELTON, K. L., BECKER, S. P., SOMERVILLE, I. D. & JOHNSON, A. W. 2004: Early dolomitization and fluid migration through the Lower Carboniferous carbonate platform in the SE Irish Midlands: implications for reservoir attributes. — In: BRAITHWAITE, C. J. R., RIZZI, G. & DARKE, G. (eds): *The Geometry and Petrogenesis of Dolomite Hydrocarbon Reservoirs* **235**, Geological Society of London, Special Publication. 367–392., <https://doi.org/10.1144/gsl.sp.2004.235.01.16>
- NEILSON, J. E. & OXTOBY, N. H. 2008: The relationship between petroleum, exotic cements and reservoir quality in carbonates—A review. — *Marine and Petroleum Geology* **25/8**, 778–790., <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2008.02.004>
- NYIRŐ-KÓSA, I., ROSTÁSI, Á., BERECZK-TOMPA, É., CORA, I., KOBLAR, M., KOVÁCS, A. & PÓSFAL, M. 2018: Nucleation and growth of Mg-bearing calcite in a shallow, calcareous lake. — *Earth and Planetary Science Letters* **496**, 20–28., <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2018.05.029>
- OLANIPEKUN, B. J. & AZMY, K. 2017: In situ characterization of dolomite crystals: Evaluation of dolomitization process and its effect on zoning. — *Sedimentology* **64/6**, 1708–1730., <https://doi.org/10.1111/sed.12371>
- OLIVER, J. 1986: Fluids expelled tectonically from orogenic belts: Their role in hydrocarbon migration and other geologic phenomena. — *Geology* **14/2**, 99–102., [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1986\)14%3C99:fetfob%3E2.0.co;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1986)14%3C99:fetfob%3E2.0.co;2)
- PATTERSON, R. J. & KINSMAN, D. J. J. 1981: Hydrologic framework of a sabkha along Arabian Gulf. — *AAPG bulletin* **65/8**, 1457–1475., <https://doi.org/10.1306/03b5956c-16d1-11d7-8645000102c1865d>
- PEARCE, M. A., TIMMS, N. E., HOUGH, R. M. & CLEVERLEY, J. S. 2013: Reaction mechanism for the replacement of calcite by dolomite and siderite: implications for geochemistry, microstructure and porosity evolution during hydrothermal mineralisation. — *Contributions to Mineralogy and Petrology* **166/4**, 995–1009., <https://doi.org/10.1007/s00410-013-0905-2>
- PERRI, E. & TUCKER, M. 2007: Bacterial fossils and microbial dolomite in Triassic stromatolites. — *Geology* **35/3**, 207–210., <https://doi.org/10.1130/g23354a.1>
- PISCOTTO, K. A. & MAHONEY, J. J. 1981: Authigenic dolomite in Monterey Formation, California, and related rocks from offshore California and Baja California. — *AAPG Bulletin* **65/5**, 972–973., <https://doi.org/10.1306/2f91a151-16ce-11d7-8645000102c1865d>
- POKROVSKY, O. S. 1998: Precipitation of calcium and magnesium carbonates from homogeneous supersaturated solutions. — *Journal of Crystal Growth* **186/1–2**, 233–239., [https://doi.org/10.1016/s0022-0248\(97\)00462-4](https://doi.org/10.1016/s0022-0248(97)00462-4)
- POKROVSKY, O. S., MIELCZARSKI, J. A., BARRES, O. & SCHOTT, J. 2000: Surface speciation models of calcite and dolomite/aqueous solution interfaces and their spectroscopic evaluation. — *Langmuir* **16/6**, 2677–2688., <https://doi.org/10.1021/la980905e>
- POROS, Z., MACHEL, H. G., MINDSZENTY, A. & MOLNÁR, F. 2013: Cryogenic powderization of Triassic dolostones in the Buda Hills, Hungary. — *International Journal of Earth Sciences* **102/5**, 1513–1539., <https://doi.org/10.1007/s00531-013-0883-7>
- PÓSFAL, M., MOLNÁR, Z., ROSTÁSI, Á., FODOR, M. & CSERNYI, T. 2019: A Balaton üledékének kutatása. 16–19 Földtani és Geofizikai Vándorgyűlés 2019, Magyarhoni Földtani Társulat és Magyar Geofizikusok Egyesülete.
- PURSER, B. H., TUCKER, M. E. & ZENGER, D. H. 1994: Problems, progress and future research concerning dolomites and dolomitization. — In: PURSER, B., TUCKER, M. & ZENGER, D. (eds): *Dolomites*. International Association of Sedimentologists Special Publication, **21**, 3–20.
- QING, H. & MOUNTJOY, E. 1992: Large-scale fluid flow in the Middle Devonian Presqu'ile Barrier, Western Canada Sedimentary Basin. — *Geology* **20/10**, 903–906., [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1992\)020%3C0903:lsffit%3E2.3.co;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1992)020%3C0903:lsffit%3E2.3.co;2)
- QING, H. & MOUNTJOY, E. W. 1994: Formation of coarsely crystalline, hydrothermal dolomite reservoirs in the Presqu'ile Barrier, Western Canada Sedimentary Basin. — *AAPG bulletin* **78/1**, 55–77., <https://doi.org/10.1306/bdff9014-1718-11d7-8645000102c1865d>
- RADKE, B. M. & MATHIS, R. L. 1980: On the formation and occurrence of saddle dolomite. — *Journal of Sedimentary Research* **50/4**, 1149–1168., <https://doi.org/10.1306/212f7b9e-2b24-11d7-8648000102c1865d>
- READ, J. F. & HORBURY, A. D. 1993: Eustatic and Tectonic Controls on Porosity Evolution Beneath Sequence-Bounding Unconformities and Parasequence Disconformities on Carbonate Platforms. — In: HORBURY, A. D. & ROBINSON, A. G. (eds): *Diagenesis and Basin Development*. Tulsa, AAPG Special Volumes. 155–197., <https://doi.org/10.1306/f4c8ec60-1712-11d7-8645000102c1865d>
- REINHOLD, C. 1998: Multiple episodes of dolomitization and dolomite recrystallization during shallow burial in Upper Jurassic shelf carbonates: eastern Swabian Alb, southern Germany. — *Sedimentary Geology* **121/1–2**, 71–95., [https://doi.org/10.1016/s0037-0738\(98\)00077-3](https://doi.org/10.1016/s0037-0738(98)00077-3)
- RICHOZ, S., KRYSZYN, L., BAUD, A., BRANDNER, R., HORACEK, M. & MOHTAT-AGHAI, P. 2010: Permian–Triassic boundary interval in the Middle East (Iran and N. Oman): Progressive environmental change from detailed carbonate carbon isotope marine curve and sedimentary evolution. — *Journal of Asian Earth Sciences* **39/4**, 236–253., <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2009.12.014>
- RICHTER, D. K., GÖTTE, T., GÖTZE, J. & NEUSER, R. D. 2003: Progress in application of cathodoluminescence (CL) in sedimentary petrology. — *Mineralogy and Petrology* **79/3–4**, 127–166., <https://doi.org/10.1007/s00710-003-0237-4>
- ROBERTS, J. A., KENWARD, P. A., FOWLE, D. A., GOLDSTEIN, R. H., GONZÁLEZ, L. A. & MOORE, D. S. 2013: Surface chemistry allows for abiotic precipitation of dolomite at low temperature. — *Proceedings of the National Academy of Sciences* **110/36**, 14540–14545., <https://doi.org/10.1073/pnas.1305403110>
- ROEDDER, E. 1984: Fluid inclusions. — *Mineralogical Society of America* **12**, 646., <https://doi.org/10.1515/9781501508271-004>
- RONCHI, P., MASETTI, D., TASSAN, S. & CAMOCINO, D. 2012: Hydrothermal dolomitization in platform and basin carbonate successions during thrusting: A hydrocarbon reservoir analogue (Mesozoic of Venetian Southern Alps, Italy). — *Marine and Petroleum Geology* **29/1**, 68–89., <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2011.09.004>
- ROSENBAUM, J. & SHEPPARD, S. M. F. 1986: An isotopic study of siderites, dolomites and ankerites at high temperatures. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **50/6**, 1147–1150., [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(86\)90396-0](https://doi.org/10.1016/0016-7037(86)90396-0)
- SALLER, A. H. 1984: Petrologic and geochemical constraints on the origin of subsurface dolomite, Enewetak Atoll: An example of dolomitization by normal seawater. — *Geology* **12/4**, 217–220., [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1984\)12%3C217:pagcot%3E2.0.co;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1984)12%3C217:pagcot%3E2.0.co;2)
- SALLER, A. H. & DICKSON, J. A. D. 2011: Partial dolomitization of a Pennsylvanian limestone buildup by hydrothermal fluids and its effect on reservoir quality and performance. — *AAPG bulletin* **95/10**, 1745–1762., <https://doi.org/10.1306/02141110117>

- SALLER, A. H. & HENDERSON, N. 1998: Distribution of porosity and permeability in platform dolomites: Insight from the Permian of west Texas. — *AAPG bulletin* **82/8**, 1528–1550., <https://doi.org/10.1306/1d9bcb01-172d-11d7-8645000102c1865d>
- SAMSON, I., ANDERSON, A. & MARSHALL, D. 2003: *Fluid Inclusions: Analysis and Interpretation*. — Mineralogical Association of Canada, Short Course 32.
- SÁNCHEZ-ROMÁN, M., MCKENZIE, J. A., VASCONCELOS, C. & RIVADENEYRA, M. 2005: Bacterially induced dolomite formation in the presence of sulfate ions under Aerobic conditions. — *AGU Fall Meeting Abstracts*.
- SÁNCHEZ-ROMÁN, M., ROMANEK, C. S., FERNÁNDEZ-REMOLAR, D. C., SÁNCHEZ-NAVAS, A., MCKENZIE, J. A., PIBERNAT, R. A. & VASCONCELOS, C. 2011: Aerobic biomineralization of Mg-rich carbonates: Implications for natural environments. — *Chemical Geology* **281/3–4**, 143–150., <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2010.11.020>
- SÁNCHEZ-ROMÁN, M., VASCONCELOS, C., SCHMID, T., DITTRICH, M., MCKENZIE, J. A., ZENOBI, R. & RIVADENEYRA, M. A. 2008: Aerobic microbial dolomite at the nanometer scale: Implications for the geologic record. — *Geology* **36/11**, 879–882., <https://doi.org/10.1130/g25013a.1>
- SANFORD, W. E., WHITAKER, F. F., SMART, P. L. & JONES, G. 1998: Numerical analysis of seawater circulation in carbonate platforms: I. Geothermal convection. — *American Journal of Science* **298/10**, 801–828., <https://doi.org/10.2475/ajs.298.10.801>
- SASS-GUSTKIEWICZ, M., DZULYNSKI, S. & RIDGE, J. D. 1982: The emplacement of zinc-lead sulfide ores in the Upper Silesian District; a contribution to the understanding of Mississippi Valley-type deposits. — *Economic Geology* **77/2**, 392–412., <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.77.2.392>
- SCHMALZ, R. F. 1969: Deep-water evaporite deposition: a genetic model. — *AAPG Bulletin* **53/4**, 798–823., <https://doi.org/10.1306/5d25c7fd-16c1-11d7-8645000102c1865d>
- SCHUBERT F., KÓTHAY K., DÉGI J., M. TÓTH T., BALI E., SZABÓ CS., BENKÓ ZS. & ZAJACZ Z. 2007: A szakirodalomban használt fluidum-és olvadékszárványokkal kapcsolatos kifejezések és szimbólumok szótára. — *Földtani Közlemény* **137/1**, 83–102.
- SHAH, M. M., NADER, F. H., GARCIA, D., SWENNEN, R. & ELLAM, R. 2012: Hydrothermal dolomites in the Early Albian (Cretaceous) platform carbonates (NW Spain): Nature and origin of dolomites and dolomitising fluids. — *Oil & Gas Science and Technology–Revue d'IFP Energies nouvelles* **67/1**, 97–122., <https://doi.org/10.2516/ogst/2011174>
- SHINN, E. A. 1983: Tidal flat environment. — In: SCHOLLE, P. A., BEBOUT, D. G. & MOORE, C. H. (eds): *Carbonate depositional environments* **33**, 172–210 AAPG Memoirs.
- SHINN, E. A., GINSBURG, R. N. & LLOYD, R. M. 1965: Recent supratidal dolomite from Andros Island Bahamas. — In: PRAY, C. & MURRAY, R. C. (eds): *Dolomitization and Limestone Diagenesis*. Special Publications of SEPM. 112–123., <https://doi.org/10.2110/pec.65.07.0112>
- SHROCK, R. R. 1948: A classification of sedimentary rocks. — *The Journal of Geology* **56/2**, 118–129.
- SIBLEY, D. F. & GREGG, J. M. 1987: Classification of dolomite rock textures. — *Journal of Sedimentary Research* **57/6**, 967–975., <https://doi.org/10.1306/212f8cba-2b24-11d7-8648000102c1865d>
- SIBLEY, D. F., NORDENG, S. H. & BORKOWSKI, M. L. 1994: Dolomitization kinetics of hydrothermal bombs and natural settings. — *Journal of Sedimentary Research* **64/3a**, 630–637., <https://doi.org/10.1306/d4267e29-2b26-11d7-8648000102c1865d>
- SIMMS, M. 1984: Dolomitization by groundwater-flow system in carbonate platforms. — *Gulf Coast Association of Geological Societies, Transactions* **24**, 411–420.
- SMART, P. L., DAWANS, J. M. & WHITAKER, F. 1988: Carbonate dissolution in a modern mixing zone. — *Nature* **335/6193**, 811–813., <https://doi.org/10.1038/335811a0>
- SMITH JR, L. B. & DAVIES, G. R. 2006: Structurally controlled hydrothermal alteration of carbonate reservoirs: Introduction. — *AAPG Bulletin* **90/11**, 1635–1640., <https://doi.org/10.1306/intro901106>
- SPERBER, C. M., WILKINSON, B. H. & PEACOR, D. R. 1984: Rock composition, dolomite stoichiometry, and rock/water reactions in dolomitic carbonate rocks. — *The Journal of Geology* **92/6**, 609–622., <https://doi.org/10.1086/628901>
- SPÖTL, C. & VENNEMANN, T. W. 2003: Continuous flow isotope ratio mass spectrometric analysis of carbonate minerals. — *Rapid communications in mass spectrometry* **17/9**, 1004–1006., <https://doi.org/10.1002/rcm.1010>
- SUESS, E. & VON HUENE, R. 1988: Ocean Drilling Program Leg 112, Peru continental margin: Part 2, Sedimentary history and diagenesis in a coastal upwelling environment. — *Geology* **16/10**, 939–943., [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1988\)016%3C0939:odplpc%3E2.3.co;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1988)016%3C0939:odplpc%3E2.3.co;2)
- SWENNEN, R., FERKETA, H., BENCHILLA, L., ROURE, F. & ELLAM, R. 2003: Fluid flow and diagenesis in carbonate dominated Foreland Fold and Thrust Belts: petrographic inferences from field studies of late-diagenetic fabrics from Albania, Belgium, Canada, Mexico and Pakistan. — *Journal of Geochemical Exploration* **78**, 481–485., [https://doi.org/10.1016/s0375-6742\(03\)00064-5](https://doi.org/10.1016/s0375-6742(03)00064-5)
- SZEDERKÉNYI, T. 1976: Barrow type metamorphism in the crystalline basement of southeast Transdanubia. — *Acta Geologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **20/1–2**, 47–61.
- SZUROMINÉ KORECZ A., GARAGULY I., SZENTE I., VARGA A. & RAUCSIK B. 2018: „Oázis a sivatagban” —különösen gazdag ósmaradvány-együttés a fosszíliazegény üllési Szegedi Dolomitból. — *Földtani Közlemény* **148/2**, 119–124., <https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2018.148.2.119>
- TÖRÖK, Á. 1997: Triassic ramp evolution in Southern Hungary and its similarities to the Germano-type Triassic. — *Acta Geologica Hungarica* **40/4**, 367–390.
- TÖRÖK, Á. 1998: Controls on development of Mid-Triassic ramps: examples from southern Hungary. — *Geological Society, London, Special Publications* **149/1**, 339–367., <https://doi.org/10.1144/gsl.sp.1999.149.01.16>
- TÖRÖK, Á. 2000: Formation of dolomite mottling in Middle Triassic ramp carbonates (Southern Hungary). — *Sedimentary Geology* **131/3–4**, 131–145., [https://doi.org/10.1016/s0037-0738\(99\)00137-2](https://doi.org/10.1016/s0037-0738(99)00137-2)
- TUCKER, M. E. & WRIGHT, V. P. 1990: *Carbonate Sedimentology*. — Oxford, Blackwell Science, 496 p.
- VAHRENKAMP, V. C. & SWART, P. K. 1994: Late Cenozoic dolomites of the Bahamas: metastable analogues for the genesis of ancient

- platform dolomites. — In: PURSER, B., TUCKER, M. & ZENGER, D. (eds): *Dolomites*. Special Publication of the International Association of Sedimentologists **21**, 133–153., <https://doi.org/10.1002/9781444304077.ch9>
- VAN TUYL, F. M. 1914: The origin of dolomite: Annual Report 1914. — *Iowa Geological Survey* **25**, 257–421.
- VANDEGINSTE, V., SWENNEN, R., GLEESON, S. A., ELLAM, R. M., OSADETZ, K. & ROURE, F. 2005: Zebra dolomitization as a result of focused fluid flow in the Rocky Mountains Fold and Thrust Belt, Canada. — *Sedimentology* **52/5**, 1067–1095., <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2005.00724.x>
- VASCONCELOS, C. & MCKENZIE, J. A. 1997: Microbial mediation of modern dolomite precipitation and diagenesis under anoxic conditions (Lagoa Vermelha, Rio de Janeiro, Brazil). — *Journal of Sedimentary Research* **67/3**, 378–390., <https://doi.org/10.1306/d4268577-2b26-11d7-8648000102c1865d>
- VASCONCELOS, C. & MCKENZIE, J. A. 2008: Dolomite as a biomineral and possible implications. — *Revista de la Sociedad Española de Mineralogía* **9**, 21–22.
- VASCONCELOS, C., MCKENZIE, J. A., BERNASCONI, S., GRUJIC, D. & TIENS, A. J. 1995: Microbial mediation as a possible mechanism for natural dolomite formation at low temperatures. — *Nature* **377/6546**, 220–222., <https://doi.org/10.1038/377220a0>
- VASCONCELOS, C., MCKENZIE, J. A., WARTHMAN, R. & BERNASCONI, S. M. 2005: Calibration of the $\delta^{18}\text{O}$ paleothermometer for dolomite precipitated in microbial cultures and natural environments. — *Geology* **33/4**, 317–320., <https://doi.org/10.1130/g20992.1>
- VEIZER, J. 1983: Trace elements and isotopes in sedimentary carbonates. — *Reviews in mineralogy* **11**, 265–300., <https://doi.org/10.1515/9781501508134-012>
- VEIZER, J., ALA, D., AZMY, K., BRUCKSCHEN, P., BUHL, D., BRUHN, F., CARDEN, G. A. F., DIENER, A., EBNETH, S. & GODDERIS, Y. 1999: $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ evolution of Phanerozoic seawater. — *Chemical geology* **161/1–3**, 59–88., <https://doi.org/10.1180/minmag.1998.62a.3.165>
- VITÁLIS G. & HEGYI I. 1969: Hidrotermális és metasomatikus jelenségek a váci Nagyszál nyugati részén. — *Hidrológiai Közlöny* **49/4**, 148–158.
- VON MORLOT, A. 1847: Ueber Dolomit und seine künstliche Darstellung aus Kalkstein. — In: HAIDINGER, W. (ed.): *Naturwissenschaftliche Abhandlungen* 305–315. Braumüller und Seidel.
- VON RICHTHOFEN, F. 1860: *Geognostische Beschreibung der Umgegend von Predazzo, Sanct Cassian und der Seisser Alpe in Süd-Tyrol*. — Gotha: Verlag von Justus Perthes.
- WAHLMAN, G. P. 2010: Reflux dolomite crystal size variation in cyclic inner ramp reservoir facies, Bromide Formation (Ordovician), Arkoma Basin, southeastern Oklahoma. — *The Sedimentary Record* **8/3**, 4–9., <https://doi.org/10.2110/sedred.2010.3.4>
- WALLACE, M. W. & HOOD, A. V. S. 2018: Zebra textures in carbonate rocks: Fractures produced by the force of crystallization during mineral replacement. — *Sedimentary Geology* **368**, 58–67., <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2018.03.009>
- WANG, R., JONES, B. & YU, K. 2019: Island dolostones: Genesis by time-transgressive or event dolomitization. — *Sedimentary Geology* **390**, 15–30., <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2019.07.002>
- WARREN, J. 2000: Dolomite: occurrence, evolution and economically important associations. — *Earth-Science Reviews* **52/1–3**, 1–81., [https://doi.org/10.1016/s0012-8252\(00\)00022-2](https://doi.org/10.1016/s0012-8252(00)00022-2)
- WELLS, A. J. 1962: Recent dolomite in the Persian Gulf. — *Nature* **194/4825**, 274–275., <https://doi.org/10.1038/194274a0>
- WENK, H. R., HU, M. & FRISIA, S. 1993: Partially disordered dolomite: microstructural characterization of Abu Dhabi sabkha carbonates. — *American Mineralogist* **78/7–8**, 769–774.
- WHITAKER, F. F., SMART, P. L., VAHRENKAMP, V. C., NICHOLSON, H. & WOGELIUS, R. A. 1994: Dolomitization by near-normal seawater? Field evidence from the Bahamas. — *Dolomites, A Volume in Honour of Dolomieu* **21**, 111–132., <https://doi.org/10.1002/9781444304077.ch8>
- WHITAKER, F. F. & XIAO, Y. 2010: Reactive transport modeling of early burial dolomitization of carbonate platforms by geothermal convection. — *AAPG Bulletin* **94/6**, 889–917., <https://doi.org/10.1306/12090909075>
- WILSON, A. M., SANFORD, W., WHITAKER, F. & SMART, P. 2000: Geothermal convection: a mechanism for dolomitization at Enewetak Atoll? — *Journal of Geochemical Exploration* **69**, 41–45., [https://doi.org/10.1016/s0375-6742\(00\)00048-0](https://doi.org/10.1016/s0375-6742(00)00048-0)
- WILSON, E. N., HARDIE, L. A. & PHILLIPS, O. M. 1990: Dolomitization front geometry, fluid flow patterns, and the origin of massive dolomite: the Triassic Latemar buildup, northern Italy. — *American Journal of Science* **290/7**, 741–796., <https://doi.org/10.2475/ajs.290.7.741>
- WILSON, M. E. J., EVANS, M. J., OXTOBY, N. H., NAS, D. S., DONNELLY, T. & THIRLWALL, M. 2007: Reservoir quality, textural evolution, and origin of fault-associated dolomites. — *AAPG bulletin* **91/9**, 1247–1272., <https://doi.org/10.1306/05070706052>
- WRIGHT, D. T. 1999: The role of sulphate-reducing bacteria and cyanobacteria in dolomite formation in distal ephemeral lakes of the Coorong region, South Australia. — *Sedimentary Geology* **126/1–4**, 147–157., [https://doi.org/10.1016/s0037-0738\(99\)00037-8](https://doi.org/10.1016/s0037-0738(99)00037-8)
- WRIGHT, D. T. & WACEY, D. 2004: Sedimentary dolomite: a reality check. — In: BRAITHWAITE, C. J. R., RIZZI, G. & DARKE, G. (eds): *The Geometry and Petrogenesis of Dolomite Hydrocarbon Reservoirs*. Geological Society of London, Special Publications, **235**, 65–74., <https://doi.org/10.1144/gsl.sp.2004.235.01.03>
- XU, J., YAN, C., ZHANG, F., KONISHI, H., XU, H. & TENG, H. H. 2013: Testing the cation-hydration effect on the crystallization of Ca–Mg–CO₃ systems. — *Proceedings of the National Academy of Sciences* **110/44**, 17750–17755., <https://doi.org/10.1073/pnas.1307612110>
- YOU, X., SUN, S., ZHU, J., LI, Q., HU, W. & DONG, H. 2013: Microbially mediated dolomite in Cambrian stromatolites from the Tarim Basin, north-west China: implications for the role of organic substrate on dolomite precipitation. — *Terra Nova* **25/5**, 387–395., <https://doi.org/10.1111/ter.12048>
- ZENGER, D. H. 1983: Burial dolomitization in the Lost Burro Formation (Devonian), east-central California, and the significance of late diagenetic dolomitization. — *Geology* **11/9**, 519–522., <https://doi.org/10.2110/pec.80.28.0259>
- ZHANG, F., XU, H., KONISHI, H., SHELOBOLINA, E. S. & RODEN, E. E. 2012: Polysaccharide-catalyzed nucleation and growth of disordered dolomite: A potential precursor of sedimentary dolomite. — *American Mineralogist* **97/4**, 556–567., <https://doi.org/10.2138/am.2012.3979>

Gerinctelen őslénytani kutatások a Kárpát–Pannon térségben

SZENTE István¹, FÖZY István², MAGYAR Imre^{3,4}

¹ELTE Tatai Geológus Kert, 1117 Budapest, Pázmány s. 1/C

²Magyar Természettudományi Múzeum, Őslénytani és Földtani Tár, 1088 Budapest, Ludovika tér 2.

³MTA–MTM–ELTE Paleontológiai Kutatócsoport, 1088 Budapest, Ludovika tér 2.

⁴MOL Nyrt., 1117 Budapest, Október huszonharmadika u. 18.

Invertebrate palaeontological research in the Carpatho–Pannonian region

Abstract

This paper is one of a series of reviews dedicated to the 150th anniversary of the Földtani Közlöny (Bulletin of the Hungarian Geological Society). Here a summarization is given of the most important invertebrate palaeontological research: with the exception of micropalaeontological studies, this includes associated biostratigraphical, palaeoenvironmental and palaeobiogeographical investigations. The latter focused on the Carpatho–Pannonian region and many were presented in the Földtani Közlöny. The most thoroughly investigated fossil group was the phylum Mollusca; from the Mesozoic the ammonites received most attention, whereas in the Cenozoic it was the bivalves and also gastropods. In terms of geographical regions, the Transdanubian Range ("Dunántúli-középhegység"), including the Bakony Mountains, was the most explored area, followed by the Mecsek Mountains. Palaeontological research in Hungary has been benchmarked by many excellent individual achievements, embodied in often-cited monographies, and stratigraphic interpretations and studies. These have shed light on the geological evolution of an area or on the evolution of a certain biota. In addition, some teams or multi-generational scientific schools have repeatedly or continuously excelled in certain fields of research and provided internationally-acknowledged scientific results. These fields of research include (i) the Middle Triassic of the Balaton Uplands, (ii) the Jurassic of the Transdanubian Range and Mecsek Mountains, (iii) the Oligocene Kiscellian and Egerian stages of the Paratethys, and (iv) the upper Miocene – Pliocene Pannonian stage of Lake Pannon. The account given in this paper is necessarily subjective and thus unfortunately cannot include all noteworthy fossils, palaeontologists and scientific achievements. Those interested in more detailed examinations of the fossils of the region are referred to the book *Fossils of the Carpathian Region* by FÖZY & SZENTE (2014). Most of the fossil faunas discussed in the present review can be found in two large public collections: namely, the Mining and Geological Survey of Hungary (formerly the Hungarian Geological Institute) and the Hungarian Natural History Museum (HNHM). At these institutions the fossil fauna are available for further scientific study. Type catalogues were published by BODA (1964) and PÁLFY et al. (2008) for, respectively, Hungarian collections in general, and the collection of the HNHM in particular. The latter was completed by DULAI et al. (2018), and the significance and context of the HNHM collection was reviewed by PÁLFY (2009).

Keywords: Carpatho–Pannonian region, Pannonian basin, history of science, invertebrate paleontology, biostratigraphy, palaeoenvironment

Összefoglalás

A Kárpát–Pannon térség makroszkópikus méretű gerinctelen ősmaradványainak kutatása gazdag tudományos ismeretanyagot szolgáltatott az elmúlt mintegy másfél évszázadban. A legtöbbet tanulmányozott ősmaradványcsoport a puhatestűek voltak, a mezozoikumban leginkább az ammoniteszek, a kainozoikumban a kagylók és a csigák. A legjobban megkutatott terület a Dunántúli-középhegység, azon belül pedig a Bakony, amely bizonyos korokban és ősmaradványcsoportokban világviszonylatban is kiemelkedő gazdagságú anyagot adott. A magyarországi őslénytani kutatást számos kiemelkedő egyéni teljesítmény: sokat forgatott és idézett monográfiák, rétegtani értelmezések, az adott terület geológiai fejlődését és az adott kor élővilágának fejlődését új megvilágításba helyező tanulmányok fémjelzik. Ezek mellett voltak olyan kutatócsoportok és többgenerációs tudományos iskolák, amelyek tartósan vagy ismétlődően kiemelkedően magas színvonalú, külföldön is elismert eredményeket produkáltak bizonyos kutatási területeken. Ilyen volt a Balaton-felvidéki triász kutatása, a dunántúli-középhegységi és mecseki jura kutatása, a Paratethys-tenger oligocénjének, azaz a kiscelli és egri emeletnek az őslénytani kutatása, valamint a késő-miocén–pliocén Pannon-tó élővilágának és üledékeinek, azaz a pannóniai emeletnek a kutatása. Dolgozatunk a 150 éves fennállását ünneplő Földtani Közlöny ünnepi évfolyamában megjelenő cikkek sorához kapcsolódva, geológiai időrend szerint veszi leltárba — a teljesség igénye nélkül — a Kárpát–Pannon térségben született legfontosabb gerinctelen őslénytani eredményeket — amelyeknek egy jelentős része éppen ebben a folyóiratban jelent meg.

Kulcsszavak: Kárpát–Pannon térség, Pannon-medence, tudománytörténet, gerinctelen őslénytan, biosztratigráfia, őskörnyezet

Bevezetés

A Kárpát-medence és az azt övező hegylánc, azaz a Kárpát–Pannon térség geológiai szempontból rendkívül bonyolult és érdekes terület, ahol a földkérget esetenként egymástól igen nagy távolságra keletkezett, olykor gyökeresen eltérő történetű darabok alkotják. A régióban igen elterjedtek az utóbbi mintegy 450 millió évben képződött üledékes rétegsorok, amelyek a szárazföldtől a mélytengerig terjedő változatos környezetekben rakódtak le. A bennük található ősmaradvány-együttesek némelyike azért fontos, mert az élővilág történetének olyan eseményeiről tanúskodik, amelyekről csak itt maradt meg — fossziliák formájában — „felvétel”. Ilyen például a Mecsek alsó kréta rétegsora, amely egy onnan leírt és szinte egyedülálló módon máshonnan máig sem előkerült genus (*Bicornucopina*) formájában a rudista kagylók régóta és részletesen tanulmányozott evolúciójának egy pillanatszerű epizódját látszik megörökíteni (HOFMANN & VADÁSZ 1912). Ugyanígy mondhatók a pannóniai üledékek puhatestű-együttesei, amelyek évmilliókon át tartó fejlődését az endemikus evolúció iskolapéldájaként tartják számon (pl. HOFFMAN 1989; SEPKOSKI 1993). Más előfordulásokat a kedvező geológiai körülmények, például a rétegsorok nem, vagy csak kis mértékben deformált, metamorfózistól mentes volta vagy a szerencsés kibukkanási viszonyok tesznek értékessé. Hazánk mai területén ugyanis aránylag ritkák a természetes vagy mesterségesen létrehozott és ősmaradványokban kiemelkedően gazdag kőzetkibúvások, és tágabb otthonunk, a Kárpát–Pannon térség, azaz a történelmi Magyarország területe sem bővelkedik ilyenekben.

A magyar földtani kutatásban ennek ellenére meghatározó jelentősége volt az őslénytani, valamint az ahhoz kapcsolódó rétegtani és őskörnyezeti vizsgálatoknak. A korai eredményeket dokumentáló, „A Magyarhoni Földtani Társulat Munkálatai” című kiadvány első száma is közölt már őslénytani — pontosabban szólva paleobotanikai — témájú munkát: KOVÁTS Gyula (1815–1873) az általa szerkesztett folyóiratban megjelent dolgozatát „Erdőbényei ásatag virány” cím alatt publikálta (KOVÁTS 1856). A „Munkálatok” néhány megjelent kötetét hamarosan felváltó Földtani Közlöny pedig 150 éven át jelentette a hazai őslénytani eredmények egyik fontos publikációs fórumát. A Közlönybe terjedelmi okokból el nem helyezhető — monografikus kereteket igénylő — dolgozatok jelentős része az időközben királyiból államivá lett Földtani Intézet gondozásában megjelent *Geologica Hungarica* periódikában látott napvilágot, amelyen belül újtára indították az őslénytani–rétegtani eredményeket közlő „series Palaeontologica” sorozatot. A szintén a Földtani Társulat által kiadott, 1963-tól megjelenő *Őslénytani Viták* 39 kötetet és egy pótkötetet ért meg. E szerény kivitelű kiadvány, címének megfelelően, számos alkalommal közölt olyan eredményeket is, amelyeket a szerzők egy még le nem zárult kutatás közben kívántak közreadni.

Az 1990-es társadalmi változás után az egyre csökkenő számú hazai kutatógárda előtt megnyíltak a korábban lényegesen nehezebben elérhető külföldi publikációs fórumok, és a legutóbbi időkben gyorsan változó publikációs lehető-

ségek — köztük az online folyóiratok és a gyorsan közzétehető pdf-ek megjelenése — jelentős szemléletváltozást hoztak. Mindezek tükrében érdemesnek tűnik röviden áttekinteni azokat a kiemelkedő jelentőségű eredményeket, amelyek az elmúlt 150 évben a gerinctelen állatok őslénytani kutatásában a térségben születtek. A gerinces maradványokkal külön cikk foglalkozik majd, és a mikropaleontológia tárgykörébe tartozó fossziliákra is csak érintőlegesen térünk ki. Dolgozatunk Magyarországnak az adott kutatás idején aktuális területére fókuszál, de az 1920 utáni időkre vonatkozóan is igyekeztünk — olykor vállaltan szubjektív — kitekintést nyújtani a címben is szereplő Kárpát–Pannon térség egészére.

A dolgozatunkban szereplő, olykor nagy példányszámú faunák túlnyomó része két közgyűjteménybe, a Földtani Intézet (ma Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat) múzeumába és a Magyar Természettudományi Múzeumba került, ahol további tudományos vizsgálatok számára ma is elérhetők. A mai Magyarország területéről új fajként leírt formák típuspéldányairól BODA (1964), az MTM-ben őrzött típusokról PÁLFY és munkatársai (2008), majd ennek kiegészítéséül DULAI és munkatársai (2018) készítettek katalógust. Az MTM anyagának szemléjét, jelentőségének kiemelését és kontextusba helyezését adja PÁLFY (2009).

Cikkünkben a terjedelmi korlátok okán nem törekedhettünk teljességre. A magyar paleontológia története, illetve a Kárpát–Pannon térség kövületei iránt érdeklők figyelmébe ajánljuk GÉCZY Barnabás dolgozatát és egy közelmúltban megjelent kötetet, amelyben számos ősmaradványt is ábrázoltak a szerzők, és amelyben jelen cikk irodalmi hivatkozásainál lényegesen gazdagabb bibliográfia található a témával kapcsolatban (GÉCZY 2008, FŐZY & SZENTE 2012).

Paleozoikum — a Kárpát–Pannon térség legidősebb kövületei

Hazánk területén a paleozoikumi kőzetek csak kis kiterjedésűek, és a belőlük ismert fossziliák rendszerint nem túl jó megtartásúak, nehezen azonosíthatók. Mindezek miatt a kutatók sokáig aránylag kevés figyelmet szenteltek a témának. Valószínűleg éppen ezért hatott a reveláció erejével, hogy az Eötvös Loránd Tudományegyetem legendás tanár-egyéniisége, ORAVECZ János (1935–2009) különböző dunántúli lelőhelyek kovás paláiból *Hystriochosphaeridák* és monograptid jellegű graptolita-töredékeket írt le, és ezzel bizonyította azok szilur korát (ORAVECZ 1964). A publikáció idején ez jelentette a legidősebb hazai ősmaradványokat. A Földtani Közlöny hasábjain közölt felfedezés bekerült egy népszerűvé lett geológusnóta szövegébe, a felfedező nevét pedig Heinz KOZUR (1942–2013) örökítette meg egy általa bevezetett új nemzetség (*Oraveczisphaera*) formájában, amelyet egy szalatnaki mélyfúrás gazdag szilur mikrofaunájából írt le (KOZUR 1984).

A német származású, de hazánkban letelepedett és több mint 30 éven át Magyarországon tevékenykedő Heinz KOZUR alighanem a magyar paleontológia legtermé-

kenyebb munkása volt. Írásban megjelent munkáinak száma 599, ami azt jelenti, hogy tanulmányait követően átlagosan havonta több mint egy publikációt – köztük számos monográfiát – jelentetett meg többek között a paleozoikumi és mezozoikumi ostracodák, Holothuroideák, Phyllodocidák, Eunicidák, Charophyták, mega- és miosporák, Muellerisphaeridák, valamint Arthropoda és Tetrapoda életnyomok és „mikroproblematika” tárgykörben (OZSVÁRT 2014). Amint azt elmesélte, még azokat a másodperceket is felhasználta cikkírásra, amelyek a pásztázó elektronmikroszkóp számára egy-egy fényképfelvétel rögzítéséhez szükségesek voltak.

Szilur korúak Magyarország — sőt az egész Kárpát-Pannon térség — legidősebb ismert makrofossziliái is. Ezek azok az Upponyi-hegységből, Nekézseny mellől való egyenes vázú Nautiloideák (*Michelinoceras* és *Kopaninoceras*), amelyek korát conodonták alapján határozták meg (GNOLI & KOVÁCS 1992).

Magyarország területén azonban vannak szilurnál idősebb ősmaradványokat tartalmazó kőzetek is. Ezek a metamorf kőzetek a szabadbattyáni Szár-hegy északi előterében mélyített fúrásból kerültek elő, és a bennünk lévő, a szervesvázú mikroplanktonba tartozó acritarchák alapján ordíviciumi korúak (ALBANI et al. 1985). Hasonló maradványok előkerültek a Kárpátok és az Erdélyi-sziget-hegység kőzeteiből is, ahol olykor még idősebb, kambriumi, sőt proterozoikumi kort jeleznek (pl. OLARU 2017).



1. ábra. *Leptodus nobilis* (Waagen) rögzült teknője a bükki felső perméből, a nagyvisnyói 5. sz. vasúti bevágás rétegsorából. A korábban rendszerint *Lyttonia* néven emlegetett sajátos brachiopodát a bükki paleozoikum fárhadhatlan kutatója, SCHRETER Zoltán gyűjtötte és ábrázolta. A genus a legbizarrabb pörgekarúak közé tartozik, és minden bizonnyal a trópusi sekélytengeri gerinctelenek körében nem ritka fotoszimbiozis jelenségét példázza. A bordákra emlékeztető vázelemek és a fedőteknő ezeket követő körvonala a köpeny felszínének a lehetőség szerinti legtöbb moszat befogadását lehetővé tevő megnövelését szolgálták. A példány mérete kb. 5 cm

Figure 1. Attached valve of *Leptodus nobilis* (Waagen) from the Upper Permian of the Bükk Mountains. This peculiar brachiopod, also known as *Lyttonia* in the earlier palaeontological literature, was collected from the Nagyvisnyó railway cut No. 5 by Zoltán SCHRETER, tireless researcher of the Palaeozoic of the Bükk Mountains. The genus is one of the most bizarre brachiopods and reasonably considered as an example of photosymbiosis, a common phenomenon among tropical shallow-marine invertebrates. The rib-like swellings as well as the corresponding digitate outline of the lid valve served to enlarge the area of the mantle in order to harbour an increased amount of algae. Size of the specimen is ca. 5 cm

A paleozoikumi gerinctelen makrofauna tekintetében a 19. század közepe óta ismert bükki karbon és perm szolgáltatja a legszebb ősmaradványokat hazánk területéről. A főként brachiopodákat (*1. ábra*), de puhatestűeket, korallokat és tüskésbőrűeket is tartalmazó faunának leggazdagabb lelőhelyeit, az Eger Putnokkal összekötő egykori vasútvonal bevágásait VADÁSZ Elemér (1885–1970) gyűjtötte be elsőként. Ezt követően RAKUSZ Gyula (1896–1932), majd SCHRETER Zoltán (1882–1970) publikálta róluk az első cikkeket és monográfiákat. RAKUSZ monográfiája a bükki (nagyvisnyói) szelvényeket és ősmaradványokat a dobsinai karbon leírásával együtt tárgyalja (RAKUSZ 1932). A két nevezetes lelőhely együttes publikálását maga báró NOPCSA Ferenc (1877–1933), a Földtani Intézet akkori igazgatója szorgalmazta, mert a trianoni döntést követően fontosnak tartotta az elcsatolt területeken született tudományos eredmények közreadását.

Míg például a Prága környéki Barrandium rendkívül gazdag ősmaradványanyaga nemzetközi szinten is kiemelkedően fontos a paleozoikum élettörténetének és rétegtanának megismerése szempontjából, addig a Magyarországról előkerült paleozoikumi ősmaradvány-együttes gazdagsága és jelentősége a Szepes-Gömöri-érchegegyéből, a Karni-Alpokból és a Dinári-hegységből ismert paleozoikumi fossziliák lokális és regionális jelentőségéhez hasonlítható. Az e téren született eredmények elsősorban a medencealjzat és hazánk földtörténetének megismerése okán fontosak.

A hazai paleozoikumi kőzetekről — így azok ősmaradvány-tartalmáról is — FÜLÖP József (1927–1994) minden részletre kiterjedő kétkötetes munkája ad számot (FÜLÖP 1990, 1994).

Triász kutatás a Kárpát-medencében: világraszóló eredmények

Amíg tehát térségünk paleozoikuma és annak ősmaradványai legfeljebb a helyi geológia kérdéseire választ adó — bár olykor igen értékes — munkák alapját képezték, addig a terület triász rétegsorainak kutatási eredményei olykor az egész alpi–himalájai hegyláncra is kiterjeszthetők voltak. Magyarország triászáról részletes áttekintést ad a HAAS (2004) által szerkesztett, a témára vonatkozó legfontosabb munkák alapján megírt, gazdagon illusztrált kötet.

A Balaton-felvidék, az alpi triász klasszikus területe

A terület triász rétegsorait és ősmaradványait először BÖCKH János (1840–1909), a budapesti Földtani Intézetnek az alpi triászt tapasztalatból jól ismerő második igazgatója, „a szív, a kedély és a munka egyszerű embere” (SZONTAGH 1910) vizsgálta részletesen, aki 1869-ben kezdett a Déli-Bakony földtani kutatásába. Két terepi szezoni eredményeit összefoglaló, példamutató gyorsasággal és alaposan megírt, két részben megjelent tanulmánya (BÖCKH 1872, 1874) az alpi triász korai szakirodalmának máig becses al-

kotása. Az általa gyűjtött számos ősmaradvány, főként ammonitesz közül némelyik később nagy fontosságúnak bizonyult. Megemlíthető közülük a „*Ceratites reitzi*”, a *Reitziites* genus típusfaja, amely a sokáig a ladin emelet legalsó zónájának tekintett Reitzi Zóna index fosszíliaja, valamint az „*Ammonites balatonicus*”, a *Balatonites* típusfaja. Ugyancsak az általa gyűjtött példányokon alapul az *Arpadites* nemzetség. Az utóbbi két genust Edmund von MOJSISOVICS (1839–1907), a triász rétegtan majd’ negyed évszázadig vezető alakja, BÖCKH munkatársa írta le.

BÖCKHnek a triász kutatás iránti elkötelezettségét mi sem bizonyítja jobban, mint hogy a halála előtti napon, már nyugállományba vonulva, a Balaton-felvidéki triászt és annak ősmaradványait világszerte ismertté tevő és a magyarországi tudomány mindmáig legnagyobb vállalkozásának tekinthető „Balaton-monográfia” egyik fejezetén, a keszthelyi-hegységi Rezi környékén előkerült felső-triász (rhaeti) ősmaradványok leírásán dolgozott. A rendszerint röviden „Balaton-monográfiaként” emlegetett, „A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei” címet viselő tekintélyes könyvsorozat a tő és környéke nagyszabású, sokoldalú kutatásának eredményeit adja közre. A kutatást id. LÓCZY Lajos (1849–1920), a kiváló geográfus és geológus kezdeményezte, a könyvsorozatot pedig a Magyar Földrajzi Társaság Balaton-bizottsága adta ki. A mű legterjedelmesebb része „A Balatonmellék paleontológiája” címet viselő négykötetes függelék, amelynek összesen mintegy 2500 oldalából több mint 1700 triász ősmaradványokról szól. A leírásokat száznál is több könyvmatos és fényképes tábla egészíti ki.

Az egyes fejezeteket, amelyek mind magyar, mind pedig német, illetve egy esetben angol nyelven is megjelentek, a kor ismert specialistái írták. Közülük többeket máig az alpi triász kiemelkedő kutatói között tartanak számon. Csak néhányukat kiragadva Fritz FRECH (1861–1917), a breslauer egyetem professzora, id. LÓCZY jó barátja a „monográfia” legtermékenyebb szerzője volt és egyben mestere a bakony-csernyei jura ammoniteszek leírásával érdemeket szerzett és később sikeres geográfusi pályát befutott PRINZ Gyulának (1882–1973), valamint a triász ősmaradvány-lelőhelyekben is gazdag Vértes első monográfusának, TAEGER Henriknek (1881–1939). Carl DIENER (1862–1928) a bécsi egyetem rektora volt, aki elsőként írt a világ tengeri triászáról nagy ívű összefoglaló művet. Megemlíthető itt Francis BATHER (1863–1934) brit tüskésbőrű-specialista is, aki a világon először (1807-ben) alapított tekintélyes geológustársaság, a Geological Society elnöke volt. Jellemző, hogy BÖCKH, MOJSISOVICS és a Balaton-monográfia négy további szerzője is szerepelnek abban az arcképcsarnokban, amelyet Tim TOZER (1928–2010) a triász rétegtan történetéről írott munkájában a kiemelkedő alpi–himalájai kutatókról állított össze (TOZER 1984).

A Balaton-monográfiának a „boldog békeidők” utolsó éveiben, az 1900-as évek elején történt megjelenése után a Balaton-felvidéki triász kutatása terén évtizedekig kevés előrehaladás történt. Ennek bizonyára számos oka volt, az egyik esetleg az, hogy BÖCKH, MOJSISOVICS, LÓCZY és

társaik kiemelkedő intellektuális teljesítménye a tudomány ragyogó fénykörét irányította rá a területre, ám ugyanakkor beárnyékolta a témával őket követően foglalkozni kívánók vállalkozó kedvét. A (mai szemmel tekintve csak látszólagos) érdektelenség másik oka az lehetett, hogy a terület középső-triász rétegsorában felfedezett hasadóanyagnyomok miatt a téma titkosnak és hallgatólagosan tiltottnak számított. Kutatásra az egyetlen „bennfentes”, SZABÓ Imre (1926–2014) kivételével másnak nem nagyon volt lehetősége és/vagy bátorsága. Akármiért is alakult így, a kutatások csak a ’70-es évek végén indultak újra, nem utolsósorban annak a megújulásnak a hatására, amely a triász rétegtanban az 1960-as években világszerte megkezdődött.

SZABÓ Imre, a Balaton-felvidéki triász minden bizonnyal legjobb terepi ismerője 1958-tól nyugdíjazásáig a szakmai körökben a „Pécsi Urán” néven emlegetett Mecseki Ércbányászati Vállalat munkatársa volt. A Balaton-felvidéki Kutatócsoport vezetőjeként módja volt mélyfúrásokat kitzüni és számos kutatóknak vagy kutató-árkot ásatni, amelyekből rengeteg ammonitesz és más ősmaradvány került elő. Hires gyűjteményéről a szakma jó darabig csak az előadásain bemutatott, gyakran nagyon szép példányok alapján alkothatott képet. A ’80-as évek elejétől kezdődően azonban, majd a társadalmi változás után még inkább, örömmel osztotta meg tudását a fiatalabb triász kutatókkal, és igen aktívan kapcsolódott be az újrinduló kutatás minden fázisába a gyűjtőexpedícióktól az eredmények publikálásáig. Legjelentősebb önálló munkája mindazonáltal a Veszprém jelű 1:200 000-es földtani térkép „Magyarázó” kötetének teljességre törekvő adatbázisként használható Triász c. fejezete (SZABÓ 1972).

A ’80-as és ’90-es években számos kutatóórok és mélyfúrás tárta fel a triász rétegeket. A korszerű módon, rétegről rétegre gyűjtött ősmaradványok vizsgálatának az eredményei számos új adattal járultak hozzá a két, ősmaradványokban leggazdagabb rétegtani szint, a *Balatonites* és *Bulogites* ammoniteszeket is magába foglaló és a Balaton-felvidékről elnevezett pelsői alemelet, valamint a ma a felső anisusiba sorolt „Reitzi-szint” ismeretéhez. Az új eredményeket számos cikk, valamint egy, a földtani térképezés során gyűjtött ammoniteszekről szóló — és a magyarországi őslénytani irodalomban elsőként digitálisan készült fényképekkel illusztrált — könyv (VÖRÖS 1998) ismertette. (Ezt a munkát a Magyarhoni Földtani Társulat a kiemelkedő őslénytani kutatások elismerésére alapított Hantken Miksa-emlékéremmel díjazta; az emlékéremmel kitüntetettek listáját az *I. táblázat* tartalmazza). Megjelenésük után azonban indokolttá vált önálló monográfiák megjelentetése.

ORAVECZ János elbeszélése szerint az 1980-as évek elején a Magyar Rétegtani Bizottságnak a triász rétegtani táblázat összeállítására nem volt a túlzott mértékű tagolás híve, ám a Bizottság elnökének, FÜLÖP Józsefnek a kérésére megnövelte a formációk számát. A triász litosztratigráfiai egységek részletes leírását és a legfontosabb rájuk vonatkozó szakirodalom felsorolását tartalmazó kötet (HAAS 1993) az első volt e munkák sorában, amelyet a kréta (CSÁSZÁR 1996) és a jura (FÖZY 2012) kötet követett.

A pelsői alemelet kutatásának legújabb eredményeit összefoglaló munka 2003-ban a nagy múltú *Geologica Hungarica series Palaeontologica* sorozatban jelent meg a kutatásokat kezdeményező, bátorító és azokban jelentős részt vállaló VÖRÖS Attila szerkesztésében (VÖRÖS 2003). A majd’ 200 oldalas mű első negyede a geológiai és rétegtani viszonyokat ismerteti, amit a legfontosabb ősmaradványcsoportok (zöldmoszatok, ammoniteszek, kagylók, pörgekarúak és conodonták), valamint a változatos pelsői kőzetek leírását tartalmazó fejezetek követnek. A fosszíliaegyüttes

I. táblázat. A Magyarhoni Földtani Társulat „őséletteni és rétegtani tudományokban kimagasló eredményekre buzdítás céljából” alapított Hantken Miksa-emlékérmének díjazottjai az emlékérem odaitélésének dátumával. A díjazott munkák a mintegy 160 éves múltra visszatekintő magyar őslénytani és rétegtani kutatás utolsó 60 évének eredményeibe is betekintést nyújtanak

Table I. Laureates awarded by Hantken Miksa Memorial Medal of the Hungarian Geological Society. The Medal was established to encourage palaeontological and stratigraphical research. The awarded publications give an insight into the results of the last 60 years out of the 160 years old Hungarian palaeontological and stratigraphical research

1963	Géczy Barnabás
1966	Balogh Kálmán
1969	Oroszné Hajós Márta
1972	Bartha Ferenc
1975	Báldi Tamás
1978	Géczy Barnabás
1981	Fülöp József
1986	Müller Pál
1991	Jánossy Dénes
1994	Hably Lilla
1997	Nagy Eszter
2000	Vörös Attila
2003	Dulai Alfréd
2006	Sümegei Pál
2009	Kókay József
2012	Vörös Attila
2015	Ősi Attila
2018	Főzy István, Szente István

jóval változatosabbnak bizonyult, mint ami a korábbi munkák alapján feltételezhető volt. Csak a makrofauna legjelentősebb csoportjait tekintve, 42 lábasfejű-, 30 kagyló- és 34 brachiopoda-faj vált ismertté a Balaton-felvidék pelsői alemeletéből, amely így — a sok évtizedes elmaradást behozva — az alpi triász egyik legjobban megvizsgált és dokumentált rétegsorává vált.

A Balaton-felvidék, közelebről a felsőörsi Forrás-hegy rétegsora jó ideig esélyes volt a ladin emelet „Globális Sztratotípus Szelvénye és Pontja” (GSSP-je) címre (VÖRÖS et al. 2003). Bár a választás végül egy észak-olaszországi szelvényre esett, a felbuzdulás a feltárásnak a látogatók számára való kiépítését és tájékoztató táblákkal való ellátását, valamint a „Reitzi-szint” és rétegtani környezete sokoldalú őslénytani vizsgálatát eredményezte. Ezek a rétegek, amelyeket ma a Buchensteini Formációba sorolnak, a korábbiaknál kevésbé változatos ősmaradvány-együttest tartalmaznak, minden bizonnyal a nagyobb lerakódási mélységük miatt. A domináns fossziliák az ammoniteszek (2. ábra), amelyek monografikus leírása nemrégiben megjelent (VÖRÖS 2018), míg a többi ősmaradványcsoport vizsgálata még folyamatban van.

A világraszóló középső-triász kutatási eredmények mellett fontos tanulmányok születtek Magyarországon az alsó- és a felső-triásról is. A földtörténet legnagyobb, perm végi tömeges kihalása következtében az alsó-triász ősmaradvány-



2. ábra. Ammoniteszekben gazdag középső-triász (ladin) mészkődarab a nemesvámosi Katrabóca „Buchensteini rétegeiből”. A kőzetet, amelyet a példány képvisel, a régiek egy globózus *Arcestes*-féle ammonitesz faj után „tridentinusos mészkőnek” nevezték, majd a formális litosztratigráfiai nevek kizárólagossá válásával a Nemesvámosi Mészkő formáció nevet kapta. Az utóbbi terminus BUDAI Tamásnak és DOSZTÁLY Lajosnak (1961–1999), a sajnálatosan korán elhunyt radiolaria-kutatónak a merész tanulmánya (BUDAI & DOSZTÁLY 1990) eredményeként került ki az indokolatlanul felszaporított kőzetrétegtani formációk sorából. A pátos kalcittal kitöltött belső részek átmérője kb. 1,5 cm

Figure 2. Ammonite-rich limestone slab from the Middle Triassic (Ladinian) “Buchenstein Beds” of the Katrabóca Hill near Nemesvámos, Balaton Highland. In the older literature, this rock is usually referred to as “tridentinus limestone”, named after the occurrence of a species of globose *Arcestes*-like ammonites. When coining lithostratigraphical names, the Triassic Sub-commission of the Hungarian Commission on Stratigraphy renamed it Nemesvámos Limestone Formation. This latter terminus has disappeared from the clump of redundant names as a result of the brave study of Tamás BUDAI and the late radiolarian expert Lajos DOSZTÁLY (1961–1999) (BUDAI & DOSZTÁLY 1990). The diameter of the inner parts filled with sparry calcite is ca. 1.5 cm

együttese a geológiailag fiatalabbakhoz képest világszerte kisebb diverzitásúak. A tömeges kihalásoknak és az élővilág azokat követő talpra állásának a kutatása iránt különösen megnőtt az érdeklődés az 1980-as évek elején, amikor az Amerikai Egyesült Államok és a Szovjetunió között a nukleáris fegyverek leszereléséről folytatott tárgyalások megszakadása az atomháború rémét vetítette előre. Előtérbe került a perm–triász rétegtani határintervallum és ezzel a triász legelső emelete, az indusi megfelelő GSSP-je utáni kutatás. A nukleáris háború kitörésének veszélye azóta talán csökkent, de az élővilágnak „a tömeges kihalások anyja” (ERWIN 1996) utáni helyreállítását dokumentáló alsó-triász fosszília-együttesek máig intenzív kutatás tárgyát képezik. A legutóbbi időben a Mecsek és az Aggtelek–Rudabányai-hegység ősmaradvány-együtteseinek az elemzése révén jelentős eredmények születtek a helyreállítás dinamikáját meghatározó tényezők megismerésében (FOSTER & SEBE 2017, FOSTER et al. 2015). Ugyancsak e témakörbe tartozik az 1980-as években új lendületet kapott Balaton-felvidéki triász-kutatás egyik említésre méltó eredménye, a terület és a Dolomitok alsó-triász rétegsorait és ősmaradvány-együtteseit összehasonlító, ismert magyar és olasz szakemberek által írt terjedelmes dolgozat (BROGLIO-LORIGA et al. 1990). Ugyancsak részben Balaton-felvidéki példányok alapján tett kísérletet POSENATO (1992) az alsó-triász emblemikus ammonitesz-

genusa, a formák zavarba ejtő változatosságát felvonultató — és több ezirányú próbálkozásnak ellenálló — *Tirolites* revíziójára.

A Dunántúli-középhegység és a Dolomitok felső-perm és alsó-triász rétegsorainak a hasonlóságára, valamint a perm fáciesövek azonos elrendeződésére MAJOROS György, akkoriban a Mecseki Ércbányászati Vállalat kutatója hívta fel a figyelmet a Magyarhoni Földtani Társulat 1978 novemberében tartott ösföldrajzi ankétján. Dolgozata (MAJOROS 1980) több más nagy jelentőségű tanulmánnyal együtt a Földtani Közlöny egyik legvastagabb füzetében (110. kötet, 3–4. füzet) látott napvilágot.

BROGLIO-LORIGA és munkatársai (1990) munkájában nem esik szó a Balaton-felvidék egyes lelőhelyein (például Sóllyon) nem ritka kígyókarú tengericsillag (*Ophiuroidea*) maradványokról. Így aztán mindmáig tisztázatlan a DETRE Csaba (1941–2016) és MIHÁLY Sándor (1941–1995) által (DETRE & MIHÁLY 1987) egyetlen példány alapján bevezetett *Ophiolepis balatonica* és a Dolomitok azonos korú rétegeiben helyenként nagyon gyakori és a balatoni példányokra felettébb hasonlító *Praeaplocoma hessi* BROGLIO-LORIGA et BERTI CAVICCHI, 1972 közötti esetleges rokonság — vagy akár azonosság — kérdése.

Meggyőzően dokumentáltak viszont a Bükk-fennsík ÉNy-i részén található Bálvány oldalában feltárt, a perm-triász határt és annak rétegtani környezetét képviselő rétegekben talált kagylók és brachiopodák (POSENATO et al. 2005), valamint az Aggtelek–Rudabányai-hegység alsó-triász faunája (HIPS 1996). Az utóbbi területről írta le az észak-magyarországi triászt fáradhatatlanul kutató VELLE-DITS Felicitász szervezte kutatócsoport az alpi-kárpáti térség legidősebb triász platformperemi zátonyát (VELLEDITS et al. 2011). Ezekben fontos zátonyalkotók voltak a szivacsok, amelyek leírásában KOVÁCS Sándor (1948–2010), a sajnálatosan korán eltávozott kiváló triász-kutató szerzett érdemeket (KOVÁCS 1978a, b).

A Dunántúli-középhegység felső-triász sekélytengeri (platform-) karbonát rétegsorai, a Földolomit és a Dachsteini Mész-kő emblematisz ősmaradványai, a *Megalodon*-féle kagylók már a Balaton-monográfia oldalain is helyet kaptak, de szisztematikus vizsgálatukra csak később került sor. A kutatók közül elsőként KUTASSY Endrét (1898–1938) kell megemlíteni, aki korai halála ellenére igen jelentős, leginkább a triász ősmaradványokhoz kötődő életművet alkotott. Kiseb dolgozatai mellett a nagy hírű „Fossilium Catalogus” könyvsorozatban megjelent négy kötete közül az egyik ugyancsak a *Megalodon*-féléről szól (KUTASSY 1934).

KUTASSY ugyancsak érdemeket szerzett a Budai-hegység perli Dachsteini Mész-kőből származó puhatestűek, főként csigák és kagylók leírásával. Ez irányú munkásságáról, illetve a gyűjtemény hányattot sorsáról SZABÓ (2011) a Földtani Közlöny hasábjain részletesen beszámolt.

A *Megalodontidae* család számos szempontra kiterjedő monográfiája az 1970-től 1990-ig az ELTE Alkalmazott és Műszaki Földtani Tanszékét vezető VÉGHNE NEUBRANDT Erzsébet (1926–2008) örök értékű alkotása (VÉGH-NEUBRANDT 1982). A több mint félezer oldalas munkában, némi túlzással élve, minden benne van, amit a *Megalodon*-féle kagylókról tudni kell és lehet. Nem véletlen, hogy a „Tanárnő” (a hozzá közel állók számára „Zizike”) könyve keresett és nagy becsben álló mindenütt, ahol trópusi sekélytengeri

középső- és felső-triász rétegek fordulnak elő. Márpedig ilyen területek az alpi–himalájai hegylánc teljes hosszában, Európától az Egyesült Arab Emírátsokon át Kínáig találhatók, de dokumentáltak *Megalodon*-félüket Indonéziából, Japánból, valamint Kolumbiából és Nevadából is.

Észak dél ellen: viták a Mecsek és a Villányi-hegység triászának eredetéről

A mecseki triász részletes kutatását, csakúgy mint a Balaton-felvidékét, BÖCKH János kezdte meg, aki a 19. század második felében nagyarányú iparosodásnak indult Pécs városa felkérésére a terület vízellátásának a lehetőségeit vizsgálta. Nem elégedett meg azonban a jelentés megírásával, hanem munkája eredményeit egy szép földtani térképpel együtt közre is adta (BÖCKH 1876). Dolgozata a mecseki perm és triász rétegsor első részletes leírása. Felvételező munkája közben számos ősmaradvány-lelőhelyet is felfedezett, az általa gyűjtött példányoknál szebbeket azóta sem sokat találtak.

BÖCKH, amint arról már szó esett, az alpi triászban járatos geológus volt. A Nyugati-Mecseket alkotó periantiklinális szárnyain kibukkanó homokkő és konglomerátum-rétegeket az alpi térségben elterjedt késő-perm korú, általában „Verrucano” vagy „Grödeni Homokkő” néven ismert kontinentális összlettel azonos korúnak tartotta, a rájuk települő karbonátos rétegsor alsó részében pedig az alsó-triászt vélte felfedezni. Prekonceptiója egy esetben az ősmaradványok rossz meghatározásához is vezetett: a mész-kő rétegekben előforduló egyik gyakori kagylót az alsó triász vezérkövületének tekintett *Myophoria* (ma *Costatoria*) *costata* fajjal azonosította. Ez annak fényében figyelemre méltó, hogy Karl PETERS (1825–1881), egyéb érdemei mellett a Mecsek geológiai kutatásának úttörője, az említett formákat már helyesen (*M. goldfussi*) határozta meg (PETERS 1862). Bár ez a faj az anisusira (középső-triász) jellemző, PETERS a nevezett rétegek korára vonatkozólag nem vont le következtetést. A kontinentális rétegsor alsó-triász korát végül BARABÁSNÉ STUHL Ágnes (1928–2014) állapította meg palinológiai vizsgálatok alapján (BARABÁSNÉ STUHL 1981).

Említésre méltó, hogy a betegséggel küzdő PETERS grazi egyetemi tanári posztjának betöltésére utódjául BÖCKH Jánost szemelte ki, aki azonban a felkérést megköszönve inkább Magyarországon maradt (SZONTAGH 1910).

A triász rétegtan sokáig megoldatlan kérdései mellett ugyancsak jó ideig vita tárgyát képezte a dél-dunántúli triász germán vagy alpi jellege. A rétegsor (alul és felül uralkodóan sziliciklasztos kontinentális formációk, közöttük pedig tengeri karbonátos rétegek) a klasszikus „germán triászra” (Buntsandstein–Muschelkalk–Keuper), pontosabban a germán triász fácies-provinciára emlékeztet. A gondolat már BALOGH Kálmán (1915–1995) úttörő dolgozatában (BALOGH 1981) felbukkant, majd a magyar geológusok körében szinte egyöntetűen elfogadottá vált. Harcos ellenzője is akadt azonban, mégpedig Heinz KOZUR, az egykori NDK-ból érkezett és a germán triászt jól ismerő kutató, aki eleinte Rudolf MOCK (1943–1996), a pozsonyi egyetem földtani és őslénytan tanszékének vezetője, elismert conodontkutató

társszerzőségével bírálta a magyar kollégák vonatkozó nézeteit (pl. KOZUR & MOCK 1987).

MOCK utóbb, a TÖRÖK Ákos (jelenleg a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Geotechnika és Mérnökgeológia Tanszéke tanszékvezető professzora) társaságában a Mecsekben tett kiránduláson látottak hatására meggyőződött a Muschelkalk ottani előfordulásáról, de KOZUR tovább és egyre hevesebben, a személyeskedéstől sem visszariadva támadta a germán triász dél-dunántúli előfordulásának gondolatát, illetve főként az azt képviselőket. Érdekes, hogy a nevezetteket politikailag címkéző sorok a lektorok és szerkesztők szűrőjén átmenve nyomtatásban is megjelentek.

KOZUR fékezhetetlennek tűnő indulatát a szakmai egyet nem értés mellett minden bizonnyal az is fűtötte, hogy munkahelye, a Magyar Állami Földtani Intézet az 1980-as évek elején – ilyen-olyan okokból – nem hosszabbította meg a munkaszerződését. Írásaiban ettől fogva levelezési címként a lakcímét (Rézsű u.) adta meg. DOSZTÁLY Lajos mesélte, hogy külföldi kollégák több ízben is érdeklődtek tőle a „Rézsű University” holléte felől, mivel eszükbe sem jutott, hogy egy olyan neves tudósnak, mint Heinz KOZUR, nincsen a magyarországi akadémiai szférában munkahelye.

Egyik fő érve az volt, hogy a germán Muschelkalkra jellemző ammoniteszek, például az emblemikus *Ceratites*, a Mecsekben teljesen hiányoznak. A Muschelkalk-tengerben azonban csak a latin korszakban alakultak ki az endemikus formák, amikor a mecseki triász medencében már édesvízi környezet uralkodott. Az anisusi korszakban a Muschelkalk-tengerben még az alpi triászból jól ismert ammoniteszek és egyéb gerinctelenek éltek. Ilyenek a mecseki Muschelkalkból (Misinai Formáció, Bertalanhegyi Tagozat) előkerült ammoniteszek is (lásd DETRE 1973). Az „*Ammonites ottonis*” fajt, amelyet ma a *Balatonites* genusba sorolunk, például innen írta le Leopold von BUCH (1774–1853), egyéb érdemei mellett a jura rendszer tudományos definíciójának a megalkotója.

A mecseki Muschelkalkban előforduló kagyló- és brachiopoda-fajok kétségtelenül megtalálhatók ugyan a jóval változatosabb alpi faunákban is, de a bentosz együttesek mono- vagy oligospecifikus jellege egyértelműen a germán triászra jellemző (lásd például PÁLFY & TÖRÖK 1992, TÖRÖK 1997, SZENTE 1997).

A dél-dunántúli triász germán jellegének szélesebb körben történő megismertetése céljából a 90-es évek második felében a témában érdekelt kutatók „Muschelkalk-konferencia” összehívását határozták el, amelyre egy reprezentatív, „A magyar Muschelkalk” munkacímű kötetet terveztek előkészíteni. A projektindító megbeszélésen ötletekben és kéziratok lelkes felajánlásában nem volt hiány, de a kötet, amely TÖRÖK Ákos szerkesztésében az *Acta Geologica Hungarica* folyóirat 40. kötete 4. füzeteként jelent meg, végül két őslénytani dolgozatot tartalmaz csupán. Ezek egyike a tengerililiomok leírása és rétegtani értékelése Hans HAGDORN és munkatársai, KONRÁD Gyula és TÖRÖK Ákos tollából (HAGDORN et al. 1997). (HAGDORN, aki nyugdíjba menetelégig egy kereskedelmi iskolában tanított, a tübingeni egyetem tiszteletbeli doktora és Ingelfingenben [Németország] saját Muschelkalk-múzeumot tart fenn.) A Mecsek, illetve a „Tiszai nagyszerkezeti egység” származtatására nézve fontos

megállapításuk, hogy az együttes nagyon hasonlít Felső-Szilézia (Lengyelország) egykorú faunáira.

Jura és kréta — tengernyi kövület

Hazánk területén a triász kőzeteknél kisebb felszíni elterjedésű jura és kréta kőzetek olykor kifejezetten sok ősmaradványt, azon belül többnyire gerinctelen kövületet tartalmaznak, és ezek kutatása a magyar paleontológia klasszikus területe. A jura és kréta fossziliák intenzív vizsgálata a magyar geológiai és paleontológiai kutatások úttörő munkásaival — köztük első helyen a sokirányú egyéb tudományos munkát végző HANTKEN Miksával (1821–1893) és BÖCKH Jánossal — vette kezdetét. A gerinctelen maradványok jellegéből adódóan nehéz kiemelni egy-egy különösen jelentős leletet — az egyes szelvényekből szisztematikusan begyűjtött, nagy példányszámú faunák feldolgozása révén azonban egy-egy lelőhely vagy szelvény (például Bakonycsérnye, Villány), ill. egy-egy fácies (például Hierlatzi Mészkö) anyaga nemzetközi szinten ismertté vált a paleontológusok körében.

Dunántúli-középhegység

A gerinctelen maradványok között gyakori ammoniteszek elsősorban korjelző értékűek. A már említett HANTKEN és BÖCKH is leginkább ezek segítségével tagolta — saját koruk ismertségi szintjén — a jura és kréta kőzeteket. Nyomdokaikban járva, a Földtani Intézet munkatársaként a Bakonyban terepmunkát végző ifj. NOSZKY Jenő (1909–1970) pedig egy életen át odaadóan gyűjtötte a cephelopodákat (3. ábra). Tisztában volt az általa gyűjtött faunaelemek rétegtani jelentőségével, és a kövületek segítségével sikerült elkülönítenie a jura emeleteket, valamint dokumentálnia a bakonyi jura rétegsorok hézagos jellegét. Rétegtani eredményeiről — 1941-től kezdődően — szűkszavú beszámolókat közölt a Földtani Intézet Évi Jelentéseiben és az időközben megjelent térképmagyarázóiban. Ezek közül is kiemelkedik a halála után megjelent utolsó dolgozata, a Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához írt magyarázó sajnálatos módon némiképp torzban maradt „Jura” fejezete (NOSZKY 1972).

A 200 000-es magyarázók legtöbbször törekedtek arra a szerzők, hogy az egyes kőzetrétegtani egységekből a kéziratuk lezárásáig megemlített összes ősmaradványt — azok lelőhelyeinek és a releváns publikációk szerzőinek megadásával együtt — felsorolják. NOSZKY kézírata azonban nem tartalmazta a szerzők nevét, és érdekes módon a hiány pótlására a hátramaradtak közül senki sem vállalkozott.

Bizonyos, hogy NOSZKY terepismerete és eredményei is közrejátszottak abban, hogy az 1950-es években újabb lendületet kapott a dunántúli-középhegységi jura- és krétakutatás. E munka élére a hazai geológiában meghatározó szerepet játszó FÜLÖP József állt. Irányításával megindult a bakonyi és gereszei jura és kréta szelvények részletes, rétegtan szerinti faunagyűjtése. Egyes szelvényekből olykor több ezer gerinctelen maradványt — nagyrészt ammoniteszeket, de sok más állatcsoport képviselőit is — gyűjtöttek. FÜLÖP az egyes



3. ábra. *Physodoceras acanthicum* Opper – felső-jura ammonitesz ifj. NOSZKY Jenő gyűjtéséből a borzavári Páskom-tetőről (méret: 17 cm). A korábban az *Aspidoceras* nemzetségbe sorolt fajt a kimmeridzei legjellegzetesebb ammoniteszének tekintették – sokáig ez fémjelzte az egész emeletet. NOSZKY egy életen át gyűjtötte a Bakony-hegység jura ammoniteszeit, de egyetlen egy példányt sem ábrázolt. Féltett gyűjteményének legkedvesebb darabjai a kimmeridzei *Aspidoceras*-ok voltak. A kövületeket lelőhelyük szerint különböző színű olajfestékkel jelölte meg. A maradványokat saját maga preparálta, lóbabonalaikat kifestette

Figure 3. An Upper Jurassic ammonite, *Physodoceras acanthicum* Opper from Páskom Hill near Borzavár, collected by Jenő NOSZKY Jr. Size of the specimen is 17 cm. The species, formerly assigned into the genus *Aspidoceras*, was regarded as the most typical ammonite of the Kimmeridgian stage. NOSZKY had passionately collected the Jurassic ammonites of the Bakony Mountains for decades – he prepared his fossils and painted the lobe lines with utmost care, however, he had never illustrated or described any of them in detail. He marked his specimens with oil painting of different colour, according to the localities where they were collected. His favourite ammonites were *aspidoceras*

ősmaradványcsoportok vizsgálatát specialistákra bízta. A neve alatt megjelent gerecsei, tatai és villányi monográfiákban (FÜLÖP 1958, 1964, 1966, 1975) a brachiopodákat és a felső-jura ammoniteszeket VIGH Gusztáv (1920–1980), az alsó-kréta cephalopodákat pedig főként VIGH Gusztáv, HORVÁTH Anna (1915–2000) és NAGY István Zoltán (1928–2017) határozták meg. A felsorolt mezozoikumi kötetek sorába jól illeszkedik a „sümei monográfia” (HAAS et al. 1984), melynek cephalopoda-anyagát szintén VIGH & HORVÁTH határozták meg. HORVÁTH, NAGY és VIGH később számos önálló publikációt közölt a középhegységi felső-jura–alsó-kréta ammoniteszfaunáról és -biosztratigráfiáról.

Az 1960-as évek közállapotaira mi sem jellemzőbb, mint hogy az állami pénzen gyűjtött ősmaradványokat, így például az informálisan „Fülöp Gyűjteményként” számon tartott Bersek-hegyi 11 000 példányból álló cephalopoda anyagot a hivatali pozícióban lévő, és a gyűjtést elrendelő személy saját tulajdonaként kezelte. Az időközben különös módon eltűnt terepi gyűjtési jegyzőkönyvek hiányában a fauna teljes körű tudományos feldolgozása mind a mai napig nem valósulhatott meg.

A fenti monográfiák lényegében szerkesztett kötetek, amelyek az adott lelőhely sokirányú vizsgálati eredményeit közlik. Megjelenésükkel párhuzamosan újabb, nagy volumenű őslénytani gyűjtések indultak, amelyek eredményeképpen több ezer példányt számláló ősmaradvány-együttesek kerültek elő; ezek olykor évtizedeken át feldolgozatlanul pihentek a gyűjteményekben. FÜLÖP 1958-as monográfiájának megjelenését követően a gerecsei Bersek-hegyről például hatalmas

ősmaradványanyagot gyűjtöttek be, amely évtizedeken át feldolgozatlan maradt (4. ábra). A hagyományosan „apri kri-noideás mészkőnek” nevezett Tatai Mészke gazdag ammoniteszfaunájának monográfiája (SZIVES 1999) így a FÜLÖP-féle 1975-ös tatai monográfiához kapcsolódik szervesen.

FÜLÖP (1964) bakonyi alsó-kréta monográfiája az összes fontos ősmaradvány-lelőhelyet és szelvényt ismerteti, de ezeken a helyeken (a Hárskút környéki szelvényekben, az Eperkés-hegyen, a Rend-kőn és részben a zirci Márványbányában) szintén csak a kötet megjelenését követően indultak meg a rendszeres, rétegenkénti gyűjtések. Az előkerült maradványokat számos kutató vizsgálta; az eddigi eredményeket ismerteti FÓZY (2017, és további hivatkozások ugyanitt), de a faunák teljes körű feldolgozása további feladatot jelent.

A hazai jura- és krétakutatás számára további értékes vizsgálati anyagot szolgáltatott az 1970-es évek végén kibontakozó Nemzeti Alapszelvény Program. E munka keretein belül, a korábban megkezdett réteg szerinti ősmaradványgyűjtések mintájára, számos új középhegységi szelvényt gyűjtöttek be, amelyek gazdag gerinctelen kövületanyagot (elsősorban ammoniteszeket, belemniteszeket és brachiopodákat) szolgáltatottak. A bakonyi és gerecsei gyűjtéseket FÜLÖP tanítványa és a Földtani Intézet igazgatói székében utódja — később hivatali ellenlábasa —, KONDA József (1929–1995) irányította.

A szisztematikus gyűjtések révén felhalmozódott kövületanyag európai viszonylatban egyedülálló volt, és kellő alapot biztosított a hazánkban folyó további őslénytani kutatásokhoz, amelyeknek egyik fő célpontjává a jura vált. A többek között HANTKEN Miksa, HOFMANN Károly (1839–



4. ábra. Két különlegesen jó megtartású, bár töredékes zónajelző alsó-kréta (barremi) ammonitesz a gerecsei Bersek-hegyen gyűjtött 11 000 cephalopodából. A kutatást FÜLÖP József irányította, a tényleges gyűjtőmunkát a STEINER Tibor vezette csapat végezte. Balról: *Moutoniceras moutonianum* (d’Orbigny), méret: 12 cm; jobbról: *Subpulchellia changarnieri* (Sayn), 9 cm

Figure 4. Two well preserved (though injured) Early Cretaceous (Barremian) zonal index ammonites from the Gerecse Mountains. The specimens belong to a large collection of 11 000 fossils collected long ago in the Bersek Quarry. The bed-by-bed collecting campaign was supervised by Prof. József FÜLÖP, while the actual collecting work was directed by Tibor STEINER. Left: *Moutoniceras moutonianum* (d’Orbigny), size: 12 cm; right: *Subpulchellia changarnieri* (Sayn), size: 9 cm

1891) és VIGH Gyula (1889–1958) munkásságát folytató „jura iskola” mestere GÉCZY Barnabás lett, aki egyetemi oktatóként generációkon átívelő oktatói tevékenységet is folytatott. A nevéhez fűződő őslénytani, rétegtani és ősföldrajzi eredmények az egész mediterrán jura vonatkozásában alapvetőek, így nemzetközi viszonylatban is széles körben ismertek. A kora-jura faunaprovinciák kutatásában elért eredményei döntő bizonyítékokat szolgáltatottak arra, hogy a Dunántúli-középhegység lemeztektonikailag eredetileg a Tethys déli peremének karbonátos platformjához tartozott, míg a Mecsek és a Villányi-hegység az északi peremhez (GÉCZY 1972). Ezek az eredmények meghatározó szerepet játszottak a neogén Pannon-medence kialakulásának lemeztektonikai modelljében is, amelyet szerzőtársaival a Földtani Közlönyben magyarul, a Tectonophysics című lapban pedig angolul közöltek le (STEGENA et al. 1975a, b).

GÉCZY szakmai tekintélyének volt köszönhető, hogy a Földtani Intézet centenáriuma (1969) alkalmából rendezett négy nagyszabású nemzetközi tudományos konferencia közül az egyik — és általános vélekedés szerint a legsikeresebb — a világ vezető jurakutatói részvételével zajlott „Mediterrán jura kollokvium” volt. A jura tekintetében közvetlen tanítványai, GALÁZ András, SZABÓ János és VÖRÖS Attila részben leíró őslénytani munkákat, részben szintetizáló, az ammonitesz-, csiga- és brachiopoda-fauna fejlődésére vonatkozó cikkeket és paleo(bio)geográfiai témájú értekezéseket publikáltak. A fent említett jura iskola tagjának vallhatják magukat e sorok írói közül ketten is (F. I. és Sz. I.), valamint PÁLFY József, aki többek között a földtörténeti időskála pontosításában elért eredményeivel szerzett magának érdemeket, és DULAI Alfréd, aki VÖRÖS Attila szakmai útmutatásai mellett a kora-jura brachiopoda-faunák vizsgálatával indult el szakmai pályafutásán.

Mecsek és Villány

A Dunántúli-középhegység jura és kréta rétegsorainak megismerésével közel egy időben — BÖCKH János működésével — megindult a hasonló korú szelvények és faunák vizsgálata Dél-Magyarországon, a Mecsek és a Villányi-hegység területén is, ám ezeket nem követték a középhegységihez mérhető szisztematikus, nagy volumenű földtani intézeti gyűjtések. Ugyanakkor a Mecsekben földtani térképezést végző HETÉNYI Rudolf (1933–2003) évtizedeken át gyűjtötte a jura gerinctelenek — elsősorban a cephalopodák — maradványait. Az általa felhalmozott hatalmas anyag feldolgozására vár.

A Mecsekkel kapcsolatos gerinctelen őslénytani eredmények közül kiemelendő a vörös gumós bath mészkő ősmaradvány-együttesének közel teljes körű feldolgozása, amelyet a szerzők az Eötvös Loránd Tudományegyetem 1995-ben megjelent Annalesében publikáltak. E munka rétegtani kereteit a kutatást vezető GALÁZ András cikke jelentette (GALÁZ 1995).

A mecseki alsó-kréta különös érdekessége, hogy az ős-

A bath mészkőben az ammoniteszek — a geológiai idősebb foltozmárgával ellentétben — többnyire nem szépek, torzultak. Részletes vizsgálatukat BÖCKH János kezdte meg, aki akadémikusi székfoglalójának témájául választotta a mecseki középső-jura fosszíliaegyüttest. Gyönyörű könyvomatú táblákkal illusztrált dolgo-

zata (BÖCKH 1881) — talán a kiegyezést követő időkben a Magyar Tudományos Akadémián is újult erőre kapott nemzeti érzület megnyilvánulásaként — csak magyarul jelent meg, így az abban foglalt eredményekről a világ jurakutatói sajnos meglehetősen korlátozott mértékben értesültek.

lénytani és földtani adatok figyelembevételével Zengővárkony környékén egy valangini korú, tenger alatti hidrotermális működéshez kötődő életközösséget lehetett rekonstruálni (BUJTOR 2011). Az egykori vulkánt övező trópusi sekélytengerben gazdag, főként puhatestűek alkotta fauna élt. A HOFMANN & VADÁSZ (1912) által dokumentált kagylók között megtalálható egy kis méretű rudista, amelyet HOFMANN a tudományra nézve új genus új fajaként a Mecsek geológiai kutatásának úttörője tiszteletére *Bicornucopina petersi* néven írt le. Figyelemre méltó, hogy a rudistákra mintegy másfél száz éve irányuló kitüntetett figyelem ellenére a Mecsek a genus egyetlen ismert, dokumentált előfordulási helye.

Kövületdús fáciesek, kivételes lelőhelyek, vaskos monográfiák

A jurában a középhegységben végzett szisztematikus gyűjtések eredményeként előkerült cephalopodák túlnyomó része a már nevében is ígéretes ammonitico rosso fáciesből került ki. A liász és dogger ammoniteszfaunák tekintetében nemzetközileg ismert Bakonycsernye anyaga. A már RÓMER Flóris (1815–1889) által is ismert lelőhelyet végül GÉCZY Barnabás kétkötetes monográfiája tette igazán nevezetessé (GÉCZY 1966, 1967). A csernyei Tűzköves-árokából gyűjtött mintegy 8000 ammoniteszt GÉCZY 345 fajba, ill. alfajba sorolta, amelyek közül 92-t a tudományra nézve újnak tekintett. Bakonycsernyéhez hasonlóan Lókút is klasszikus lelőhelynek tekinthető. A község határában álló Lókúti-domb mesterséges feltárásaiban — őslénytani vagy egyéb alapon — a jura szinte mindegyik emelete kimutatható (FÜLÖP 1971, KONDA 1970). Egy másik szelvény, a Hárskúthoz közeli Gyenespuszta rétegsorának jelentősége abban áll, hogy az itt létesített kis feltárás a Dunántúli-középhegységben — és egyúttal az egész Mediterráneumban — ritka bath ammoniteszek kivételesen gazdag lelőhelye (GALÁZ 1980).

Az alsó-jurában az ammonitico rosszóval összefogazódó Hierlatzi Mészkőből (Kericser, Papod-alja és más lelőhelyek) a magyar jura leggazdagabb és legváltozatosabb csiga- és kagylófaunáját, valamint brachiopoda-anyagát gyűjtötték be (SZABÓ 2010, SZENTE 1996, VÖRÖS 2009) (5. ábra). A Hierlatzi Mészkő nagyon sajátos, jószerivel „osztrák-magyar fáciesnek” tekinthető kifejlődés; a sinemuriban és a pliensbachiban neptuni telérek és lejtőlábi törmelék-kúpok formájában halmozódott fel a tenger alatti vetőzónák környezetében (VÖRÖS 1991). A jura csigafauna tekintetében kiemelkedő jelentőségű a Som-hegy tetején lévő többfázisú hasadékrendszerből gyűjtött rendkívül jó megtartású anyag (SZABÓ 1996, és további hivatkozások ugyanitt).

A Gerecse területén a Tölgyháti-kőfejtő tárja fel az egyik legteljesebb jura rétegsort, ezért faunáját és magát a szelvényt — a legkülönbözőbb aspektusokból — számos publikáció tárgyalja (SZENTE 2017). A hegység felső-jura–alsó-kréta karbonátos rétegsoraiból származó gazdag gerinctelen



5. ábra. *Linguithyris aspasia* (Zittel) brachiopoda-faj példányai a Bakonyból származó Hierlatzi Mészköből. Egy-egy példány mérete kb. 1,2 cm

Figure 5. *Linguithyris aspasia* (Zittel) – brachiopods form the Jurassic Hierlatz Limestone of the Bakony Mountains. One specimen is about 1.2 cm in size

fauna feldolgozását egy 11 szerzős szerkesztett kötet dokumentálja, amelyet a hazai földtani szakkönyvkiadásban az utóbbi időben vezető szerepet játszó GeoLitera kiadó jelentetett meg (FÓZY szerk. 2013).

A bakonyi krétában az egyik hárskúti szelvény szolgáltatja a legszebb berriasi és valangini cephalopoda-faunát. Faunisztikai és rétegtani szempontból is kiemelkedő jelentőségű a zirci Márvány-bánya cephalopodás padja, amely mára gyakorlatilag teljességgel be lett gyűjtve. A korábban barreminek tekintett néhány mészkő réteg legnagyobb részt késő-hauterivi ammoniteszt tartalmazott. Ennek a faunának a kapcsán ismerték fel, hogy a Dunántúli-középhegység területén a korábbiakban a bauxitképződés fontos időszakának, azaz szárazulatinak tekintett késő-hauterivi-kora-barremi valójában tengeri időszak volt (NOSZKY 1934). A fenti szelvényekre vonatkozó régi és új faunisztikai és rétegtani eredményeket egy összefoglaló munka tárgyalja (FÓZY 2017).

Az apti ammoniteszek kiemelkedő jelentőségű lelőhelye Tata (SZIVES 2007). A Pénzesgyőr környéki Tilos-erdő Franz Ritter von HAUER (1822–1899) által felfedezett faunája pedig egy szintén monografikusan is feldolgozott, nagyon gazdag késő-albai cephalopoda-faunát szolgáltatott (SCHOLZ 1979, SZIVES 2007). Az utóbbi lelőhely — más maradványokkal együtt — gazdag tengerisün-faunát is tartalmaz. Ezt az anyagot — egyéb kréta és kainozoikumai maradványokkal együtt — SZÖRÉNYI Erzsébet (1907–1987) elismert echinodermata-specialista dolgozta fel (SZÖRÉNYI 1965). A Sümeg környéki késő-kréta *Cyclolites*eket, azaz a ma a *Cunolites* genusba sorolt korallokat GÉCZY (1954), a rudista kagylókat CZABALAY Lenke (1927–2010) publikálta (CZABALAY 1982).

A gerecsei Bersek-hegyről az 1960-as évek elején begyűjtött mintegy 12 000 kővület (ammoniteszek, belemniteszek, kagylók, brachiopodák, krinoideák, korallok) kapcsán számos rétegtani és leíró őslénytani munka született (FÓZY 2017, és további hivatkozások ugyanitt). Az eredményeket tágabb, geotektonikai kontextusba helyezve dokumentálható volt, hogy a vastag Berseki Márga, majd a Lábatlani Homokkő a Gerecse szubdukcióhoz és a takaróképződéshez közelebbi területén egy olyan kora-kréta kéreghajlásos

medencében rakódott le, amelynek üledékei DNy felé rövid távolságon belül elvékonyodnak, és karbonátos rétegekkel fogazódnak össze (FODOR et al. 2013).

Számos publikáció tárgyalja a villányi Templom-hegyi kőfejtő rétegsorát és faunáját is (GÉCZY & GALÁ CZ 1999, és további hivatkozások ugyanott). Ezek sorában kiemelkedő az ifj. LÓ CZY Lajos (1891–1980) által írt monográfia (LÓ CZY 1915), amely a kőfejtőben kibukkanó kondenzált ammoniteszes pad kallovi és — amint sok évtizeddel később kiderült — pliensbachi ammoniteszeit dolgozza fel. A szerző — aki később elsősorban tektonikusként és olajgeológusként szerzett magának hírnevet a nagyvilágban — a munka megjelenésekor mindössze 24 éves volt!

A terjedelmi korlátok okán a mai Magyarország határain kívül eső területek faunáiról született monográfiák közül csak néhányat említünk. A Keleti-Kárpátok (Gyilkos-tó és Nagybagmás környéki lelőhelyek), valamint az Erdélyi-érchegység (Csáklya környéki mészsirtek) jurájának gazdag ősmaradványait a Bécsben működő, paleobiogeográfiai vonatkozású munkákat elsők között közlő Melchior NEUMAYR (1845–1890) és a pozsonyi születésű, Erdély hegyei között sokoldalú földtani munkát végző HERBICH Ferenc (1821–1887) dolgozták fel (NEUMAYR 1873, HERBICH 1878). A korábban Pétervárad-hegységként ismert Fruška Gora kréta faunáját egy életen át kutatta PETHŐ Gyula (1848–1904); munkája csak halála után négy évvel jelent meg — német nyelven. A 24 míves könyomatú táblával kiegészített magyar nyelvű változat nyomdai költségét — országos segélyből — újabb négy évre rá sikerült csak megjelentetni (PETHŐ 1910).

„Mélységek és sekélyességek” —
a középhegységi jura tengerparttól az óceáni
anoxikus események vizsgálatáig

A jura és kréta réteg szerint begyűjtött gazdag gerinctelen maradványai nem csak paleontológiai és rétegtani szempontból kiemelkedő értékűek. A bakonyi faunák vizsgálata rávilágított azok mediterrán paleobiogeográfiai affinitására, és segítségükkel felvázolható volt a változó öskörnyezet is. Utóbbi értelmezése tekintetében paradigmaváltás történt az 1970-es években, amelyet éppen egy Földtani Közönlönyben megjelent cikk indított el (GALÁ CZ & VÖRÖS 1972). A szemléletváltásról és annak a szakmai kérdéseken túlmutató emberi vonatkozásairól részletesen szól GALÁ CZ András „Mélységek és sekélyességek. A dunántúli-középhegységi jura kutatásának 125 éve” című olvasmányos cikke (GALÁ CZ 2000).

A gerinctelen — és a mikropaleontológia tárgykörébe tartozó — maradványok alapján jól datált és többé-kevésbé ismert öskörnyezeti feltételek mellett keletkezett rétegsorok megfelelő alapot jelentenek a legmodernebb geokémiai és eseménystratigráfiai vizsgálatokhoz, a globális vonatkozású kihálási események és a jelentősebb faunaváltások felismeréséhez is. Az ilyen jellegű új kutatások közül kiemelhetők a csővári triász-jura határra vonatkozó (Csővár: PÁ LFY et al. 2001), a toarci anoxikus eseményt vizsgálók (Réka-völgy:

MÜLLER et al. 2016), valamint a valangini Weissert-esemény-nyel kapcsolatosak (Bakony: FÖZY et al. 2010, Gerecse: BAJNAI et al. 2017).

Paleogén — bauxit- és kőszénbányák mint őslénytani kincsestárak

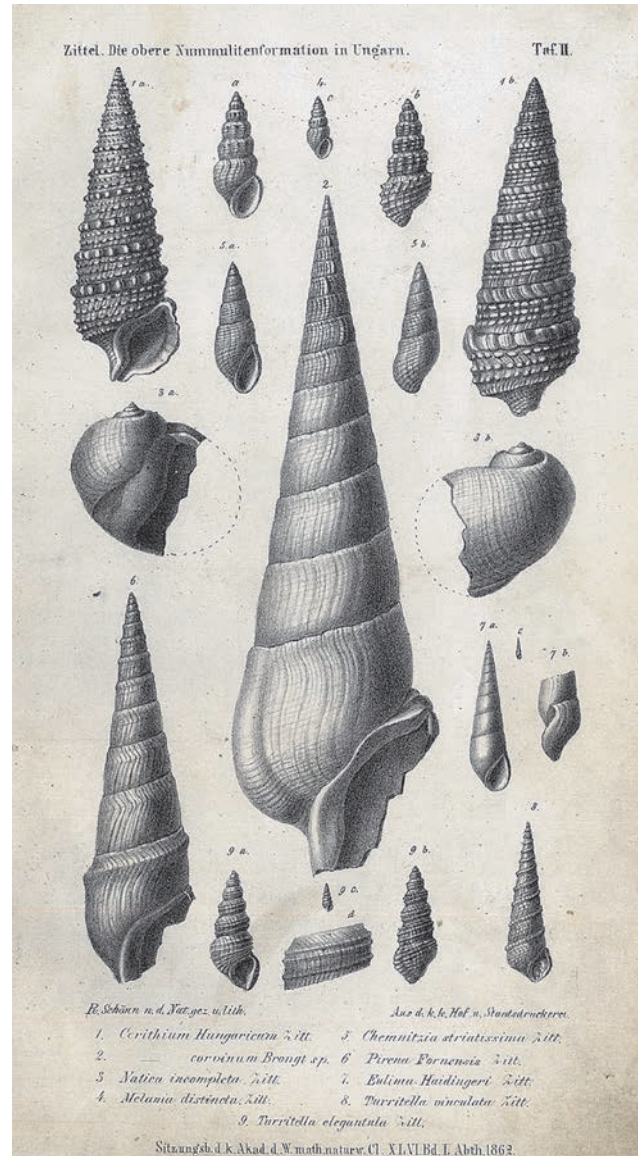
„A leggazdagabb és legérdekesebb magyarországi ősmaradvány-együttes”

A fenti címben idézett mondattal kezdődik GALÁ CZ Andrásnak a Magyarország fontos fossziliáiról és híres őslénytani lelőhelyeiről írt tanulmányában (GALÁ CZ 1987a) az eocénről szóló rész. Valóban, az eocén tengeri formációk némelyike bővelkedik kitűnő megtartású gerinctelen ősmaradványokban, leginkább puhatestűekben, és — gondolatát folytatva — a hazai fossziliaegyüttesek változatossága a kivételes észak-olaszországi vagy a párizsi-medencebeli faunákéhoz fogható. Szerencsés módon az ősmaradvány-tartalmú rétegek alatt, illetve között helyenként ásványkincsek, bauxit és/vagy barnakőszén is található, amelyek bányászata számos jó lelőhelyet eredményezett. A bányászat ideje letűnt, csakúgy mint maga az eocén kor, de megmaradtak utána a gyűjteményekben az ősmaradványok, és nem régóta ugyancsak kezünkbe vehetünk — DULAI Alfrédnek, a Magyar Természettudományi Múzeum tárgazgatójának a szerkesztésében és elismert szakemberek tollából, egy szép könyvet, amely az „utolsó melegháza” és lakóira vonatkozó ismeretek gazdag tárháza (DULAI 2019).

A dunántúli-középhegységi eocén gerinctelen ősmaradványokról szóló munkák száma nehezen becsülhető meg, csak a nagyszabású monografikus feldolgozásoké legalább egy tucatra tehető. Bibliográfiai adataik mindazonáltal megtalálhatók a magyarországi eocént jól ismerő SZÖTS Endre (1914–1984) áttekintő monográfiájában (SZÖTS 1956), valamint az 1:200 000-es földtani térképlapok „Magyarázó” kötetiben (JÁMBOR et al. 1966; KOPEK 1972; SZENTES 1968, 1972) és FÖZY & SZENTE (2012), illetve DULAI (2019) munkáiban.

A puhatestű maradványokat ábrázoló művek sorát ZITTEL (1862) dolgozata nyitotta, amelynek könyvmotós tábláin a szép magyarországi eocén csigák és kagylók először voltak láthatók (6. ábra). A mű megjelenése óta eltelt több mint másfélszáz évben szinte minden fontos lelőhely ősmaradvány-együttesét, illetve szinte minden fontos ősmaradványcsoportot dokumentáltak. A leggyakoribb és legismertebb puhatestűek, azaz a csigák és kagylók mellett az utóbbi években górcső alá kerültek más puhatestű csoportok is: az először még VOGL (1908) által monografikusan feldolgozott *Nautilus*-félék (GALÁ CZ 1987b, 2004), majd a cserepes-héjúak (DELL'ANGELO és munkatársai 2015).

A puhatestűek mellett előtérbe kerültek a helyenkénti kőzetalkotó gyakoriságuk ellenére évtizedekig elhanyagolt mohaállatok is. A Budai-hegység „bryozoás márgájának” mohaállat-együttesét — más magyarországi előfordulások (karbon és jura) anyaga mellett — Kamil ZÁGORŠEK, a libereci (Csehország) Műszaki Egyetem (!) tanszékvezető pro-



6. ábra. Magyarországi eocén csigák ZITTEL (1862) munkájában. A korábban a Párizsi-medencéből már ismertek azonosítása mellett ZITTEL számos, maig érvényesnek bizonyult új fajt írt le leginkább a Gánt környékén előbukkanó „Fornai rétegekből”, valamint a Gerecseből

Figure 6. Gastropods from the Eocene of Hungary as illustrated by ZITTEL (1862). In addition to the identification of several species originally described from the Paris Basin, ZITTEL has documented a large number of new ones based on specimens collected mostly from the “Forna beds” cropping out at Gánt, Vértes Mountains, as well as from the Eocene of the Gerecse Mountains. The majority of the species names he introduced are still considered valid

fesszora írta le (ZÁGORŠEK & KÁZMÉR 2001).

Különösen látványos az ismereteknek az utóbbi másfélszáz évben végmenet bővülése a pörgekarúak terén. Az eocén brachiopodák gyakorisága és változatossága ugyan nem mérhető össze az egyes triász és jura kőzetekben található együttesekével, de a szisztematikus kutatás eredményeként feltárult rejtett gazdagságuk (BITNER & DULAI 2008, BITNER et al. 2011). Mindez annak tükrében különösen figyelemre méltó, hogy ZITTEL (1862) úttörő munkájában még csak egyetlen fajt említett meg, azt is ábrázolás nélkül.

Az őslénytában ismert jelenség, hogy a nagyszabású,

az elkészültük idején minden ismert és fontos részlethez kiterjedő monografikus feldolgozások megjelenése után általában hosszú idő telik el, amíg az adott témával ismét foglalkozni kezd valaki. (Kivételt jelenthet ez alól, ha új, szenzációs leletek kerülnek elő, vagy ha egy új kutatási módszertől a korábbiakat nagyban meghaladó eredményeket lehet várni.) Az előbbi volt a helyzet a LŐRENTHEY & BEURLEN (1929) monográfiájában nagy terjedelemben tárgyalt magyarországi fosszilis tízlábú rákokkal. A mű megjelenése után több évtizedig szünetelt a Decapoda-kutatás, mígnem MÜLLER Pál Mihály (1935–2015), a magyar geológia és őslénytan sokoldalú és széles körben nagyra tartott egyénisége meg nem kezdte ilyen irányú tevékenységét. Ahogy mondják, mindig van új a nap alatt: kutatásainak köszönhetően jelentősen bővültek az eocén zátonylakó rákjaira (MÜLLER & COLLINS 1991), valamint az oligocén mélyebbvízi decapodáira vonatkozó ismereteink (HYŽNÝ & MÜLLER 2010).

Az eredményeknél jóval könnyebb felsorolni az eocénben előforduló egyes gerinctelen csoportok ismerete terén mutatkozó hiányosságokat. Ezek közül először említendő a korallak teljes körű modern feldolgozása, amit egy sajnálatos esemény, a jelenleg a földtani természetvédelem területén aktív és hézagpótló tevékenységet kifejtő VINCZE PÉTER gazdag gyűjteményének az 1980-as évek elején az ELTE Földtani Tanszékén történt elhamarkodott kiselejtezése — úgy tűnik — máig hatóan akadályoz. Ugyancsak elmaradt — remélhetőleg nem végleg — az évtizedekig a legjobb lelőhelynek számító egykori dudari mélyszinti kőszénbánya meddő rétegeiben található kagylók leírása. Szerencse, hogy legalább az innen származó csigákat megörökítette az egyéb kiterjedt szakmai tevékenysége mellett az eocén és miocén puhatestűek leírásában is jeleskedő STRAUSZ László (1901–1988) (STRAUSZ 1966a). Szintén nem született még a kréta időszakiakhoz hasonló összefoglaló, publikált munka a tengerisünökről. SZÖRENYI (1973) csak a szabályos formákat, illetve az Iszkaszentgyörgyről előkerült formákat írta le, míg BARTHA (1992) értékes dolgozata a Budai-hegység faunájáról nem tartalmaz ábrázolásokat. Az utóbbi területet illetően az érdeklődők így leginkább PÁVAY (1874) munkájára kénytelenek hagyatkozni.

Alsó? Felső? Középső? Vita a középhegységi eocén transzgresszió idejéről

A szép dunántúli-középhegységi eocén ősmaradványok egy több tízmillió éve eltűnt „trópusi paradicsomra” emlékeztetnek (KERCSMÁR et al. 2019). Kevésbé nyugalmas világ tárulhat azonban azok elé, akik a terület eocén rétegtanának közelmúltbeli történetét vizsgálják. A vita az eocén üledékképződés megkezdődésének az idejéről folyt (nem ide számítva a bauxitlerakódás-jellegű folyamatokat). A korábbi kutatók körében általános vélekedés szerint, amit például a Székesfehérvár jelű 1:200 000-es földtani térkép magyarázója is tükröz (SZENTES 1972), az üledékképződés már az eocén elején megkezdődött, és a rétegsorok alsó része az alsó-eocénnek megfelelő ypresi emeletet képviseli. Ezt a

nézetet cáfolták meg KOPEK & KECSKEMÉTI (1960, 1964) a Földtani Közlönyben megjelent tanulmányaikkal, amelyekben rámutattak, hogy a kőszenes és márgás rétegek lerakódása legkorábban a kora-eocén vége felé vette kezdetét. Hasonló eredményre vezetett később a mészvázú nanoplankton vizsgálata is (BÁLDINÉ BEKE 1984).

Az új eredményeket azonban nem mindenki fogadta el. A vitáról részletesen beszámol a markáns „alsó-eocén” véleményt képviselő JÁMBORNÉ KNESS Mária a *Geologica Hungarica series Palaeontologica* eddig megjelent legvastagabb, a magyarországi eocén nagyforaminiferáknak szentelt kötete lapjain (JÁMBORNÉ KNESS 1988). Mivel a másik értelmezést sem lehetett padló alá söpörni, a Magyarország közetrétegtani egységeit először összefoglaló táblázaton (CSÁSZÁR & HAAS 1983) köztes megoldás született: a Gerecsében és a Pilisben az alsó-eocént szinte teljesen kitöltő, előbb félsős vízi, majd tengeri üledékek kerültek ábrázolásra, míg a Dunántúli-középhegység többi részén ilyeneket nem mutat a táblázat. A hazai eocén rétegtan történetének e sajátos epizódja társadalmi keretét az adja, hogy a szakterület az 1970-es években „gazdája lett a kormányzat által indított nagy bányászati kutatási vállalkozásnak, az úgynevezett Eocén Programnak” (KECSKEMÉTI 2019), így érintkezésbe került a nagypolitikával, és az említett litosztratiográfiai táblázat ilyen módon történt megrajzolása a szóbeszéd szerint nem volt mentes némi politikai-hatalmi ráhatástól. A sokak derűtségét kiváltó „gödör” később eltűnt a táblázatokról.

Az Eocén Program az eocén kőszén magyarországi bányászata kétszáz éves történetének utolsó nagy horderejű eseménye volt, amit először az ennek a keretében létesült bányák, majd az összes többi bezárása követett.

A sors fintora, hogy a program során mélyült fúrásokból

Az „Eocén program” kizárólag politikai döntésre alapozott, veszteséges és eleve bukásra ítélt beruházás volt. A bányákban dolgozók, akiknek az energiáit a kedvezőtlen természeti adottságokkal, leginkább a karsztvíznek a bányatérsegekbe való betörésével való küzdelem nagymértékben lekötötte, ám a program anyagi terhet közvetlenül nem érezték, ezt olykor másként látták/látják (lásd SZABÓ et al. 1995).

előkerült puhatestű-maradványokról szól a Földtani Intézet egy ugyancsak eocén témájú munkával kezdődő (HANTKEN 1871) és számos más értékes kötetet magában foglaló „Évkönyv” sorozatának utolsó kötete, a középhegységi eocén puhatestűekről négy monográfiát író KECSKEMÉTI KÖRMENDY Anna (1928–2014) munkája (KECSKEMÉTI KÖRMENDY 1990).

Oligocénkutatás, a Kárpát–Pannon térségi gerinctelen őslénytan egyik „húzóágazata” a 20. században

Az eocén/oligocén fordulója táján új fejezet kezdődött kontinensünk történetében: az alpi hegylánc születése, valamint a világtenger szintjének a csökkenése létrehozta a Paratethys-tengert. A Ny–K irányban több ezer km hosszan elnyúlt víztömegben az élővilág endemikus fejlődésnek indult. Az oligocén és miocén fossziliákat tartalmazó réte-

gekben az egykori Paratethys területén dolgozó kutatók — az ősmaradványok és/vagy a kőzetek olykor megtévesztő mértékű hasonlósága miatt — jó ideig a szokásos, Földközi-tenger környéki feltárások alapján bevezetett emeletek helyi előfordulását látták.

Ennek téves mivoltát az 1950-es években felismerve ve-

A téves korrelációt legjobban talán az ősmaradványok vélt azonossága alapján az 1970-es években még „tortonai” korúnak tartott, ma a badeniibe sorolt „lajtmészko” példázza. A globális standard tortonai korszak a paratethysi pannóniainak felel meg, és kezdete mintegy egymillió évvel korábbi, mint a badeni vége.

zették be a Középső-Paratethys regionális emeleiteit, azok definiálására pedig megkezdték a „Chronostratigraphie und Neostatotypen” című, eleinte a miocénre, majd később a teljes neogénre kiterjedő értékes könyvsorozat megjelentetését. A Paratethys történetének a nyomozásához meghatározó mértékben járult hozzá BÁLDI Tamás (1935–2014), az ELTE Földtani Tanszékének tanszékvezető és iskolateremtő professzora, valamint barátja, JÁN SENEŠ (1924–1992), a Szlovák Tudományos Akadémia Földtani Intézetének a vezetője. Kettejük javaslatára került be a paratethysi kronostratigráfiai beosztásba a felső-oligocén és a legalsó miocén magában foglaló egri emelet, és ugyancsak ketten szerkesztették az ennek geológiai-őslénytani jellemzőit ismertető gazdagon illusztrált kötetet (BÁLDI és SENEŠ 1975) (7. ábra).

A rétegtani szintézisalkotás mindkettőjük esetében az emelet puhatestű-faunájának elmélyült ismeretén nyugodott, amit az általuk írt tekintélyes monográfiák bizonyítanak (SENEŠ 1958, BÁLDI 1973). Az utóbbi munka azért is figyelemre méltó, mert BÁLDI tanár úr — a geológia legfrissebb eredményeit napra készen követő és oktató-kutató munkájában azokat tekintetbe vevő szakemberként — abban a rendszertani leírás mellett az ősmaradvány-együttesek korszerű paleoökológiai-öskörnyezeti értelmezését is közreadta. Munkája a magyarországi egri puhatestű faunájának a kutatása terén nem volt előzmény nélküli: a típusfeltárás, vagyis az egri Wind- (egy időben Schmidt-) féle téglagyárban feltárt rétegsorban talált kagylókat és csigákat TELEGDY

ROTH Károly (1886–1955), a második világháború után mind de facto, mind de jure ismét önállóvá vált budapesti Őslénytani Tanszék első vezetője szép monográfiában ismertette (TELEGDI ROTH 1914).

BÁLDI (1980) rámutatott, a Paratethys az oligocén elején záródott el először a Földközi-tenger ősétől. Az eocén végétől az egri kezdetéig tartó korszakot az ő javaslatára (BÁLDI 1979) kiscellinek nevezik. Nevét Óbudának azon részéről kapta, ahol a korszak folyamán mély tengermedencében lerakódott Kiscelli Agyagot évtizedekig kiterjedten bányászták téglagyártás céljára. Az egykori agyagfejtőket azóta szinte kivétel nélkül betemették, és jó néhány éve már nem könnyű feladat Óbudán Kiscelli Agyagot találni. Ősmaradványt találni benne pedig még nehezebb, mivel azok meglehetősen ritkák. Egy lelkes gyűjtő, HARMAT ISTVÁN (1867–?) bányagazgató szorgalmának köszönhetően azonban több ezer puhatestű-példány került a Természettudományi Múzeumot akkor még magában foglaló Nemzeti Múzeumba. A faunát id. NOSZKY Jenő (1880–1951), a Föld- és Őslénytár igazgatója írta le (NOSZKY 1939, 1940). A taxonómiai szemlélet néhány évtized alatt végbement változását jól mutatja, hogy a NOSZKY (l. c.) által megkülönböztetett 764 taxonnal szemben BÁLDI (1983) mindössze 169-et különített el ugyanazon anyag alapján. A legfontosabb és új formák leírása BÁLDI (1986) munkájában található.

Neogén — a Paratethys-tengertől a Pannon-tóig

Élet a szubtrópusi szigettengerben

A kora-miocénben kialakult Pannon-medencének előbb az északi felét, majd a középső-miocénben az egész medencét egy szigettenger borította, amelyben a mainál lényegesen melegebb, szubtrópusi éghajlat alatt gazdag élet virágzott. A magyar paleontológusok számos értékes, nemzetközileg is ismert és a mai napig sokat hivatkozott munkával gazdagították e miocén tenger gerinctelen állataira vonatkozó ismereteinket. Különösen ismertek az idegen nyelven (németül, angolul, franciául) kiadott, vagy hosszú, idegen nyelvű összefoglalót (1945 és 1980 között a nyugati nyelvek mellett orosz is) és sok fényképtáblát tartalmazó monografikus feldolgozások, amelyek legtöbbször a Földtani Intézet „Geologica Hungarica series Palaeontologica” könyvsorozatában vagy az intézet évkönyveiben jelent meg.

A kora- és középső-miocén korú gerinctelen állatokkal foglalkozó tanulmányok körében egyértelműen a puhatestűek vitték a prímet. BOGSCH László (1906–1986), az Eötvös Loránd Tudományegyetem Őslénytani Tanszékének későbbi igazgatója két Nógrád megyei lelőhelyről is gazdag badeni faunát dolgozott fel (BOGSCH 1936, 1943). CSEPREGHYÉ MEZNERICS Ilona (1906–1977), a Természettudományi Múzeum Föld- és Őslénytani Tárának munkatársa, majd vezetője több monográfiát is írt ebben a témakörben, melyek a hidasi, a kelet-cserhádi, a szobi és a letkési — elsősorban badeni korú — puhatestű faunákat dolgozták fel (CSEPREGHYÉ MEZNERICS



7. ábra. *Glycymeris latiradiata* (a régebbi irodalomban „*Pectunculus obovatus*”), a felső-oligocén egri emelet sekélytengeri üledékeinek, például a „pectunculussos homoknak” az emblemikus ősmaradványa. A példány szélessége 6 cm

Figure 7. *Glycymeris latiradiata* (“*Pectunculus obovatus*” in the older literature), emblematic fossil of shallow-marine sediments, such as the “*Pectunculus Sand*” of the Egerian Stage, Upper Oligocene. The width of the specimen is about 6 cm

1950, 1954, 1956). Legnagyobb hatású műve a Francia Földtani Társaság kiadásában megjelent „Pectinidés du néogène de la Hongrie et leur importance stratigraphique” címet viselő fésűskagyló-monográfiája (CSEPREGHYNE MEZNERICS 1960).

Különleges szerkesztésű munka STRAUZ (1954) „Várpalotai felső-mediterrán csigák” című 125 oldalas monográfiája, amely 185 badeni csigafaj leírását tartalmazta. A fajok (kettő kivételével) az azóta védelem alatt álló várpalotai Szabó-bányából kerültek elő vagy ott is előfordultak (8. ábra). STRAUZ munkája a fajok leírása mellett egy gyakorlatias, a teljes anyagra kiterjedő határozót is tartalmazott, nyilvánvalóan elsősorban a szénhidrogén-kutatásban dolgozó geológusok munkájának megkönnyítésére. STRAUZ ezt a munkáját tovább fejlesztette, kiegészítette más lelőhelyek anyagával, és 1962-ben megjelentette a „Magyarországi miocén-mediterrán csigák határozója” című könyvét. Ez a 372 oldalas mű már igen jelentős ábranyagot tartalmazott: a szövegek közötti rajzok mellett 79 fényképtáblát. A határozó ábráihoz végül elkészítette a teljes anyag német nyelvű őslénytani leírását, és így született meg a magyar őslénytani irodalom egyik csúcsteljesítménye, a 695 oldalas és több mint 1700 grammot nyomó „Die miozän-mediterranen Gastropoden Ungarns” című kötet (STRAUSZ 1966b).

KÓKAY József (1928–2013) miocén puhatestűekről írt há-



8. ábra. Tengeri csigák és kagylók Magyarország egyik leggazdagabb ismert badeni kőületlelőhelyéről, a természetvédelem alatt álló várpalotai Szabó-bányából. Ennek a lelőhelynek az anyaga alkotta STRAUZ (1966b) monográfiájának alapját. A legnagyobb csigák mérete kb. 6 cm

Figure 8. Middle Miocene (Badenian) mollusc shells from the Szabó sandpit, Várpalota. This protected outcrop yields the most diverse Badenian fauna in Hungary; the monography of STRAUZ (1966b) was largely based on specimens from this locality. Size of the largest gastropods is ca. 6 cm

rom monográfiája közül az első és a harmadik kiadási dátuma között 40 év telt el. Az 1966-ban megjelent, „A Herend–márkói barnakőszénterület földtani és őslénytani vizsgálata” című munkájában ismertette a változatos (normál tengeritől az édesvíziig terjedő) fáciesű badeni rétegek faunáját, a képződmények elterjedését és rétegtani viszonyait földtani térképeken és szelvényeken dokumentálva. 1985-ben „A Középső- és a Keleti-Paratethys kapcsolata a felső-badeni tenger sótartalom-viszonyai tükrében” című monográfiájában a Keleti-

Paratethys „Konka faunájának” megfelelő magyarországi legfelső badeni puhatestű faunát mutatja be, és az egykori Paratethys-medencék áramlási viszonyait vázolja fel. Végül 2006-ban jelent meg a gazdag képanyaggal illusztrált és nagy nemzetközi visszhangot kiváltó „Nonmarine mollusc fauna from the Lower and Middle Miocene, Bakony Mts, W Hungary” című hiánypótló monográfiája.

KÓKAY 1966-os munkájához hasonlóan szintén barnakőszén-kutatáshoz kapcsolódott az az ottngai fúrás anyag, amelynek puhatestű-faunáját BOHNNÉ HAVAS Margit (1985) dolgozta fel „A Kelet-borsodi medence ottngai képződményeinek Mollusca vizsgálata” című monográfiájában.

A puhatestűeken kívül a tuskésbőrűekről, a tízlábú rákokról, a korallokról és a bryozoákról is jelentek meg fontos tanulmányok. VADÁSZ Elemér (1914) monográfiája az akkori Magyarország mediterrán (azaz badeni) tuskésbőrű-maradványait dolgozta fel. A kötet elsősorban a „lajtamészkből” előkerült anyagot írja le és mutatja be hat fényképtáblán; nemcsak a tengerisünöket, hanem a tengerililiomokat és a kígyókarúakat is.

A tízlábú rákok őslénytani szakirodalmában világviszonylatban is kiemelkedő helyet foglal el két magyar monográfia. Az első a paleogénről szóló fejezetben már említett grandiózus munka, melyet LŐRENTHEY Imre írt, és halála után Karl BEURLEN rendezett sajtó alá (LŐRENTHEY & BEURLEN 1929). Az ebben leírt és 15 táblán ábrázolt ősmaradványok a mezozoikum és a kainozoikum különböző korszakaiból származtak. MÜLLER Pál (1984) monográfiája azonban már kifejezetten csak a badeni rákokat írta le és mutatta be 97 fotótáblán. A feldolgozott anyag elsősorban Budapest és környéke, kisebb részben Burgenland lelőhelyeiről származott. MÜLLER Pál munkássága széles nemzetközi elismertséget élvezett; a munkáját tanítványaként folytató pozsonyi Matuš HYŽNÝ kezdeményezésére paleontológusi pályájának 40. évében kollégái önálló kötetet dedikáltak neki, amelyben egy külön cikk mutatta be munkásságát (HYŽNÝ et al. 2014). MÜLLER Pál teljes Decapoda-gyűjteménye a Magyar Természettudományi Múzeumba került, és a még publikálatlan anyagok feldolgozását Matuš HYŽNÝ folytatja. A magyarországi badeni rákok revízióját ismertető monográfia megjelentetése folyamatban van a GeoLitera Kiadónál.

A miocén korallokról KOPEK Gábor (1925–2005) jelentett meg hiánypótló tanulmányt. Az általa vizsgált múzeumi anyagból, amely 22, főként badeni korú észak-magyarországi lelőhelyről származott, 39 taxont határozott meg (KOPEK 1954).

A magyarországi badeni bryozoákról készült két tanulmányban MOISSETTE et al. (2006, 2007) 18 lelőhelyről 238 fajt határoztak meg, így az általuk vizsgált anyag a Középső-Paratethys leggazdagabb ismert miocén Bryozoa-faunája. A két cikk őslénytani eredményekre alapozott fontos ökoszisztémái és ösfordrajzi eredményeket is tartalmaz.

A középső-miocén vége felé, a szarmata korszakban a Paratethys tengeri kapcsolatai erősen beszűkültek, víz- és sóháztartása megváltozott, élővilága pedig drasztikusan elszegényedett, ugyanakkor számos endemikus forma jelent

meg benne. A magyarországi szarmata emelet gerinctelen faunájáról BODA Jenő (1921–1990), az ELTE Őslénytani Tanszékének oktatója és kutatója készített átfogó, gazdagon illusztrált monográfiát (BODA 1959). Anyagai elsősorban felszíni feltárásokból származtak, így főleg a sekélyvízi élővilágot reprezentálták. A mélyvízi szarmata kifejlődések és azok ősmaradványai sokáig rejtve maradtak a paleontológusok előtt. BOHNNÉ HAVAS Margit 1983-ban publikálta „Új típusú szarmata *Cardium*ok a Zsámbéki-medencéből (Budajenő 2. sz. fúrás)” című tanulmányát, amelyben a szarmata mélyvízi agyagmárgából és aleuritből vékony héjú, eredetileg a Keleti-Paratethysből leírt szívkaagylók együttesét ismertette. Hasonló faunát ma már az ország (és a Pannon-medence) számos pontjáról ismerünk; BOHNNÉ szellemes megjegyzése szerint a BODA Jenő-i szarmatára vonatkozó tudásunk kiegészült a budajenői típusú szarmatára vonatkozó ismeretekkel.

Élet a tengernyi méretű tóban

A neogén tengeri élővilág kutatásán túl a magyar paleontológusok a legnagyobb szerepet a Pannon-medence késő neogén tavi és folyóvízi rétegsorainak őslénytani vizsgálatában játszották. Ez a rétegsor őslénytani szempontból szinte teljesen elszigetelt egységet képvisel, mert az egykori, félsós vizű Pannon-tó élővilága túlnyomórészt endemikus, csak itt előforduló fajokból állt. Különösen a puhatestű fauna keltett érdeklődést; a 19. század közepső harmadától kezdve százszámra írták le az új, máshonnan nem ismert kagyló- és csigafajokat (9. ábra). Az első világháborúig a Pannon-tó üledékei szinte teljes egészükben az Osztrák-Magyar Monarchia, azon belül pedig túlnyomórészt a Magyar Királyság (Magyarország és Horvát-Szlavónország) területén voltak fellelhetők. Az új puhatestű fajok leírásában és első ábrázolásában elsősorban osztrák és horvát kutatók jeleskedtek: Paul PARTSCH (1791–1856), Moritz HÖRNES

(1815–1868), Rudolf HOERNES (1850–1912), Theodor FUCHS (1842–1925), Spiridion BRUSINA (1845–1908) és Dragutin GORJANOVIĆ-KRAMBERGER (1856–1936). A magyar kutatók hozzájárulása az új lelőhelyek leírásához és új fajok felismeréséhez ugyan nem volt kiemelkedő, mégis meg kell említeni két olyan teljesítményt, amelyre feltétlenül büszkék lehetünk.

HALAVÁTS Gyula (1853–1926), a Magyar Királyi Földtani Intézet geológusa az 1880-as években a Bánság déli részén, Versec és Fehértemplom környékén, a későbbi román-szerb határ két oldalán végzett földtani térképezést, és az itteni pannóniai feltárások puhatestűit — köztük számos új fajt — az intézet évkönyvében megjelent cikksorozatban mutatta be (HALAVÁTS 1882, 1886, 1892). A fajok leírásához — korát messze megelőzően — saját készítésű fényképfelvételeket mellékelte. A képek minősége (felbontás, mélység-élesség) a mai elvárásoknak is teljes mértékben megfelelt volna (10. ábra). Ismereteink szerint ezek voltak a pannóniai puhatestűekről publikált első fényképek — miközben a legtöbb őslénytani leíró munkában még évtizedekig rajzokat közöltek fényképek helyett.

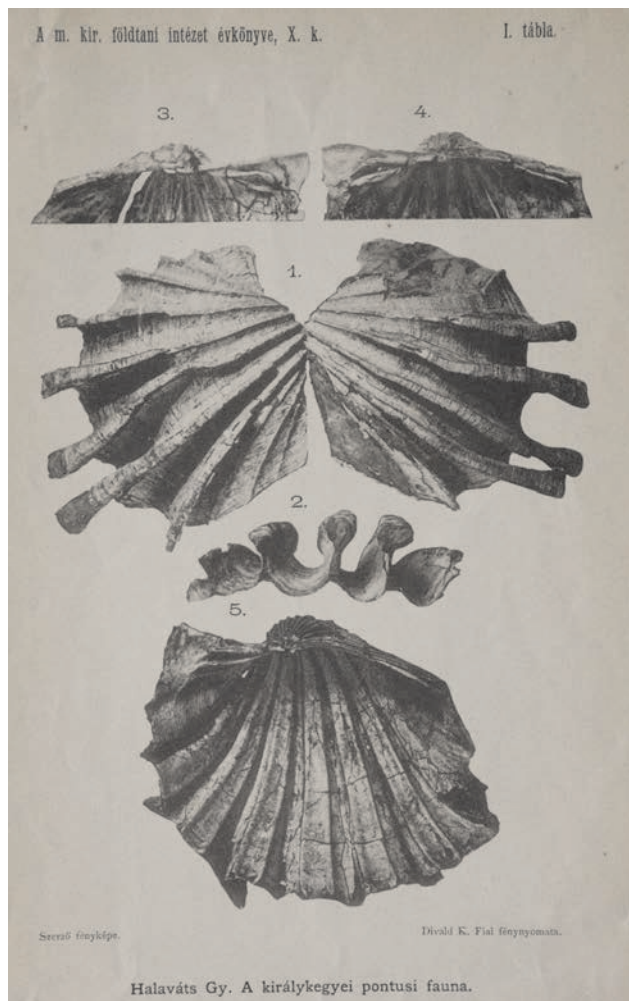
A pannóniai puhatestűek kutatására leginkább specializálódott magyar kutató LŐRENTHEY Imre, a budapesti egyetem őslénytani intézetének professzora volt. A magyar paleontológusok közül neki köszönhetjük a legtöbb új pannóniai faj felismerését és leírását. Legismertebb munkája „Die Pannonische Fauna von Budapest” címmel a Karl ZITTEL szerkesztette Palaeontographica folyóiratban jelent meg Stuttgartban 1902-ben, ezzel elsőként emelte az endemikus pannóniai puhatestű faunát a helyi vonatkozásokon túlmutató, szélesebb szakmai érdeklődés középpontjába.

LŐRENTHEY óriási energiát fektetett abba, hogy a ROTH Lajos (1879) által a Földtani Közlöny egy cikkének lábjegyzetében bevezetett és utána feledésbe merült „pannóniai rétegek” elnevezést felújítsa és meghonosítsa az akkoriban elterjedten használt „pontusi rétegek” elnevezés helyett. Lő-



9. ábra. A) *Congeria ungulacprae* (Münster) tömeges felhalmozódása egy Dobóráról származó pannóniai kőzettömbön. A teknők vastag, lekoptatott bübi része a kecskeköröm. B) Legendák kőülete – valódi balatoni kecskekörmök a tihanyi magaspártok tövéből. A kagylómaradványok mérete 2–3 cm

Figure 9. A) Mass occurrence of the Pannonian (Late Miocene) dreissenid bivalve *Congeria ungulacprae* (Münster) from Doba. The weathered umbonal part of the valves of this species is known as “goat’s hooves”. B) A legendary fossil: “goat’s hooves” from Tihany, lake Balaton. Size, 2–3 cm



10. ábra. A Pannon-tó egyik legkülönlegesebb kagylója, a *Lymnocardium semseyi* (Halaváts) teknőinek a faj leírója által készített kiemelkedő minőségű fotói (HALAVÁTS 1892). A lelőhely a bánsági Királykegye/Königsgnad/Tirol

Figure 10. One of the most peculiar endemic cockles of Lake Pannon, *Lymnocardium semseyi* (Halaváts), from Királykegye/Königsgnad/Tirol, Romania. The author of the species provided outstandingly high-quality photographs, taken by himself, at a time when most palaeontological papers were illustrated by drawings (HALAVÁTS 1892)

CZY Lajos (1913) még úgy látta, hogy ha bevezetése célszerű lenne is, a „pannóniai” név nemzetközi elfogadtatása reménytelen vállalkozás. LŐRENTHEY hatása azonban rendkívül erősnek bizonyult, és egy évszázados tudományos vita után végül eljutottunk oda, hogy a nemzetközi tudományos közösség elfogadta és teljes mértékben elismerte a pannóniai emeletnek az eredeti, ROTH-féle értelemben való használatát a Középső-Paratethys emeletrendszerében (HILGEN et al. 2012).

LŐRENTHEY Budapest-monográfiájához hasonló vagy talán annál is nagyobb nemzetközi (el)ismertséget kapott az erdélyi szász Erich JEKELIUS (1889–1970) „Sarmat und Pont von Soceni (Banat)” című terjedelmes műve (JEKELIUS 1944). A szerző, aki az első világháború alatt a budapesti, azt követően pedig a bukaresti földtani intézetben dolgozott, a HALAVÁTS (1891) által felfedezett, és azóta a szarmata és a pannóniai emelet elválasztása és Keleti-Paratethys felé való korre-

lációja kapcsán folyamatos vitát kavart szócsányi lelőhely puhatestű leletanyagát dolgozta fel lenyűgöző részletességgel, alaposággal, valamint kivételes minőségű és mennyiségű fotódokumentációval (DANIELOPOL et al. 2009).

Míg az új pannóniai puhatestű fajok leírásában nem a magyar kutatók vitték a prímet, addig a pannóniai faunák rétegtani értelmezésében, a pannóniai rétegek sztratigráfiai tagolásában és korrelációjában, új rétegtani kutatási módszerek meghonosításában a 19. század végétől a mai napig a Pannon-medence központja, Budapest játszott vezető szerepet, és ezek a folyamatok meglehetősen pontosan tükröződnek a Földtani Közlöny másfél évszázados cikkfolyamában is.

A Földtani Közlöny adott teret például LŐRENTHEY Imre és VITÁLIS István (1871–1947), a selmezbányai Bányászati és Erdészeti Főiskola professzora vitájának a tihanyi Fehérpárt biosztratigráfiai értelmezéséről. A vita három VITÁLIS-cikk és két LŐRENTHEY-viszontválasz formájában jelent meg 1908 és 1911 között, és akörül forgott, hogy a Fehérpáton vagy egyéb Balaton-felvidéki feltárásban megtalálható-e a pannóniai emeleten belül fiatalnak tekintett *Conger rhomboidea*-tartalmú vagy azokkal egykorú rétegek (VITÁLIS 1908, 1909, 1911; LŐRENTHEY 1908, 1909). A vita szenvedélyes, fokozatosan durvuló hangneme talán meglepi a mai olvasót, de csak addig, amíg nem találkozik LŐRENTHEYnek HALAVÁTS-csal folytatott vitája dokumentumaival. Ennek utolsó, végképp személyeskedésbe torkolló lángja ismét a Földtani Közlönyben lobbant fel, az 1912-es évfolyam 7–8. kötetében, amelyből kiderül, hogy a sok személyes sértettségért LŐRENTHEY IMRE magas rangú katonatisztek előtt volt kénytelen bocsánatot kérni HALAVÁTS-tól, aki a Közlönyben a „Végeztem.” tömönddal zárta le a vizsályt (HALAVÁTS 1912). Miközben ezek a száz évnél régebbi dokumentumok nyilvánvalóan nem kevés emberi gyarlóságot is tükröznek, mégis vonzó bennük az a szenvedély, az az ügy-szeretet, az a kitartás, amellyel ezek a kiváló tudósok a természet titkait fészegették–fejtegették koruk — mai szemmel tekintve — kezdetleges eszköztárának használatával.

Bár már HALAVÁTS is rendszeresen ismertetett fúrólukakból előkerült ősmaradványokat, csak a világháború után lendületet vett szénhidrogén-kutató mélyfúrási tevékenység hozta el azt a felismerést, hogy a pannóniai rétegek több kilométer vastagságot is elérnek egyes részmedencékben, és hogy ennek a nagy vastagságú összletnek a puhatestűekkel való rétegtani tagolása csak a fúrási anyagok ismeretében lesz megoldható. Az első mélyfúrások pannóniai faunáinak ismertetése megint a Földtani Közlönyben jelent meg az Alföldről SÜMEGHY József (1892–1955), a Dunántúlról BARNABÁS Kálmán (1910–1980) és STRAUZ László feldolgozásában (SÜMEGHY 1927, 1929; BARNABÁS & STRAUZ 1991). Utóbbi publikáció története ugyancsak viszontagságos: mivel BARNABÁS Kálmán főgeológust a MAORT (Magyar-Amerikai Olajipari Rt.) vezetői ellen 1948 nyarán indított politikai koncepció perben vád alá helyezték, a Földtani Közlöny kinyomtatott, de még a nyomdából el nem szállított számát, amely dolgozatukat tartalmazta, zúzdába küldték. Csak néhány példány maradt meg, amelyeket a Földtani

Intézet könyvtárában helyezték el, és fényképezéssel sokszorosították. Ezekből a fényképpapírra másolt példányokból legalább egy STRAUSZ László jóvoltából rendelkezésre állt a magyar olajipar mindenkor közetmagvizsgáló laboratóriumában. Az eredeti példányok felhasználásával a Földtani Közöny végül a folyóirat 119. évfolyamában (1991-ben) jelentette meg a dolgozatot a kisebb, nyilvánvaló hibák kijavításával csaknem eredeti alakjában.

STRAUSZnak a pannóniai puhatestűekről írt legfontosabb munkája még a második világháború alatt jelent meg (STRAUSZ 1942). Ebben a nagyszabású dolgozatban a Dunántúl középső részének felszíni térképezése során fellelt lelőhelyek ősmaradványait ismerteti. Ezt követően évtizedeken át STRAUSZ, majd tanítványa, SZÉLES Margit (1932–1988) határozták meg a magyarországi szénhidrogén-kutatás során felszínre hozott pannóniai (és kisebb számban idősebb) makrofossziliákat, és ha nem is teljeskörűen, de rendszeresen publikálták is eredményeiket, elsősorban a Földtani Közönyben (például STRAUSZ 1958, SZÉLES 1962). (A Pannon-medence többi országában nem születtek hasonló, felszín alatti anyagokkal foglalkozó közlemények. A magyar szempontból legfontosabb jugoszláv területeken csak felszíni feltárások ősmaradványaira alapozott rétegtani elképzelések láttak napvilágot, és ezek részben szintén a Földtani Közöny közvetítésével jutottak el a magyar geológusokhoz [STEVANOVIĆ 1959, PAPP 1959]). STRAUSZnak és SZÉLESnek így nemigen volt kívül megvitatni a pannóniai rétegtani kérdéseket; több évtizeden keresztül inkább csak önmagukkal folytattak polémiát, és saját kétségeikkel kellett megküzdeniük. Mindezt jól tükrözi STRAUSZnak a Földtani Intézet 100 éves évfordulójára szervezett nemzetközi neogén kollokviumon elhangzott plenáris előadása, illetve az abból készült Földtani Közöny-cikk (STRAUSZ 1971).

Az 1970-es évek végétől kezdve Magyarországon nagyon látványos és gyors változások kezdődtek a pannóniai medencék rétegtani értelmezésében (a szomszéd országokban ezek a változások csak nagy késéssel jelentkeztek, vagy el is maradtak). Egy-másfél évtized alatt új módszereként jelent meg a szeizmikus sztratigráfia, a radiometrikus kormeghatározás, a mágnesrétegtan, a dinoflagelláta-biosztratigráfia, a korszerű szedimentológia és a szekvenciasztratigráfia (MAGYAR 2010). Fontos újítások történtek a pannóniai puhatestűek rétegtani értelmezésében is. Ezek az ősmaradványok hosszú időn keresztül úgy jelentek meg a rétegtani szakirodalomban, mint valamiféle kőzetekbe rejtett élettelen tárgyak, és arra, hogy ezek a vázak valamikor élő szervezetekhez tartoztak, amelyek lélegeztek, táplálkoztak, mozogtak, szaporodtak és kölcsönhatásban álltak a környezetükkel, még utalás sem nagyon fordult elő (kivéve a sőtartalomra mint univerzális környezeti paraméterre való hivatkozást). A pannóniai puhatestűek tanulmányozói közül KÖRPAŠNÉ HÓDI Margit, a Földtani Intézet paleontológusa volt az első, aki a paleoökológia módszerét alkalmazva közelítette meg a fosszilis anyagot, és így el is jutott arra a megkerülhetetlen következtetésre, hogy a korábban sokszor külön rétegtani egységekbe sorolt egykori fajok valójában egy időben, egymás mellett létező különböző üledékképződési környe-

zetekben éltek (KÖRPAŠNÉ HÓDI 1983). Egy másik fontos új paleobiológiai megközelítés volt az egyes fajok, formák közötti evolúciós kapcsolatok vizsgálata, amit Dana H. GEARY, a Harvard Egyetem hallgatója, a részben magyar származású világhírű paleobiológus, Steven Jay GOULD (1941–2002) doktorandusza kezdett meg (GEARY 1990a). GEARY munkássága nem korlátozódott Magyarországra; a Pannon-medence szinte összes országában végzett terepi munkát és gyűjteményi megfigyeléseket a *Melanopsis* csiganem fajain. Anyagai korának értelmezéséhez azonban kénytelen volt mindenütt elfogadni az adott területen alkalmazott — és sokszor országonként változó — sztratigráfiai interpretációkat. Egymásból kialakult fajok láncolatát ismerte fel MÜLLER Pál is pannóniai kagylókon, ő viszont nagyon alapos helyismerettel és sokrétű rétegtani értelmezéssel tudta alátámasztani észleléseit. Legfontosabb ilyen munkáját a Földtani Közöny külsejében és törekvéseiben egyaránt megújult első számában magyar és angol nyelven publikálta (MÜLLER & MAGYAR 1992). Mindezek a tanulmányok azt mutatták, hogy a Pannon-tó puhatestűi között gyakori jelenség volt az akár évmilliókra kiterjedő fokozatos fejlődés („phyletic gradualism”), egy olyan jelenség, amelyre kevés példa található az őslénytani rekordban, és amely nehezen illeszthető be az evolúciós változások ma használt modelljeibe (GEARY et al. 2010).

Annak ellenére, hogy a pannóniai puhatestűek csak a Pannon-medencében éltek, az irántuk megnyilvánuló érdeklődés számottevő és széleskörű: az Egyesült Államokban kiadott *Paleobiology* folyóiratban ugyanúgy találunk ezekkel foglalkozó cikkeket, mint a Japánban megjelenő *Paleontological Research*-ben (például GEARY 1990b, SAVAZZI & SÄLGBACK 2004). A kiemelt érdeklődésnek több oka is van. A Pannon-tó több száz endemikus fajnak volt a bölcsője, sokszor nevezik „evolúciós laboratóriumnak” is, így a fajképződést, az evolúciót, vagy akár konkrétan a hosszú életű tavakban rendszerint bekövetkező endemikus radiációt vizsgáló kutatók számára igen értékes adatforrás. Egy másik ok, hogy a miocén végén, az ún. pontusi korszakban a Pannon-tó élővilágából számos endemikus faj „kiszabadult” a Keleti-Paratethysbe, azaz a Fekete-tenger és a Kaszpi-tó medencéjébe, és ott hatalmas területen elterjedve tovább éltek és tovább változtak, újabb és újabb formákat létrehozva a miocén végétől máig. (Vannak például olyan endemikus pannóniai kagylófajok, amelyeket oroszországi területekről írtak le először a 19. század első felében.) Ezek a területeken most, a 21. században zajlik a neogén rétegtan forradalma a korszerű radiometrikus mérések és mágnesrétegtan alkalmazásával, és az ott dolgozó kutatók újra és újra a Pannon-tóból induló radiáció és kivándorlás nyomaira bukkannak, miközben a paleobiogeográfiai kapcsolatokat próbálják feltárni (például RICHARDS et al. 2018). Végül pedig — valószínűleg fekete-tengeri közvetítéssel — sok, eredetileg pannóniai endemikus forma felbukkan a Földközi-tenger medencéjében Spanyolországtól Olaszországon át Görögorszáig a messinai sókrízis „lagomare” fázisában, a miocén utolsó pár százezer évében. A messinai sókrízis eseményeinek kutatása és értelmezése évtizedek óta folyamatosan a földtudományok egyik legkurrensebb kutatási témája, így a Paratethysből érkező csökken-

sós vízi fajok eredete, vándorlási útvonala és kora is állandó érdeklődés tárgya.

A pannóniai élővilág és azon belül a pannóniai puhatestűek iránt megnyilvánuló nagy nemzetközi érdeklődést úgy lehet ébren tartani és kielégíteni, ha minél pontosabb képet tudunk nyújtani egyes rétegek és lelőhelyek koráról, egyes fajok időbeli és térbeli elterjedéséről, az üledékképződési környezetéről, amelyben eltemetődtek, és az egykori élőhelyükről. Mindehhez igen részletes szedimentológiai megfigyelésekre, nagy felbontású rétegtanra és megbízható geokronológiára van szükség. A Pannon-medencében az első ilyen komplex munka a paksi atomerőmű bővítését megelőző földtani kutatási program során fúrt pannóniai fúrások integrált rétegtani vizsgálata. A kutatás előzetes eredményeit a Földtani Közlöny ismertette angol nyelven (MAGYAR et al. 2019).

Kvarter — a Kárpát–Pannon térség legfiatalabb kövületei

A negyedidőszakban (kvarter) a szárazulattá vált Pannon-medencében a folyóvízi lerakódások és a szélfújta por ülepedése, a löszképződés voltak a fő üledékképződési folyamatok. Ezekben a környezetekben már olyan puhatestűek éltek, amelyek a Kárpát-medencében ma élő fajokkal azonosak vagy azoknak közeli rokonai; nem véletlen, hogy a kvarter puhatestűekkel sok esetben zoológus vagy biológus kutatók foglalkoznak. Ilyen zoológus volt SOÓS Lajos (1879–1972), a Kárpát-medence puhatestű-faunájának monográfusa vagy ROTARIDES Mihály (1893–1950) is, aki több cikk mellett egy 180 oldalas monográfiát írt a löszcsigákról (ROTARIDES 1931).

A magyarországi kvarter malakológia kiemelkedően sokszínű alakja volt a geológus, biológus, barlangkutató és gerinces paleontológus KORMOS Tivadar (1881–1946). Egyik őslénytani szempontból legizgalmasabb, legérdekesebb munkája a Nagyvárad melletti Püspökfürdő meleg vizű tavában élő endemikus csigáknak és ezek rendkívül változatos morfológiájú késő-pleisztocén–holocén őseinek vizsgálata volt; az eredmények egy részét a Földtani Közlönyben jelentette meg (KORMOS 1903, 1905). KORMOS „harmadkori trópusi reliktumfaunának” tekintette ezt a rendkívül nagy nemzetközi érdeklődést élvező püspökfürdői együttest, és felvázolta a különböző morfológiájú vázak származási kapcsolatait. A magyarországi kvarter puhatestű-kutatás emblemikus alakja volt KROLOPP Endre (1935–2010), a Földtani Intézet kutatója, gyűjteményi kurátora és több egyetemen is oktató, iskolateremtő egyénisége. Tudományos munkájának eredményeit jellemzően aránylag rövid közleményekben jelentette meg; nekrológiájában több mint 200 kvarter és recens puhatestű-tanulmányt sorolt fel a magát a legidősebb Krolopp-tanítványnak valló FÜKÖH Levente (2010).

KROLOPP iskolateremtő hagyományát egy másik tanítványa, SÜMEGI Pál, a Szegedi Tudományegyetem Földtani és Őslénytani Tanszékének régész végzettséget is szerzett paleontológus professzora viszi tovább, immár gazdag nem-

zetközi és tudományközi együttműködésekbe ágyazva (pl. SÜMEGI 2005). Az általa vezetett szegedi munkacsoport néhány éve egy minden korábbinál részletesebb és szakszerűbb ősmaradvány- és kőzetmintagyűjtést végzett a püspökfürdői lelőhelyen, és jelenleg a napjainkban elérhető legmodernebb és legszélesebb eszköztárral vizsgálják a mintákat. Várható, hogy rövidesen végre fény derül ennek a különleges endemikus csigafaunának a részletes környezeti és evolúciós történetére.

Kiemelkedő kutatások

Ha meg kell vonnunk az elmúlt mintegy másfél évszázad gerinctelen őslénytani kutatásának mérlegét a Kárpát–Pannon térségben, akkor a számos kiemelkedő, esetenként nagy nemzetközi visszhangot kiváltó egyéni teljesítmény mellett, amelyeket igyekeztünk dolgozatunkban bemutatni, megnevezhető néhány kutatási terület, amelyben különösen magas színvonalú, külföldön is elismert eredmények születtek. Vitán felül ilyenek tekinthetők az alábbiak:

— a másfél évszázados középső-triász rétegtani kutatások a Balaton-felvidéken, melyeket az innen elnevezett ammonitesz nemek, az innen elnevezett alemelet (pelsói), és a ladin emelet „Globális Sztratotípus Szelvénye és Pontja” címre való pályázat fémjeleznek,

— a jura rendszer különböző részeinek sok évtizedes biosztratigráfiai, öskörnyezeti és paleobiogeográfiai vizsgálata és újabban az ezek nyomában kibontakozó geokémiai kutatások, valamint az eredmények alkalmazása a lemeztektonikai kérdések (terrének mozgása, Tethys-óceán fejlődése) és a globális problémák (triász/jura kihalás, jura-kréta határ) kutatásában,

— a Paratethys mint egységes tenger megjelenésének „visszadátumozása” a miocénről a kora-oligocénre és az ezt tanúsító emelet (kiscelli, egri) elnevezése, definiálása, őslénytani jellemzése,

— a pannóniai emelet definiálása, az endemikus pannon-tavi fauna leírása és rétegtani értelmezése.

Az őslénytani kutatások intenzitása a Kárpát–Pannon térségben, de akár a mai Magyarországot tekintve is, területenként igen eltérő volt. Talán kvantitatív elemzés nélkül is megkockáztatható, hogy őslénytani szempontból a legismertebb, legjobban feldolgozott terület a Dunántúli-középhegység és annak peremvidéke, és ezt bizonyára a Mecsek és környéke követi. A további kutatásoknak azonban beláthatatlan távlatai vannak még ezeken a vidékeken is. Számos ősmaradványcsoport és formáció tekinthető még alulkutatottnak vagy megkutatatlannak, így a Kárpát–Pannon térségben dolgozó paleontológusoknak bőven lesz felfedezni valójuk a következő másfél évszázadban is.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük SZTANÓ Orsolya főszerkesztő asszonynak, hogy felkért minket a tanulmány megírására, valamint DULAI Alfréd és PÁLFY József lektorainknak, hogy észre-

vételeikkel és tanácsaikkal segítettek azt jobbá tenni. Ez a csoport 324. közleménye. tanulmány az MTA–MTM–ELTE Paleontológiai Kutató-

Irodalom — References

- ALBANI, R., LELKESNÉ FELVÁRI, GY. & TONGIORGI, M. 1985: First record of Ordovician (Upper Arenigian, Acritarchs) beds in Bakony Mts., Hungary. — *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen* **170**, 45–65.
- BAJNAI, D., PÁLFY, J., MARTINEZ, M., PRICE, G., NYERGES, A. & FÖZDY, I. 2017: Multi-proxy record of orbital-scale changes in climate and sedimentation during the Weissert Event in the Valanginian Bersek Marl Formation (Gerecse Mts, Hungary). — *Cretaceous Research* **75**, 45–60. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2017.02.021>
- BÁLDI, T. 1973: *Mollusc Fauna of the Hungarian Upper Oligocene (Egerian)*. *Studies in Stratigraphy, Palaeoecology, Palaeogeography and Systematics*. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 512 p.
- BÁLDI, T. 1979: Changes of Mediterranean (? Indopacific) and Boreal influences on Hungarian marine mollusc faunas since Kiscellian until Eggenburgian times: The stage Kiscellian. — *Annales géologiques des Pays Helléniques, hors serie* **1**, 39–49.
- BÁLDI, T. 1980: A korai Paratethys története. — *Földtani Közlöny* **110**, 456–472.
- BÁLDI, T. 1983: *Magyarországi oligocén és alsómiocén formációk*. — Akadémia Kiadó, Budapest, 292 p.
- BÁLDI, T. 1986: *Mid-tertiary stratigraphy and paleogeographic evolution of Hungary*. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 201 p.
- BÁLDI, T. & SENEŠ, J. (eds) 1975: *OM Egerien*. — Chronostratigraphie und Neostatotypen **5**, Veda, Bratislava, 577 p.
- BÁLDINÉ BEKE M. 1984: A dunántúli paleogén képződmények nannoplanktonja. — *Geologica Hungarica series Palaeontologica* **43**, 307 p.
- BALOGH K. 1981: A magyarországi triász korrelációja. — *Általános Földtani Szemle* **15**, 5–44.
- BARABÁSNÉ STUHL, Á. 1981: Microflora of the Permian and Lower Triassic sediments of the Mecsek Mts (South Hungary). — *Acta Geologica Hungarica* **24**, 49–97.
- BARNABÁS K. & STRAUSZ L. 1991: A délnyugat-dunántúli pannonikum. — *Földtani Közlöny* **119**, 191–306.
- BARTHA, A. 1992: Upper Eocene Echinoidea from Buda Hills, Hungary. — *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sectio Geologica* **29**, 190–216.
- BITNER, M. A. & DULAI, A. 2008: Eocene micromorphic brachiopods from north-western Hungary. — *Geologica Carpathica* **59**, 31–43.
- BITNER, M. A., DULAI, A. & GALÁZC, A. 2011: Middle Eocene brachiopods from the Szóc Limestone Formation (Bakony Mountains, Hungary), with description of a new genus. — *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen* **259**, 113–128. <https://doi.org/10.1127/0077-7749/2010/0113>
- BODA J. 1959: A magyarországi szarmata emelet és gerinctelen faunája. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **47**, 571–862.
- BODA J. 1964: *Magyarországi ősmaradványtípusok jegyzéke. Ősállatok (Catalogus originalium fossilium Hungariae. Pars zoologica)*. — Magyar Állami Földtani Intézet (Hungarian Geological Institute), Budapest, 229 p.
- BOGSCH L. 1936: Tortonien fauna Nógrádszakálról. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* **31**, 1–113.
- BOGSCH L. 1943: Homokos fáciesű tortonai fauna a Mátraverebély melletti Szentkúti-kolostor környékéről. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* **36**, 193–297.
- BOHNNÉ HAVAS M. 1985: A Kelet-borsodi medence ottngangi képződményeinek Mollusca vizsgálata. — *Geologica Hungarica series Palaeontologica* **48**, 97–177.
- BOHNNÉ HAVAS M. 1983: Új típusú szarmata Cardiumok a Zsámbéki-medencéből (Budajenő 2. sz. fúrás). — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1981-ről*, 335–367.
- BÖCKH J. 1872, 1874: A Bakony déli részének földtani viszonyai I–II. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* **2/2**, 31–166; **3/1**, 1–155.
- BÖCKH J. 1876: Pécs város környékének földtani és vízi viszonyai. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* **4**, 129–287.
- BÖCKH J. 1881: Adatok a Mecsek-hegység és dombvidéke jurakorbeli lerakódásainak ismeretéhez. II. Paleontológiai rész. — *Értekezések a Természettudományok Köréből* **11**, 1–107.
- BROGLIO LORIGA, C., GÓCZÁN, F., HAAS, J., LENNER, K., NERI, C., ORAVECZ-SCHEFFER, A., POSENATO, R., SZABÓ, I. & TÓTH MAKK, Á. 1990: The Lower Triassic sequences of the Dolomites (Italy) and Transdanubian Mid-Mountains (Hungary) and their correlation. — *Memorie di Scienze Geologiche* **42**, 41–103.
- BUDAI T. & DOSZTÁLY L. 1990: A balaton-felvidéki ladini képződmények rétegtani problémái. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1988-ről* **1**, 61–79.
- BUJTOR, L. 2011: The Early Valanginian ammonite, brachiopod and crustacean fauna of the Mecsek Mts. and its relationships with the embryonic shallow water hydrothermal vent at Zengővárkony (Mecsek Mts., South Hungary). — *Cretaceous Research* **32**, 565–574. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2011.01.003>
- CZABALAY L. 1982: A Sümeg környéki Rudista fauna. — *Geologica Hungarica series Palaeontologica* **41**, 221 p.
- CSÁSZÁR G. (szerk.) 1996: *Magyarország litosztratiográfiai alapegységei — kréta*. — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 163 p.
- CSÁSZÁR G. & HAAS J. (szerk.) 1983: *Magyarország litosztratiográfiai formációi*. — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 1 p.
- CSEPREGHYNÉ MEZNERICS I. 1950: A hidasi (Baranya m.) tortonai fauna. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **39**, 1–115.
- CSEPREGHYNÉ MEZNERICS I. 1954: A keletcserhádi helvétii és tortonai fauna. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **41**, 1–185.
- CSEPREGHYNÉ MEZNERICS I. 1956: A szobi és letkési puhatestű fauna. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **45**, 363–477.
- CSEPREGHY-MEZNERICS, I. 1960: Pectinidés du néogène de la Hongrie et leur importance stratigraphique. — *Mémoires de la Société Géologique de France (Nouvelle Série)* **92**, 58 p.

- DANIELOPOL, D. L., HARZHAUSER, M., PILLER, W. E., GROSS, M. & MINATI, K. 2009: A visit to Soceni (Banat, Romania) — remembering Erich Jekelius (1889–1970). — *Geo-Eco-Marina* **15**, 167–173.
- DELL'ANGELO, B., SOSSO, M., KROH, A. & DULAI, A. 2015: Polyplacophora from the Eocene of Gánt, Hungary. — *Bulletin of Geosciences* **90**, 359–370. <https://doi.org/10.3140/bull.geosci.1517>
- DETRE CS. 1973: A mecseki triász legjobb megtartású és első rétegtanilag értékelhető Ammonoidea lelete. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1971-ről*, 277–282.
- DETRE CS. & MIHÁLY S. 1987: Két újabb Ophiuroidea-lelet a Balaton-felvidék triászából. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1985-ről*, 449–452.
- DULAI, A., GASPARIK, M., SZENTESI, Z. & PÁLFY, J. 2018: First supplement to the catalogue of invertebrate and vertebrate palaeontological type specimens of the Hungarian Natural History Museum: 2008–2018. — *Fragmenta Palaeontologica Hungarica* **35**, 3–59. <https://doi.org/10.17111/fragmpalhung.2018.35.3>
- DULAI A. (szerk.) 2019: Eocén élővilág a Kárpát-medencében. Üvegház — 22 millió éven át. — Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, 328 p.
- ERWIN, D. H. 1996: The Mother of Mass Extinctions. — *Scientific American* **275**, 72–78. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0796-72>
- FODOR, L., SZTANÓ, O. & KÖVÉR, SZ. 2013: Pre-conference field trip: Mesozoic deformation of the northern Transdanubian Range (Gerecse and Vértes Hills). — *Acta Mineralogica–Petrographica, Field Guide Series* **31**, 52 p.
- FOSTER, W. J., DANISE, S., SEDLACEK, A., PRICE, G. D., HIPS, K. & TWITCHETT, R. J. 2015: Environmental controls on the post-Permian recovery of benthic, tropical marine ecosystems in western Palaeotethys (Aggtelek Karst, Hungary). — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **440**, 374–394. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2015.09.004>
- FOSTER, W. J. & SEBE, K. 2017: Recovery and diversification of marine communities following the late Permian mass extinction event in the western Palaeotethys. — *Global and Planetary Change* **155**, 165–177. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2017.07.009>
- FŐZY I. (szerk.) 2012: Magyarország litosztratigráfiai alapegységei — jura. — Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest, 235 p.
- FŐZY, I. (ed.) 2013: *Late Jurassic – Early Cretaceous fauna, biostratigraphy, facies and deformation history of the carbonate formations in the Gerecse and Pilis Mountains (Transdanubian Range, Hungary)*. — Institute of Geosciences, University of Szeged, GeoLitera, Szeged, 422 p.
- FŐZY I. 2017: A Dunántúli-középhegység oxfordi–barremi (felső-jura–alsó-kréta) rétegsora: cephalopoda-fauna, biosztratigráfia, ökoszféra és medencefejlődés. — *GeoLitera*, Szeged, 205 p.
- FŐZY I. & SZENTE I. 2012: *Ősmaradványok. A Kárpát–Pannon térség kőületei*. — *GeoLitera*, Szeged, 584 p.
- FŐZY, I. & SZENTE, I. 2014: *Fossils of the Carpathian Region*. — Indiana University Press, Bloomington, 556 p.
- FŐZY, I., JANSSEN, N. M. M., PRICE, G., KNAUER, J. & PÁLFY, J. 2010: Integrated isotope and biostratigraphy of a Lower Cretaceous section from the Bakony Mountains (Transdanubian Range, Hungary): A new Tethyan record of the Weissert event. — *Cretaceous Research* **31**, 525–545. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2010.07.003>
- FÜKÖH L. 2010: In memoriam Dr. Krolopp Endre (1935–2010). — *Malakológiai Tájékoztató* **28**, 5–19.
- FÜLÖP J. 1958: A Gerecsehegység krétaidőszaki képződményei. — *Geologica Hungarica series Geologica* **11**, 122 p.
- FÜLÖP J. 1964: A Bakonyhegység alsó-kréta (berriázi–apti) képződményei. — *Geologica Hungarica series Geologica* **13**, 193 p.
- FÜLÖP J. 1966: A Villányi-hegység krétaidőszaki képződményei. — *Geologica Hungarica series Geologica* **15**, 1–131.
- FÜLÖP, J. 1971: Les formations Jurassique de la Hongrie. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **54**, 31–46.
- FÜLÖP J. 1975: Tatai mezozoos alaphegységgröök. — *Geologica Hungarica series Geologica* **16**, 225 p.
- FÜLÖP J. 1990: *Magyarország geológiája. Paleozoikum I.* — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 325 p.
- FÜLÖP J. 1994: *Magyarország geológiája. Paleozoikum II.* — Akadémiai Kiadó, Budapest, 445 p.
- GALÁ CZ A. 1980: Gyenespusztai bajóci és bath Ammonitesek (Bakony hegység). — *Geologica Hungarica series Palaeontologica* **39**, 227 p.
- GALÁ CZ, A. 1987a: Important fossil finds, famous localities in Hungary. — In: HÁLA, J. (ed.): *Rocks, Fossils, History — Italian-Hungarian Relations in the Field of Geology*. Hungarian Geological Society, Budapest, 133–148.
- GALÁ CZ, A. 1987b: A Middle Eocene nautiloid from Dudar (Transdanubian Central Range, Hungary). — *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sectio Geologica* **27**, 79–88.
- GALÁ CZ, A. 1995: Ammonites and stratigraphy of the Bathonian red limestone of the Mecsek Mts, south Hungary. — *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös Nominatae, Sectio Geologica* **30**, 111–150, 225–230.
- GALÁ CZ A. 2000: Mélységek és sekélyességek. A dunántúli-középhegységi jura kutatásának 125 éve. — *Folia Musei Historico-Naturalis Bakonyiensis* **16**, 7–34.
- GALÁ CZ, A. 2004: Nautiloid cephalopods from the Middle Eocene of Iszkaszentgyörgy, Transdanubian Hungary. — *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sectio Geologica* **34**, 1–7.
- GALÁ CZ A. & VÖRÖS A. 1972: A bakony-hegységi jura fejlődéstörténeti vázlata a főbb üledékföldtani jelenségek kiértékelése alapján. — *Földtani Közönlöny* **102**, 122–135.
- GEARY, D. H. 1990a: Exploring the roles of intrinsic and extrinsic factors in the evolutionary radiation of *Melanopsis*. — In: ROSS, R. M. & ALLMON, W. D. (eds): *Causes of Evolution: A Paleobiological Perspective*. University of Chicago Press, 305–321.
- GEARY, D. H. 1990b: Patterns of evolutionary tempo and mode in the radiation of melanopsis gastropods. — *Paleobiology* **16**, 492–511. <https://doi.org/10.1017/s0094837300010216>
- GEARY, D. H., HUNT, G., MAGYAR, I. & SCHREIBER, H. 2010: The paradox of gradualism: phyletic evolution in two lineages of lymnocardiid bivalves (Lake Pannon, central Europe). — *Paleobiology* **36**, 592–614. <https://doi.org/10.1666/08065.1>
- GÉ CZY B. 1954: *Cyclolites* (Anth.) tanulmányok. — *Geologica Hungarica series Palaeontologica* **24**, 158 p.
- GÉ CZY B. 1966: Ammonoides Jurassiques de Csernye, Montagne Bakony, Hongrie. Part I. (Hammatoceratidae). — *Geologica Hungarica series Palaeontologica* **34**, 275 p.

- GÉCZY, B. 1967: Ammonoides Jurassiques de Csernye, Montagne Bakony, Hongrie. Part 2. (excl. Hammatoceratidae). — *Geologica Hungarica series Palaeontologica* **35**, 412 p.
- GÉCZY B. 1972: A jura faunaprovinciák kialakulása és a mediterrán lemeztektonika. — *MTA X. Osztály Közleményei* **5**, 297–311.
- GÉCZY B. 2008: *A magyarországi őslénytan története*. — Hantken Kiadó, Budapest, 118 p.
- GÉCZY B. & GALÁCZ A. 1999: Bath ammonites from Villány. — *Földtani Közlöny* **129**, 191–211.
- GNOLI, M. & KOVÁCS S. 1992: Magyarország legidősebb makrofossziliái: szilur orthocon Nautiloideák az Uppony-hegységi Strázahegyről. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1990-ről*, 375–393.
- HAAS J. (szerk.) 1993: *Magyarország litosztratiográfiai alapegységei — triász*. — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 278 p.
- HAAS J. (szerk.) 2004: *Magyarország geológiája. Triász*. — ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 384 p.
- HAAS J., JOCHÁNE EDELENYI E., GIDAI L., KAISER M., KRETZOI M. & ORAVECZ J. 1984: Sümeg és környékének földtani felépítése. — *Geologica Hungarica series Geologica* **20**, 353 p.
- HAGDORN, H., KONRÁD, GY. & TÖRÖK, Á. 1997: Crinoids from the Muschelkalk of the Mecsek Mountains and their stratigraphical significance. — *Acta Geologica Hungarica* **40**, 391–410.
- HALAVÁTS GY. 1882: Őslénytan adatok Délmagyarország neogén korú üledékei faunájának ismeretéhez. I. A langenföldi pontusi korú fauna. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* **6**, 147–156.
- HALAVÁTS GY. 1886: Őslénytan adatok Délmagyarország neogén korú üledékei faunájának ismeretéhez. II. A verseczi fúróluk pontusi korú szerves maradványai. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* **8**, 117–135.
- HALAVÁTS GY. 1891: Lupák–Kölnik–Szócsán–Nagy-Zorlencz környéke. Jelentés az 1891. évi részletes földtani felvételről. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1891-ről*, 85–94.
- HALAVÁTS GY. 1892: Őslénytan adatok Délmagyarország neogén korú üledékei faunájának ismeretéhez. III. A királykegyei pontusi korú fauna. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* **10**, 117–135.
- HALAVÁTS GY. 1912: A neogén korú üledékek Budapest környékén című közleményem és bírálata (?). — *Földtani Közlöny* **42**, 571–573.
- HANTKEN M. 1871: Az esztergomi barnaszénterület földtani viszonyai. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* **1/1**, 3–140.
- HERBICH F. 1878: A Székelyföld földtani és őslénytan leírása. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* **5**, 1–302.
- HILGEN, F. J., LOURENS, L. J. & VAN DAM, J. A. 2012: The Neogene Period. — In: GRADSTEIN, F. M., OGG, J. G., SCHMITZ, M. & OGG, G. (eds): *The Geologic Time Scale 2012*. Elsevier B. V., 923–978. <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-59425-9.00029-9>
- HIPS, K. 1996: Stratigraphic and facies evaluation of the Lower Triassic formations in the Aggtelek Rudabánya Mountains, NE Hungary. — *Acta Geologica Hungarica* **39**, 369–411.
- HOFMAN, A. 1989: *Arguments on Evolution. A Paleontologist's Perspective*. — Oxford University Press, New York, N.Y., 274 p.
- HOFMANN K. & VADÁSZ M. E. 1912: A Mecsekhegység középső-neokom rétegeinek kagylói. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* **20/5**, 189–226.
- HYŽNÝ, M. & MÜLLER, P. M. 2010: Loerenthopluma Beschin, Busulini, De Angeli & Tessier, 1996 (Decapoda, Brachyura, Retroplumidae) from the Oligocene of Hungary. — *Atti della Società italiana di Scienze naturali e del Museo civico di Storia naturale di Milano* **151**, 123–134.
- HYŽNÝ, M., VAN BAKEL, B. W. M., FRAAIE, R. H. B. JAGT, J. W. M., KROBICKI, M. & MAGYAR, I. 2014: A tribute to Pál Müller; his life, career and scientific output. — *Scripta Geologica* **147**, 9–20.
- JÁMBOR Á., MOLDVAY L. & RÓNAI A. 1966: *Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához, L-34-II, Budapest*. — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 358 p.
- JÁMBORNÉ KNESS M. 1988: Magyarország eocén kori nagy Foraminiferái. — *Geologica Hungarica series Palaeontologica* **52**, 629 p.
- JEKELIUS, E. 1944: Sarmat und Pont von Soceni (Banat). — *Memoriile Institutului Geologic al Romaniei* **5**, 1–167.
- KECSKEMÉTI T. 2019: Hantken Miksától az Eocén Programig: kutatástörténet. — In: DULAI, A. (szerk.): *Eocén élővilág a Kárpát-medencében. Üvegház — 22 millió éven át*. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, 21–34.
- KECSKEMÉTI T. & KÖRMENDY A. 1990: A Nagyegyháza–Csordakút–Mányi-medence eocén mollusca faunája. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **71**, 266 p.
- KERCSMÁR ZS., OSZVÁRT P. & LESS GY. 2019: Trópusi paradicsom Magyarországon. — In: DULAI, A. (szerk.): *Eocén élővilág a Kárpát-medencében. Üvegház — 22 millió éven át*. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, 34–64.
- KÓKAY J. 1966: A Herend–márkói barnakőszénterület földtani és őslénytan vizsgálata. — *Geologica Hungarica series Palaeontologica* **36**, 147 p.
- KÓKAY J. 1985: A Középső- és a Keleti-Paratethys kapcsolata a felső-bádeni tenger sótartalom-viszonyai tükrében. — *Geologica Hungarica series Palaeontologica* **48**, 95 p.
- KÓKAY J. 2006: Nonmarine mollusc fauna from the Lower and Middle Miocene, Bakony Mts, W Hungary. — *Geologica Hungarica series Palaeontologica* **56**, 196 p.
- KONDA J. 1970: A Bakony hegység júra időszaki képződmények üledékföldtani vizsgálata. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **50/2**, 161–260.
- KOPEK G. 1954: Északmagyarországi miocén korallok. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **42**, 1–63.
- KOPEK G. 1972: Eocén. — In: DEÁK, M. (szerk.): *Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához, L-33-XII, Veszprém*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 143–158.
- KOPEK G. & KECSKEMÉTI T. 1960: A bakonyi eocén szintézise nagyforaminiferák alapján. — *Földtani Közlöny* **90**, 442–455.
- KOPEK G. & KECSKEMÉTI T. 1964: A bakonyi eocén kőszéntelemek keletkezési körülményeiről. — *Földtani Közlöny* **94**, 340–348.
- KORMOS T. 1903: Adatok a nagyváradi Püspökfürdő hévizei *Melanopsis*-fajainak ismeretéhez. — *Földtani Közlöny* **33**, 451–458.
- KORMOS T. 1905: A Püspökfürdő hévizei faunájának eredete. — *Földtani Közlöny* **35**, 375–402.
- KORPÁSNÉ HÓDI M. 1983: A Dunántúli-középhegység északi előtere pannóniai mollusca faunájának paleoökológiai és biosztratiográfiai vizsgálata. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **66**, 1–163.

- KOVÁCS, S. 1978a: New sphinctozoan sponges from the North Hungarian Triassic. — *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte* **11**, 685–697.
- KOVÁCS, S. 1978b: Newer calcareous sponges from the Wetterstein reef limestone of Alsóhegy Karstplateau (Silica nappe, Western Carpathians, North Hungary). — *Acta Mineralogica-Petrographica Szeged* **23**, 299–317.
- KOVÁCS Gy. 1856: Erdőbényei ásatag virány. — *A Magyarhoni Földtani Társulat Munkálatai* **1**, 1–35.
- KOZUR, H. 1984: Muellerisphaerida eine neue Ordnung von Mikrofossilien unbekannter systematischer Stellung aus dem Silur und Unterdevon von Ungarn. — *Geologisch–Paläontologische Mitteilungen Innsbruck* **13**, 125–148.
- KOZUR, H. & MOCK, R. 1987: Remarks to the occurrence of „Germanic Triassic” in the Mecsek Mts. (Southern Hungary) and to the relations between the Germanic and Carpathian Keuper. — *Mineralia Slovaca* **19**, 481–497.
- KUTASSY, A. 1934: Pachyodonta mesozoica. — *Fossilium catalogus I*, **68**, 1–202.
- LÓCZY L. 1913: A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése. — In: LÓCZY L. (szerk.): *A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei*, Első kötet, Első rész, I. Szakas. Magyar Földrajzi Társaság Balaton-bizottsága, Budapest, 617 p.
- LÓCZY L. 1915: A villányi callovien–ammonitesek monográfiája. — *Geologica Hungarica series Geologica* **1**, 229–454.
- LŐRENTHEY I. 1908: A Tihanyi Fehérpart pannóniai rétegeiről. — *Földtani Közlöny* **38**, 679–686.
- LŐRENTHEY I. 1909: Adatok a magyarországi pannóniai képződmények sztratigráfiájához. — *Földtani Közlöny* **39**, 368–372.
- LŐRENTHEY, E. & BEURLEN, K. 1929: Die fossilen Dekapoden der Länder der Ungarischen Krone. — *Geologica Hungarica Series Palaeontologica* **3**, 420 p.
- MAGYAR I. 2010: *A Pannon-medence ősföldrajza és környezeti viszonyai a késő miocénben*. — GeoLitera, SZTE TTIK Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport, Szeged, 140 p.
- MAGYAR, I., SZTANÓ, O., SEBE, K., KATONA, T. L., CSOMA, V., GÖRÖG, Á., TÓTH, E., SZUROMI-KORECZ, A., ŠUJAN, M., BRAUCHER, R., RUSZKICZAY-RÜDIGER, Zs., KOROKNAI, B., WÓRUM, G., SANT, K., KELDER, N. & KRIIGSMAN, W. 2019: Towards a high-resolution chronostratigraphy and geochronology for the Pannonian Stage: Significance of the Paks cores (Central Pannonian Basin). — *Földtani Közlöny* **149**, 351–370.
- MAJOROS Gy. 1980: A permii üledékképződés problémái a Dunántúli-középhegységben: Egy ősföldrajzi modell és néhány következtetés. — *Földtani Közlöny* **110**, 323–341.
- MOISSETTE, P., DULAI, A. & MÜLLER, P. 2006: Bryozoan faunas in the Middle Miocene of Hungary: biodiversity and biogeography. — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **233**, 300–314. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2005.10.001>
- MOISSETTE, P., DULAI, A., ESCARGUEL, G., KÁZMÉR, M., MÜLLER, P. & SAINT MARTIN, J-P. 2007: Mosaic of environments recorded by bryozoan faunas from the Middle Miocene of Hungary. — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **252**, 530–556. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2007.05.010>
- MÜLLER P. M. 1984: A bádeni emelet tízlábú rákjai. — *Geologica Hungarica Series Palaeontologica* **42**, 317 p.
- MÜLLER, P. & COLLINS, J. S. H. 1991: Late Eocene coral-associated decapods (Crustacea) from Hungary. — *Contributions to Tertiary and Quaternary Geology* **28**, 47–92.
- MÜLLER P. & MAGYAR I. 1992: A Prosodacnomyák rétegtani jelentősége a Kötöcse környéki pannóniai s.l. üledékekben. — *Földtani Közlöny* **122**, 1–38.
- MÜLLER, T., PRICE, G. D., BAJNAI, D., NYERGES, A., KESJÁR, D., RAUCSIK, B., VARGA, A., JUDIK, K., FEKETE, J., MAY, Z. & PÁLFY, J. 2016: New multiproxy record of the Jenkyns Event (also known as the Toarcian Oceanic Anoxic Event) from the Mecsek Mountains (Hungary): Differences, duration and drivers. — *Sedimentology* **64**, 66–86. <https://doi.org/10.1111/sed.12332>
- NEUMAYR, M. 1873: Die Fauna der Schichten mit *Aspidoceras acanthicum*. — *Abhandlungen der kaiserlichen königlichen geologischen Reichsanstalt* **5**, 141–257.
- NOSZKY J. 1934: Adatok az Északi-Bakony kréta képződményeinek ismeretéhez. — *Földtani Közlöny* **64**, 99–136.
- NOSZKY J. 1939: A kiscelli agyag Molluszka-faunája. I. rész. Lamellibranchiata. — *Annales historico-naturales Musei nationalis hungarici* **32**, 19–146.
- NOSZKY J. 1940: A kiscelli agyag Molluszka-faunája. II. rész. Loricata, Gastropoda, Scaphopoda. — *Annales historico-naturales Musei nationalis hungarici* **33**, 1–80.
- NOSZKY J. ifj. 1972: Jura. — In: DEÁK, M. (szerk.): *Magyarászó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. L-33-XII. Veszprém*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 72–100.
- OLARU, L. 2017: *Evoluția biostratigrafică a palinomorfeilor din Precambrian și Predevonian cu aplicații la metamorfitele din Carpații Orientali și la unele formațiuni sedimentare din România, vol. I*. — Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza”, Iași, 406 p.
- ORAVECZ J. 1964: Szilur képződmények Magyarországon. — *Földtani Közlöny* **94**, 3–9.
- OZSVÁRT P. 2014: In memoriam Dr. habil Heinz W. Kozur (1942–2013). — *Földtani Közlöny* **144**, 83–106.
- PÁLFY, J. 2009: Review of invertebrate and vertebrate paleontological types in the collection of the Hungarian Natural History Museum. — *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici* **101**, 5–22.
- PÁLFY, J. & TÖRÖK, Á. 1992: Comparison of Alpine and Germano-type Middle Triassic brachiopod faunas from Hungary, with remarks on *Coenothyris vulgaris* (SCHLOTHEIM, 1820). — *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sectio Geologica* **29**, 303–323.
- PÁLFY, J., DEMÉNY, A., HAAS, J., HETÉNYI, M. & ORCHARD, M. 2001: Carbon isotope anomaly and other geochemical changes at the Triassic–Jurassic boundary from a marine section in Hungary. — *Geology* **29**, 1047–1050. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(2001\)029<1047:ciaaog>2.0.co;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(2001)029<1047:ciaaog>2.0.co;2)
- PÁLFY, J., DULAI, A., GASPARIK, M., OZSVÁRT, P., PAZONYI, P. & SZIVES, O. 2008: *Catalogue of invertebrate and vertebrate paleontological type specimens of the Hungarian Natural History Museum*. — Hungarian Natural History Museum, Budapest, 209 p.
- PAPP A. 1959: A Bécsi medence pannóniai képződményeinek biosztratigráfiai tagolása. — *Földtani Közlöny* **89**, 16–22.

- PÁVAY E. 1874: A budai márga ásatag tüskönczei. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* **3**, 165–335.
- PETERS, K. F. 1862: Über den Lias von Fünfkirchen. — *Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe. Abt. I, Mineralogie, Botanik, Zoologie, Anatomie, Geologie und Paläontologie* **46**, 241–293.
- PETHŐ GY. 1910: A Pétervárad hegység (Fruška Gora) krétaidőszaki (hiperszenon) faunája. — Királyi Magyar Természettudományi Társulat, 331 p.
- POSENATO, R. 1992: *Tirolites* (Ammonoidea) from the Dolomites, Bakony and Dalmatia: Taxonomy and biostratigraphy. — *Eclogae Geologicae Helvetiae* **85**, 893–929.
- POSENATO, R., PELIKÁN, P. & HIPS, K. 2005: Bivalves and Brachiopods near the Permian–Triassic boundary from the Bükk Mts. (Bálvány North section, Northern Hungary). — *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* **111**, 215–232.
- RAKUSZ Gy. 1932: Dobsinai és nagyvisnyói karbon kövületek — *Geologica Hungarica series Palaeontologica* **8**, 219 p.
- RICHARDS, K., VAN BAAK, C. G. C., ATHERSUCH, J., HOYLE, T. M., STOICA, M., AUSTIN, W. E. N., CAGE, A. G., WONDERS, A. A. H., MARRET, F. & PINNINGTON, C. A. 2018: Palyonology and micropalaeontology of the Pliocene — Pleistocene transition in outcrop from the western Caspian Sea, Azerbaijan: Potential links with the Mediterranean, Black Sea and the Arctic Ocean? — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **511**, 119–143. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2018.07.018>
- ROTARIDES M. 1931: A lösz csigafaunája, összevetve a mai faunával, különös tekintettel a szegedvidéki löszökre. — A Szegedi Alföldkutató Bizottság Könyvtára, VI. Szakosztály, A) Állattani Közlemények, 8. szám. Szeged Városi Nyomda és Könyvkiadó Rt., Szeged, 180 p.
- ROTH L. 1879: A rákos–ruszti hegyvonulat és a Lajta-hegység déli részének geológiai vázlat. — *Földtani Közlöny* **9**, 99–110.
- SAVAZZI, E. & SÄLGBECK, J. 2004: A comparison of morphological adaptations in the cardiid bivalves *Cardium* and *Budmania*. — *Paleontological Research* **8**, 221–239. <https://doi.org/10.2517/prpsj.8.221>
- SENEŠ, J. 1958: *Pectunculus*-Sande und Egerer Faunentypus im Tertiär bei Kovačov im Karpatenbecken. — *Geologické Práce Monografická série* **1**, 232 p.
- SEPKOSKI, J. J. Jr. 1993: Foundations: Life in the oceans. — In: GOULD, S. J. (ed.): *The Book of Life*. Norton, New York, N.Y., 37–63.
- SCHOLZ, G. 1979: Die Ammoniten des Vracon (Oberalb, Dispar–Zone) des Bakony-Gebirges (Westungarn) und eine revision der Wichtigstein Vracon-Arten der West-Mediterranen Faunenprovinz. — *Palaeontographica, Abt. A* **165**, 81–136.
- STEGENA L., GÉCZY B. & HORVÁTH F. 1975a: A Pannon-medence késő kainozoós fejlődése. — *Földtani Közlöny* **105**, 101–123.
- STEGENA, L., GÉCZY, B. & HORVÁTH, F. 1975b: Late Cenozoic evolution of the Pannonian basin. — *Tectonophysics* **26**, 71–90. doi:10.1016/0040-1951(75)90114-6
- STEVANOVIĆ P. M. 1959: A szűkebb értelemben vett pontusi emelet kifejlődései és tagolása Észak-Jugoszláviában, tekintettel a szomszédos országok pontusi képződményeire. — *Földtani Közlöny* **89**, 3–15.
- STRAUSZ, L. 1942: Das Pannon des mittleren Westungarns. — *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici, pars Mineralogica, Geologica et Palaeontologica* **5**, 1–102.
- STRAUSZ L. 1954: Várpalotai felső-mediterrán csigák. — *Geologica Hungarica series Palaeontologica* **25**, 127 p.
- STRAUSZ L. 1958: Ungula caprae-szint DNy-dunántúli fúrásban. — *Földtani Közlöny* **88**, 237–239.
- STRAUSZ L. 1962: *Magyarországi miocén-mediterrán csigák határozója*. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 372 p.
- STRAUSZ L. 1966a: Dudari eocén csigák. — *Geologica Hungarica series Palaeontologica* **33**, 199 p.
- STRAUSZ, L. 1966b: *Die miozän-mediterranen Gastropoden Ungarns*. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 695 p.
- STRAUSZ L. 1971: A pannóniai emelet (pliocén). — *Földtani Közlöny* **101**, 114–119.
- SÜMEGI, P. 2005: *Loess and Upper Paleolithic environment in Hungary*. — Aurea Publishing, Nagykovácsi, 312 p.
- SZABÓ I. 1972: Triász. — In: DEÁK M. (szerk.): *Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához, L-33-XII, Veszprém*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 35–72.
- SZABÓ, J. 1996: Some new species of *Adeorbisina* (Adeorbisinae, Colloniidae, Trochoidea) in the Bajocian gastropod fauna of Somhegy (Bakony Mts., Hungary). — *Fragmenta Mineralogica et Palaeontologica* **18**, 63–70.
- SZABÓ, J. 2010: Lower Jurassic gastropod localities and their faunas from the Bakony Mts (Hungary). — *Fragmenta Mineralogica et Palaeontologica* **28**, 71–80.
- SZABÓ J. 2011: A budapesti (Budai-hegység) felső-triász Dachsteini Mész-kő legendás gastropoda-faunájának revíziója, és gondolatok a típusgyűjtemény hányatott sorsa okán. — *Földtani Közlöny* **141**, 217–232.
- SZABÓ L., VÉR L. & CSICS GY. (szerk.) 1995: *Az eocén-program, ahogy mi láttuk*. — Tatabányai Bányász Hagymányokért Alapítvány, Tatabánya, 222 p.
- SZÉLES M. 1962: Alsópannóniai medenceüledékek puhatestű faunája. — *Földtani Közlöny* **92**, 53–60.
- SZENTE, I. 1996: Bivalve assemblages from the Austrian and Hungarian Hierlatzkalk (Lower Jurassic): a comparison. — In: DUDICH, E. & LOBITZER, H. (szerk.): *Advances in Austrian–Hungarian Joint Geological Research*, 137–145.
- SZENTE, I. 1997: Bivalve assemblages from the Middle Triassic Muschelkalk of the Mecsek Mts, South Hungary: An overview. — *Acta Geologica Hungarica* **40**, 411–424.
- SZENTE I. 2017: Lábatlan, Tölgyháti-kőfejtő. — In: VIRÁG A. & BOSNAKOFF M. (szerk.): *Program, előadáskivonatok, kirándulásvezető, 20. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés, Tata–Tardos*, 59–61.
- SZENTES F. 1968: *Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához, L-34-I, Tatabánya*. — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 152 p.
- SZENTES, F. 1972: Eocén. — In: SZENTES F. & RÓNAI A. (szerk.): *Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához, L-34-VII, Székesfehérvár*. — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 34–50.
- SZIVES, O. 1999: Ammonite biostratigraphy of the Tata Limestone Formation (Aptian Lower Albian), Hungary. — *Acta Geologica Hungarica* **42**, 401–411.
- SZIVES, O. 2007: Aptian-Campanian ammonites of Hungary. — *Geologica Hungarica series Palaeontologica* **57**, 187 p.

- SZONTAGH T. 1910: Nagysúri Böckh János élete és munkálkodása. — *Földtani Közlöny* **40**, 3–28.
- SZŐRÉNYI E. 1965: Magyarország alsókréta kori Echinoideái. — *Geologica Hungarica series Palaeontologica* **32**, 295–370.
- SZŐRÉNYI, E. 1973: *Magyarországi eocén echinoideák*. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 102 p.
- SZÓTS E. 1956: Magyarország eocén (paleogén) képződményei. — *Geologica Hungarica series Geologica* **9**, 318 p.
- TELEGDI ROTH K. 1914: Felsőligocén fauna Magyarországból. — *Geologica Hungarica series Geologica* **1**, 1–66.
- TOZER, E. T. 1984: The Trias and its ammonoids: The evolution of a time scale. — *Geological Survey of Canada Miscellaneous Report* **35**, 171 p.
- TÖRÖK, Á. 1997: Triassic ramp evolution in Southern Hungary and its similarities to the Germano-type Triassic. — *Acta Geologica Hungarica* **40/4**, 367–390.
- VADÁSZ, E. 1914: Die mediterranen Echinodermen Ungarns. — *Geologica Hungarica* **1**, 79–254.
- VÉGH-NEUBRANDT, E. 1982: *Triassische Megalodontaceae. Entwicklung, Stratigraphie und Paläontologie*. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 526 p.
- 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**, 221–268.
- VITÁLIS I. 1908: A Tihanyi Fehérpart pliocénkorú rétegsora és faunája. — *Földtani Közlöny* **38**, 665–678.
- VITÁLIS I. 1909: Észrevételek Lőrenthey Imre dr. úrnak „A tihanyi Fehérpart pannóniai rétegeiről” írt cikkére. — *Földtani Közlöny* **39**, 363–367.
- VITÁLIS I. 1911: Adatok a balatonvidéki pliocén- és pleisztocénkorú képződmények sztratiográfiájához. — *Földtani Közlöny* **41**, 428–436.
- VOGL V. 1908: Tanulmányok az eocén nautilusok köréből. — *Földtani Közlöny* **38**, 568–582.
- VÖRÖS, A. 1991: Hierlatzkalk — a peculiar Austro-Hungarian Jurassic facies. — *Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich-Ungarn. Teil 1*, 145–154.
- VÖRÖS A. 1998: A Balaton-felvidék triász ammonoideái és biosztratiográfiája. — *Studia Naturalia* **12**, 104 p.
- VÖRÖS, A. (szerk.) 2003: The Pelsonian Substage on the Balaton Highland (Middle Triassic, Hungary). — *Geologica Hungarica series Palaeontologica* **55**, 195 p.
- VÖRÖS, A. 2009: The Pliensbachian brachiopods of the Bakony Mountains (Hungary). — *Geologica Hungarica series Palaeontologica* **58**, 300 p.
- VÖRÖS, A. 2018: The Upper Anisian ammonoids of the Balaton Highland (Middle Triassic, Hungary). — *Geologica Hungarica series Palaeontologica* **60**, 240 p.
- VÖRÖS, A., BUDAI, T., HAAS, J., KOVÁCS, S., KOZUR, H. & PÁLFY, J. 2003: GSSP (Global Boundary Stratotype Section and Point) proposal for the base of Ladinian (Triassic). — *Albertiana* **28**, 35–47.
- ZÁGORŠEK, K. & KÁZMÉR, M. 2001: Eocene Bryozoa from Hungary. — *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* **231**, 159 p.
- ZITTEL, K. A. von 1862: Die obere Nummulitenformation in Ungarn. — *Sitzungsberichte der math.-naturwiss. Cl. der k. Akademie der Wissenschaften (Abt. 1)* **46**, 353–395.

Kézirat beérkezett: 2020. 03. 13.

A törmelékes üledékek és kőzetek petrográfiai vizsgálati eredményei a Kárpát–Pannon térség kutatásában: a magyar kutatók hozzájárulása az elmúlt 150 évben

JÓZSA Sándor¹, SZAKMÁNY György¹, MIKLÓS Dóra Georgina¹, VARGA Andrea^{2,*}

¹ELTE, Természettudományi Kar, Kőzettan-Geokémiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C

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

*levelező szerző, e-mail: raucsikvarga@geo.u-szeged.hu

Petrographic results of clastic sedimentary rocks in the Carpathian–Pannonian Region: the Hungarian contribution during the past 150 years

Abstract

In honour of the 150-year history of the Földtani Közlöny (the Bulletin of the Hungarian Geological Society), this paper presents a historical review of petrographic studies of clastic sediments and sedimentary rocks in Hungary. The selected topics are somewhat subjective, reflecting the main research interest of the respective authors. The section on conventional petrography is organized by clast/grain size and focuses on rocks coarser than silt (i.e. sand, granules, pebbles, cobbles, and boulders). The discussion is based on respective geographic areas and their stratigraphy, with particular focus being directed towards provenance analysis. This is followed by a review of studies on sandstone diagenesis. The latter is a research field that has gained increasing importance over the last decade or so, especially in the Neogene Pannonian Basin; it has been possible to examine this basin due to the presence of exploration well-bores. Finally, results of the archaeometry of prehistoric stone tools, another developing field of research, are reviewed.

Keywords: research review, terrigenous sediments, micromineralogy, sandstone, diagenesis, archaeometry

Összefoglalás

A 150 éves évfordulóját ünneplő Földtani Közlöny tiszteletére munkánkban a törmelékes üledékes kőzetek petrográfiai vizsgálataira vonatkozó hazai tudományos eredmények összefoglaló értékelését mutatjuk be a kezdetektől napjainkig. A szerzők kutatási területeihez igazodva, a kiválasztott főbb témakörök kutatási irányainak rövid ismertetését követően a törmelékes üledékek és kőzetek kőzetlisznél nagyobb szemcseméretű detritális elegyrészeinek (görgeteg–kőzettömb, kavics–konglomerátum, homok–homokkő és mikroásvány vizsgálatok) leírásait tartalmazó munkákat tekintettük át területi és kor szerinti csoportosításban. A leírás ténye és a kőzetmeghatározás módszertana mellett figyelmünket a forráskőzet meghatározását és a lepusztulási terület behatárolását (eredetkutatás, provenienciaanalízis) célzó munkákra irányítottuk. Majd egy hazánkban feltörekvő irányzat, a homokkővek diagenézistörténete került terítékre, különös tekintettel a főleg mélyfúrásokkal feltárt neogén képződményekre. Végül szintén egy újabban fejlődésnek indult szakterülettel, a homokkő anyagú szerszámkövek archeometriájával kapcsolatos kutatási eredményeket mutatjuk be.

Tárgyszavak: kutatástörténet, terrigén üledékek, mikromineralógia, homokkő, diagenézis, archeometria

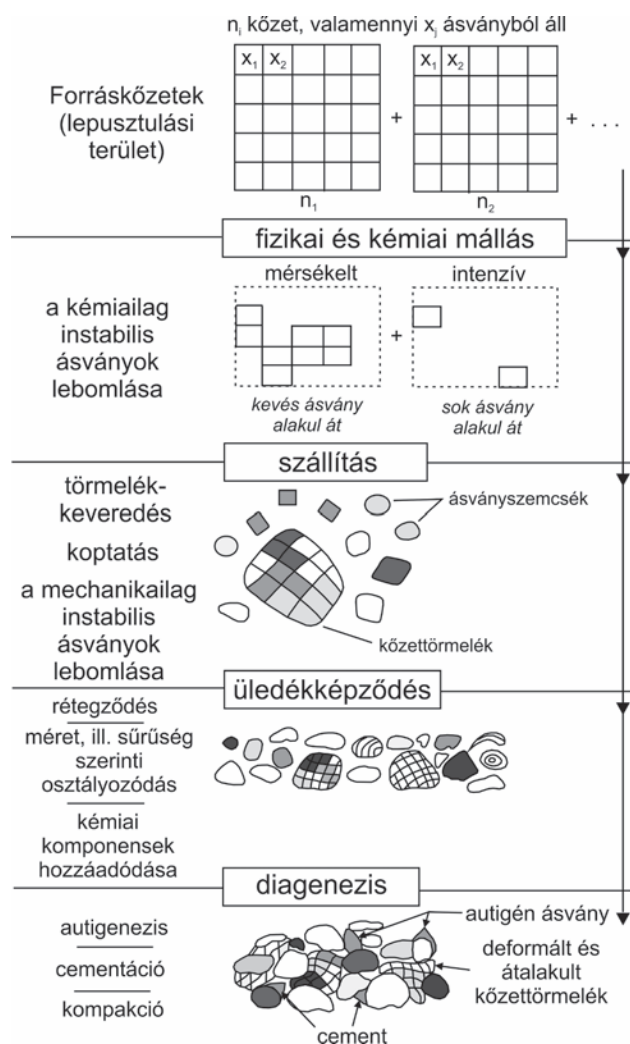
Bevezetés — A törmelékes üledékek és kőzetek kutatási irányai

A törmelékes üledékeket, illetve törmelékes üledékes kőzeteket sok esetben sziliciklasztitoknak is nevezik, de tudjuk, hogy a mészanyagú törmelék akár jelentős hányadát képviselheti a detritális elegyrészeknek, így az ebben a vonatkozásban kissé félrevezető, leszűkítő értelmű sziliciklasztit kifejezést igyekszünk korlátozottan, csak a definíciójának (lásd: *1. https*) megfelelő esetekben használni.

A törmelékes üledékes kőzetek képződésének négy-

lépcsős folyamatából (mállás–aprózódás, szállítás, leülepedés, kőzetté válás; *1. ábra*) jelen dolgozatban leginkább csak az első és utolsó lépcső eredményével foglalkozunk. Egyrészt azzal, hogy a vizsgált mintában milyen és honnan származó kőzetek lepusztult törmelékanyaga található meg (a forráskőzet meghatározása és azonosítása, más szóval provenienciaanalízis), másrészt azzal, hogy a lepusztult törmelék végleges leülepedése után, a betemetődés során az üledékben, illetve kőzetben milyen diagenetikus folyamatok játszódhatnak le (diagenézistörténet).

Nem térünk ki az olyan, főleg a szedimentológia tárgy-



1. ábra. Homokból homokkő: az üledékes ciklus lépései (PETTJOHN et al. 1972 alapján)

Figure 1. Transformation from sand to stone (sandstone): steps of the sedimentary cycle after PETTJOHN et al. (1972)

körébe tartozó jelenségek hazai vizsgálati eredményeire, amelyek a törmelék szállítása és leülepedése során alakulnak ki (pl. koptatottsággal, osztályozottsággal, rétegzettséggel kapcsolatos vizsgálatok). Mivel célunk kimondottan a petrográfia módszereivel, főleg makroszkópos és fénymikroszkópos meghatározásokkal elért eredmények bemutatása, a további lehetséges vizsgálati módszereket (SEM, OSL, kormeghatározási módszerek, izotópos mérések stb.) esetenként megemlíjük, de nem részletezzük. Ugyancsak el kellett tekintenünk többek között a törmelékes képződmények műszaki földtani (pl. építésföldtan, vízföldtan), művészeti (pl. műtárgyak eredetvizsgálata, restaurálása) és bünyügyi vonatkozású alkalmazási területein elért hazai eredmények bemutatásától. Részletes ismertetést adunk azonban a hazánkban előforduló homokkő anyagú szerszámkövek archeometriai vizsgálati eredményeiről.

Jelen írás az elmúlt 150 év hazai munkáit — különös tekintettel a Földtani Közlönyben megjelent tanulmányokra — hivatott összesíteni, de nem törekedhettünk a teljességre. A rendelkezésre álló hatalmas mennyiségű szakirodalmi

adatnak csak egy része érhető el digitális formában az interneten, ezért, valamint a terjedelmi korlátok miatt az értékeléshez a legtöbb esetben nem tudtuk figyelembe venni a korlátozottan hozzáférhető kéziratos anyagokat (pl. adattári jelentések, egyetemi terepgyakorlati jelentések, diákköri- és szakdolgozatok, PhD értekezések).

150 év alatt a történelem jelentős változásokat hozott Magyarországra. A magyarságot és a magyarok lakta területeket új határok szabdaltaák szét, a vasfüggöny mögött pedig a földtudomány kutatási lehetőségei mind anyagi, mind területi, mind szellemi vonatkozásban igen nagy mértékben tovább szűkültek. Ez az összefoglaló, ha kényszerűen is, de tükrözi ezeket a korlátokat, ezért itt most leginkább csak a hazai kutatók trianoni határokon belüli területeken végzett kutatási eredményeinek ismertetésére szorítkozunk.

A törmelékes üledékeken és kőzeteken végzett kutatási eredmények bemutatását három fő témakörben tárgyaljuk, olyan sorrendben, ahogy a kőzettörténet folyamatai következnek egymás után. Először az üledékek és kőzetek törmelékiszemcséinek (detritális elegyrészek) meghatározása és forrásközzel, esetleg forrásterülettel való azonosítása terén elért főbb eredményeket ismertetjük. Ezt követően a homokokra, homokkővekre ható diagenetikus folyamatokra vonatkozó alapismereteket és az ezen a területen elért hazai kutatási eredményeket összesítjük. Végül az alkalmazott tudományok közül az archeometria szakterületén belül a homokkő anyagú, főleg szerszámkövekre vonatkozó hazai kutatási eredményeket mutatjuk be.

Törmelékes elegyrészek petrográfiája

A törmelékes üledékek és kőzetek lepusztulási területéről származó törmelékes, más néven allotigén vagy detritális elegyrészeit többféle petrográfiai paraméterrel jellemezhetjük (méret, alak, termet, koptatottság, anyag stb.). Az itt következő tárgyalás alapjául ezek közül a szemcseméretet választottuk, mert ez a legegyszerűbben kivitelezhető osztályozás alapja. Ezért külön alfejezetben tárgyaljuk azokat a munkákat, amelyekben a vizsgált kőzetekben található durva törmelékiszemcsék anyagát szabad szemmel (makroszkóposan) és/vagy vékonycsiszolatban fénymikroszkóposan határozták meg, külön a makroszkópos és vékonycsiszolatos homokkő leírásokat tartalmazó tanulmányokat és a mikromineralógia fénymikroszkópos módszerrel elért vizsgálati eredményeit. Végül egy mindezeket összesítő vizsgálatot („Komplex Eredetvizsgáló módszer”, KEVI; MIKLÓS et al. 2018) mutatunk be.

Durvatörmelékek vizsgálata

A kavicsok mint csodálatos, varázslatos tárgyak mindig vonzották az embert, és még a mai világban is gyakran elbűvölnek minket. Mintha valami ősi vonzalom éledne újra az egykor megélhetést biztosító értékes lelet iránt (pl. FARKAS-SZÓKE 2008). A földtudósokat viszont inkább a kavicsokban rejlő megannyi, térben és időben távolra

mutató információ megszerzésének lehetősége vonzza. Akár olyanoké is, amelyeket a kavics származási helyéről már nem lehet megszerezni.

A durvatörmelékek (szögletes törmelékek, koptatott törmelékek: kavicsok, továbbá nagyobb méretű hömpölyök, kőtuskók, görgetegek, kőzettömbök) tudományos jellegű megfigyelése és leírása már az 1800-as évek közepétől a geológiai kutatómunka egyik kedvelt ágának számított. Sok esetben akkor még csak terepi módszereket alkalmaztak, és csak a kavicsok által képviselt kőzetfajták neveinek felsorolására szorítkoztak (BÖCKH 1872, HOFMANN 1879, ROTH 1879, PAPP 1899). Az esetek egy részében azonban — széleskörű terepi kőzetismereteiknek köszönhetően — azt is megállapították, hogy milyen ismert kőzetformációból vagy mely területekről származhat egy-egy kavics vagy hömpöly anyaga (pl. SZABÓ 1872, KOCH 1874, ROTH 1885, SZÁDECZKY 1932). Egy-egy különleges, fontosnak vélt kavicsleletről, mint pl. a „Buda-Kovácsi hegység eocén conglomerat trachytneű eruptív kőzet töredékei”-ről (HOFMANN 1871) részletes és élvezetes makroszkópos, sőt úttörő jelleggel „górcsói” kőzetleírást is olvashatunk. Ez utóbbi esetben például több mint 100 évvel később HORVÁTH & TARI (1987) geokémiai vizsgálatokkal, FARICS et al. (2015) részletes petrográfiai vizsgálatokkal pontosították a korábbi eredményeket, és a vulkanitkavicsokat egy közeli triász vulkáni előfordulás termékeiből származtatták.

Az elmúlt 150 év során szinte minden korszak neves kutatója készített leírásokat a különböző magyarországi durvatörmelékes összletek kavicsairól, kőzettömbjeiről. A Mecseki perm–triász törmelékes rétegsor kavicsanyagának összetétele alapján például megállapították, hogy az akkori háttérterület főleg kristályos és savanyú vulkáni kőzetekből állt, és hogy ezek aránya térben és időben is határozott változékonyságot mutatott (VADÁSZ 1935, BARABÁSNÉ STUHL 1981, FAZEKAS 1987 és hivatkozásai, VARGA et al. 2007, BODOR & SZAKMÁNY 2009, BODOR et al. 2012). A nyugati-mecseki jura rétegsor is tartalmazott érdekes törmelékes betelepüléseket. Az alsó-jura Vasasi Márga kavics és breccsa betelepüléseiben közeli déli területekről származó késő-triász karbonátkőzet- és telepeskorall-töredékeket, és az akkor kis területen még délebbre kibukkanó metamorf aljzatról származtatható kisszámú kvarc- és kőzettörmeléket mutattak ki (CSÁSZÁR 2006, CSÁSZÁR et al. 2007).

A mecseki alsó-miocén durvatörmelékes összlet kavicsanyaga ennél sokkal változatosabb képet mutatott (VÉGH 1956, JÁMBOR & SZABÓ 1961, HÁMOR 1970, RAVASZNÉ BARANYAI 1973, VARGA et al. 2002, JÓZSA et al. 2009 és hivatkozásai, MAGYAR et al. 2016). A Nyugati-Mecsekben ebből kerültek elő többek között felső-karbon növénymaradványos szenes agyagkő kavicsok (SOÓS & JÁMBOR 1960, WÉBER 1964, BARBACKA et al. 1997, PHILIPPE et al. 2000, GULYÁS-KIS 2003), szintén felső-karbon szürke, valamint permii vörös homokkő kavicsok (pl. VARGA et al. 2001, 2003), a korábban topázgránitnak leírt andaluzitos gránitkavicsok (SZAKMÁNY & JÓZSA 1994), egy eklogitkavics (HORVÁTH et al. 2003) és két egyedülállóan ritka eocén

kalkrétkavics, amelyhez hasonló korú és típusú kőzet korábban nem volt ismert a Mecsekben (VARGA et al. 2002). A SOÓS & JÁMBOR (1960) által először leírt felső-karbon, változatos szemcseméretű, szenes törmelékes kőzetanyagú kavicsok forráskőzetét a kavicsvizsgálataik alapján előre jelzett területen később mélyült kutatófúrásokban meg is találták (JÁMBOR 1969). A Keleti-Mecsekben alsó-kréta magmatit- és szkarnkavicsok (HORVÁTH 1988) és az ezekhez kapcsolható óriási, általában több tíz cm-es, de akár az egy méter átmérőt is elérő magnetithömpölyök (SZABÓ 1872, VADÁSZ 1940, SZTRÓKAY 1952) váltak ismertté a miocén törmelékes összletből.

A Dunántúli-középhegység törmelékes képződményeinek kavicsösszetételét a karbontól (Fülei Konglomerátum) a pleisztocénig JÁMBOR & KÖRPÁS (1971), az oligocéntől a miocénig KÖRPÁS (1981) tárgyalták átfogóan és részletesen. Ezek közül a Balaton-felvidéki vörös homokkő összlet riolit anyagú kavicsait JUHÁSZ (1962) részletes mikroszkópos petrográfiai vizsgálatnak vetette alá, és a mecseki permii homokkövek hasonló anyagú kavicsaival rokon összetételűnek találta. A Bakony törmelékes kőzetei többnyire helyi származású kavicsokat tartalmaznak, de a felső-eocén tengerparti konglomerátumban már kis- és közepes fokú metamorf kavicsok is megjelennek (pl. VARRÓK 1954). A nagy területen feltárt oligocén folyóvízi, polimikt Csatkai Formáció Rendeki-hegy fennsíkján fellelhető hömpölyei akár a 45 cm átmérőt is elérhetik, anyaguk zömmel egzotikus. HAAS (1984) szerint mintegy 30 km-ről származhatnak egy mára már eltemetett, délre elhelyezkedő forrásterületről. BENEDEK et al. (2001) az andezitkavicsok vizsgálatából kiindulva modern geokémiai és geokronológiai (hasadványnyomokon alapuló) módszerekkel a Csatkai kavicsösszlet számos lehetséges forrásterületét azonosították a Periadriai-öv mentén egészen a Déli-Alpokig. Az oligocén tengerparti Hárshegyi Homokkő kavicsainak zöme kvarc és kvarcit, de a kisszámú metamorf kavics alapján északi, vepori eredetet valószínűsítettek (FEKETE 1935, KASZANITZKY 1956, BÁLDI et al. 1976). SZTANÓ (1990) a gerecei alsó-kréta csatornakitöltő Köszörűkőbányai Konglomerátumban az uralkodóan intraformációs kőzetek, valamint mészkő és tűzkő mellett kevés, vékonycsiszolatosan is azonosított metamorfot és vulkanitot említ. ORAVECZ (1965) szilur ősmaradványokat (pl. *Hystriochosphaerida*) mutatott ki néhány permtől pleisztocénig terjedő korú törmelékes összlet kovapala kavicsaiban, amit az egyik geológusnóta meg is örökített (szerző: PAPP G., lásd: 2. [https](https://www.researchgate.net/publication/312111111)).

Az ország keleti részén feltárt egykori tengerparti durvatörmelékes összletekben zömmel rövid szállítást szenvedett, helyi lepusztulási területről származó, változatos kőzetanyagú kavicsokat találhatunk. Ilyen például az Upponyi-hegység déli részén feltároló kréta időszakos Nekézsenyi Konglomerátum (BREZSNYÁNSZKY & HAAS 1984), a Rudabányai-hegység délkeleti peremén megjelenő felső-oligocén Szuhogyi Konglomerátum (SZENTPÉTERY 1988, BODROGI & SZENTPÉTERY 2000) és a Darnó-hegy nyugati szélén megjelenő alsó-miocén Darnói Konglomerátum (KISS 1958, SZTANÓ & JÓZSA 1996).

A legnagyobb tömegű, változatos összetételű durva-törmelék az azonban a pleisztocén jégkorszakoknak köszönhető (pl. SZÁDECZKY 1932, SZUJÓ et al. 2017). Mai folyóink meder- és teraszanyaga ezért már legalább 150 éve (pl. KOCH 1874) kedvelt kutatási téma (az ősember tevékenységéről nem is beszélve, pl. HORVÁTH 2013). Folyóink közül talán a Duna kavicsanyaga a legváltozatosabb (2. ábra), a helyi áthalmozásokon kívül a legkülönbözőbb alpi, kárpáti és cseh-masszívumi területekről származik (pl. BÓDI 1938, SZÁDECZKY-KARDOSS 1939, SÁSDI 2003, SZEBERÉNYI et al. 2015); a ritka vagy különleges leletek közül azonban csak az eklogitkavicsokról született eddig nyomtatott közlemény (HORVÁTH et al. 2005). Még érdekesebbek a Duna fiatal teraszüledékeiből rendre előbukkanó, talányos módon idekerült, akár méteres nagyságot is elérő, sok esetben teljesen szögletes egzotikus hömpölyök, kőtömbök,

„kőtuskók” (pl. KRIVÁN 1973, ZSEMLE et al. 2001). Kutatásuk történetét JÁMBOR (2010) foglalta össze, de néhány különleges, ritka kőzetpéldány (dumortierites gneisz, klintohumitos márvány és szkapolitos amfibolit) pontos forrását (Spitz környéke, Cseh-masszívum déli része, Ausztria) és több száz km-es szállítási módját (potamopagetolitok, azaz tutajkövek; 2. ábra a és d) SPRÁNITZ et al. (2017) ásványkőzettani összehasonlító vizsgálatai tisztázták megnyugtatóan (3. ábra). Érdekesség az is, hogy a tátrai moréna-üledékek törmelékanyagának korai vizsgálata (ROTH 1885) mellett SZABÓ (1872) mátrai morénaüledékről is tudósított.

A kavicsok észleléseit már kezdetektől fogva koptatottsági és felszínmorfológiai (kopásnyomok) megfigyelésekkel egészítették ki (pl. HOFMANN 1871). Az alakítani megfigyelések és mérések különösen a SZÁDECZKY-KARDOSS (1933) által kidolgozott, nemzetközileg is elismert és mai

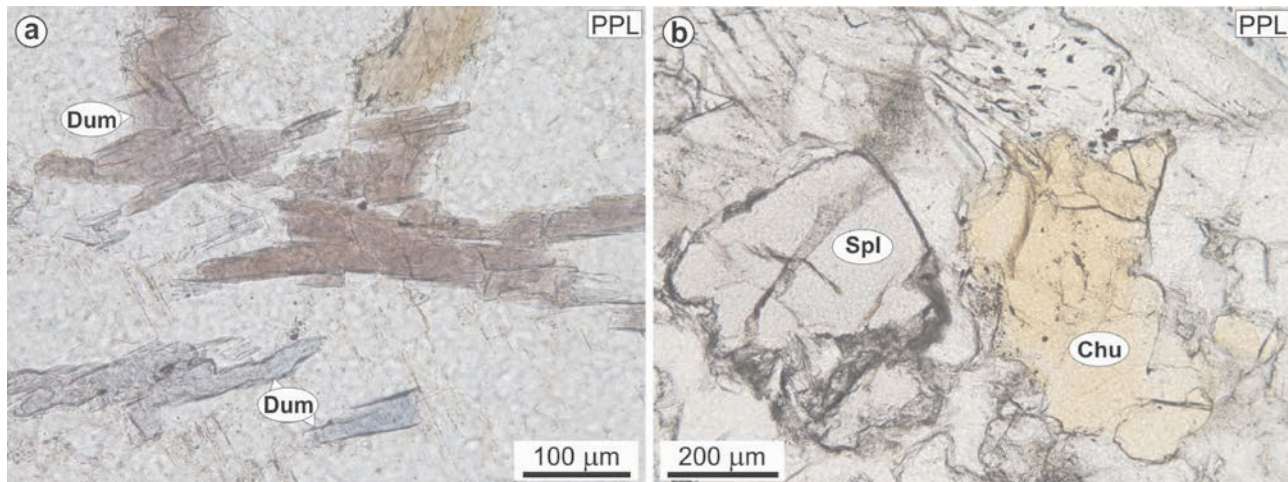


2. ábra. „Dunakavicsok”

a) A Duna pleisztocén teraszanyagából kimosódott nagy méretű, gyengén koptatott kőtömbök (potamopagetolitok, azaz folyami tutajkövek) a Solt melletti Duna-parton; b) A Duna fiatal teraszanyagát kitermelő győrzámolyi kavicsbánya látképe. A frissen kirostált durva kavics (kulé) uszadékfákat (sötétbarna darabok), emlőscsontokat és nagyobb szögletes kőzetdarabokat akár nagyobb mennyiségben is tartalmazhat; c) Terepi kavicsvizsgálat (jellemzés, meghatározás, számlálás) előkészülete az egyik Győr melletti kavicsbányában; d) Zömmel szögletes, kristályos kőzetanyagú (gránit, kvarcit, amfibolit) folyami tutajkövek (potamopagetolitok) egy Győr melletti kavicsbányában

Figure 2. Pebbles and boulders from the Danube

a) Large, angular fluvial dropstone boulders (potamopagetolite) on the river bank of Danube near Solt, washed out from the Pleistocene terrace material; b) Young terrace material of Danube is exploited in the gravel pit of Győrzámoly. Screened out coarse cobble fraction often contains large amount of drift-wood (dark brown pieces), bones of mammals and angular boulders; c) Preparing for field examination of pebbles (characterization, determination, counting) in a gravel pit near Győr; d) Mostly angular fluvial dropstones (potamopagetolites) consisting of crystalline rocks (granite, quartzite, amphibolite) in a gravel pit near Győr



3. ábra. A dunai folyami durvatörmelékéből származó különleges kőzettypusok mikroszkópi megjelenése (Dunavarsány, kavicsbánya, Aqua Kft.). a) Rózsaszín-kék pleokroizmust mutató dumortierit (Dum) halmaz gneisz kavicsban; b) Négyzetöletes spinell (Spl) szemcse és okkersárga klinohumit (Chu) polarizációs mikroszkópi fényképe mintegy 80 cm átmérőjű, közepesen kopotott kontakt dolomárvány anyagú folyami tutajkőből. PPL = egy nikolos fótó

Figure 3. Photomicrographs of special rock types from Danubian boulders (Dunavarsány, gravel pit of Aqua Ltd.). a) Dumortierite (Dum) grains with pink-blue pleochroism from a gneiss pebble; b) Square shaped spinel (Spl) grain and yellow clinohumite (Chu) in a medium rounded contact dolomarlite fluvial dropstone boulder (d=80 cm). PPL = Plane Polarized Light

napig használt vizsgálati módszer (CPV-módszer) megszűlése után szaporodtak meg. Kezdetben csak a laza, pannóniai–pleisztocén hordalékok (BÓDI 1938; STRAUSZ 1949, 1952; PÉCSINÉ DONÁTH 1958), később már az idősebb, cementált konglomerátumok (VÉGH 1956: Hidas-Váralja; KASZANITZKY 1956: Hárshegyi Homokkő; GYÓRFI 2015: Dráva-medence) kavicsainak CPV értékeit is kiszámolták szállítási viszonyaik meghatározása vagy akár teraszok azonosítása céljából. A szél, vagy ritka esetben a jég csiszoló hatására kialakult formai és felületi jegyeket mutató kavicsok (éles kavics, fényes kavics, szél- és jégbarázdás kavics) megfigyelése és leírása is viszonylag gazdag hazai szakirodalommal rendelkezik (pl. JÁMBOR 1992, 2002 és hivatkozásai; CSILLAG et al. 2010; THAMÓNÉ BOZSÓ et al. 2012; T. BIRÓ et al. 2013). Folyóparti kavicsok ihlették a világraszóló „Gömböc” megalkotását egy teljesen új kavicsmorfológiai vizsgálati módszer kidolgozásán keresztül (SZABÓ & DOMOKOS 2010, DOMOKOS 2019 és hivatkozásai). Az új osztályozás alapja egy kód, amelyet a kavicsok lehetséges egyensúlyi helyzeteinek (fekvő egyensúlyi pont = lappont, billegő egyensúlyi pont = nyeregpont, ingó egyensúlyi pont = csúcspon) száma alapján határoznak meg.

A kavicsok szintén jelentős szerepet játszanak a barlangok képződésében és a barlangi üledékek összetételében (GYURICZA & SÁSDI 2009), sőt kavicsrétegekben kialakult barlangok is ismertek (pl. Tata környékén; pl. ALMÁDY 1988). A barlangkutatók legtöbbször általában csak a barlangi kavicskitöltés tényét és főbb kavics típusait (pl. mészkő, kvarckavics) rögzítették (pl. Erdélyi-khg.: KESSZLER 1942; Béke-barlang: JAKUCS 1953; Baradla: BARÁTOSI 1961, KORDOS 1976, VID 2012). Akadnak azonban olyan leírások is, amelyekben a barlangi kavicsok forrásközetét vagy lehetséges származási területét is meghatározták. Tata

tóvárosi Angolkert forrásbarlangjaiban pannóniai kavicsanyagot, köztük mikrokristályos kovakő változatokat (karneol, jáspis, kalcedon) írtak le (ALMÁDY 1988). A Budai Várbarlang kavicsanyagáról megállapították, hogy az nem Duna-terasz eredetű, hanem zömmel a Budai-hegységben is megtalálható, az Ördögárok vízgyűjtő területéről származtatott triász időszakai mészkő, illetve Hárshegyi Homokkő anyagú (LEÉL-ŐSSY 2011 és hivatkozásai). A Baradla kavicsanyaga zömmel a pleisztocén Borsodi Kavicsból származik, amelyben a Szepes-Gömöri-érchegység kiscukú metaüledékes kőzetei (kvarcit, metahomokkő és fillit változatok) uralkodnak (BERÉNYI ÜVEGES et al. 2006, VID 2007, POLACSEK & BA 2017).

A fenti áttekintés számos kiemelkedő eredményre felhívta a figyelmet, azonban a kavicsok eredetkutatása még napjainkban is adhat munkát a geológusoknak. Számos kavicsfajta forrása máig ismeretlen (pl. nummuliteszes tűzkő: MARKÓ & KÁZMÉR 2004, andaluzitos gránit: JÓZSA et al. 2009).

Homokkövek petrográfiai elemzése

A törmelékes üledékes kőzetek legnagyobb tömegben, legtöbb területen felhasználható változata a homokkő, így nemcsak csodálatos természetes sziklaképződményekben (pl. a Babás Szerkövek a Jakab-hegyen, a Mecsekben vagy a Nagy-kő Bükk-szenterzsébeten), hanem mára már jórészt felhagyott kőbányákban is találkozhatunk vele (pl. az Alsóörsi Amfiteátrum).

A homokkő lényeges allotigén elegyrészei (ebben a fejezetben csak ezekre összpontosítunk) viszonylag kis, 2 mm alatti szemcseméretük miatt szabad szemmel nehezen határozhatók meg, az általában jóval kisebb méretben megjelenő, de a forrásközet meghatározása szempontjából

informatívabb akcesszórius ásványok pedig szabad szemmel láthatatlanok. Ezért lett a homokok és homokkővek forrásmeghatározásának egyik módszere a mikromineralógia (lásd a Mikromineralógia c. fejezetet). Mivel a homokkő rétegsorok legtöbbször kavicsot is tartalmaznak — akár szórványosan, akár vastag konglomerátumrétegek formájában — a homokkővek forrásmeghatározása a velük együtt megjelenő, könnyebben meghatározható kavicsok vizsgálatával is megvalósulhat. Így aztán a homokkőveket a földtani munkák viszonylag hosszú időn át inkább csak megemlíttették, már csak azért is, mert rétegtani besorolásukhoz ősmaradvány-tartalmuk megismerésére nagyobb szükség volt (pl. KOCH 1871, NOSZKY 1935). Ennek ellenére számos esetben a földtani munkák is tartalmaztak részletes terepi makroszkópos leírást (pl. CSÁSZÁR 1995, valamint a Durvatörmelékek vizsgálata és a Mikromineralógia c. fejezetek idevágó hivatkozásai). A kőzettani beállítottságú kutatók viszont korábban a kristályos kőzetekkel foglalkoztak szívesebben (talán ma sincs ez másképp), ezért a homokkővek kőzettani összetételének részletes feldolgozása háttérbe szorult.

A kifinomultabb homokkő petrográfia a polarizációs mikroszkóp elterjedésével és általános használatával kezdett kiteljesedni, de komolyan közrejátszott ebben az olajipar térnyerése is, hiszen mint kiváló tárolókőzetek, megismerésük gazdasági érdekeket is szolgál. Ebből a szempontból fontosabb volt a porozitással összefüggő folyamatok megismerése (lásd a Homokkővek diagenézise c. fejezetet), de ezáltal más kőzettani tulajdonságok kutatása is lendületet kapott. A homokkőben lévő törmelék-szemcséket különböző kategóriákba sorolták (pl. kvarc: Q, földpátok: F, kőzettörmelék: R vagy L, mátrix), mennyiségüket polarizációs mikroszkópban kimérték, és százalékos megoszlásukat háromszögdiagramokon ábrázolták (4. ábra, Q–F–R-diagram: petrográfiai osztályozás, FOLK 1956, PETTIJOHN et al. 1972; Q–F–L és kapcsolódó diagramok: forrásterület-analízis, DICKINSON 1970, DICKINSON

& SUCZEK 1979). A homokkővek pontos elnevezéséhez és származási területük minősítéséhez ezek a rendszerezések széles körben elterjedtek (pl. PETTIJOHN 1954; FOLK 1956; DICKINSON 1970, 1985; PETTIJOHN et al. 1972; DICKINSON & SUCZEK 1979; INGERSOLL 1990).

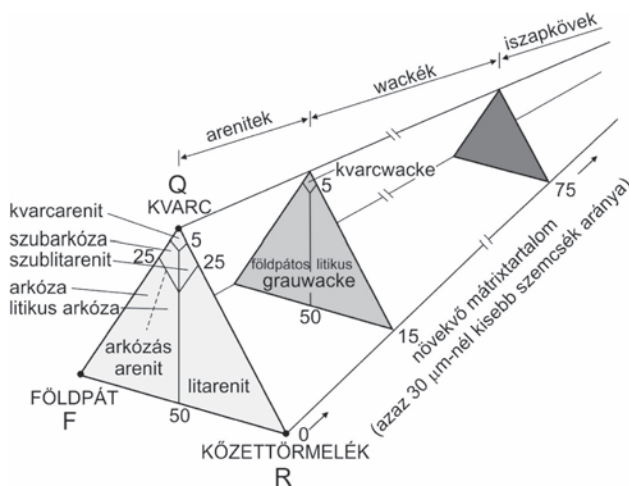
Hazánk petrográfiai leg részletesebben vizsgált homokkővei a Mecsek–Villányi térség felső-karbon–triász rétegsorának tagjai. Az 1950-es évek végétől folyamatosan zajló intenzív kőzettani kutatások eredményeit ismertető kéziratok (pl. Mecseki Ércbányászati Vállalat, uránérc-kutatás) megszületését követően először FAZEKAS (1987) adott átfogó, részletes kavics és homokkő összetételi leírást a Korpádi, a Cserdi, a Kővágószőlősi és a Jakabhegyi Formációkról. Elsőként adta meg a vizsgált homokkővek akkori modern PETTIJOHN et al. (1972) szerinti kőzettani besorolását, rávilágítva a módszer néhány hiányosságára is. Megfigyelte a kristályos alaphegységéből származó törmelék arányainak időbeli változását (metamorfitok és vulkanitok, majd a felső-permben gránitok is) és egyes vulkanitok északnyugat felőli behordási irányát. Később ennek a rétegsornak szinte minden formációjáról igen részletes petrográfiai elemzés készült, amelynek segítségével a lepusztulási terület kőzettani összetételét és egyes homokkővek háttérterületének lemeztektónikai helyzetét is pontosították (Tésényi Homokkő: VARGA et al. 2001, 2003; Bodai Agyagkő: VARGA et al. 2006; Túronyi Formáció: VARGA et al. 2008; Korpádi Homokkő: VARGA et al. 2004, 2014; Jakabhegyi Homokkő: FAZEKAS 1989, CSICSÁK & SZAKMÁNY 1998).

A ma is használatos, akkor még újnak számító, Gazzi-Dickinson néven ismert szemcseelemző módszert (DICKINSON 1970, 1985; DICKINSON & SUCZEK, 1979; ZUFFA 1980 stb.) a gerescei kréta törmelékes kőzetek vizsgálatával ÁRGYELÁN (1989, 1995) vezette be Magyarországon. Eredményeit további részletes petrográfiai és mikromineralógiai megfigyelésekkel egészítette ki (lásd a Mikromineralógia fejezetet). Megállapította, hogy „a törmelék okeáni szigetéről, okeáni szutúra zónához kapcsolódó ofiolitokból és mélytengeri képződményekből, valamint az áttolódott, felgyűrt öv kontinentális kéregrészeiből származhatnak”.

A kainozoos összletek közül a Hárshegyi Homokkőről kezdetben inkább csak terepi, kőbányászati szempontú leírások születtek (KOCH 1871). Ugyan részletes mikroszkópi kőztleírás máig nem készült, kovásodását és hidrotérmet érkitöltéseit azonban később többen is tanulmányozták (FEKETE 1935, BÁLDI & NAGYMAROSI 1976, GÁL et al. 2008).

Egyik legnagyobb kiterjedésű homokkő előfordulásunk a glaukonit tartalmáról ismert észak-magyarországi alsó-miocén Pétervásárai Homokkő. Első részletesebb polarizációs mikroszkópi vizsgálatát SZTANÓ & JÓZSA (1996) közzétették (megállapításait lásd a Mikromineralógia fejezetben). Szócs et al. (2015) a homokkő törmelékanyagának ismertetése mellett inkább a diagenézistörténetre összpontosítottak (lásd a Homokkővek diagenézise fejezetet).

Érdemes megemlíteni, hogy egyes rétegsorokban



4. ábra. A homokkővek petrográfiai osztályozása (PETTIJOHN et al. 1972 alapján)

Figure 4. Petrographic classification of sandstones after PETTIJOHN et al. (1972)

korábban tufaréteggént leírt képződmények valójában kisebb-nagyobb mértékben áthalmazott vulkáni eredetű törmelékanyagban gazdag vulkanoklasztitok, vulkanogén homokok, homokkövek. Ennek egyik példája a Mátyás-hegyi-barlangban és környékén a felszínen is megtalálható, a felső-eocén bryozoás márgába települő, főleg vulkáni eredetű kvarcot, savanyúvulkanit-szemcséket és horzskövet tartalmazó vulkanogén homokkő (BIRÓ et al. 2013 és hivatkozásai). A Keleti-Bakony középső triász (ladin) tufás képződményeinek (GYALOG & BUDAI 2004) részletes petrográfiai leírásával és földtani értelmezésével FARICS & JÓZSA (2017) foglalkoztak.

Polarizációs mikroszkópi vizsgálatok további homokkő kifejlődésekről is készültek. THAMÓ-BOZSÓ (1993) a Pannon-medence eocén–kvarter homokköveinek és homokjainak érettségi indexét és közettani besorolását MCBRIDGE (1963) szerint állapította meg. BÉRCZI & VICZIÁN (1973) pedig a dél-alföldi terület neogén törmelékes kőzeteit ásványos összetételük alapján nevezték el, és kistűk metamorfitos összetételű lehordási területet állapítottak meg. Több más munkában viszont a hangsúly nem a forráskőzet meghatározásán volt, hanem az adott homokkővel kapcsolatos lehetséges gazdasági vonatkozások álltak a középpontban. Ilyenek például a törmelékes üledékes kőzetbe beáramló CO₂ kőzetre gyakorolt lehetséges hatásaival kapcsolatos tanulmányok (SENDULA 2015, KIRÁLY et al. 2019), illetve a bükki permii Szentléleki Formációban kimutatott ércindikációt vizsgáló tanulmány (SZABÓ & VINCE 2002).

Mikromineralógia

A mikromineralógia tárgyát képező kb. 0,06–0,25 mm-es szemcsék lehetnek ásványszemcsék, kőzetdarabok, egykori élő szervezetek ép vagy töredékes maradványai (pl. ősmaradványok), de akár mesterséges anyagok is. Méretük a vizsgálandó kőzetben lehet eleve kicsi, de a mintaelőkészítési folyamatok (pl. törés, szitálás) során az eredetileg nagy kristályok is aprítékként kerülnek az adott mérettartományú részlegbe. A mikroásványokon belül a 2,9 g/cm³-nél nagyobb sűrűségű nehézásványok általában jóval kisebb mennyiségben (néhány %-ban) jelennek meg, mint a könnyűek, de nagyobb jelzésértékük miatt a forráskőzet azonosításában sokkal komolyabb szerepet kapnak. Hazai történetüket legutóbb THAMÓNÉ BOZSÓ (2002a) foglalta össze röviden.

A mikromineralógiai — vagy ahogy Erdélyben, sőt még inkább Székelyföldön nevezik, a parányásványtani — vizsgálatok Magyarországon az 1900-as években indultak meg. Akkor még csak a laza, finomszemcsés (szubmikroszkópos szemcseméretű) anyagokban (talaj, lösz, agyag, homok) rejtőző apró ásványszemcsék megismerése volt a célja (pl. SCHAFARZIK 1901; VENDL 1913, 1932; INKEY 1914; LENGYEL 1930, 1931). A finomszemcsés laza üledékek tudományos célú kutatása a mai napig folyamatosan zajlik és módszereiben fejlődik (pl. BIDLÓ & TÖRÖK 1963, GEDEONNÉ RAJETZKY 1973b, PÉCSI-DONÁTH 1985, BIDLÓ 1996, HUM 2002, BALOG et al. 2013), ipari alkalmazása is széleskörű

(pl. tengerparti torlatkutatás, GONCALVES & BRAGA 2019; olajipar). A korai hazai munkák legfőképpen a mezőgazdaság sikerességét kívánták geológiai ismeretekkel elősegíteni. ERRE SZABÓ (1858, 1861) — úttörő módon — több talajvizsgálattal és térképezéssel foglalkozó művében is felhívta a figyelmet. Meg volt ugyanis győződve arról, hogy a talajok rendszeres elemzése a mezőgazdaság érdekeit szolgálja (INKEY 1914). A mezőgazdasági célú mikroásvány-vizsgálatok egyik fő célja volt — a teljeskörű összetétel meghatározása mellett — a talajok származásának, azaz a talajképző kőzetnek a megismerése (pl. STEFANOVITS 1952; KISS 1958; SZENDREI 1970, 1994; BIDLÓ 1996; KALMÁR et al. 1997; KUTI et al. 2003; BALOG et al. 2013). Valamivel később, a környezeti szemlélet felerősödésével a hasznos vagy toxikus elemek kibocsátásában és megkötésében szerepet játszó talajalkotó mikroásványok vizsgálata is fontos kutatási irányvá vált (pl. ZENTAY 1989).

A mikromineralógia tárgya a kezdetek óta mit sem változott, de a vizsgálat alá vont, mikroszemcséket szolgáltató anyagok köre mára jelentősen kiszélesedett, néhány esetben önálló kutatási ággá fejlődött. Az egyik legfontosabb és kiterjedt hazai kutatási irány a löszök mikroásványtani vizsgálata, a munkák elsősorban a lösz lehetséges forrásterületeinek megismerését célozták meg (pl. MOLNÁR 1961, FRANYÓ 1963, PÉCSI-DONÁTH 1985, HORVÁTH et al. 1992, HUM 2002). A legújabb, átfogó értékelés szerint (THAMÓ-BOZSÓ et al. 2014) a hazai idős és fiatal löszök nagy része gránátban gazdag, finomszemcsés homok frakciójuk főleg a Dunántúl folyóinak metamorf ásványokban gazdag ártéri homokanyagából és különböző kainozoos törmelékes üledékekből származik. A dél-dunántúli löszök biotitban és turmalinban gazdag nehézásvány-együttese granitoid forrásra, az észak-magyarországi löszök piroxénben gazdag nehézásványai közeli vulkáni forrásra utalnak. A Kárpát-medence, azon belül is főleg a Nagyalföld pleisztocén és recens folyóvízi meder, ártéri és teraszüledékeinek, valamint szélfújta homokos üledékeinek eredetét is sokan a mikroásványok segítségével kutatták (LENGYEL 1930, 1931; SZABÓ 1955; FRANYÓ 1963; MOLNÁR 1963, 1964, 1966; GEDEONNÉ RAJETZKY 1973a, b, 1976; ELEK 1982, 1987; POLGÁRI 1982; KALMÁR et al. 1997; CSAPÓ 1998; BURJÁN 2003; NÁDOR et al. 2007a, b; THAMÓ-BOZSÓ & Ó. KOVÁCS 2007; THAMÓ-BOZSÓ et al. 2007 stb.). Munkáik alapján általánosságban megállapítható, hogy egyes nehézásványok jelenléte vagy dúsulása jól körülhatárolható forrásterületet jelez (pl. barna amfibol = Erdélyi-középhegység, piroxének = Északi-középhegység, glaukonit = Pétervásárai Homokkő, kékamfibol = Szepes–Gömöri-érchegység, klorit = Felső-Tiszavidék stb.). A barlangi üledékek nehézásványvizsgálatának is elsősorban a forráskőzet és származási terület megismerése volt a fő célja (pl. SZENTES 1963; FARKAS & JÓZSA 2005, Pisznice; VID 2007, Baradla). PIROS & GYURICZA (1986) például a Baradla hordalékában talált biotit-, hipersztén- és augitszemcséket a Sajó menti piroxénandezit piroklasztitokból származtatták.

A Magyar Állami Földtani Intézetben (MÁFI) az 1980-as évektől kezdve országos programként a nehézásványokat

érckutatás céljából is vizsgálták. HARTIKAINEN et al. (1992) a Tokaji-hegység 800 km²-es területének 207 cellájából — talaj és kőzetminták mellett — patakfordalékból vett minták nehézasványrészelget is kémiai elemzésnek vetették alá. A kapott elemzési adatok statisztikus értékelésével aranyérckutatásra perspektivikus területeket tudtak kijelölni. Egy másik, máig befejezetlen „Torlatprogram” keretében Magyarország valamennyi jelentős vízfolyásából medermintát vettek (kb. 1000 minta), és különböző könnyű, nehéz és mágneses frakciókra választották szét (FÜGEDI et al. 2015 és hivatkozásai), többek között különböző ércásvány-, különösen terméсарany szemcsék dúsulásában reménykedve. A téma fontosságát jelzi, hogy a muraközi és dunai mosott aranyat már RÁKÓCZY (1905) a Tauern aranytelereiivel veti össze és onnan származtatja. Az 1930-as években, részben a híres aranybányáink (pl. Kőrmöcbánya, Nagybánya) trianoni diktátumból fakadó elvesztése miatt, átfogó torlatarany kutatás indult a Duna mentén, amelyet a Magyar Nemzeti Bank és a Pénzügyminisztérium végeztetett (PANTÓ 1935).

A felszíni és mélyfúrással feltárt pannóniai üledékes rétegsorok nehézasvány-vizsgálata a tudományos megközelítés mellett (HERRMANN 1954a, 1955, 1956a, b; KLEB 1968; THAMÓNÉ BOZSÓ 2002b) ipari jelentőségük (üveghomok: BÁRDOSSY 1958; HAJÓS 1954; szénhidrogén-kutatás: HERRMANN 1954b; BÉRCZI 1969; THAMÓNÉ BOZSÓ et al. 2006; vízföldtan MOLNÁR 1973; torlatkutatás) miatt vált kiemelkedő fontosságúvá. A homokbányászatban a nehézasványok elkülönítendő szennyezőnek, szerencsés esetekben hasznosítható mellékterméknek számítottak (pl. THAMÓNÉ BOZSÓ 1985). A szénhidrogének kutatásában a nehézasványok a medenceüledékek behordási irányainak, távolságának és lepusztulási területének meghatározásában játszottak szerepet. A magyarországi kainozoos homokok átfogó összesítő értékelését SALLAY & THAMÓNÉ BOZSÓ (1988) és THAMÓNÉ BOZSÓ (1991) állították össze. Későbbi összefoglaló munkájukban JUHÁSZ & THAMÓNÉ BOZSÓ (2006) 860 felső-miocén–pliocén (pannóniai) minta nehézasvány-adatainak értékelésével kimutatták, hogy a Pannon-medence belseje felé a szállítási távolsággal egyre uralkodóbbá válik a klorit mennyisége. Északnyugatról több közepes és nagyfokú metamorfittól származó ásvány, északkeletről több belső-kárpáti vulkáni vonulattól származtatható ásvány, délkeletről változatos összetételű, Erdélyi-középhegységből származtatható törmelékanyag áramlott be.

Az idősebb, a legtöbb esetben már cementált, tömör kőzetek (pl. mészkő, márga, homokkő, agyagkő, kovakőzetek) dezaggregálása (törés, oldás) után kinyert nehézasványok vizsgálata a bonyolultabb minta-előkészítési eljárás miatt később kezdődött el, de annál szélesebb körű lehetőségeket kínált. Leginkább a forráskőzet és a lehordási terület meghatározása céljából vizsgálták többek között az észak-magyarországi permi–mezozoos (ZAJZON et al. 2011, VELLEDEITS et al. 2017) és oligo-miocén törmelékes rétegsorok egyes tagjait (PAPP & SEMPTÉY 1956, KISS 1958). SZTANÓ & JÓZSA (1996) a Pétervásárai Homokkő vékonycsiszolataiban változatos savanyú–neutrális magmás, meta-

morf és üledékes kőzetfragmentumok mellett ofiolitos eredetű kőzetszemcséket (szerpentinit, metagabbro, metabazalt, radiolarit) mutattak ki, nehézasványai között ofiolitos eredetű metamorf ásványszemcséket (pl. aktinolit, pumpellyit, kékamfibol) is megfigyeltek. A mállékonyabb kőzettörmelékek fokozatos kimaradását rögzítették a Darnó-zóna menti forrásterületektől távolodva egészen Salgótarjánig, sőt kimutatták, hogy a nehézasványok és kőzetfragmentumok mennyiségének területi megoszlása összhangban van a szedimentológiai megfigyelések alapján megállapított tengeráramlási irányokkal és az ülepedés közbeni Darnó-zóna menti balos oldaleltolódással.

Az Északkelet-Dunántúl jura–alsó-kréta kőzeteiben Cr-spinellt mutattak ki (FÖLDVÁRI et al. 1973, VASKÓNÉ DÁVID 1988, CSÁSZÁR & ÁRGYELÁN 1994, ÁRGYELÁN 1995, ÁRGYELÁN & CSÁSZÁR 1998, ÁRGYELÁN & HORVÁTH 2002), ami ofiolitos kőzetek lepusztulását jelzi. Ugyanezen a területen az eocén–oligocén rétegeket is többen vizsgálták. A korai munkák legnagyobb értéke a mikroásványok nagyon pontos és részletes leírása (VENDL 1932, SZTRÓKAY 1932), de következtetéseket is levontak a nagyszámban kimutatott kristályos kőzetekből származó nehézasvány lehetséges vepori (KASZANITZKY 1956), illetve közelebbi, nyugatra elhelyezkedő, mára már eltemetett alaphegységi forrásra vonatkozóan (VENDL 1932). A későbbi kutatók vulkáni kőzeteket is megneveztek a lehetséges források között (CSÁNK & SIPOSS 1962, CSÁNK 1963, SÁRKÖZINÉ FARKAS 1966). A Mecsek–Villányi térség mezozoos (FÜLÖP 1966, CSÁSZÁR et al. 2007, VARGA et al. 2009, POZSGAI et al. 2017), valamint miocén (RAVASZNÉ BARANYAI 1973, MIKLÓS 2018) rétegsoraiban zömmel a környék aljzatát felépítő közepes fokú metamorfitek és permi savanyú vulkanitok nehézasványait lehetett kimutatni.

A hazai bauxitok és szárazföldi vörös agyagok nehézasványvizsgálata egyrészt szintén a lehetséges forráskőzetek és forrásterületük megismerését célozták meg, másrészt a bauxitok korbesorolását segítették elő (pl. Nézsza: KISS 1952; Iszkaszentgyörgy: VÖRÖS 1958 és ANTAL 1973; Nagygyeháza: GECSE 1982; Dunántúli-középhegység, eocén fedő: DUNKL 1990; Dunántúli-középhegység–Északi-Mészkőalpok: MINDSZENTY et al. 1991; Vöröstó: KELEMEN et al. 2017).

Az optikai módszerrel történő mikroásvány-vizsgálatok a modern földtani kutatásban önmagukban már egyre kevésbé állják meg a helyüket, ugyanis az újabb és újabb nagyműszeres ásványelemzési módszerek megjelenése (mikro-röntgen diffraktometria, SEM-EDS/WDS, Raman-spektroszkópia, ionmikroszkópia stb.) egyre pontosabb forráskőzet-meghatározást és azonosítást tesznek lehetővé. Mindezek mellett a mikromineralógia, ahogy a kőzetmikroszkópia is, sok esetben egy-egy szűkebb témakör (ásvány, zárvány stb.) további részletes vizsgálatához biztosítja a kiinduló mintákat és adatokat, valamint a szükséges mikroásványtani vagy kőzettani alapismereteket. Így — a teljesség igénye nélkül — végezhetünk ásványtani, nyomelem- és izotóp-geokémiai elemzéseket például homokból (homokkőből) vagy kavicsból (konglomerátumból) szepe-

rált egyedi cirkon- vagy apatitkristályokon különböző kormeghatározásokhoz (pl. U–Pb kor: VARGA et al. 2012a, POZSGAI et al. 2017; hasadványnyom-kor: TARI et al. 1999), glaukonitszemcséken agyagásványtani és genetikai vizsgálatokhoz (FEKETE 2003), vagy talajból szeparált nehézásvány szemcséken (pl. epidot) mint indikátorásványokon érckutatás céljából (pl. folyamatban lévő diplomamunkák B. KISS G. témavezetésével, ELTE Ásványtani Tanszék).

Végezetül hadd említsük meg a lelkes amatőrök által, alkalmanként igen magas szakmai színvonalon végzett áldozatos kutatómunkát is, amellyel például folyóhordalékokban található mikroásványok szisztematikus leírását és vizsgálatát végzik, és amelyhez a szépség szeretete és a felfedezés öröme (pl. KÖRMENDY 2015) adja a hajtóerőt.

Törmelékes rétegsorok komplex eredetvizsgálata (KEVi)

A forrásterület-kutatás hatékonysága szempontjából az előzőekben bemutatott mindhárom módszernek — előnyeik mellett — komoly hiányosságai is vannak. A durvatörmelékek ugyan pontos képet adnak az állékonyabb forrásközetekről, de nem mindig állnak megfelelő mennyiségben és minőségben rendelkezésre, terepi makroszkópos közethatározásuk nagyon időigényes és nem elég pontos, egyedi vékonycsiszolatos, statisztikus mennyiségű vizsgálatuk pedig hatalmas munkával és költséggel jár. A homokkövek vékonycsiszolatos vizsgálatának mintaelőkészítése ugyan viszonylag egyszerű, de kimérésük szintén munkaigényes, továbbá kisebb szemcseméretük miatt a homokszemcséket (elsősorban a durvább szemcseméretű közetek töredékeit) nehéz pontos közettípusokba sorolni. A mikroásvány-vizsgálatok mintaelőkészítése bonyolult és költséges folyamat. A törmelékes közetekből kinyert nehézásványok lehetséges konkrét forrásközethez rendelése pedig nem, vagy csak nagyon költséges módszerekkel, áttételesen lehetséges.

A laza törmelékes rétegsorok forráskutatásához ezért az ELTE Kőzettan-Geokémiai Tanszékének törmelékes üledékekkel és közetekkel foglalkozó kutatói a kavics és homok közötti átmeneti mérettartományba tartozó szemcséket is felhasználták. Ezzel a forrásterület-kutatásban máshol még nem alkalmazott módszerrel minden egyes mintavételi helyről egyetlen vékonycsiszolatban („szemcsecsiszolat”) 300–400 darab kb. 2,0–2,5 mm-es (dara mérettartomány) szemcse mikroszkópos vizsgálata válik lehetővé (darakavics petrográfia; MIKLÓS & JÓZSA 2017, MIKLÓS et al. 2018). A módszer első alkalmazói (BRADÁK et al. 2013; SZEBERÉNYI et al. 2014, 2015) sikeresen különböztették meg egymástól a Börzsöny környéki vízfolyások (pl. Duna, Garam, Ipoly) és miocén képződmények törmelékanyagát.

MIKLÓS & JÓZSA (2017), valamint MIKLÓS et al. (2018) a törmelékes összletek nehézásványainak biztos forrásközethez rendelésére egy eddig még szintén nem alkalmazott módszert javasoltak. A törmelékes közetek mátrixából szeparált nehézásvány-együttest az adott összlet nagyobb méretű kavicsaiból szeparált nehézás-

ványokkal vetették össze, így egyértelműen megállapítható, melyik forrásközethez melyik nehézásvány tartozik. A módszer első gyakorlati alkalmazása a nyugati-mecseki alsó-miocén homokkő–konglomerátum (Szászvári Formáció) forrásterület-kutatásában kiváló eredményt hozott (MIKLÓS 2018).

A hagyományos vizsgálati módszerek és a kiegészítő két új vizsgálati módszer együttes alkalmazásával MIKLÓS & JÓZSA (2017) és MIKLÓS et al. (2018) kidolgozták az ún. Komplex Eredetvizsgáló módszert (KEVi). Ez az új vizsgálatosorozat széleskörű kombinációs lehetőséget kínál arra, hogy az eddigieknél jobban megismerjük a laza törmelékes összletek lepusztulási területének közettani felépítését, annak időbeli közettani változásait és a szállításnak a lepusztult közetekre gyakorolt hatásait (MIKLÓS et al. 2018). Ezzel a korábban egyenként, vagy csak párban alkalmazott vizsgálatok eredményeinek bizonytalanságai csökkenthetők.

Homokkövek diagenézise

A diagenézis mindazon fizikai, kémiai és biológiai folyamatok összessége, amelyek az üledéklerakódást követően a földkéreg felső részén játszódnak le (WORDEN & BURLEY 2003, BOGGS 2009). Ezek a különböző okokból végbemenő (pl. rétegeterhelés, kémiai stabilitás változása) és intenzitású (pl. gyenge, mérsékelt, számottevő) átalakulások jelentős mértékben befolyásolják az üledék összetételét és szövetét (pl. törmelékes vagy autigén ásványok, szemcsék érintkezési módja, porozitás). A leggyakoribb változások (pl. mechanikai vagy kémiai kompaktáció, cementáció) kisebb-nagyobb nyomokat hagynak maguk után, ezért a törmelékes közet petrográfiai vizsgálatával felvázolható az az út, amit az üledékanyag megtett a diagenézis során.

A Kárpát–Pannon térség törmelékes közeteinek petrográfiai vizsgálatával foglalkozó munkák többsége az öskörnyezeti viszonyok feltárásában és a lehordási terület közettani összetételének jellemzésében (pl. Gazzi–Dickinson-módszer alkalmazása; lásd a Homokkövek petrográfiai elemzése c. alfejezetet), azaz az eredetvizsgálatban hozott új eredményeket (pl. ÁRGYELÁN 1989; SZTANÓ & JÓZSA 1996; VARGA et al. 2001, 2007; BODOR & SZAKMÁNY 2009; FARICS et al. 2015; MIKLÓS et al. 2018). Annak ellenére, hogy a magyar kutatók részletes összetételei és szöveti leírásra törekedtek, néhány kivételtől (pl. MÁTYÁS 1994, MÁTYÁS & MATTER 1997, JUHÁSZ 1999, JUHÁSZ et al. 2002) eltekintve a diagenetikus eseménysor felvázolása általában nem volt céljuk.

A kémiai információval kiegészített petrográfiai módszerek (pl. festési eljárások alkalmazása; polarizációs, UV-fluoreszcens és katódlumineszcens mikroszkópia; elektronsugaras mikroanalízis) fejlődésével és hazai elterjedésével párhuzamosan az elmúlt kb. 10–15 évben egyre több olyan tanulmány született, mely a törmelékes közetekben megfigyelt jelenségeket a diagenetikus események

szempontjából is értékelte. Több munka kísérletet tett a paragenetikai sorrend (a diagenetikus jelenségek egymást követő, időben értelmezett sorozata) felállítására is (pl. SZŐCS et al. 2015, VARGA et al. 2017, SZŐCS & HIPS 2018, GYŐRI et al. 2020), ami egyértelműen jelzi a homokkő-diagenézissel foglalkozó kutatások jelentőségének a felismerését.

Figyelembe véve, hogy a homokkővek diagenézisének egyik kulcskérdése a porozitás változása a betemetődés során, továbbá a porózus homokkővek kiváló tárolókőzetek, a folyamatok feltárása sok esetben célzott ipari kutatásokhoz kapcsolódott. Ennek következtében számos adat bizalmas jellegű, ezért a diagenézissel kapcsolatos eredmények és értelmezések sok esetben nem, vagy csak korlátozottan kerültek nyilvánosságra.

Porozitás, kompakció, cementáció: a diagenézis mozaikjai

A Kárpát–Pannon térség paleozoikumi törmelékes üledékes kőzeteinek többsége a többfázisú diagenetikus folyamatok (pl. kompakció, cementáció, töréses deformáció) következtében már nem, vagy csak korlátozottan őrzi a korai diagenetikus események bélyegeit. Gyakori, hogy a betemetődés miatt a kőzetet ért hatások már a metamorfózis alsó határát is átlépték (pl. a szilur Szalatnaki Agyagpala Formáció), ezért a diagenetikus fázisokra utaló petrográfiai ujjlenyomatok többsége felülíródott. A nem metamorf rétegsorok közül leggyakrabban a permokarbon homokkővek jellemzésekor találkozhatunk olyan megállapításokkal, amelyek a diagenézistörténet szempontjából is relevánsak (5. ábra a és b). Ezek általában a cementásványok jellegéről szolgáltatnak információkat (pl. VARGA et al. 2007, 2014), vagy a homokkővel összefogazódó finomszemcsés kifejlődésekben megjelenő zsugorodási szerkezeteket (pl. szeptáriás repedések), gumókat–konkréciókat, ritkábban a helyettesítéssel kapcsolatba hozható petrográfiai jellemzőket ismertetik (pl. KONRÁD et al. 2010, MÁTHÉ & VARGA 2012, VARGA et al. 2012b, VARGA & RAUCSIK 2014).

A mezozoikumi törmelékes kőzetek közül porózus vagy repedezett tárolóként több triász homokkő rétegsor diagenézistörténetét vizsgálták (5. ábra c és d), néhány esetben a paragenetikai sorrend felállítását is megkísérelték (pl. Jakabhegyi Homokkő a dél-alföldi aljzatban; VARGA et al. 2015a, 2015b). Az Aggtelek–Rudabányai-hegység tengeri alsó-triász rétegsorába tartozó Bódvaszilasi Homokkő Formáció diagenézis-történetével kapcsolatban BODOR et al. (2013) publikált petrográfiai megfigyeléseket. A Dunántúli-középhegység kevert karbonátos-sziliciklasztos rámpán kialakult alsó-triász rétegsorában megjelenő dolomitos aleurolit és homokkő (Hidegkúti Formáció, Zánkai Homokkő Tagozat) diagenézistörténetéről GYŐRI et al. (2020) közöltek komplex és korszerű vizsgálati eredményeket.

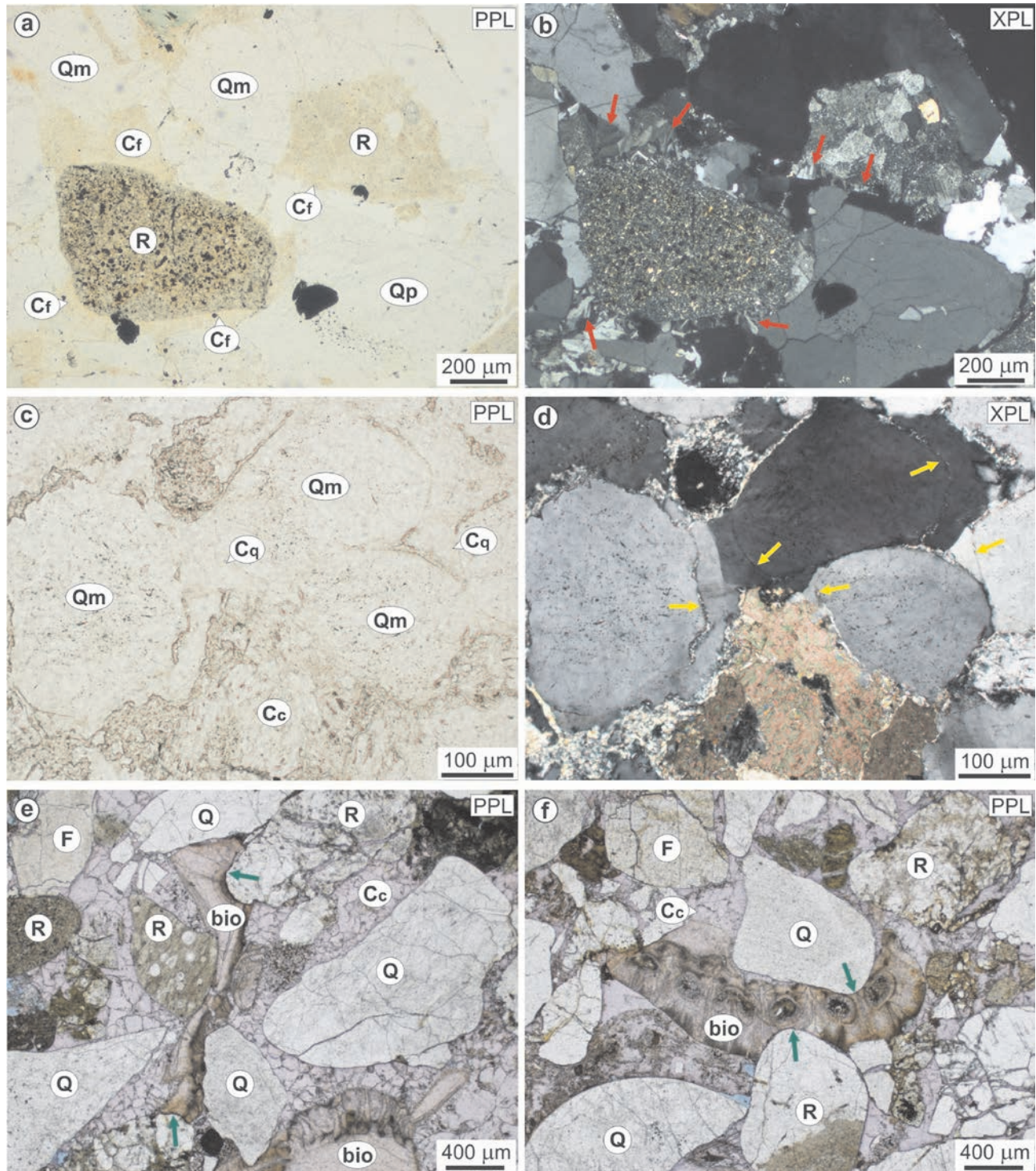
A magyarországi Paleogén-medence kis elterjedési területű, azonban a szénhidrogén-kutatás szempontjából kiemelten tanulmányozott képződménye a mezozoikumi

aljzatra diszkordánsan települő Kosdi Formáció (alsó-priabonai), amelynek kezdő szakasza törmelékes üledékes kőzeteket (homokkő és konglomerátum) tartalmaz (RADOVICS et al. 2017; KÖRMÖS et al. 2019a, 2019b). A képződményben kialakult tároló tagolt, amit elsősorban a szakaszosan megjelenő, karbonáttal intenzíven cementált zónák okoznak (RADOVICS et al. 2017).

A Paleogén-medence egyik legfiatalabb képződménye az eggenburgi korú Pétervásárai Homokkő Formáció. Felszíni (Kishartyán) és mélyfúrású (Sámsonháza) szelvények kőzetmintáin végzett vizsgálatok integrált adatbázisának felhasználásával SZŐCS et al. (2015) és SZŐCS & HIPS (2018) megállapították, hogy a sekélytengeri üledék betemetődése során — részben a mechanikai és a kémiai kompakció, részben a cementáció következtében — az elsődleges porozitás fokozatosan csökkent. A mezogenezis során az instabilis ásványok (pl. földpátok) oldódása, továbbá a kiemelkedés következtében a csapadék eredetű fluidumok oldó hatása miatt a porozitást növelő másodlagos pórusok alakultak ki. A porozitásfejlődés ismeretében a területre jellemző szerkezeti fázisokhoz igazodva a süllyedéstörténetet szintén felvázolták, amelyhez a homokkőben megjelenő deformációs szalagok feltételezett kialakulási idejét (késői mezogenezis) vették alapul (BEKE & FODOR 2014, SZŐCS et al. 2015, BEKE et al. 2019). A Pétervásárai Homokkő elterjedési területének délkeleti részéről, felszíni feltárásokból (Pétervásárai-dombság, Leleszi-völgy) származó, karbonáttal cementált konkréciók célzott petrográfiai vizsgálatával VERES & VARGA (*in press*) a belső karbonátforrás (bioklaszt eredetű aragonit/kalcit) szerepét mutatta ki a képződmény cementációja során (5. ábra e és f).

A neogén Pannon-medence pannóniai rétegsora tekinthető hazánkban a diagenézistörténet szempontjából legtöbbet vizsgált, így legjobban ismert terrigén összletnek, bár az egyes részmedencékről rendelkezésre álló ismeretek mind a kutatás komplexitásában, mind a publikációk számában heterogének. A Pannon-medence neogén homokköveinek úttörő jellegű — ma is meghatározó jelentőségű —, a diagenézisre is kiterő komplex vizsgálatát MÁTYÁS (1994) végezte el. A Békési-medence és a kapcsolódó Battonyai-hát területéről a Békési Konglomerátum és a Szolnoki Homokkő Formáció diagenézistörténetét ásványtani, kőzettani és geokémiai vizsgálatok eredményeire építve JUHÁSZ (1999) részletezte. Megállapították, hogy a kiemelt kristályos hátaik lényeges szerepet játszottak a medence hidrológiai és diagenetikus folyamataiban (JUHÁSZ 1999, JUHÁSZ et al. 2002).

Egy másik mélymedencében, a Makói-árokban az Endrődi Marga Formáció (Tótkomlói Mészmarga Tagozat, mészmarga és homokkő) diagenézistörténetét komplex petrográfiai megközelítéssel TÓTH et al. (2013; Makó-7 fúrás) vizsgálta fel, majd VARGA et al. (2017; Hódmezővásárhely-I fúrás) részletezte. Eredményeik alapján a polimikt, éretlen üledékanyag elsősorban lokális forrásból, a környező aljzatmagaslatok kőzeteinek eróziójából származott (6. ábra a és b). A karbonát legfontosabb forrásaként a törmelékes karbonátszemcséket jelölték meg, azaz a



5. ábra. Jellemző cementtípusok

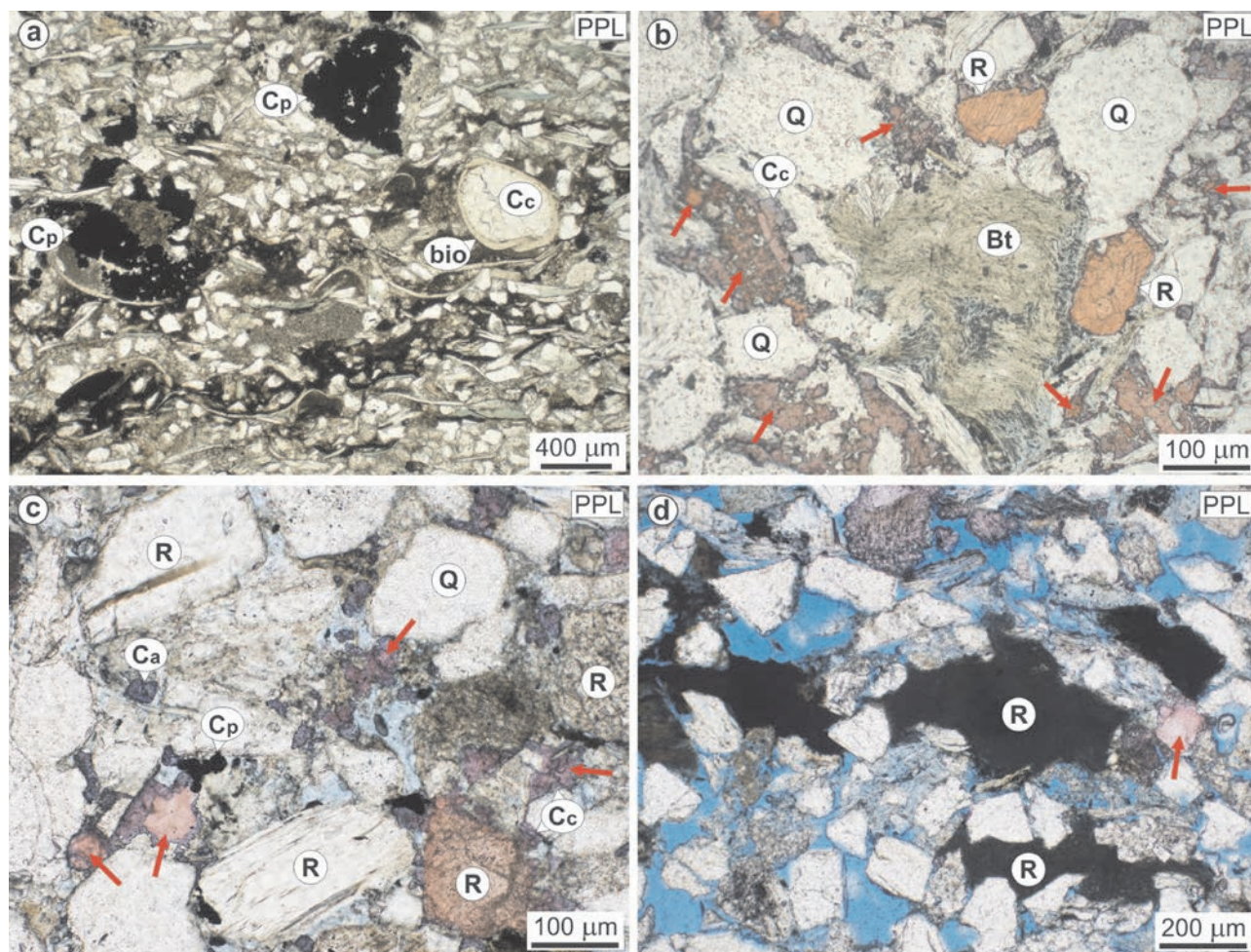
a) és b) Földpátcement (piros nyilak) permiai homokkőben (Korpádi Homokkő Formáció, Siklósbodony-1 fúrás, 479,0 m); c) és d) Alsó-triász eolikus homokkő (Jakabhegyi Homokkő Formáció, Móra-1 fúrás, 17. magfúrási szakasz, ~2310 m, Mórahalom). A kvarc szintaxiális továbbnövekedési cementet kalcitcement és helyettesítés követi. Az eredeti, jól koptatott szemcsehatárokat sárga nyilak jelzik; e) és f) Bioklaszt töredékekben gazdag, kalcittal cementált homokkő (Pétersvárai Homokkő Formáció, Leleszi-völgy, Kiskő). A kémiai kompaktációs bélyegeket (nyomási oldódás) zöld nyilak jelzik.

Rövidítések: Q = kvarc; Qm = monokristályos kvarc; Qp = polikristályos kvarc; F = földpát; R = kőzettörmelék; bio = bioklaszt váztöredék; Cc = kalcitcement; Cf = földpátcement; Cq = kvarccement; PPL = egy nikolos fotó; XPL = keresztezett nikolok

Figure 5. Characteristic cement types

a) and b) Feldspar cemented (red arrows) Permian sandstone (Korpád Sandstone Formation, borehole Siklósbodony-1, 479.0 m); c) and d) Lower Triassic eolian sandstone (Jakabhegy Sandstone Formation, well Móra-1, core 17, ~2310 m, Mórahalom). Note: syntaxial quartz overgrowth is postdated by calcite cement and replacement. Well-rounded grain boundaries are marked by yellow arrows; e) and f) Bioclast fragment-rich and calcite cemented sandstone (Pétersvára Sandstone Formation, Lelesz Valley, Kiskő Hill). Features of chemical compaction (pressure dissolution) are indicated by green arrows.

Abbreviations: Q = quartz; Qm = monocrystalline quartz; Qp = polycrystalline quartz; F = feldspar; R = rock fragment; bio = bioclast fragment; Cc = calcite cement; Cf = feldspar cement; Cq = quartz cement; PPL = Plane Polarized Light; XPL = crossed nicols



6. ábra. Neogén (pannóniai) homokkővek diagenézise

a) Bioklaszt (ostracoda) héjakban gazdag, pirittel és kalcittal cementált homokkő (Endrődi Márga Formáció, Hódmezővásárhely-I fúrás, 40. magfúrási szakasz, ~5481 m). A korai diagenetikus piritcement framboidális halmazok formájában figyelhető meg; b) Karbonátos kőzettörmelékben (halványpiros szemcsék) gazdag, vastartalmú kalcittal (lila) cementált homokkő (Endrődi Márga Formáció felső része, Hódmezővásárhely-I fúrás, 28. magfúrási szakasz, ~4540 m; festett vékonycsiszolat). Az erősen átalakult, expandálódó biotit belsejében másodlagos mikropórusok alakultak ki; c) és d) Foltokban cementált homokkő (Újfalu/Algyői Formáció, H-1 fúrás, ~1625 m, Szeged, festett vékonycsiszolatok). Cementként vastartalmú kalcit, ankerit és pirit (c) figyelhető meg. A feltépett agyagklasztok (d) képlékenyen deformálódtak. Megjegyzés: a pórusokat kékre festett műgyanta tölti ki. Jelmagyarázat: Bt = biotit; Q = kvarc; R = kőzettörmelék; bio = bioklaszt váztöredék; Ca = ankeritcement; Cc = kalcitcement; Cp = piritcement; PPL = egy nikolos fotó; piros nyilak = törmelékes karbonátszemce (pátos kalcit vagy mészkőklaszt) relikvuma

Figure 6. Neogene (Pannonian) sandstone diagenesis

a) Bioclast-rich (Ostracods) pyrite and calcite cemented sandstone (Endrőd Marl Formation, well Hódmezővásárhely-I, core 40, ~5481 m). Early diagenetic pyrite cement is developed as framboidal aggregates; b) Carbonate rock fragment-rich (pale red grains) ferroan calcite cemented (lilac) sandstone (upper part of the Endrőd Marl Formation, well Hódmezővásárhely-I, core 28, ~4540 m, stained thin section). Note: secondary micropores are present within the strongly altered and expanded biotite grains; c) and d) Patchy cemented sandstone (Újfalu/Algyői Formations, well H-1, ~1625 m, Szeged, stained thin sections). Ferroan calcite, ankerite, and pyrite aggregates (c) are present as cement material. Reworked mudrock clasts (d) show ductile deformation features. Note: pores are filled by blue dyed epoxy;

Legends: Bt = biotite; Q = quartz; R = rock fragment; bio = bioclast fragment; Ca = ankerite cement; Cc = calcite cement; Cp = pyrite cement; PPL = Plane Polarized Light; red arrows = relic of detrital carbonate fragment (sparitic calcite or limestone)

diagenézis során belső eredetű forrással magyarázták a cementációt. Hasonló következtetést fogalmazott meg SINKÓ (2014) a Hódmezővásárhely-I fúrásban feltárt Szolnoki Homokkő Formáció képződményeinek petrográfiai vizsgálata során. Megállapította, hogy az éretlen, instabilis szemcsék közeli forrásra (pl. szomszédos aljzati háta) utalnak. A metamorf és üledékes kőzettörmelék szemcsék (uralkodóan dolomit, kisebb arányban mészkő) aránya, valamint az akcesszórius gránáttöredékek mennyisége a mélység csökkenésével növekszik. A meghajló, hullámos csillámok, továbbá a szemcsék között elvékonyodó szerves anyagú filmek (szenesedett növénymaradványok) a kompaktáció hatását jelzik a diagenézis

során. Cementként az eltérő vastartalmú pátos kalcit a leggyakoribb, bár a kalcit deformációs ikres ásvány- vagy kőzettöredék formájában szintén megtalálható. A petrográfiai képanalízis segítségével meghatározott legnagyobb makroporozitást (3–8%) a fúrás ~4260–4270 m közötti tartományában figyelte meg a szerző, ami a Szolnoki Homokkő legalsó szakaszát jelenti a vizsgált fúrásban. Genetikáját tekintve másodlagos szemcseoldódási pórusokat azonosított, amelyek gyakran a csillámok átalakulásához (pl. expandálódó biotit) kapcsolódtak. A fiatalabb települési helyzetben lévő képződményekben a pórusokat szinte teljesen kitöltötte a karbonátcement (<3–5% makroporozitás).

Az aljzatmagaslat feletti helyzetben található szegedi geotermikus rezervoár jellemzése céljából a 2017-ben mélyült H-1 (Szeged) fúrás Algyői, illetve Újfalu Formációba sorolt szakaszait (1620–1800 m) VARGA et al. (2019) vizsgálták. A lokális forrásból származó, ásványos összetételüket tekintve éretlen, kevert sziliciklasztos és karbonátos (a dolomit- és mészkőtörmelék mennyisége elérheti a ~20–25%-ot) szemcséket tartalmazó homokkő-rezervoárban számottevő makroporozitást figyeltek meg (6. ábra c és d). A porózus közetekben a makroporozitás becsült értéke ~5–25% közötti, de lokálisan tökéletesen cementált szakaszokat is dokumentáltak. A pórusok többnyire részlegesen redukált elsődleges szemcséközi pórusok, de a szelektíven kioldódó földpátok belsejében szemcsén belüli másodlagos oldódási pórusokat szintén leírtak. Ásványtani vizsgálataik alapján a meteorikus fluidumok hatására a földpátok átalakulási termékeként kis mennyiségben kaolinit jelent meg, mint agyagásvány cement. Megállapították, hogy a kapcsolódó pelites üledékben jelentős az éretlen szerves anyag mennyisége, ami befolyásolta a korai diagenézis eseményeit. A vizsgált mintákban a bakteriális szulfátredukcióra visszavezethető framboidális pirit, továbbá a vastartalmú kalcit a fő cementfázisok; a kalcit-cement forrását belső eredetűnek ítélték meg.

A tárolókőzetek kutatása szempontjából a Szolnoki Homokkő kiemelt figyelmet kapott, hiszen nemcsak a szénhidrogének feltárása, hanem a szén-dioxid felszín alatti tárolása kapcsán is előtérbe került. SENDULA (2015) és KIRÁLY et al. (2019) a kb. 1500–2250 m mélységből származó homokkövek (Zagyvarékas) törmelékeny ásványainak azonosítása mellett a diagenetikus ásványokat is meghatározták. A Kisalföldön található Mihályi–Répcelak természetes CO₂-előfordulás pedig kiváló lehetőséget biztosított arra, hogy a pannóniai porózus tárolóban a külső forrásból származó CO₂-felhalmozódás diagenetikus hatását is tanulmányozzák (KIRÁLY 2017). Megállapította a szerző, hogy a CO₂ beáramlását követően megváltozott pH hatására először karbonát-, majd szilikátoldódás zajlott. A felszabaduló komponensekből dawsonit és második generációs kaolinit képződött, a SiO₂-tartalom (kovasav) pedig a kvarc továbbnövekedési cement kialakulásához járult hozzá. A fenti folyamatokat késői karbonátcement kialakulása követte (KIRÁLY 2017).

Az országhatárt átlépve az Erdélyi-medence neogén rétegsorában a mélytavi turbiditrendszer a Kárpát–Pannon térség ismert szénhidrogén-rezervoárjai közé tartoznak. A feltöltődés egy késői fázisát képviselik azok a pannóniai feltárások (Firtosmartonos/Firtănuș, Kismedésér/Medioru Mic, Románia), amelyek szedimentológiai és diagenézistörténeti jellemzőit BARTHA et al. (2016) vizsgálták. A közeli lehordási területről (Kárpátok) származó törmelékből éretlen, közepes–gyenge osztályozottságú, finom–nagy szemcsés, közettörmelékeny homok rakódott le. A diagenézis során a pasztikus deformálódó szemcsék (pl. mállott közettörmelék) fizikai kompaktációja lényeges szerepet kapott a porozitás csökkentésében. Ehhez változó mértékű cementáció társult, viszonylag porózus (porozitás: ~15–20%) vagy teljesen cementált (porozitás: max. 1%) homokkővet eredményezve. Következtetésük szerint az így

kialakult heterogén porozitáseloszlás alapvetően befolyásolja a fluidumok áramlását, illetve a tárolókőzet tulajdonságait (BARTHA et al. 2016).

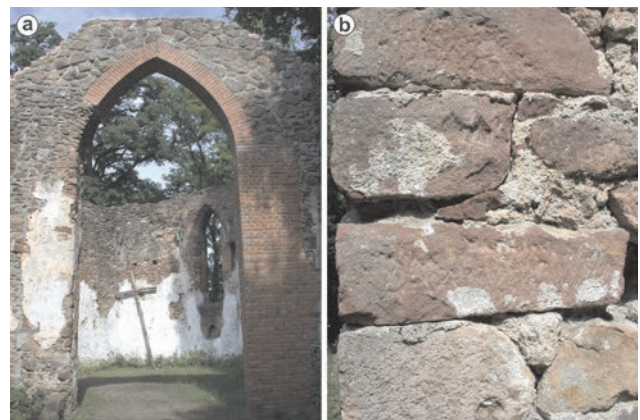
Archeometriai vonatkozások

A homokkő az emberiség történetében már nagyon régóta használatos nyersanyag, belőle elsősorban őrlelkő, malomkő, csiszolókö, fenőkő készült (7. ábra; T. BIRÓ 1992). Csiszolt kőeszközt azonban csak elvétve készítettek homokkőből, mivel annak szemcséi legtöbbször csak gyengén tapadnak és mechanikai hatásra könnyen kiperegnek. A későbbiek során — egészen a 20. század végéig — több homokkő változatot (pl. permotriász vörös homokkő, Hárshgyei Homokkő) faragott kőként, illetve építőköként (8. ábra) is felhasználtak (pl. TÖRÖK 2008), ezekről



7. ábra. Kőeszközök csiszolásához használt lila, kereszttrétegzett homokkőből készült fenőkő töredéke (Gorza, GOR-80 minta)

Figure 7. Whetstone fragment made of layered lilac sandstone used for burnishing polished stone tools (Gorza, sample GOR-80)



8. ábra. Helyi nyersanyagból (Balatonfelvidéki Homokkő Formáció) épült a középkorban az Ábrahám-hegyen a salzföldi pálos kolostor, amelynek impozáns romjai még ma is láthatók. a) Késő gótikus kapu; b) A fal szorosan egymáshoz illeszkedő faragott homokkő tömbökből áll

Figure 8. Ruins of Medieval Salföld Pauline Monastery (Ábrahám Hill, Balaton Highland) built from local red sandstone raw material (Balatonfelvidék Sandstone Formation). a) Late Gothic gate; b) The wall is composed of tightly fitted carved sandstone blocks

azonban — terjedelmi okok miatt — ebben a részben nem ejtünk szót.

A homokkövek archeometriai feldolgozása, ami első-sorban mikroszkópos petrográfiai vizsgálatot jelent, még viszonylag kezdeti fázisban jár. Számos esetben kizárólag makroszkópos közzethatározás, esetenként csak nagyon rövid leírás készült róluk, megjelölve a homokkő színét, ritkábban a szemcseméretét és osztályozottságát (pl. ANTONOVIC 2008, KACZANOWSKA et al. 2011). Ezáltal a nyersanyag származási helyét csak nagyon tágan és jelentős bizonytalansággal lehet megadni. Vékonycsiszolatos petrográfiai vizsgálatok eddig csak kevés lelőhelyről és korból előkerült leletanyagon történtek (pl. SZAKMÁNY 1996, SZAKMÁNY & NAGY 2005, PÉTERDI 2012), jöhetnek ezek a részletes leírások a szóba jöhető nyersanyagok származási helyét már leszűkíthetik. Ugyanakkor a különböző területek homokköveinek részletes petrográfiai leírása, sőt azt kiegészítő ásványkémiai vizsgálata eddig háttérbe szorult. Kiegészítő mikromineralógiai vizsgálatok első-sorban csak laza homokból vagy recens — első-sorban folyóvízi — üledékből készültek. A homokkövek jelentős része — néhány jellegzetes nehézsárványon kívül — általában ritkán tartalmaz olyan diagnosztikus elegyrészeket, amelyek a petrográfiai alapon történő proveniencia meghatározását megkönnyítik. Ezért azokban a homokkövekben, amelyek nem tartalmaznak jellemző nehézsárvány-együttest, kiegészítő vizsgálatok (pl. földpátok, csillámok összetételi meghatározása, CL-vizsgálatokkal a különböző eredetű kvarcsejtsékek azonosítása stb.) lenne szükséges. A közelmúltban elkezdett, úttörő jellegű komplex feldolgozások azt mutatják (MIKLÓS et al. 2019), hogy a homokkő anyagú szerszámkövek és a potenciális nyersanyaglelőhelyről származó törmelékes kőzetek összehasonlító vizsgálata kecsegtető eredményeket hozhat a jövőben.

Homokkő anyagú szerszámkövek első részletes petrográfiai feldolgozása és a potenciális nyersanyaglelőhely meghatározása a Bicske–Galagonyás (középső-neolitik, Sopot-Bicske kultúra) lelőhelyen talált homokkő eszközök esetében történt (SZAKMÁNY 1996). A homokkövekben — többek között — Cr-spinell volt felismerhető, amellyel együtt glaukonit, illetve többféle ofiolitos eredetű vagy annak képződési környezetében előforduló kőzettörmelék is előfordult (SZAKMÁNY 1996). A Gerecse-hegységben ÁRGYELÁN (1995) és CSÁSZÁR & ÁRGYELÁN (1994) részletes petrográfiai vizsgálatot végeztek az alsó-kréta Lábatlani Homokkőről, amelynek törmelékanyaga teljességgel hasonló a kőeszközökben előforduló törmelék összetételével. Ezáltal a Lábatlani Homokkő neolitikumban történő felhasználása bizonyítást nyert (SZAKMÁNY 1996).

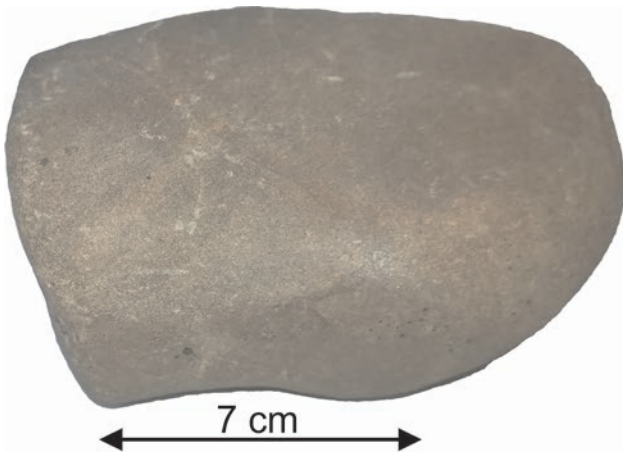
A vörös homokkő már ősidők óta az egyik leginkább elterjedt típus a magyarországi (neolitik, rézkori, bronzkori) homokkő anyagú szerszámkő leletanyagokban (pl. Gorzsa, késő-neolitik: SZAKMÁNY et al. 2008, 2009, 2011; STARNINI et al. 2015; Balatonlelle–Felső-Gamász: SZAKMÁNY & NAGY 2005; Balatonöszöd: PÉTERDI 2012; Vatyai kultúra, bronzkor: FARKAS 2013, FARKAS-PETŐ & HORVÁTH 2014, FARKAS-PETŐ et al. 2014). Első-sorban őrlőkőként és csiszolóként,

emellett a keményebb és szívósabb változatokat ütőkőként használták. Az archeometriai feldolgozás során a vörös homokkő a színe alapján már makroszkóposan is jól elkülöníthető a többi homokkőfajtától, de a vörös homokkövek különböző nyersanyaglelőhelyeiről származó típusainak elkülönítése csak a legutóbbi időkben kezdődött meg. Az elkülönítést egyrészt nehezíti, hogy a vörös homokkövek kárpát-medencei, illetve közvetlen környékbeli előfordulásairól a Balaton-felvidéki, illetve a mecseki előfordulásokon kívül nem, vagy csak elvétve (és csak átnézetes formában) állnak rendelkezésre petrográfiai mikroszkópi leírások. Kémiai elemzések pedig szintén csak elvétve, és első-sorban a mecseki terület fúrásaiból származó homokkövekből készültek.

A gorzsi késő-neolitik, Tisza-kultúrába tartozó lelőhelyen a hosszabb ideje tartó folyamatos feldolgozás során a vörös homokköveknek egyre több típusát sikerült elkülöníteni első-sorban petrográfiai és részben geokémiai vizsgálatok alapján (SZAKMÁNY et al. 2008, 2009, 2011; PIROS 2010; STARNINI et al. 2015; MIKLÓS et al. 2019). Az eredmények azt mutatják, hogy a Balaton-felvidéki permi, illetve a mecseki permotriász homokkővet egyaránt felhasználták, ugyanakkor más típusú vörös homokkő nyersanyagú leletanyagok is előfordultak. Ezek eredetének felderítésére megkezdődött a kárpát-medencei vörös homokkövek előfordulásainak részletes archeometriai szempontú feldolgozása és a régészeti leletanyagokkal való összevetése egy doktori munka keretében. Az első eredmények alapján a Balaton-felvidéki és a mecseki lelőhelyeken kívül a Papuk-hegység permotriász rétegsorának feltárásaiból, a mecseki miocén kavicsösszletből, valamint pleisztocén és recens folyók kavicsösszletéből (Duna, Maros) származó kavicsanyag vizsgálatai kezdődtek meg. A nagy energiájú közegből származó kavicsanyag ugyanis kiválóan alkalmas ütőkőnek, lévén az ősszlet képződése során már egy előzetes természetes szelekción átesik, és csak a mechanikailag ellenálló kavicsok/tömbök maradnak meg, amelyeket az őskori emberek akár közvetlenül is fel tudtak használni munkájuk során. Gorzsaán valószínűsíthetően a Marosból származó vörös homokkő kavicsokat használták (9. ábra), ami a régészeti eredményekkel is jó összhangban van (MIKLÓS et al. 2019).

A Gorzsaán előkerült Tisza-kultúrabeli neolitik leletanyagban a vörös homokkő változatokon kívül más típusú homokkő nyersanyagból készült kőeszközök is előfordulnak (SZAKMÁNY et al. 2008, 2009, 2011; STARNINI et al. 2015). Ezek közül kiemelendő a szürke homokkő egyik változata, amelyben az akcesszóriák között jelentős mennyiségű gránát, valamint kis mennyiségben Cr-spinell is előfordul. A szürke homokkő ezen változata jelentős hasonlatosságot mutat a Gosau-típusú kréta homokkő változataival, amelyek az Erdélyi-középhegységben jól ismertek (SCHULLER & FRISCH 2006, SCHULLER et al. 2009). A nyersanyag lelőhelyének pontosabb meghatározása azonban még a jövő feladata lesz.

A Balatonlelle–Felső-Gamász késő rézkori lelőhelyen vizsgált őrlőkővek petrográfiai mikroszkópos vizsgálata



9. ábra. Ütőkőként használt tömött, masszív vörös homokkő anyagú kavics (Gorzsa, GOR-435 minta)

Figure 9. Hammerstone made of massive and hard red sandstone pebble (Gorzsa, sample GOR-435)

alapján a felhasznált nyersanyag kőzettörmelék homokkő (litarenit) volt. A benne előforduló elegyrészek megjelenése és azok mennyiségi arányai, valamint a kötőanyag jellemzői alapján a homokkő nyersanyag a Balatonfelvidéki Homokkő Formációból származik, annak is a kvarc- és kőzettörmelék anyagú, érett homokkő típusával mutat hasonlatosságot, amelyek a déli terület peremi részein, illetve az északi területen a rétegsorok alsó részein jellemzőek (SZAKMÁNY & NAGY 2005).

A balatonöszödi badeni (rézkori) lelőhelyen nagy mennyiségű vörös homokkőből készült szerszámkő fordult elő. Ezek reprezentatív példányainak vékonycsiszolatos vizsgálata alapján túlnyomó részük a Balatonfelvidéki Homokkő Formáció balatonlellei előfordulásához hasonló homokkövekből készült. Emellett néhány, összetételét tekintve eltérő kőszköz nyersanyagául nagy valószínűséggel a mecseki permotriász rétegsor Jakabhegyi Homokkő Formációjának felső részén előforduló kőzeteket használták (PÉTERDI 2012).

A bronzkorban szintén elterjedt volt a változatos homokkő nyersanyagú szerszámkővek készítése és használata, emellett kis számban csiszolt kőszközök is készültek homokkőből (pl. FARKAS 2013, FARKAS-PETŐ et al. 2014). A vékonycsiszolatos petrográfiai vizsgálatok alapján a vörös homokköveket részben a Balaton-felvidék területéről, kisebb valószínűséggel a Mecsekből (Jakabhegyi Homokkő, illetve a Kővágószőlősi Homokkő) származtatják (FARKAS 2013, FARKAS-PETŐ & HORVÁTH 2014, FARKAS-PETŐ et al. 2014). A nem vörös homokkövek esetében egyrészt Hárshegyi Homokkővet, másrészt többféle neogén homokkővet is használtak. Ez utóbbiak közül a Budafoki és a Törökbálinti Homokkő Formációba, illetve a Budafai Formációba tartozó homokköveket feltételezik nyersanyagként. A neogén homokköveket csiszolóként, továbbá jó faraghatóságuk és viszonylag jelentős porozitásuk miatt öntőformák készítésére is használták (FARKAS-PETŐ & HORVÁTH 2014, FARKAS-PETŐ et al. 2014). Ugyancsak Hárshegyi Homokkő nyersanyagú csiszolt kőszközről számolt

be a Mihálydy-gyűjteményből FÜRI & SZAKMÁNY (2004), sőt a Szigetszentmiklóson feltárt bronzkori temetőből előkerült néhány szerszámkő eredetként is ezt a képződményt jelölték meg (KALMÁR & VICZE 2006).

A vaskori öntőformák egy része finomszemcsés, kalcitos kötőanyagú, erősen porózus (ami az öntés során felszabaduló gázok távozását elősegíti), emiatt többnyire jól faragható, puha homokkőből készült. A nyersanyag pontos származási helyének azonosítása egyelőre nem történt meg, összetétele alapján azonban valószínűsíthetően karbonátos kötőanyagú pannóniai homoklencséből vagy rétegekből származhat (PÉTERDI 2004, PÉTERDI et al. 2005).

PALÁGYI et al. (2006) vörös homokkőből készült római kori faragványok nyersanyagának pontos származási helyét próbálták meghatározni. Ehhez a Balaton-felvidéken a római, 2–4. században működő vörös homokkő bányákból gyűjtöttek és elemeztek összehasonlító mintákat. A származási helyet a faragványok és a bányaminták ICP-AES módszerrel mért kémiai összetétele alapján kísérelték meghatározni. Eredményeik alapján a nyersanyagokat a balatonalmádi Keleti-kőfejtő és az Alsóörs–Alsóhegy bányákból származtatták, illetve egy oltár tekintetében nem zárták ki, hogy a homokkő Balatonrendes környéki kőfejtőből származik. Mindezekből arra következtettek, hogy a rómaiak a különböző típusú faragványokhoz más-más bányákból származó nyersanyagot használtak.

A regölyi kora vaskori sírhalomból igen jelentős mennyiségű, több mint 4000 darab kötőmög került elő, amelyek 3,2%-a volt homokkő anyagú. Döntően kétféle változat volt elkülöníthető: kovás, illetve meszes kötőanyagú. Az előbbi összetétele alapján egyértelműen azonosítható volt a permi Balatonfelvidéki Homokkővel (KÜRTHY et al. 2013). A meszes kötőanyagú változat törmelék szemcséi és cementanyaga alapján a zamárdi Szamárkő pannóniai homokkő összetételéhez hasonló (KÜRTHY szóbeli közlés, 2020).

Összefoglalóan: habár a homokkövek archeometriai célú feldolgozottsága még csak kezdeti stádiumban van, már az eddigi eredmények is jelzik, hogy érdemes részleteiben foglalkozni ezzel a kutatási iránnyal. A részletes mikroszkópos petrográfiai vizsgálat jelentős segítséget nyújthat a kőszközök származásának lehatárolásában, ezáltal a korabeli kapcsolatrendszerek feltérképezésében is.

Következtetések

Az elmúlt 150 év óriási mennyiségű és témáiban is változatos publikációi egyértelműen jelzik, hogy a törmelék üledékek és kőzetek nagyon fontos szerepet játszanak a földtörténeti múlt eseményeinek feltárásában, a nyersanyagkutatásban (pl. fluidumok felszín alatti tárolása: kőolaj, földgáz és nem utolsósorban a víz), sőt a jelenkori felszínformáló erők, talajképző folyamatok vagy környezeti problémák jellemzéséhez is számos megközelítési lehetőséget biztosítanak. Ez a közetcsoport sok esetben olyan régen lepusztult, a felszínen vagy fúrásokban ma már meg

sem található képződmények maradványait is tartalmazza, amelyek vizsgálati eredményei fontos láncszemek a régmúlt eseményeinek nyomozásában.

Annak ellenére, hogy a hazai szakirodalom bővelkedik a törmelékes üledékek és kőzetek széles módszertani palettát lefedő kutatási eredményeiben, ma sem jelenthetjük ki, hogy „már mindent tudunk”. A kiváló kutatók nyomdokain elindulva, a folyamatosan fejlődő, meg-megújuló vizsgálati módszerek tárházát kihasználva a korábbi megfigyelések pontosíthatók, vagy új kérdések tehetők fel. Ezek megválaszolása azonban csak részben a napjainkban aktív kutatók feladata. Figyelembe véve a 21. század megváltozott igényeit, a törmelékes kőzetek kutatása érdekes és hasznos szakmai kihívást jelent a jövő geológusai számára is. Reméljük, minél több lelkes fiatal szakember veszi át a stafétabotot!

Köszönetnyilvánítás

Először is köszönjük a bizalmat a Földtani Közlöny szerkesztőségének, hogy e létszámában ugyan mára már erősen megfogyatkozott, mégis kiváló szakembergárdából minket kértek fel e megtisztelő, nemes feladatra, az elmúlt 150 év törmelékes üledékek és üledékes kőzetek petrográfiai vizsgálataira vonatkozó hazai tudományos eredmények

összefoglaló értékelésére. Hálásak vagyunk továbbá mindazoknak, akik a földtani szakfolyóiratok nagy részének korlátlan internetes elérhetőségét megteremtették. Legnagyobb tisztelettel szeretnénk adózni mindazon nagyszerű tudós, kutató és ipari szakember elődeink előtt, akik tudásuk és életük legjavát áldozták szeretett szakmájukra, a földtudományra, illetve a geológiára, és írásaikkal megteremtették a lehetőséget arra, hogy az általuk felhalmozott mérhetetlen gazdag szakmai tudást mint örökséget megkaphassuk, megismerhessük, és vissza-visszanyúlva belőle mindig táplálkozhassunk. Végül köszönetünket szeretnénk kifejezni mindazon geológus és földtudományi egyetemi hallgatónak, akiknek kitartó és lelkes terepi és laboratóriumi munkája pótolhatatlan alapadatokkal szolgált az időigényes feladatokban (pl. kavicstatisztika, modális kimérés).

Tanulmányunk gondos bírálataért MIKES Tamásnak, SZILÁGYI Veronikának és THAMÓNÉ BOZSÓ Editnek mondunk köszönetet. Megjegyzéseik, kiegészítéseik érdemben hozzájárultak a kitűzött célok megvalósításához.

Az SZTE-n folyó homokkő petrográfiai és diagenézistörténeti oktató- és kutatómunkát (VA) az NKFIH K 108375 és K 131690 témaszámú projektjei, az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíja (BO/266/18) és az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-19-4-SZTE-34 kód-számú Új Nemzeti Kiválóság Programja támogatja.

Irodalom — References

- ALMÁDY Z. 1988: A tatai Kálvária-domb és környékének karsztjelenségei. — *Karszt és Barlang* **1988/1**, 3–14.
- ANTAL, S. 1973: Micromineralogical and textural features in relation to the genesis of bauxite of Iszkaszentgyörgy. — *Acta Mineralogica-Petrographica, Szeged* **21/1**, 3–16.
- ANTONOVIC, D. 2008: The development of the ground stone industry in the Serbian part of the Iron Gates. — In: BONSALE, C., BORONEANT, V. & RADOVANOVIC, I. (eds.): *The Iron Gates in Prehistory: New perspectives*. BAR International Series 1893, Archaeopress, Oxford, 19–38.
- ÁRGYELÁN, G. B. 1989: Detrital framework analysis of Lower Cretaceous turbidite sequence of Neszmély–4 borehole (W. Gerecse Mts., Hungary). — *Acta Mineralogica-Petrographica, Szeged* **30**, 127–136.
- ÁRGYELÁN G. B. 1995: A gerecsei kréta törmelékes képződmények petrográfiai és petrológiai vizsgálata. — *Általános Földtani Szemle* **27**, 59–83.
- ÁRGYELÁN G. B. & CSÁSZÁR G. 1998: Törmelékes króm-spinellek a gerecsei jura képződményekben. — *Földtani Közlöny* **128/2–3**, 321–360.
- ÁRGYELÁN, G. B. & HORVÁTH, P. 2002: Heavy mineral assemblages of Senonian formations in the Transdanubian Range, Hungary. — *Acta Geologica Hungarica* **45/4**, 319–339 <https://doi.org/10.1556/AGeol.45.2002.4.1>
- BÁLDI T. & NAGYMAROSI A. 1976: A Hárshgyi Homokkő kovásodása és annak hidrotermális eredete. — *Földtani Közlöny* **106/3**, 257–275.
- BÁLDI T., B. BEKE M., HORVÁTH M., KECSKEMÉTI T., MONOSTORI M. & NAGYMAROSI A. 1976: A Hárshgyi Homokkő Formáció kora és képződési körülményei. — *Földtani Közlöny* **106/4**, 353–386.
- BALOG K., KALMÁR J., KUTI L., SZABÓ A., FODOR N. & TÓTH T. 2013: Homokos talajok összehasonlító ásványtani és szemcsemorfológiai vizsgálata tiszántúli erdős és füves területeken. — *Agrokémia és talajtan* **62/2**, 267–284., <https://doi.org/10.1556/agrokem.62.2013.2.7>
- BARÁTOSI J. (szerk.) 1961: *Beszámoló az M.K.B.T. egri ifjúsági csoportjának 1960. évi munkájáról*. — A magyar karszt és barlangkutató bizottság tájékoztatója. Kiadja a Magyar Karszt- és Barlangkutató Bizottság, Budapest, 18 p.
- BARABÁSNÉ STUHL Á. 1981: A Kővágószőlősi Homokkő Formációt alkotó kisciklusok földtani vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **111/1**, 26–42.
- BARBACKA, M., SZAKMÁNY, GY. & JÓZSA, S. 1997: Upper Carboniferous Flora from newly collected pebbles of the Miocene Conglomerate in the western Mecsek Mts. (southern Hungary). — *Acta Paleobotanica* **37/1**, 5–11.
- BÁRDOSY GY.-NÉ 1958: A fehérvársgói (Dunántúl) pannóniai kvarchomok üledékföldtani vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **88/2**, 228–236.
- BARTHA I. R., SZÓCS E. & TÓKÉS L. 2016: Rezervoár analóg pannóniai turbiditok Kelet-Erdélyben: öskörnyezet és porozitásfejlődés. — *Földtani Közlöny* **146/3**, 257–274.
- BEKE B. & FODOR L. 2014: Deformációs szalagok porózus, szemcsés kőzetekben. — *Földtani Közlöny* **144/1**, 255–274.
- BEKE, B., FODOR, L., MILLAR, L. & PETRIK, A. 2019: Deformation band formation as a function of progressive burial: Depth calibration

- and mechanism change in the Pannonian Basin (Hungary). — *Marine and Petroleum Geology* **105**, 1–16., <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2019.04.006>
- BENEDEK, K., NAGY, ZS., DUNKL, I., SZABÓ, CS. & JÓZSA, S. 2001: Petrographical, geochemical and geochronological constraints on igneous clasts and sediments hosted in the Oligo-Miocene Bakony Molasse, Hungary: evidence for a Paleo-Drava River system. — *International Journal of Earth Sciences* **90/3**, 519–533., [HTTPS://doi.org/10.1007/s005310000183](https://doi.org/10.1007/s005310000183)
- BÉRCZI I. 1969: Az algyői felsőpanóniai homokkőösszetétel üledékföldtani vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **99/4**, 337–350.
- BÉRCZI I. & VICZIÁN I. 1973: Üledékes kőzettani vizsgálatok a dél-alföldi neogénben. — *Földtani Közlöny* **103/3–4**, 319–339.
- BERÉNYI ÜVEGES I., BERÉNYI ÜVEGES J. & VID G. 2006: Adalékok a Baradla-barlang fejlődésének elméletéhez üledék vizsgálatok alapján. — *Karszt és Barlang* **2006/1–2**, 33–40.
- BIDLÓ G. 1996: A talajászványtani vizsgálatok története a Budapesti Műszaki Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszékén. — *Agrokémia és Talajtan* **45/3–4**, 217–220.
- BIDLÓ G. & TÖRÖK E. 1963: A Marcal hordalékának ásványtani vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **93/2**, 244–247.
- BIRÓ T., JÓZSA S., KARÁTSÓN D. & SZENTHE I. 2013: A budai Mátyás-hegy bryozoás márga összetételbe települt vulkanogén képződmény kőzettani-vulkanológiai vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **143/3**, 239–250.
- BÓDI B. 1938: A Budapest-környéki harmadkori kavicsok kőzettani vizsgálata, különös tekintettel a levantei kavicsképződményekre. — *Földtani Közlöny* **68/7–9**, 180–207.
- BODOR S. & SZAKMÁNY GY. 2009: A felső-permi Cserdi Konglomerátum Formáció kavicsanyagának kőzettani és geokémiai vizsgálati eredményei (XV. szerkesztettkutató fúrás, Ny-Mecsek). — *Földtani Közlöny* **139/4**, 325–340.
- BODOR, S., FÖLDESSY, J., KRISTÁLY, F. & ZAJZON, N. 2013: Diagenesis and ore forming processes in the Bódvaszilas Sandstone of the Rudabánya ore deposit, NE Hungary. — *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences* **8/4**, 147–153.
- BODOR, S., SZAKMÁNY, GY., JÓZSA, S. & MÁTHÉ, Z. 2012: Petrology and geochemistry of the Upper Permian – Middle Triassic siliciclastic formations of the Ibafa–4 borehole (NW Mecsek Mts., Hungary). — *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences* **7/4**, 219–230.
- BODROGI I. & SZENTPÉTERY I. 2000: Felső-kréta kőzettípusok az alsó-miocén Szuhogyi Konglomerátumból (Észak-Magyarország, Rudabányai-hegység). — *Földtani Közlöny* **130/3**, 423–450.
- BOGGS, S. JR. 2009: *Petrology of Sedimentary Rocks*. — Cambridge University Press, 600 p., <https://doi.org/10.1017/CBO9780511626487>
- BÖCKH J. 1872: Fóth-Gödöllő–Aszód környékének földtani viszonyai. — *Földtani Közlöny* **2/11**, 6–18.
- BRADÁK, B., KISS, K., BARTA, B., VARGA, GY., SZEBERÉNYI, J., JÓZSA, S., NOVOTHNY, Á., KOVÁCS, J., MARKÓ, A., MÉSZÁROS, E. & SZALAI, Z. 2013: Different paleoenvironments of the Pleistocene age identified in Verőce outcrop, Hungary: Preliminary results. — *Quaternary International* **319**, 199–213., <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.11.035>
- BREZSNYÁNSZKY K. & HAAS J. 1984: A szenon Nekézsenyi Konglomerátum Formáció sztratotípus szelvényének szedimentológiai és tektonikai vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **114**, 81–100.
- BURIÁN B. 2002: A Pesti-síkság kavicsos üledékeinek szemcseeloszlási vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **132**, 161–173.
- BURIÁN B. 2003: Budapest környéki idős Duna-teraszok nehézasvány-tartalmának cluster-analízis alapú statisztikai vizsgálata. — *Földrajzi Értesítő* **52/3–4**, 171–185.
- CSÁNK E-NÉ 1963: A Piliscsév 4. sz. fúrás oligocén képződményeinek üledékkőzettani vizsgálata. — *MÁFI Évi Jelentése 1961-ről* **1**, 383–392.
- CSÁNK E-NÉ & SIPOSS Z. 1962: Andezitvulkánosság kőzetanyagának nyomai a középső-felső-oligocén partszegélyi homokos összetételben a Dorogi-medence DK-i részén. — *MÁFI Évi Jelentése 1960-ról*, 147–158.
- CSAPÓ L. 1998: A Kisalföldi és a Gerecse-peremi Duna-teraszok nehézasvány vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **128/2–3**, 499–518.
- CSÁSZÁR G. 1995: A gerecsei és a vértesi-előtéri kréta kutatás eredményeinek áttekintése. — *Általános Földtani Szemle* **27**, 133–152.
- CSÁSZÁR G. 2006: Kavics- és breccsabetelepülések a Vasasi Márga Formációban Zsibrik és Ófalu között. — *MÁFI Évi Jelentése 2004-ről*, 205–213.
- CSÁSZÁR, G. & ÁRGYELÁN, G. B. 1994: Stratigraphical and micromineralogical investigation of Lower Cretaceous sediments in Gerecse Mts. (Hungary). — *Cretaceous Research* **15/4**, 417–434., <https://doi.org/10.1006/cres.1994.1024>
- CSÁSZÁR G., GÖRÖG Á., GYURICZA GY., SIEGLNÉ FARKAS Á., SZENTE I. & SZINGER B. 2007: A Vasasi Márga földtani, őslénytani és üledékföldtani jellegei a Zsibrik és Ófalu közötti területen. — *Földtani Közlöny* **137/2**, 193–226.
- CSICSÁK J. & SZAKMÁNY GY. 1998: A Jakabhegyi Homokkő Formáció legfelső, „átmeneti” rétegei kőzettani-geokémiai vizsgálatának eredményei. — *Földtani Közlöny* **128/4**, 535–553.
- CSILLAG G., FODOR L., SEBE K., MÜLLER P., RUSZKICZAY-RÜDIGER ZS., THAMÓNÉ BOZSÓ E. & BADA G. 2010: A szélerózió szerepe a Dunántúli negyedidőszaki felszínfejlődésében. — *Földtani Közlöny* **140/4**, 463–482.
- DICKINSON, W. R. 1970: Interpreting detrital modes of grauwacke and arkose. — *Journal of Sedimentary Petrology* **40/2**, 695–707., <https://doi.org/10.1306/74d72018-2b21-11d7-8648000102c1865d>
- DICKINSON, W. R. 1985: Interpreting provenance from detrital modes of sandstones. — In: ZUFFA, G. G. (ed.): Provenance of Arenites. *NATO ASI series C* **148**, 333–361., <https://doi.org/10.1007/978-94-017-2809-6>
- DICKINSON, W. R. & SUCZEK, C. 1979: Plate tectonics and sandstone compositions. — *AAPG Bulletin* **63/12**, 2164–2182., <https://doi.org/10.1306/2f9188fb-16ce-11d7-8645000102c1865d>
- DOMOKOS, G. 2019: The Gömböc Pill. — *The Mathematical Intelligencer* **41/2**, 9–11., <https://doi.org/10.1007/s00283-019-09891-x>
- DUNKL I. 1990: A középhegységi eocén fedős bauxitok törmelékes cirkonkristályainak fission track kora: a korai eocén vulkanizmus bizonyítéka. — *Általános Földtani Szemle* **25**, 163–177.
- ELEK I. 1982: A Komádi alapfúrás mikromineralógiai vizsgálata. — *MÁFI Évi Jelentése 1980-ról*, 81–92.
- ELEK I. 1987: Alföldi kutatófúrások mikromineralógiai feldolgozásából levonható következtetések. — *MÁFI Évi Jelentése 1985-ről*, 128–135.

- FARICS É. & JÓZSA S. 2017: A Keleti-Bakony triász időszaki vulkanogén képződményeinek petrográfiai vizsgálata és képződési körülményeik értelmezése. — *Földtani Közlöny* **147/1**, 25–38., <https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2017.147.1.25>
- FARICS É., JÓZSA S. & HAAS J. 2015: A Budai-hegység felső-eocén összletének bázisán települő lávakőzet- és tufaklaszokat tartalmazó törmelékes üledékes kőzetek petrográfiai jellegei. — *Földtani Közlöny* **145/4**, 331–350.
- FARKAS A. K. 2013: *A Vatyai Bronzkori Kultúra kőszközeinek archeometriai vizsgálata*. — PhD értekezés, Debreceni Egyetem, 110 p.
- FARKAS R. & JÓZSA S. 2005: A Pisznicai-zsomboly üledékkitöltésének elemzése eredetvizsgálat és termális hatások céljából. — *Gerecse Barlangkutató és Természetvédő Egyesület Évkönyve* **2004**, 29–36.
- FARKAS-PETŐ, A. & HORVÁTH, T. 2014: Archaeometric database of archaeological stone tools (a suggestion for new data processing method). — *Archeometriai Műhely* **11/2**, 103–113.-
- FARKAS-PETŐ, A., HORVÁTH, T., PAPP, I. & KOVÁCS-PÁLFFY, P. 2014: Archaeometric investigation of the stone tools of the Vatya culture (Pest county, Hungary). — *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences* **9/1**, 81–94.
- FARKAS-SZÓKE SZ. 2008: Vértesszőlői chopperok és chopping tool-ok technológiai elemzése. — *Archeometriai Műhely* **2008/2**, 23–29.
- FAZEKAS V. 1987: A mecseki perm és alsótriász korú törmelékes formációk ásványos összetétele. — *Földtani Közlöny* **117/1**, 11–30.
- FAZEKAS V. 1989: Ásvány-kőzettani megfigyelések a Jakabhegyi Homokkő Formáció DK-dunántúli előfordulásaiban. — *Földtani Közlöny* **119/4**, 359–371.
- FEKETE J. 2003: *Felső-oligocén és alsó-miocén glaukonitos képződmények ásványtani vizsgálata*. — Diplomamunka, ELTE Ásványtani Tanszék, Budapest, 128 p.
- FEKETE Z. 1935: Adatok a hárshegyi homokkő geológiájához. — *Földtani Közlöny* **65/4–6**, 126–150.
- FOLK, R. L. 1956: The role of texture and composition in sandstone classification: DISCUSSION. — *Journal of Sedimentary Petrology* **26/2**, 166–171., <https://doi.org/10.1306/74d70506-2b21-11d7-8648000102c1865d>
- FÖLDVÁRI M., LELKES GY., VETŐ I. & VICZIÁN I. 1973: Kőzettani, ásványtani és geokémiai módszerek együttes alkalmazása tatabányai alsókréta fűrasminták vizsgálatára. — *Földtani Közlöny* **103/3–4**, 364–371.
- FRANYÓ F. 1963: A futóhomok és a lösz települési viszonyai a Duna–Tisza-koze középső részén. — *MÁFI Évi Jelentés 1961-ről* **2**, 31–46.
- FÜGEDI U., GYURICZA GY. & TOLMÁCS D. 2015: Szemelvények a magyarországi területi geokémiai kutatásokból — történeti áttekintés. — *Földtani Közlöny* **145/3**, 287–300.
- FÜLÖP J. 1966: A Villányi-hegység krétaidőszaki képződményei. — *Geologica Hungarica Series Geologica* **15**, 1–131.
- FÜRI J. & SZAKMÁNY GY. 2004: A Mihálydy-gyűjtemény csiszolt kőszközeinek nyersanyag típusai. — In: ILON G. (szerk.): *Őskoros Kutatók III. Összejövetelének konferenciakötete: Halottkultusz és temetkezés*. ΜΟΜΩΣ, III, Szombathely–Bozsok, 2002. október 7–9. Szombathely, Magyarország, Vas Megyei Múzeumok Igazgatósága, 461–472.
- GÁL B., POROS ZS. & MOLNÁR F. 2008: A Hárshegyi Homokkő Formáció hidrotermális kifejlődései és azok kapcsolatai regionális földtani eseményekhez. — *Földtani Közlöny* **138/1**, 49–60.
- GECSE É. T. 1982: A nagygyeházi bauxittelep mikromineralógiai vizsgálata. — *MÁFI Évi Jelentése 1980-ról*, 435–448.
- GEDEONNÉ RAJETZKY M. 1973a: A Mindszenti és csongrádi kutatófúrások mikromineralógiai vizsgálata különös tekintettel az anyagszállítás egykori irányaira. — *MÁFI Évi Jelentése 1971-ről*, 169–184.
- GEDEONNÉ RAJETZKY M. 1973b: Fosszilis folyóvízi üledékek mikromineralógiai spektrumának értelmezése recens hordalékvizsgálatok alapján. — *Földtani Közlöny* **103/3–4**, 285–293.
- GEDEONNÉ RAJETZKY M. 1976: Pliocénvégi–negyedkori üledékciklusok mikromineralógiai spektruma a Szarvas-I. sz. fúrásban. — *MÁFI Évi Jelentése 1974-ről*, 172–183.
- GONCALVES, C. C. & BRAGA, P. F. A. 2019: Heavy Mineral Sands in Brazil: Deposits, Characteristics, and Extraction Potential of Selected Areas. — *Minerals* **9/3** (176), 1–15., <https://doi.org/10.3390/min9030176>
- GULYÁS-KIS, CS. 2003: Upper Carboniferous flora from the Mecsek Mts (Southern Hungary) — summarized results. — *Acta Geologica Hungarica* **46/1**, 115–125., <https://doi.org/10.1556/AGeol.46.2003.1.8>
- GYALOG L. & BUDAI T. 2004: Javaslatok Magyarország földtani képződményeinek litosztratigráfiai tagolására. — *MÁFI Évi Jelentése 2002-ről*, 195–232.
- GYÓRFI É. 2015: Új adatok a Dráva-medencei középső-miocén konglomerátum–breccsa kőzettani összetételéről és lehordási területéről. — *Földtani Közlöny* **145/1**, 23–44.
- GYÓRI, O., HAAS, J., HIPS, K., LUKOCZKI, G., BUDAI, T., DEMÉNY, A. & SZÓCS, E. 2020: Dolomitization of shallow-water, mixed siliciclastic-carbonate sequences: The Lower Triassic ramp succession of the Transdanubian Range, Hungary. — *Sedimentary Geology* **395**, 20 p., <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2019.105549>
- GYURICZA GY. & SÁSDI L. 2009: A Baradla–barlangrendszer kialakulásának kérdései a tágabb környezet földtani fejlődésének tükrében. — *Földtani Közlöny* **139/1**, 83–92.
- HAAS J. 1984: Oligocén–alsó-miocén. — In: HAAS J., J. EDELÉNYI E., GIDAI L., KAISER M., KRETZOI M. & ORAVECZ J. 1984: Sümeg és környékének földtani felépítése. *Geologica Hungarica Series Geologica* **20**, 190–193.
- HAJÓS M. 1954: A kővágóórsi Alsóköhát és Nyárvölgy kvarchomokkő üveg- és öntődei-homok elfordulása. — *Földtani Közlöny* **84/4**, 356–361.
- HÁMOR G. 1970: A kelet-mecseki miocén. — *MÁFI Évkönyve* **53/1**, 1–371.
- HARTIKAINEN, A., HORVÁTH, I., ÓDOR, L., Ó. KOVÁCS, L. & CSONGRÁDI, J. 1992: Regional multimedia geochemical exploration for Au in the Tokaj Mountains, northeast Hungary. — *Applied Geochemistry* **7**, 533–545., [https://doi.org/10.1016/0883-2927\(92\)90069-f](https://doi.org/10.1016/0883-2927(92)90069-f)
- HERRMANN M. 1954a: Bükkaljai pannóniai homokvizsgálatok. — *Földtani Közlöny* **84/4**, 338–349.
- HERRMANN M. 1954b: A mezőkeresztesi első sekélyfúrás homokjainak mikromineralógiája. — *Annales Historico-naturales Musei Nationalis Hungarici* **46/5**, 7–14.
- HERRMANN M. 1955: Mátrai és cserháljai pannon homokok vizsgálata. — *Annales Historico-naturales Musei Nationalis Hungarici* **47/6**, 7–14.

- HERRMANN M. 1956a: A várpalotai Szabó-bánya miocén homokrétégeinek nehézsásványai. — *Annales Historico-naturales Musei Nationalis Hungarici* **48/7**, 207–210.
- HERRMANN M. 1956b: Kisalföldi és dunántúli pannóniai homok mikromineralógiai vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **86/1**, 59–66.
- HOFMANN K. 1871: A buda-nagykovácsi hegység földtani viszonyai. — *Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* **1**, 199–273.
- HOFMANN K. 1879: Jelentés az 1878 nyarán Szilágymegye keleti részében tett földtani részletes felvételekről. — *Földtani Közlöny* **9/5–6**, 167–212.
- HORVÁTH A. 1988: Adatok a magyaregregyi bádeni durvatörmelékes összlet magmatit kavicsainak kőzettani-geokémiai ismeretéhez; kapcsolatuk a kurdi fúrások magmatitjaival. — *Földtani Közlöny* **118/3**, 251–264.
- HORVÁTH T. 2013: Budakalász M0/12. kora bronzkori lelőhely kőanyaga. *Archeometriai Műhely* **10/2**, 141–176.
- HORVÁTH, E. & TARI, G. 1987: Middle triassic volcanism in the Buda Mountains. — *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös Nominatae* **27**, 16 p.
- HORVÁTH E., GÁBRIS GY. & JUVIGNÉ E. 1992: Egy pleisztocén vezérszint a Kárpát-medencében: a Bag Tefra. — *Földtani Közlöny* **122/2–4**, 233–249.
- HORVÁTH, P., KOVÁCS, G. & SZAKMÁNY, GY. 2003: Eclogite and garnet amphibolite pebbles from Miocene conglomerates (Pannonian Basin, Hungary): implications for the Variscan metamorphic evolution of the Tisza Megaunit. — *Geologica Carpathica* **54/6**, 355–366.
- HORVÁTH, P., JÓZSA, S. & SZAKMÁNY, GY. 2005: Petrography and geochemistry of eclogite pebbles from pleistocene conglomerates at Dunavarsány, Hungary. — Abstract of 7th International Eclogite Conference, 3–9 July 2005, Seggau, Austria, *Mitteilungen der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft* **150**, p. 54.
- HUM L. 2002: Délkelet-dunántúli löszösszletek ásványos és geokémiai jellegei és ezek eredete. — *Földtani Közlöny* **132/különszám**, 117–132.
- INGERSOLL, R. V. 1990: Actualistic sandstone petrofacies: Discriminating modern and ancient source rocks. — *Geology* **18/8**, 733–736., [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1990\)018<0733:ASPDMA>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1990)018<0733:ASPDMA>2.3.CO;2)
- INKEY B. 1914: *A magyarországi talajvizsgálat története*. — A Magyar Királyi Földtani Intézet kiadványa, Budapest, 54 p.
- JAKUCS L. 1953: *A békebarlang felfedezése*. — Művelt Nép Könyvkiadó, Budapest, 144 p.
- JÁMBOR Á. 1969: Karbon képződmények a Mecsek és a Villányi-hegység közötti területen. — *MÁFI Évi Jelentése 1967-ről*, 215–221.
- JÁMBOR, Á. 1992: Pleistocene ventifact occurrences in Hungary. — *Acta Geologica Hungarica* **35/4**, 407–436.
- JÁMBOR Á. 2002: A magyarországi pleisztocén éleskavics előfordulások és földtani jelentőségük. — *Földtani Közlöny* **132/különszám**, 101–116.
- JÁMBOR Á. 2010: Hömpölyök — óriás kavicsok — előfordulása a hazai pleisztocén folyóvízi képződményekben. — *Földrajzi Közlemények* **134/2**, 159–171.
- JÁMBOR Á. & KÖRPÁS L. 1971: A Dunántúli-középhegység kavicsképződményeinek rétegtani helyzete. — *MÁFI Évi Jelentése 1969-ről*, 75–92.
- JÁMBOR Á. & SZABÓ J. 1961: Mecsek-hegységi miocén kavicsvizsgálatok földtani eredményei. — *Földtani Közlöny* **91/3**, 316–324.
- JÓZSA S., SZAKMÁNY GY., MÁTHÉ Z. & BARABÁS A. 2009: A Mecsek és környéke miocén konglomerátum összletek felszíni elterjedése és a kavicsanyag összetétele. — In: M. TÓTH T. (szerk.): *Magmás és metamorf képződmények a Tiszai Egységben*. GeoLitera, Szeged, 195–217.
- JUHÁSZ Á. 1962: A balatonfelvidéki permii homokkőösszlet kvarcporfiranyagának eredete. — *Földtani Közlöny* **92/2**, 160–173.
- JUHÁSZ, A. 1999: *Diagenetic constraints on Paleohydrodynamic and Thermal Reconstruction of Neogene Sediments at the Békés Basin – Battonya High Hydrocarbon Province, SE Hungary*. — PhD dissertation, University of Bern, Switzerland, 154 p.
- JUHÁSZ, A., M. TÓTH, T., RAMSEYER, K. & MATTER, A. 2002: Connected fluid evolution in fractured crystalline basement and overlying sediments, Pannonian Basin, SE Hungary. — *Chemical Geology* **182/2–4**, 91–120., [https://doi.org/10.1016/S0009-2541\(01\)00269-8](https://doi.org/10.1016/S0009-2541(01)00269-8)
- JUHÁSZ GY. & THAMÓNÉ BOZSÓ E. 2006: Az alföldi pannóniai s.l. képződmények ásványi összetétele II. — A pannóniai s.l. homokok és homokkővek ásványi összetétel változásának tendenciái és földtani jelentőségük. — *Földtani Közlöny* **136/2**, 431–450.
- KACZANOWSKA, M., KOZŁOWSKI, J.K., DROBNIWICZ, B. & WASILEWSKI, M. 2011. Lithic implements from Maroslele–Pana. — In: PALUCH, T. (ed.): *Maroslele-Pana. Egy középső neolitikus lelőhely a kultúrák határvidékén*. Móra Ferenc Múzeum, Szeged, 275–291.
- KALMÁR J. & VICZE M. 2006: A szigetszentmiklósi bronzkori temető kőzetanyagának alaktani és petrográfiai vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **136/1**, 105–119.
- KALMÁR J., KUTI L., KOVÁCS-PÁLFFY P. & SZENDREINÉ KORÉN E. 1997: Ásványtani és szedimentológiai vizsgálatok a Szarvasi-mintaterület felszíni–felszín-közeli képződményein. — *Földtani Közlöny* **127/3–4**, 385–403.
- KASZANITZKY F. 1956: Az alsóligocén (hárshgyi) homokkő ásvány-kőzettani vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **86/3**, 244–256.
- KELEMEN, P., DUNKL, I., CSILLAG, G., MINDSZENTY, A., VON EYNATTEN, H. & JÓZSA, S. 2017: Tracing multiple re-sedimentation on an isolated karstified plateau: The bauxite-bearing Miocene red clay of the Southern Bakony Mountains, Hungary. — *Sedimentary Geology* **358**, 84–96. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sedgeo.2017.07.005>
- KESSZLER H. 1942: Az északbihari forrásbarlangok. Beszámoló a M. Kir. Földtani Intézet vitauléseinek munkálatairól. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet évi jelentésének függeléke* **4/7**, 39–51.
- KIRÁLY CS. 2017: *Mihályi–Répcelak természetes CO₂ előfordulás környezetgeokémiai vizsgálata*. — PhD értekezés, ELTE TTK Környezettudományi Doktori Iskola, Budapest, 163 p.
- KIRÁLY, CS., FALUS, GY., GRESINA, F., JAKAB, G., SZALAI, Z. & VARGA, GY. 2019: Granulometric properties of particles in Upper Miocene sandstones from thin sections, Szolnok Formation, Hungary. — *Hungarian Geographical Bulletin* **68/4**, 341–353., <https://doi.org/10.15201/hungeobull.68.4.2>
- KISS, J. 1952: La constitution minéralogique de la bauxite de Nézsza. — *Acta Geologica* **1/1–4**, 113–132.
- KISS J. 1958: A darnóhegyi neogén üledékkőzettani vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **88/1**, 27–41.
- KLEB B. 1968: A Mecsek-hegység déli előtere pannóniai képződményeinek üledékföldtani vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **98/3–4**, 335–359.
- KOCH A. 1871: A Szt.-Endre-Vissegradi és a Pilis hegység földtani leírása. — *Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* **1/2**, 143–198.

- KOCH A. 1874: Adatok Kolozsvár vidéke földtani képződményeinek pontosabb ismeretéhez. — *Földtani Közlöny* **4/10–11**, 251–283.
- KONRÁD, GY., SEBE, K., HALÁSZ, A. & BABINSZKI, E. 2010: Sedimentology of a Permian playa lake: the Boda Claystone Formation, Hungary. — *Geologos* **16/1**, 27–41., <https://doi.org/10.2478/v10118-010-0002-1>
- KORDOS L. 1976: Jelentés a Dokumentációs Szakosztály 1976. évi munkájáról. in: *Beszámoló a Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat 1976. évi tevékenységéről*. — Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat, Budapest, 72–275.
- KORPÁS L. 1981: A Dunántúli-középhegység oligocén – alsó-miocén képződményei. — *MÁFI Évkönyv* **64**, 149 p.
- KÖRMENDY R. 2015: 2014. évi hordalékkutatók a Visegrádi-hegységben. — *Lelőhely* **2015/2**, 2–17.
- KÖRMÖS, S., STEINBACH, G. & SCHUBERT, F. 2019a: Fluid inclusion chemostratigraphy on the Eocene Kosd Formation (Central Hungary). — *XXVth European Current Research on Fluid Inclusions, Abstracts*, p. 66.
- KÖRMÖS, S., VARGA, A., RADOVICS, B. G. & SCHUBERT, F. 2019b: Diagenetic evolution of the sandstone member of Kosd Formation (Central Hungary). — *European Geosciences Union General Assembly 2019, Paper: EGU2019-15470*
- KRIVÁN P. 1973: A periglaciális Dunaüledékek közleghégségi törmelékanyagának eredete a Dunakanyartól a Pesti-síkságig. — *Földtani Közlöny* **103/2**, 136–144.
- KUTI L., TÓTH T., KALMÁR J. & KOVÁCS-PÁLFFY P. 2003: Szikes talajok ásványi összetétele és recens ásványképződés Apajpusztán és Zabszék térségében. — *Agrokémia és Talajtan* **52/3–4**, 275–292.
- KÜRTHY D., SZAKMÁNY GY., JÓZSA S. & SZABÓ G. 2013: A regölyi kora vaskori sírhalom kőzetleleteinek előzetes archeometriai vizsgálati eredményei. — *Archeometriai Műhely* **10/2**, 111–125.
- LEÉL-ÓSSY SZ. 2011: A Budai Vár-barlang és környezetének földtani viszonyai. — In: *A Budai Vár-barlangra vonatkozó tudományos és történeti ismeretek összegzése*. A Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság és a Budavári Önkormányzat megbízásából készítette a DIR Kft, Budapest, 5–50.
- LENGYEL E. 1930: Alföldi homokfajták ásványos összetétele. — *Földtani Közlöny* **60/1–12**, 67–75.
- LENGYEL E. 1931: Szeged-környéki homokfajták összehasonlító kőzettani vizsgálata. — *A Szegedi Alföldkutató Bizottság Könyvtára, VII. szakosztály közleményei* **2**, 1–106.
- MAGYAR, L., BENEI, B. & HALÁSZ, A. 2016: Re-evaluation of archive pebble distribution data for the Upper Permian Bakonya Sandstone Member of the Kővágószőlős Formation, Hungary — a comparison with the composition of cores BAF–1 and BAF–1A. — *Földtani Közlöny* **146/3**, 223–232.
- MARKÓ, A. & KÁZMÉR, M. 2004: The use of nummulitic chert in the Middle Palaeolithic in Hungary. — In: FÜLÖP, É. & CSEH, J. (eds.): „Die aktuellen Fragen des Mittelpaläolithikums in Mitteleuropa”. „Topical issues of the research of Middle Palaeolithic period in Central Europe”. *Tudományos Füzetek, Tata* **12**, 53–62.
- MÁTHÉ Z. & VARGA A. 2012: „Ízesítő” a permi Bodai Agyagkő Formáció őskörnyezeti rekonstrukciójához: kőso utáni pszeudomorfozák a BAT–4 fúrás agyagkőmintáiban. — *Földtani Közlöny* **142/2**, 201–204.
- MÁTYÁS, J. 1994: *Diagenesis and porosity evolution of Neogene reservoir sandstones in the Pannonian Basin (Southeast Hungary)*. — PhD dissertation, University of Bern, Switzerland, 196 p.
- MÁTYÁS, J. & MATTER, A. 1997: Diagenetic indicators of meteoric flow in the Pannonian Basin, southeastern Hungary. — In: MONTANEZ, I. P., GREGG, J. M. & SHELTON, K. L. (eds.): Basin-Wide Diagenetic Patterns: Integrated Petrologic, Geochemical, and Hydrologic Considerations. *Society for Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication* **57**, 281–296.
- MCBRIDE, E. F. 1963: A classification of common sandstones. — *Journal of Sedimentary Petrology* **33/3**, 664–669., [HTTPS://doi.org/10.1306/74d70ee8-2b21-11d7-8648000102c1865d](https://doi.org/10.1306/74d70ee8-2b21-11d7-8648000102c1865d)
- MIKLÓS D. G. 2018: *A Nyugat-Mecsek (Borjúsréti-völgy) kora-miocén rétegsorának komplex petrográfiai vizsgálata*. — Diplomamunka, ELTE-TTK, Közvetlen-Geokémiai Tanszék, Budapest, 137 p.
- MIKLÓS D. G. & JÓZSA S. 2017: Törmelékes összleték komplex petrográfiai vizsgálata a Borjúsréti-völgy (Nyugat-Mecsek) miocén kavicsos rétegsorának példáján. — In: DÉGI J., KIRÁLY E., KÓNYA P., KOVÁCS I. J., PÁL-MOLNÁR E., THAMÓNÉ BOZSÓ E., TÖRÖK K. & UDVARDI B. (szerk.): *Ahol az elemek találkoznak: víz, föld és tűz határán*. 8. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés kiadványa, Szihalom, 2017. szeptember 7–9., 113–114.
- MIKLÓS D. G., JÓZSA S. & SZAKMÁNY GY. 2018: Törmelékes rétegsorok komplex eredetvizsgálata (KEVi). Ötelemes, összehangolt törmelékeskőzet-elemző vizsgálat. — *Földtani Közlöny* **148/4**, 355–366., <https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2018.148.4.355>
- MIKLÓS D. G., SZAKMÁNY GY., JÓZSA S., HORVÁTH F. & STARNINI, E. 2019: Vörös homokkő anyagú szerszámkövek petrográfiai vizsgálati eredményei a Hódmezővásárhely–Gorzsa késő-neolitikus település példáján. — In: PÁL-MOLNÁR E., H. LUKÁCS R. HARANGI SZ., SZEMERÉDI M., NÉMETH B., MOLNÁR K. & JANKOVICS M. É. (szerk.): *Saxa Loquuntur – Kőbe zárt történetek*. 10. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés kiadványa, Mátraháza, 2019. szeptember 5–7., 60–63.
- MINDSZENTY, A., GÁL-SÓLYMOS, K., CSORDÁS-TÓTH, A., IMRE, I., FELVÁRI, GY., W. RUTTNER, A., BÖRÖCZKY, T. & KNAUER, J. 1991: Extraclasts from Cretaceous/Tertiary Bauxites of the Transdanubian Central Range and the Northern Calcareous Alps. Preliminary Results and Tentative Geological Interpretation. — In: LOBITZER, H. & CSÁSZÁR, G. (eds.): *Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich – Ungarn* **1**, 309–345.
- MOLNÁR B. 1961: A Duna–Tisza közli eolikus rétegek felszíni és felszín alatti kiterjedése. — *Földtani Közlöny* **65/7–9**, 300–315.
- MOLNÁR B. 1963: A délalföldi pliocén és pleisztocén üledékek tagolódása nehézasvány-összetétel alapján. — *Földtani Közlöny* **93/1**, 97–107.
- MOLNÁR B. 1964: A magyarországi folyók homoküledékeinek nehézasvány-összetétel vizsgálata. — *Hidrológiai Közlöny* **91/3**, 347–355.
- MOLNÁR B. 1966: Pliocén és pleisztocén lehordási területváltozások az Alföldön. — *Földtani Közlöny* **96/4**, 404–413.
- MOLNÁR B. 1973: Az Alföld harmadidőszak-végi és negyedkori feltöltődési ciklusai. — *Földtani Közlöny* **103/3–4**, 294–310.
- NÁDOR A., THAMÓNÉ BOZSÓ E., MAGYARI Á., BABINSZKI E., DUDKÓ A. & TÓTH Z. 2007a: Neotektonika és klímaváltozás együttes hatása a Körös-medence késő-pleisztocén vízhálózat-fejlődésére. — *MÁFI Évi Jelentése 2005-ről*, 131–148.
- NÁDOR, A., THAMÓNÉ BOZSÓ, E., MAGYARI, Á. & BABINSZKI, E. 2007b: Fluvial responses to tectonics and climate change during the Late

- Weichselian in the eastern part of the Pannonian Basin (Hungary). — *Sedimentary Geology* **202**, 174–192., <https://doi.org/10.1016/J.SEDGEO.2007.03.001>
- NOSZKY J. 1935: Budapest környékének helvétien rétegei. — *Földtani Közlöny* **65/7–9**, 163–182.
- ORAVECZ J. 1965: Szilur kőzetkavicsok földtörténeti szerepe törmelékes összeleteinkben. — *Földtani Közlöny* **95/4**, 401–405.
- PALÁGYI, SZ., CSIRKE, O., FUTÓ, J., HLAVAY, J., RAUCSIK, B., SZABÓ, A. & VASSÁNYI, I. 2006: Mining data from Roman sandstone quarries. — *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **57**, 395–422., <https://doi.org/10.1556/AArch.57.2006.4.5>
- PANTÓ D. 1935: A dunai arany mosás kérdése. — *Földtani Közlöny* **65/7–9**, 182–274.
- PAPP F. & SEMPTEY F. 1956: Nehézásvány vizsgálatok két ózdi mélyfúrás anyagában. — *Bányászati Lapok* **89/8**, 485–492.
- PAPP K. 1899: Éles-kavicsok (dreikanterek) Magyarország hajdani pusztáin (steppéin). — *Földtani Közlöny* **29/5–7**, 135–147.
- PÉCSI-DONÁTH, É. 1985: On the mineralogical and petrological properties of the younger loess in Hungary. — In: PÉCSI M. (ed.): *Loess and the Quaternary. Chinese and Hungarian Case Studies*. Studies in geography in Hungary (18), Akadémiai Kiadó, Budapest, 93–104.
- PÉCSINÉ DONÁTH É. 1958: Duna-terasz kavicsok görgetettségi vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **88/1**, 57–75.
- PÉTERDI B. 2004: Bronzkori és vaskori öntőformák petrográfiai vizsgálata. — In: ILON G. (szerk.): *Őskoros Kutatók III. Összejövetelének konferenciakötete: Halottkultusz és temetkezés*. ΜΩΜΩΣ, III, Szombathely–Bozsok, 2002. október 7–9. Szombathely, Magyarország, Vas Megyei Múzeumok Igazgatósága, 487–525.
- PÉTERDI B. 2012: Balatonöszöd–Temetői dűlő rézkori lelőhely homokkő nyersanyagú kőszközeinek kőzettani és geokémiai vizsgálata. — *Archeometriai Műhely* **9/4**, 265–285.
- PÉTERDI, B., KOVÁCS, T., SZAKMÁNY, GY. & T. BIRÓ K. 2005: Petrographic Investigation of Bronze and Iron Age Casting Moulds from the Collection of the Hungarian National Museum. — *Geoarchaeological and Bioarchaeological Studies* **3**, 87–90.
- PETTIJOHN, F. J. 1954: Classification of Sandstones. — *The Journal of Geology* **62/4**, 360–365., <https://doi.org/10.1086/626172>
- PETTIJOHN, F. J., POTTER, P. E. & SIEVER, R. 1972: *Sand and Sandstone*. — Springer-Verlag, New York, 618 p., <https://doi.org/10.1126/science.178.4060.497>
- PHILIPPE, M., SZAKMÁNY, GY., GULYÁS-KIS, CS. & JÓZSA, S. 2000: An Upper Carboniferous-Lower Permian silicified wood in the Miocene conglomerate from the western Mecsek Mts. (southern Hungary). — *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie – Monatshefte* **2000/4**, 193–204., <https://doi.org/10.1127/njgpm/2000/2000/193>
- PIROS L. 2010: *Homokkő nyersanyagú kőszközök, szerszámkövek archeometriai vizsgálata Gorzsa (DK-Magyarország)*. — Diplomamunka, ELTE Kőzetan-Geokémiai Tanszék, 65 p.
- PIROS O. & GYURICZA GY. 1986: A Baradla-barlang eróziós-genetikai vizsgálata. — *NME Közleményei, Miskolc, I. Sorozat, Bányászat* **33/1–4**, 47–55.
- POLACSEK Zs. & BA J. 2017: Tatabányai barlangkutatás. — *Barlangkutatás 2017*, kutatási jelentések, barlangi kutatásvezetők válogatott kutatási jelentései 2017. évből. Tatabánya, 184 p.
- POLGÁRI M. 1982: A Maros- és a Körös-hordalék gránátjainak pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálata a hordalékkúpok kijelölése céljából. — *Földtani Közlöny* **112/2**, 143–160.
- POZSGAI, E., JÓZSA, S., DUNKL, I., SEBE, K., THAMÓ-BOZSÓ, E., SAJÓ, I., DEZSŐ, J. & VON EYNATTEN, H. 2017: Provenance of the Upper Triassic siliciclastics of the Mecsek Mountains and Villány Hills (Pannonian Basin, Hungary): constraints to the Early Mesozoic paleogeography of the Tisza Megaunit. — *International Journal of Earth Sciences* **106/6**, 2005–2024., <https://doi.org/10.1007/s00531-016-1406-0>
- RADOVICS B. G., KÖRMÖS, S. & SCHUBERT, F. 2017: A magyar paleogén medence szénhidrogén rendszere, és eocén tárolóinak kihívása - hatástanulmány. — In: DÉGI J., KIRÁLY E., KÓNYA P., KOVÁCS I. J., PÁL-MOLNÁR E., THAMÓNÉ BOZSÓ E., TÖRÖK K. & UDVARDI B. (szerk.): *Ahol az elemek találkoznak: víz, föld és tűz határán*. 8. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés kiadványa, Szihalom, 2017, szeptember 7–9., 147–149.
- RÁKÓCZY S. 1905: A Muraköz és a Győr melletti Dunaszakas aranyfövénye, összefüggésben a Tauern havas aranyteléreivel. — *Bányászati és Kohászati Lapok* **38/1–9**, 537–553.
- RAVASZNÉ BARANYAI L. 1973: A kelet-mecseki miocén képződmények ásvány-kőzettani vizsgálata. — *MÁFI Évkönyv* **53/2**, 485–741.
- ROTH L. 1879: A rákos-rusztli hegyvonulat és a Lajta-hegység déli részének geológiai vázlata. — *Földtani Közlöny* **9/3–4**, 99–110.
- ROTH S. 1885: A Magas-Tátra déli oldalának hajdani jégáraitól. — *Földtani Közlöny* **15/1–2**, 9–31.
- SALLAY M. & THAMÓNÉ BOZSÓ E. 1988: A magyarországi harmad- és negyedidőszaki üledékes képződmények mikromineralógiai vizsgálati helyzete. — *MÁFI Évi Jelentése 1986-ról*, 435–439.
- SÁRKÖZINÉ FARKAS E. 1966: Csolnok-Ebszöny környéki eocén képződmények üledékkőzettani vizsgálata. — *MÁFI Évi Jelentése 1964-ről*, 321–328.
- SÁSDI L. 2003: Újabb földtani adatok a gerecsei édesvízi mészkövek keletkezéséhez. — *Karsztfelődés* **8**, 129–143.
- SCHAFARZIK F. 1901: A Szapárfalvi diluviáliskori babérczes agyagról. — *Földtani Közlöny* **31/1–4**, 28–34.
- SCHULLER, V. & FRISCH, W. 2006: Heavy mineral provenance and paleocurrent data of the Upper Cretaceous Gosau succession of the Apuseni Mountains (Romania). — *Geologica Carpathica* **57/1**, 29–39.
- SCHULLER, V., FRISCH, W., DANIŠÍK, M., DUNKL, I. & MELINTE, M.C. 2009: Upper Cretaceous Gosau deposits of the Apuseni Mountains (Romania) – similarities and differences to the Eastern Alps. — *Austrian Journal of Earth Sciences* **102/1**, 133–145.
- SENDULA E. 2015: *Ipari CO₂ tárolásra alkalmas hazai üledékes kőzetek petrográfiai vizsgálata és a rendszerekben várható geokémiai változások modellezése*. — Diplomamunka, ELTE Kőzetan-Geokémiai Tanszék, Budapest, 95 p.
- SINKÓ Zs. 2014: *A kompaktációs folyamatok vizsgálata a Szolnoki Formációban (Hódmezővásárhely–I fúrás, Makói-árok)*. — Diplomamunka, SZTE Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék, 72 p.
- SOÓS I. & JÁMBOR Á. 1960: Növénymaradványos felsőkarbon kavicsok a Mecsek hegységi helvétii kavicsösszeletből. — *Földtani Közlöny* **90/4**, 456–458.

- SPRÁNITZ T., VÁCZI B., LANGE T. P. & JÓZSA S. 2017: Jégzállította dumortierites gneisz, klinohumitos márvány és szkapolitos amfibolit a Duna pleisztocén kavicsanyagában. — *Földtani Közlöny* **147/3**, 311–326., <https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2017.147.3.311>
- STARNINI, E., SZAKMÁNY, GY., JÓZSA, S., KASZTOVSZKY, ZS., SZILÁGYI, V., MARÓTI, B., VOYTEK, B. & HORVÁTH, F. 2015: Lithics from the Tell Site Hódmezővásárhely-Gorzsa (Southeast Hungary): Typology, Technology, Use and Raw Material Strategies during the Late Neolithic (Tisza Culture). — In: HANSEN, S., RACZY, P., ANDERS, A. & REINBURGER, A. (eds.): Neolithic and Copper Age between the Carpathians and the Aegean Sea; Chronologies and Technologies from the 6th to the 4th Millennium BCE. *Archäologie in Eurasien* **31**, 105–128. ISBN: 978-3-7749-3972-1
- STEFANOVITS P. 1952: Andezittufán kialakult talajok a Börzsöny hegységben. — *Agrokémia és Talajtan* **1/3**, 309–320.
- STRAUSZ L. 1949: A Dunántúl ÉNy-i részének kavicsképződményei. — *Földtani Közlöny* **79/1–4**, 8–68.
- STRAUSZ L. 1952: Kavics-tanulmányok a Dunántúl középső részéből. — *Földtani Közlöny* **82/4–6**, 119–136.
- SZABÓ I. & VINCE J. 2002: Bükk hegységi törmelékes perm képződmények földtani, kőzettani vázlata és ércindikációi. — *Földtani Közlöny* **132/2**, 181–221.
- SZABÓ J. 1858: *Pest-Buda környékének földtani leírása*. — A Magyar Tudományos Akadémia által Nagy-Károly-Díjjal koszorúzott pályairat, Magyar Tudományos Akadémia, Pest, 63 p.
- SZABÓ J. 1861: *Geológiai viszonyok és talajnevek ismertetése I. füzet. Békés és Csanádmegye*. — A Magyar Gazdasági Egyesület kiadása, Pest, 150 p.
- SZABÓ J. 1872: Egy morena képződmény a Mátrában. — *Földtani Közlöny* **2**, 233–241.
- SZABÓ P. 1955: A Duna-Tisza közti felső-pleisztocén homok rétegek származása ásványos összetétel alapján. — *Földtani Közlöny* **85/4**, 442–456.
- SZABÓ, T. & DOMOKOS, G. 2010: A new classification system for pebble and crystal shapes based on static equilibrium points. — *Central European Geology* **53/1**, 1–19., <https://doi.org/10.1556/CEuGeol.53.2010.1.1>
- SZÁDECZKY K. Gy. 1932: A helvetien transgressió konglomerátja és sarmatien kavicsok Kolozsvár környékén. — *Az Erdélyi Múzeum-egyesület Természettudományi Szakosztályának Közleményei* **36**, 25–39.
- SZÁDECZKY-KARDOSS, E. 1933: Die Bestimmung des abrollungs gardes. — *Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Palaontologie, Abteilung B*, 389–401.
- SZÁDECZKY-KARDOSS E. 1939: A Gerecse-hegység magas terraszairól. — *Földtani Közlöny* **69/10–12**, 279–290.
- SZAKMÁNY, GY. 1996: Results of the petrographical analysis of some samples of the ground and polished stone assemblage. — In: MAKKAY, J., STARNINI, E. & TULOK, M. (szerk.): Excavations at Bicske–Galagonyás (part III). The Notenkopf and Sopot–Bicske cultural phases. *Società per la Preistoria e Protostoria della Regione Friuli-Venezia Giulia, Quaderno* **6**, 224–241.
- SZAKMÁNY, GY. & JÓZSA, S. 1994: Rare pebbles from the Miocene Conglomerate of Mecsek Mts., Hungary. — *Acta Mineralogica-Petrographica, Szeged* **35**, 53–64.
- SZAKMÁNY GY. & NAGY B. 2005: Balatonlelle – Felső-Gamász lelőhelyről előkerült késő rézkori vörös homokkő őrlőkövek petrográfiai vizsgálatának eredményei. — *Archeometriai Műhely* **2/3**, 13–21
- SZAKMÁNY GY., STARNINI E., HORVÁTH F. & BRADÁK B. 2008: Gorzsa késő neolitik tell településről előkerült kőszerszűk archeometriai vizsgálatának előzetes eredményei (Tisza kultúra, DK Magyarország). — *Archeometriai Műhely* **5/3**, 13–26.
- SZAKMÁNY, GY., STARNINI, E., HORVÁTH, F., SZILÁGYI, V. & KASZTOVSZKY, ZS. 2009: Investigating trade and exchange patterns during the Late Neolithic: first results of the archaeometric analyses of the raw materials for the polished and ground stone tools from Tell Gorzsa (SE Hungary). — In: ILON, G. (szerk.): *Őskoros Kutatók VI. Összejövetelének Konferenciakötete: Nyersanyagok és Kereskedelem*. Kőszeg, 2009. március 19–21. ΜΩΜΩΣ, VI, Szombathely, 363–377.
- SZAKMÁNY, GY., STARNINI, E., HORVÁTH, F. & BRADÁK, B. 2011: Investigating Trade and Exchange Patterns in Prehistory: Preliminary Results of the Archaeometric Analyses of Stone Artefacts from Tell Gorzsa (South-East Hungary). — In: TURBANTI-MEMMI, I. (ed.): *Proceedings of the 37th International Symposium on Archaeometry, 12th–16th May 2008, Siena, Italy, Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, 311–319.
- SZEBERÉNYI J., JÓZSA S., ALZBETA M., JURAJ H., BALOGH J., FÁBIÁN SZ. A., KISS E. & VARGA GY. 2014: *Dunateraszok helyzete a Visegrádi-szorosban*. — VII. Magyar Földrajzi Konferencia kiadványa, Miskolc, 513–527.
- SZEBERÉNYI J., JÓZSA S., SIMON I., KISS K., BRADÁK B. & VICZIÁN I. 2015: A Visegrádi-szoros kiemelt helyzetű kavicsos üledékeinek vizsgálata Zebegény térségében, és jelentősége a magas dunai teraszok morfosztratigráfiai besorolásakor. — *Földtani Közlöny* **145/4**, 367–383.
- SZENDREI G. 1970: Kiskunsági talajok ellenálló ásványainak vizsgálata mikroszkóppal. — *Agrokémia és Talajtan* **19/1–2**, 137–146.
- SZENDREI G. 1994: Talajásványtan. — *Módszertani Közlemények* **14/1**, 217 p.
- SZENTES GY. 1963: A bódvaszilasi Meteor-barlang környékének kőzetföldtani viszonyai. — *Karszt és Barlang* **1963/2**, 61–65.
- SZENTPÉTERY I. 1988: A Rudabányai-hegység és környezetének oligocén, alsó-miocén képződményei. — *MÁFI Évi Jelentése 1986-ról*, 121–128.
- SZÓCS, E. & HIPS, K. 2018: Multiphase carbonate cementation in the Miocene Pétervására Sandstone (North Hungary): implications for basinal fluid flow and burial history. — *Geologica Carpathica* **69/6**, 515–527., <https://doi.org/10.1515/geoca-2018-0030>
- SZÓCS E., HIPS K., JÓZSA S. & BENDŐ ZS. 2015: A kora-miocén Pétervásárai Homokkő diagenezis-története. — *Földtani Közlöny* **145/4**, 351–366.
- SZTANÓ O. 1990: Durvatörmelékes üledékek gravitációs tömegmozgásai egy gerecsei alsókréta tengeralatti csatornakitöltő konglomerátum példáján. — *Általános Földtani Szemle* **25**, 337–360.
- SZTANÓ, O. & JÓZSA, S. 1996: Interaction of basin-margin faults and tidal currents on nearshore sedimentary architecture and composition: a case study from the Early Miocene of northern Hungary. — *Tectonophysics* **266/1–4**, 319–341., [https://doi.org/10.1016/S0040-1951\(96\)00196-5](https://doi.org/10.1016/S0040-1951(96)00196-5)

- SZTRÓKAY K. I. 1932: A budai márga kőzettani vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **62/1–12**, 81–121.
- SZTRÓKAY K. I. 1952: Mecseki vasércképződés. — *Az MTA Közleményei* **5/1–2**, 211–230.
- SZUJÓ G. L., SEBE K., SIPOS GY. & POZSGAI E. 2017: Pleisztocén folyóvízi kavics a Villányi-hegységben. — *Földtani Közlöny* **147/1**, 85–98.
- T. BIRÓ K., JÓZSA S., J. SZABÓ K. & M. VIRÁG ZS. 2013: Duna: A nagy szállítószalag. — *Archeometriai Műhely* **10/1**, 33–49.
- T. BIRÓ K. 1992: Adatok a korai baltakészítés technológiájához. — *Acta Musei Papensis /Pápai Múzeumi Értesítő* **3–4**, 33–79.
- TARI, G., DÖVÉNYI, P., DUNKL, I., HORVÁTH, F., LENKEY, L., STEFANESCU, M., SZAFIÁN, P. & TÓTH, T. 1999: Lithospheric structure of the Pannonian basin derived from seismic, gravity and geothermal 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**, 215–250., <https://doi.org/10.1144/gsl.sp.1999.156.01.12>
- THAMÓNÉ BOZSÓ E. 1985: A fehérvárcsurgói kvarchomok telep ásvány-kőzettani vizsgálatának eredményei. — *MÁFI Évi Jelentése 1983-ról*, 75–80.
- THAMÓNÉ BOZSÓ E. 1991: A magyarországi kainozóos homokok és homokkővek nehézasvány-tartalmának mennyiségi viszonyai. — *MÁFI Évi Jelentése 1989-ről*, 587–595.
- THAMÓ-BOZSÓ, E. 1993: A petrographic classification of Cenozoic sands and sandstones in Hungary. — *MÁFI Évi Jelentése 1991-ről*, 275–287.
- THAMÓNÉ BOZSÓ E. 2002a: A mikromineralógiai vizsgálati módszer hazai alkalmazásának áttekintése. II. Függelék, Mikromineralógia. — In: PAPP G.: *A magyar topografikus és leíró ásványtan története*. *Topographia Mineralogica Hungariae* **7**, 351–352.
- THAMÓNÉ BOZSÓ E. 2002b: Magyarországi kainozóos homokok és homokkővek ásványi alkotói és származásuk meghatározásának lehetősége. — *MÁFI Évi Jelentése 1997–1998-ról*, 119–134.
- THAMÓ-BOZSÓ, E. & Ó. KOVÁCS, L. 2007: Evolution of Quaternary to modern fluvial network in the Mid-Hungarian Plain, indicated by heavy mineral distributions and statistical analysis of heavy mineral data. — In: MANGE, M. A. & WRIGHT, D. T. (eds): *Heavy minerals in use*. *Developments in Sedimentology* **58**, 491–514., [https://doi.org/10.1016/s0070-4571\(07\)58019-2](https://doi.org/10.1016/s0070-4571(07)58019-2)
- THAMÓNÉ BOZSÓ E., JUHÁSZ GY. & Ó. KOVÁCS L. 2006: Az alföldi pannóniai s.l. képződmények ásványi összetétele I. A pannóniai s.l. homokok és homokkővek jellemzői és eredete. — *Földtani Közlöny* **136/2**, 407–430.
- THAMÓ-BOZSÓ, E., MURRAY, A. S., NÁDOR, A., MAGYARI, Á. & BABINSZKI, E. 2007: Investigation of river network evolution using luminescence dating and heavy mineral analysis of Late-Quaternary fluvial sands from the Great Hungarian Plain. — *Quaternary Geochronology* **2/1–4**, 168–173., <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2006.05.012>
- THAMÓNÉ BOZSÓ E., CSILLAG G., KÁKAY-SZABÓ O., KÓNYA P., KIRÁLY E. & MÜLLER P. M. 2012: Szél által polírozott pleisztocén kőzetfelszínnek vizsgálati eredményei a Dunántúli-középhegységéből. — *MÁFI Évi Jelentése 2010-ről*, 41–53.
- THAMÓ-BOZSÓ, E., Ó. KOVÁCS, L., MAGYARI, Á. & MARSI, I. 2014: Tracing the origin of loess in Hungary with the help of heavy mineral composition data. — *Quaternary International* **319**, 11–21., <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.04.030>
- TÓTH F., VARGA A. & RAUCSIK B. 2013: Agyagásványtani és petrográfiai vizsgálatok új szemléletű értelmezése a Makói-árok túlnyomásos zónáiból (Endrődi Formáció, Pannon-medence, Magyarország). — In: KOVÁCS A. (szerk.): *XV. Székelyföldi Geológus Találkozó kiadványa*. Kézdivásárhely, Románia, 74–75.
- TÖRÖK Á. 2008: Építészeti kőanyagok előfordulása és felhasználása a mai Magyarország területén a XVIII. századig. — In: SZAKÁLL, S. (szerk.): *Az ásványok és az ember a mai Magyarország területén a XVIII. század végéig*. Fókuszban az ásványi anyag. *A Miskolci Egyetem Közleménye, A sorozat, Bányászat* **74**, Miskolc, Egyetemi Kiadó 137–155.
- VADÁSZ E. 1935: A Mecsek hegység. — *Magyar Tájak Földtani Leírása* **1**, 180 p.
- VADÁSZ E. 1940: Mágnesvaskő előfordulás a Mecsekhegységben. — *Bányászati és Kohászati Lapok* **73/12**, p. 210.
- VARGA, A. & RAUCSIK, B. 2014: Pedogenic calcrete records in southern Transdanubia, Hungary: A brief review with paleoenvironmental and paleogeographic implications. — *Central European Geology* **57/2**, 137–151., <https://doi.org/10.1556/CEuGeol.57.2014.2.2>
- VARGA A., SZAKMÁNY GY., JÓZSA S. & MÁTHÉ Z. 2001: A nyugat-mecseki alsó-miocén konglomerátum karbon homokkő kavicsainak és a Tésenyi Homokkő Formáció képződményeinek petrográfiai és geokémiai összehasonlítása. — *Földtani Közlöny* **131/1–2**, 11–36.
- VARGA A., SZAKMÁNY GY., RAUCSIK B., KEDVES M. & JÓZSA S. 2002: Eocén calcrete kavicsok a nyugat-mecseki miocén konglomerátumból. — *Földtani Közlöny* **132/1**, 57–82.
- VARGA A., SZAKMÁNY GY., JÓZSA S. & MÁTHÉ Z. 2003: Petrology and geochemistry of Upper Carboniferous siliciclastic rocks (Téseny Sandstone Formation) from the Slavonian-Drava Unit (Tisza Megaunit, S Hungary) — summarized results. — *Acta Geologica Hungarica* **46/1**, 95–113., <https://doi.org/10.1556/AGeol.46.2003.1.7>
- VARGA A., RAUCSIK B. & SZAKMÁNY GY. 2004: A Siklósbodony Sb-1 mélyfúrás feltételezett karbon-perm határképződményeinek ásványtani, kőzettani és geokémiai jellemzői. — *Földtani Közlöny* **134/3**, 321–343.
- VARGA A., RAUCSIK B., SZAKMÁNY GY. & MÁTHÉ Z. 2006: A Bodai Aleurolit Formáció törmelékes kőzettípusainak ásványtani, kőzettani és geokémiai jellemzői. — *Földtani Közlöny* **136/6**, 201–232.
- VARGA, A., SZAKMÁNY, GY., ÁRGYELÁN, T., JÓZSA, S., RAUCSIK, B. & MÁTHÉ, Z. 2007: Complex examination of the Upper Paleozoic siliciclastic rocks from southern Transdanubia, SW Hungary — Mineralogical, petrographic, and geochemical study. — In: ARRIBAS, J., CRITELLI, S. & JOHNSON, M. J. (eds.): *Sedimentary Provenance and Petrogenesis: Perspectives from Petrography and Geochemistry*. Boulder, Geological Society of America, 221–240., [https://doi.org/10.1130/2006.2420\(14\)](https://doi.org/10.1130/2006.2420(14))
- VARGA A., RAUCSIK B., KOVÁCS KIS V. & SZAKMÁNY GY. 2008: A felső-paleozoikum Turonyi Formáció (Szlavóniai–Drávai-terrénum) pelites kőzeteinek ásványtani és kőzettani jellemzői. — *Földtani Közlöny* **138/1**, 5–20.
- VARGA A., MIKES T. & RAUCSIK B. 2009: A mecseki toarci feketepala Réka-völgyi szelvényének előzetes petrográfiai és nehézasvány-vizsgálatai eredményei. — *Földtani Közlöny* **139/1**, 33–54.
- VARGA A., ÚJVÁRI G. & KOVÁCS J. 2012a: Cirkon egykristály U-Pb korok a danitzpusztai pannóniai homokból: közvetett bizonyítékok az aljzatot alkotó metamorfitek kevert prevariszkuszi protolitjaira. — *Földtani Közlöny* **142/1**, 95–98.

- VARGA, A., RAUCSIK, B. & BAJNÓCZI, B. 2012b: Nodular calcrite from the Lower Permian Korpád Sandstone Formation (borehole Dinnyeberki 9015, Mecsek Mts, Hungary) and its palaeoenvironmental significance. — *Földtani Közlöny* **142/4**, 375–378.
- VARGA A., RAUCSIK B. & SZAKMÁNY Gy. 2014: Az alsó-permi Korpádi Homokkő Formáció törmelékes kőzeteinek ásványtani és kőzettani jellemzői a Túrony–1 fúrásban (Szlávoniai–Drávai-terrénum). — *Földtani Közlöny* **144/4**, 211–230., <https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2014.144.3.211-230>
- VARGA A., PÁL-MOLNÁR E., RAUCSIK B., SCHUBERT F., GARAGULY I., LUKÁCS R. & KISS B. 2015a: A dél-alföldi permo-mezozoos képződmények: a diagenézis-történet jellemzése és előzetes regionális korreláció kőzettani és geokémiai eredmények alapján. — In: DÁLYAY V. & SÁMSON M. (szerk.): *Tisia Konferencia*. Pécs, Molnár Nyomda és Kiadó, 17–20.
- VARGA A., RAUCSIK B., SCHUBERT F., GARAGULY I., MÉSZÁROS E., FISER-NAGY Á. & DABI G. 2015b: A Szegedi-medence és közvetlen környezetének diagenézis-történet és mikrotektonikai vizsgálata: Ásotthalom–Mórahalom mintaterület (Projektaszám: HK7315. 28.41/95). — Kutatási jelentés, SZTE Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék, Szeged, 118 p.
- VARGA A., BARANYI V., RAUCSIK B. & SCHUBERT F. 2017: Az Endrődi Formáció kőzettani és palinológiai vizsgálata a Hódmezővásárhely–I fúrásban (Makói-árok) — öskörnyezeti és diagenézis-történeti értékelés. — *Földtani Közlöny* **147/1**, 61–84., <https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2017.147.1.61>
- VARGA, A., BOZSÓ, G., GARAGULY, I., RAUCSIK, B., BENCsik, A. & KÓBOR, B. 2019: Cements, Waters, and Scales: An Integrated Study of the Szeged Geothermal Systems (SE Hungary) to Characterize Natural Environmental Conditions of the Thermal Aquifer. — *Geofluids* **2019**, Paper 4863814, 21 p., <https://doi.org/10.1155/2019/4863814>
- VARRÓK K. 1954: A nyugatbakonyi mediterrán kavicstakaró anyaga, eredete és kora. — *MÁFI Évi Jelentése 1952-ről*, 189–193.
- VASKÓNÉ DÁVID K. 1988: Kromit vizsgálatok és azok jelentősége a Tatabányai-medence és a vértés előterének alsó- és középső-krétájában. — *MÁFI Évi Jelentése 1986-ról*, 241–261.
- VÉGH S. 1956: Üledékes kőzettani vizsgálatok Hidas-Váralja környékén. — *Földtani Közlöny* **86/2**, 151–160.
- VELLEDITS F., LEIN R., KRYSZTYN L., PÉRO 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., <https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2017.147.1.3>
- VENDL A. 1913: A Csepel sziget homokjáról. — *Földtani Közlöny* **43/7–9**, 331–343.
- VENDL A. 1932: A kiscelli agyag. — *MÁFI Évkönyv* **29/2**, 97–152.
- VERES Zs. & VARGA A. *in press*: Karbonátos konkréciók az alsó-miocén Pétervásárai Homokkő Formációban (Pétervásárai-dombság, Leleszi-völgy): genetikai megfontolások morfológiai és petrográfiai vizsgálatok eredményei alapján. — *Földtani Közlöny*
- VID G. (szerk.) 2007: Vid Gábor és társai által 2006-ban végzett barlangkutató tevékenység. — *Kézirat*, Cholnoky Jenő Karszt- és barlangkutatói pályázat, egyéni kategória. 25 p.
- VID G. 2012: Beszámoló a 2011. évben a Baradla- és a Béke-barlangokban végzett barlangkutató tevékenységről. — *Kézirat*, 20 p.
- VÖRÖS I. 1958: Iszkaszentgyörgyi bauxit–szelvények mikromineralógiai és nyomelem vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **88/1**, 48–56.
- WÉBER B. 1964 Újabb növénymaradványos felsőkarbon kavicsok a Ny-i Mecsek helvétii rétegeiből. — *Földtani Közlöny* **94/3**, 379–381.
- WORDEN, R. H. & BURLEY, S. D. 2003: Sandstone diagenesis: the evolution of sand to stone. — In: BURLEY S. D. & WORDEN R. H. (eds.): *Sandstone diagenesis: Recent and Ancient*. Blackwell Publishing, Oxford, 3–44., <https://doi.org/10.1002/9781444304459.ch>
- ZAJZON, N., SZABÓ, Zs. & WEISZBURG, T. G. 2011: Multiple provenance of detrital zircons from the Permian–Triassic boundary in the Bükk Mts., Hungary. — *International Journal of Earth Sciences* **100/1**, 125–138., <https://doi.org/10.1007/s00531-009-0500-y>
- ZENTAY T. 1989: A Duna–Tisza köze déli részének agrogeológiai értékelése. — *Módszertani Közlemények* **13/2**, 112 p.
- ZUFFA, G. 1980: Hybrid arenites: their composition and classification. — *Journal of Sedimentary Petrology* **50/1**, 21–29., <https://doi.org/10.1306/212f7950-2b24-11d7-8648000102c1865d>
- ZSEMLE, F., TÖRÖK, K., JÓZSA, S. & KÁZMÉR, M. 2001: Granulite pebbles from the Upper Pleistocene terrace of the Danube at Délegyháza, Hungary. — *Földtani Közlöny* **131/3–4**, 461–474.

1., https://www.glossary.oilfield.slb.com/en/Terms/s/siliciclastic_sediment.aspx

2., https://foldtan.hu/sites/default/files/GEODALOK_2014_01_26.pdf

Kézirat beérkezett: 2020. 03. 30.

Ércföldtan Magyarországon a Földtani Közlöny 150 évének tükrében

FÖLDESSY János¹, MOLNÁR Ferenc², BIRÓ Lóránt³

¹Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Ásványtani-Földtani Intézet, foldj@uni-miskolc.hu

²Finn Földtani Szolgálat, Espoo, Finnország, ferenc.molnar@gtk.fi

³Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, birolorant@caesar.elte.hu

Ore geology in Hungary as represented by publications in the Földtani Közlöny over the past 150 years

Abstract

This review has been prepared to celebrate the 150th anniversary of the first publication of the Földtani Közlöny (Bulletin of the Hungarian Geological Association) journal. The scope of the review covers the most important results of ore geological research in the light of relevant publications of presented in this journal. As the borders of the Hungarian state have been changed several times over the past 150 years, the geographical area referred to in the respective publications has also varied: from the larger historic Hungary (between 1870 and 1919) to the Hungarian state as it is known today. Thus the timeline in this review has been divided into several periods in order to follow changes in the mineral policy of Hungary according to the nature and size of Hungary and its concomitant economic structure: namely, 1870–1919 (until the end of the WW1), 1919–1945 (restructuration), 1945–1993 (state planned economy), and 1993– until today (transition to market economy). Within these periods, the respective geographic locations and geological activities have been grouped under the name of the major geographical/geological domains. The recent valid names of localities and activities have been used to make it easier to find their location on modern maps. In the case of places which are now outside of the current borders of Hungary, the former Hungarian names and the currently used local names have been given. Only in instances where it seemed to be inevitable have publications not included in the Földtani Közlöny been referred to. Due to the great abundance of information and the limits of the length of a journal article, only 1–2 sentences have been dedicated to (even very important) published articles. A further compromise involved the use of a very restricted number of graphics. With reference to this, it was decided that changes in the related knowledge (as well as the interpretations connected with that knowledge) would be illustrated by the maps and profiles of important ore deposits from the different periods of time. This review highlights the names of some of the outstanding professionals who were the main contributors to the relevant science in the given period. All selections are subjective and reflect the personal views of the authors. These authors represent three generations of ore geologists who have worked, or are currently working in Hungary.

Keywords: ore geology, ore deposits, mineral exploration, history, collection of publications

Összefoglalás

Áttekintésünk a Földtani Közlöny megszületésének 150. évfordulójára készült. Célja, hogy a folyóiratban megjelent közleményekből felépítve adjon összegzést a hazai ércföldtan eredményeiről. Áttekintettük az összes, a Közlöny hasábjain megjelent közleményt, s ebből választottuk ki azokat, amelyek valamilyen szempontból jelentős ércföldtani információt tartalmaznak. Úgy változtattuk az áttekintésünk területi merítését, ahogy az ország határai változtak, a történelmi Magyarországra és a mai határainkon belül eső területekre. Az időszakot a politika és történelem diktálta szakaszokra tagoltuk, amelyek egyúttal az állam gazdasági struktúrájában, ezen belül ásványvagyon-politikájában fellépő változásokat is tükrözték. A mai országhatáron kívül eső területeken lévő lelőhelyek esetében a magyar név mellett a ma érvényes helységneveket is feltüntettük. Az információbőség és a terjedelmi korlát kettős szorítása miatt egy-egy (még olyan fontos) lelőhely említésére is csak egy-két mondatot fordíthattunk. Az ábrák pár legfontosabbnak ítélt telepégyüttes földtani térképe, szelvénye és teleptani modellje révén mutatják be az ismeretek bővülését és az értelmezés fejlődését. Néhány általunk legjelentősebbnek vélt olyan személy nevét is kiemeltük az egyes időszakokban, akik véleményünk szerint a legfontosabb alakítói voltak a mindenkori szakmai tudásunknak. A válogatásunk szubjektív, amit a ma aktív szakemberek három generációját képviselő társszerzőcsapat önellenőrző képessége útján reméltünk kordában tartani.

Kulcsszavak: ércföldtan, érctelep, érckutató, történet, publikációk gyűjteménye

Bevezetés

A Földtani Közlöny szerkesztőinek megtisztelő kérésére vállalkoztunk arra a szinte lehetetlen feladatra, hogy korlátos terjedelemben foglaljuk össze az elmúlt 150 év legjelentősebb ércföldtani eredményeit a Kárpát–Pannon-térségben, javarészt, de nem kizárólagosan a Földtani Közlönyben megjelent információkra támaszkodva.

Másfél évszázad jelentős időtávlat egy szakmai folyóirat történetében. Ezt az időt a külső történelmi környezet diktálta szakaszokra tagoltuk, amelyek egyúttal éles területi és gazdaságstratégiai változásokat is takarnak. Az első szakaszt 1870–1919 közé tettük. Ebben a szakaszban a kiegyezést követő országhatárok közötti előfordulások információit foglaltuk össze. A későbbi időszakokban csak a mai Magyarország területén lévő ércelőfordulásokkal kapcsolatos eredményeket követtük. A második, 1920–1945 közötti szakaszt a megmaradt magyar nyersanyagforrások újraértékelése és a hadigazdálkodás stratégiája jellemezte. A harmadik szakasz, 1946–1993 között, a központi tervgazdálkodástól vezetett a piacgazdaság ismételt feltalálásáig. A negyedik szakasz 1994-től máig tart, és a magyar ércföldtan küzdelmét mutatja be a kinyíló globális gazdasági térben és a piacgazdaságra való átállás tükrében.

Az ércelőfordulások története hosszú, túlnyúlik még a Közlöny 150 évén is. A legjelentősebb ércelőfordulások akár minden időszakban ismételten előtérbe kerültek, a tudományos és gyakorlati kutatások eltérő mérföldköveit jelezve. Csak a legfontosabb eredmények említését engedte a terjedelmi korlát, így számos kisebb jelentőségű vagy kevés nyilvánosságot kapott kutatási eredmény kimaradt az összeállításunkból.

Célunk a tudományágunk tükröződésének bemutatása volt a Közlönyben nyilvánosságot kapott tanulmányokon keresztül. Más forrásokat akkor vettünk igénybe, ha egykor vagy ma jelentősnek gondolt, feltétlenül említendő hazai előfordulásokról érteleptani munkák a Közlöny cikkanyagából hiányoznak.

A számos szerző és szakember közül kiemeltünk minden korszakban néhány olyan nevet, akik véleményünk szerint a mérföldkövek állításához a legnagyobb mértékben járultak hozzá. Közöttük vannak az egyetemi, akadémiai szektor kutatói, a gyakorlati nyersanyagkutató szakemberek és a stratégiát formáló intézményvezetők.

Mint a cím is mutatja, csak az érces ásványi nyersanyagokkal foglalkoztunk. A bauxitól és az ipari ásványokról külön értékelések készülnek. Számos ércásvány ásványtani, kristálytani leírása is szerepel a Közlöny cikkanyagában. Ezeket ásványtani közlésként értelmeztük, és csak akkor térünk ki rájuk, ha az információ jelentős teleptani következtetést is tartalmazott.

Válogatásunk szubjektív. Az idő rövidsége és a téma nagysága kettős szorításában több komoly projekt biztosan kihullott a nagylyukú rostán. Ezúton kérünk mindenkitől elnézést, akik más, talán jobb válogatást javasoltak volna.

A kiegyezéstől az I. világháború végéig 1870–1919

A Monarchia Magyarországnak megkészt, de sikeres ipari forradalma a nyersanyagkutató és -termelő gazdasági ágazat felpeszsdülését is eredményezte. A Földtani Közlöny első évfolyama ebben a fellendülési időszakban jelent meg. Az adott korszakban főként az országot keretező kárpáti hegykoszorúban található hagyományos érces provinciák (Selmeci-hegység, Szepes–Gömöri-érchegység, Gutin és az Erdélyi-érchegység, Bihar-hegység, Bánát, Cibles, Fruska Gora) kutatási eredményeiről számoltak be a tudományos értekezések. A mai határainkon belüli már akkor is ismert, működő vagy kutatott előfordulásokról írt dolgozatok viszont ritkán jelentek meg a Közlönyben.

A folyóiratban publikáló szerzők közül a korszak egyik leghíresebb, gyakorlatot és elméletet is egyaránt művelő kutatója volt SZABÓ József geológusprofesszor, aki több ércelőfordulás területéről földtani, közzetani, szerkezetani megfigyeléseit összegző értekezést írt ebben az időszakban. Személye híd a tudományunk bölcsőjének tekinthető selmeci Bányászati Akadémia (melynek végzett hallgatója volt) és a budapesti egyetem (a későbbi Eötvös Loránd Tudományegyetem — ELTE) között (amelynek első geológusprofesszora lett). MADERSPACH Lívius bányamérnök neve a Felvidék előfordulásaihoz (a Közlöny anyagában Pelsőcardó) és Rudabányához kapcsolódott. A közlemények alapján jól követhető PÁLFY Móric geológus kiemelkedő ércföldtani munkásságának felívelése, mely az erdélyi előfordulások részletes tanulmányozásával kezdődött.

Ércképződési elméletek és kutatási módszerek

PÁLFY (1916) az eruptív kőzetek zöldkővesedése tárgyú értekezésében a szárazföldi vulkáni-hidrotermális (a mai értelemben vett epitermális) kőzetelváltozási zónásság ércgenetikai modelljének első hazai építőjeként említhető. Részletes, a megjelenés idejében valószínűleg nagyon korszerű áttekintő cikk köthető CZECK (1912) nevéhez a radioaktivitás jelenségéről. Az új fizikai felfedezés földtani, geofizikai kapcsolódásait mutatja be a radioaktív gyógyvizek (pl. Pöstyén) kiemelésével.

Bánát, Erdélyi-érchegység és Bihar (Banat, Bihor)

A Bánát ércprovinciájáról egyedül SZABÓ (1875a) trachytokról szóló részletes leírása említhető. Az erdélyi Arany-négyszög súlyához méltóan számos értekezésben jelent meg. A római kori bányászati és földtani kapcsolódású régészeti anyag feldolgozását TÉGLÁS (1893) közleménye képviselte, átfogó képet adva ennek a ma is nagy jelentőségű érces provinciának a Római Birodalom történetében elfoglalt komoly szerepéről. WINKLER (1871) a verespataki (Rosia Montana) bányászat állapotáról és folyó feladatairól adott beszámolót, KREMNIČKY (1888) az ércképződési megfigyeléseket összegezte, PÁLFY (1905) az ércsedéseket befogadó kőzetek közzetani és földtani eszközökkel tisztáz-

ható korviszonyait ismertette. FRANZENAU (1892) beszámolt a Brád (Brad) környéki akkori nagy aranykutatási eredményekről. PAPP (1908, 1911) Almásszelistye (Almaş-Sălişte) és Godinesd (Godineşti) ércesedését írta le. BÁNYAI (1919a) részletes leírást jelentetett meg Offenbánya (Baia de Arieş) ércesedéséről, az aranyérces telérek anyagát ráeső fényű optikai mikroszkópia alkalmazásával vizsgálva (BÁNYAI 1919b) A Bihar-hegységi Rézbánya (Băiţa) az ércásványtani meghatározásokkal és elemzésekkel kapcsolatban került a Közlöny lapjaira részben SZABÓ (1876), részben LÖW (1908) értekezéseiben. INKEY (1879) az ércelérek mellékkőzeteiről adott új adatokat.

Gutin, Cibles, Lápos

KOCH (1880) részletes közzétett vizsgálatokról számolt be Cibles (Munţii Țibleş) és Láposbánya (Baita) zöldkőesedett andezitjében. Kazanesd (Cazanesti) piritlepeiről két közlemény látott napvilágot LACKNER (1904, 1906) tollából. ROZLOZSNIK (1919) Erdély Macskamező (Răzoare)-típusú vas–mangánérc előfordulásainak eredetéről értekezett. A tanulmány a teljes kárpáti hegykoszorú összes akkor ismert hasonló lelőhelyének közös tulajdonságait egy egységes — üledékes–metamorf — képződési modellbe foglalta össze, az ércföldtani modellalkotás első hazai példájaként. A nagybányai (Baia Mare) Veresvíz aranyérc teléiről írt rövid bányaföldtani tartalmú közleményt SZOKOL (1896).

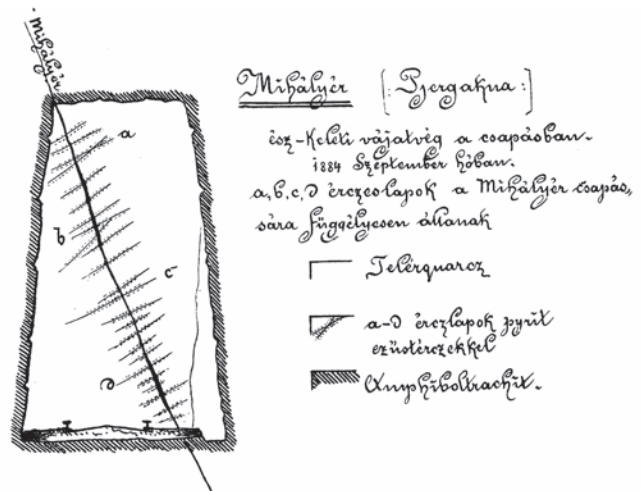
Szepes–Gömöri-érchegeység (Spišsko-gemerské Rudohorie)

A nagyszámú ismert és működő lelőhely ellenére a terület ércföldtanának kutatási eredményei nem jelentek meg a Közlönyben. Csupán egy előfordulás, a Szilicei-fennsík határára eső Pelsőcardó (Ardovo) Pb–Zn-előfordulásának földtani és bányászati jellemzését találtuk MADERSPACH (1877), illetve STÜRZENBAUM (1879) tollából. A máig vitatott keletkezési előfordulás anyaga az ún. gálmaérczek közé tartozik (uralkodóan smithsonit összetételű cinkérc).

Selmeci-hegység (Štiavnické vrchy)

Talán a Bányászati Akadémia szomszédsága révén, de a legteljesebb szakirodalmi anyag a Selmeci-hegység előfordulásairól született. PRATZER (1871) értekezett az ércelérek földtani viszonyairól. CSEH (1886, 1890) két jelentős altáró bányaföldtani szelvényezését ismertette. MARTINY (1888) a Vihnye (Vyhne) és Hodrus (Banska Hodrusa) közötti altáróban harántolt ércelérek jellegeiről közölt értekezést. GESELL (1884, 1885) több jelentésben számolt be a hegység előfordulásain végzett bányaföldtani felvételezéseiről. Az alapos vágvájgrajzok és vágatszelvek egyik tőle származó példáját mutatjuk be az 1. ábrán.

SZABÓ (1878) a magmás kőzetek petrográfiai jellemzését, majd később az érceléreken végzett szerkezeti megfigyeléseit (SZABÓ 1891) közölte. BÖCKH (1901) tollából olvashatunk értékelést az eruptív kőzetek korviszonyairól.



1. ábra. GESELL Sándor (1884) selmeci bányaföldtani térképei és metszetei tükrözik azt az aprólékos precizitást és szakmaiságot, amellyel generációja megvetette számos előfordulásunkon az ipari érctermelés földtani alapjait

Figure 1. The maps and sections compiled by Sándor GESELL (1884) reflect the high precision and accuracy, which was characteristic to that generation of geologists, with resulting fundamental findings and discoveries as geological basis of our industrial ore production

A Kárpát-medence belső területei (Mátra, Aggtelek–Rudabányai-hegység, Tokaji-hegység)

Ebben az időszakban kezdődött meg Recskén és Rudabányán a mai fogalmakkal is ipari méretűnek mondható érctermelés és feldolgozás. A rudabányai bányászatról a legkorábbi modern szakmai leírást MADERSPACH (1876) közölte, aki a lelőhely gazdasági potenciálját — még a nagyüzemi bányászat létrejötte előtt — igen jelentősnek vélte. A recski Lahóca első földtani közleménye a Közlöny elődjében (A Magyarhoni Földtani Társulat munkálatai) jelent meg KUBINYI (1867) munkájaként a termérsz előfordulásáról. Szintén a korai számok egyikében olvasható SZABÓ (1875b) közlése az enargit megjelenéséről. Két dolgozat is foglalkozik a szarvaskői wehrli kőzetével, kőzetkémiaiával (SZABÓ 1877), illetve ércföldtanával (PÁLFY 1910), az akkori technológiák alapján az anyagot vasércként alkalmatlannak minősítve. Az egyik legrészletesebb feldolgozás a Tokaji-hegység északkeleti részén található egykori aranybányászati terület, Rudabányácska–Kovácsvágásról készült, mely egy egész füzetet megtöltött (SZÁDECZKY 1897).

Magyarország Trianon után — pangás, újjáéledés, útkeresések — 1920–1945

A történelmi Magyarország szétszakításával járó nemzeti trauma egyúttal hatalmas gazdasági feladatot is rótt az ország újjáélesztésére vállalkozókra. A negyedszázados fejlődési szakasz elejét a nagy embervesztés és területi csönkulás, energiahordozó- és nyersanyagforrások elszakadása árnyékolta, amelyből a gyors lábraállítás érdekében tett komoly erőfeszítések vezettek e rövid időszak végére egy kontinens méreteiben ismét jelentőséget kapó ásványi-

nyersanyag-termeléshez. Az itt most nem tárgyalt kőszén, kőolaj és földgáz kutatását, illetve a bauxit felfedezését nem említjük, bár megjegyzendő, hogy több esetben ezek vezettek el nagyobb mélységben, csak fúrásokkal feltárt érchordozó szerkezetek (pl. a Darnó-vonal) megismeréséhez. Az ország a Felvidék, Partium és Erdély nélkül szinte érctermelés nélkül maradt, az első világháború, illetve az azt követő események a még működő lelőhelyek kimerüléséhez, leállításához is vezettek. Ez történt a Recsk–Lahóca rézérc lelőhelyen is, mely végül az 1920-as évek második felében indult újra. 1921-től kezdődött Úrkút, majd 1928-tól Eplény mangánérc-termelése. Az ország egyetlen megmaradt vasérc-termelőjeként a háborút követően is tovább működött Rudabánya, amely 1928-ban a külföldre szakadt korábbi cseh tulajdonosoktól a Salgótarján–Rimamurányi Rt. tulajdonába került.

Az összezsugorodott ország nem volt híján a földtani, bányászati szakértelemnek. A szinte kitermelhető ércvagyon nélkül maradt gazdaságban a bányászat fejlesztésének igénye serkentőleg hatott az ércföldtani kutatásokra, főként a középkori ércbányászattal jellemzett ismert területeken (Mátra, Börzsöny, Tokaji-hegység). Ugyanekkor számos, a hagyományos bányavidékeken edződött szakember itt talált új otthonra. A Közönyben is publikáló szakemberek közül kiemelve: PÁLFY Móric korai haláláig ércföldtani modelleket alkotott Recskről, Rudabányáról; ROZLOZSNIK Pál szinte az összes érces területünk földtani alapjainak kidolgozásában jelentős szerepet kapott. Fiatal kutatóként a német iskolákban tovább csiszolódott SZTRÓKAY Kálmán (mineralógus, később professzor, ELTE) nevét kell megemlíteni, aki egyéb jelentős kutatások mellett a recski Lahóca ércparagenezisének meghatározásával járult hozzá az ércföldtani ismeretek bővítéséhez.

Mecsek

A két háború között Magyarország vasércbányászata Rudabányára korlátozódott, de a termelés a hazai ipar nyersanyagigényét nem elégítette ki. Ezért nagy reményeket keltett a mecseki magnetites ércdarabok előkerülése Magyaregregy környékén. SZTRÓKAY (1941) részletes ásványtani, kőzettani és földtani megfigyelések alapján kimutatta a törmelékes üledékes környezet (ma Magyaregregyi Konglomerátum) ércdarabjainak kapcsolatát a kréta korú bázisos magmatizmussal.

Bakony

Az úrkúti oxidos mangánérc-telepet eocén korú barnakőszén után kutatva MEINHARDT (1921) bányamérnök fedezte fel. Jelentőségét felismerve 1922-ben részvénytársaság alakult az érc kitermelésére a Deutsche Bank, a

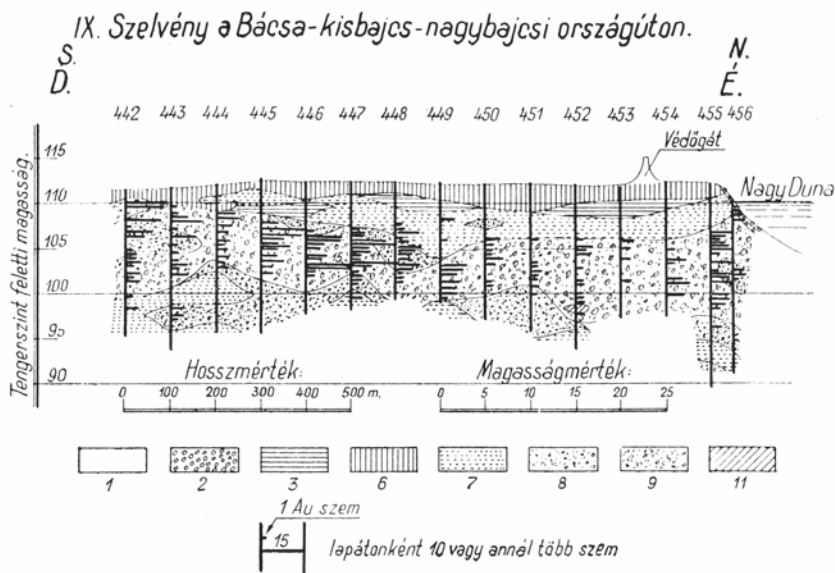
Kohner és Fia Bankház és Zichy Béla földbirtokos részvételével. A vasas, oxidos mangánérc termelése 1925-ben külszíni műveléssel a Csárda-hegyen kezdődött. A kezdetleges technikai felszereltséggel induló külszíni művelést az egyre erősödő gazdasági válság 1930-ban megbénította, majd az oxidos mangánérc termelése 1935-ben indult újra mélyműveléssel, az I. sz. akna (Szent István akna) területén. 1940-ben a II. akna és 1943-ban a III. akna mélyítése is megkezdődött, de ez utóbbit a tervezett szintig csak 1953-ban mélyítették le (SZABÓ 2006).

Börzsöny

Különböző típusú lelőhelyekre vonatkozó ércmikroszkópos vizsgálati eredményeket bemutató cikkekben található szemelvényes megfigyelések Börzsöny-hegységi ércmintákról (PAPP 1932, 1933).

Duna–Dráva

Felvetődött a több évszázados múltra visszatekintő folyami aranymosás ipari mértékű növelésének kérdése is. A Magyar Nemzeti Bank és a Pénzügyminisztérium megbízásából PANTÓ Dezső (1935) végzett ezirányú vizsgálatokat. A Duna, Dráva és a Mura egyes szakaszain jellemezte a torlatok aranytartalmát, az arany szemcsek méretét és összetételét. Példaképpen a Győrszentiván mellett mintázott és mosással vizsgált arany koncentrációértékeit ábrázoló szelvényt mutatjuk be a 2. ábrán. Megállapítása szerint az előfordulásokra nagyüzemi termelést telepíteni akkor nem volt gazdaságos. Napjainkban azonban a melléktermékként való kinyerés lehetősége többször ismételt felmerült.



2. ábra. PANTÓ Dezső (1935) munkája maig egyedülálló, alapos dokumentációja a Duna, Dráva, Mura kavicsteraszaiban található torlatarany-dúsulások kutatásának. A teraszt kutatóknakkal tárták fel, s az aknában szelvényezték az üledékeket, illetve rendszeres mélységközökben mosták és szemcse/lapát mennyiségben adták meg az arany koncentrációját

Figure 2. Dezső PANTÓ's (1935) work is a unique detailed documentation of the placer gold showings along the Danube, Dráva, Mura rivers. The gravel bank was explored by shafts, in which the sediments were logged, sampled, and the concentration given in number of showings per shovel

Mátra

A korábban már ismert, és művelt recski ércelőfordulások jelentőségének megnövekedésével a Mátra egyéb területeinek továbbkutatása is megélénkült. Az ebben az időszakban a recski Lahócán és környezetében felhalmozott ércföldtani ismertek és bányászati tapasztalatok a második világháborút követő kiterjedt kutatás és bányászat alapjait rakták le. A két világháború közötti időszakra esett a Gyöngyösorszi ércbányászat fejlesztési lehetőségeinek újvizsgálata is: az Urikány–Zsilvölgyi Részvénytársaság érckutatói kirendeltsége 1926-ban nyitotta újra a Károly-tárót. A kezdeti lendület — a kedvezőtlen gazdaságossági tényezők miatt — azonban megtört, és 1931-ben a kutatási–bányászati tevékenység leállt a gyöngyösorszi érces területen. A mátrai ércelőfordulások átfogó ismertetését a Földtani Közlöny hasábjain Löw (1925) jelentette meg. Munkájában az ércesedéseket három csoportban, a Parad és Recsk közé eső területen, a gyöngyösorszi területen, és a báj-pataki érces területen mutatta be. Érdekesség, hogy még a modern ércföldtani modelleknek is jól megfelelően, a lahócai ércesedést Butte (Montana) és Bor (Szerbia) enargitos ércesedésével hasonlította össze, és kiemelte, hogy az amerikai területen egészen 900 méteres mélységig követte az ércesedést a bányászat. Ez a későbbi recski kutatások tükrében igencsak előremutató megállapításnak bizonyult. A „mátrabányai” (lahócai) ércesedés részletesebb leírását az enargitos érc nagy aranytartalmát bizonyító új elemzési adatokkal és a kőzetátalakulási jelenségek bemutatásával, továbbá a bányászat továbbfejlesztési lehetőségeinek taglalásával VITÁLIS (1926) közölte. A lahócai bányászat felfutásával a bányaföldtani viszonyok és az ércesedés ásványtani és minőségi–mennyiségi jellemzőinek pontosításában PÁLFY Mórnak, ROZLOZNIK Pálnak és SZTRÓKAY Kálmánnak az adott időszakban folytatott munkássága máig is mérvadó, de eredményeiket nem a Földtani Közlönyben publikálták.

A vas és acél országtól az új gazdasági mechanizmuson át a piacgazdaságig 1946–1993

A háború befejeződése utáni újabb gyökeres politikai és gazdasági fordulat ismét az ország nyersanyag-stratégiájának újragondolását követelte. A háború utáni újjáépítés óriási nyersanyag- és energiaigényén túl a jóvátételi kötelezettségek, illetve a szocializmust építő ország erős nehézipari és hadiipari irányultsága az ásványi nyersanyagforrások erőltetett menetben történő felderítését és fejlesztését kényszerítette ki. A gyors felfutás magával hozta az elkapkodott gazdasági és szakmai értékeléseket, valamint az ezzel járó gazdasági és technikai nehézségeket is. Ebből fakadt az a máig élő előítélet, amely szerint az ország területén már nincsenek gazdaságos érces lelőhely felderítésére és kitermelésére alkalmas dúsult környezetek. Az előítélet élesen cáfolta Recsk, ahol az 1960-as évek végén felfedezték a mélyszinti ércesedést. Megítélésünk szerint talán ez és az ezt követő évtized volt a csúcspont, s innen lejtmenet vezet a

korszakzáró, s egyúttal a piaci viszonyokat leíró új bányatörvény elfogadását adó 1993-as évig.

A jelen felé közeledve a jelentős szakemberekre való emlékezés is élesebb. Az elméletépítők között érdemel említést SZÁDECZKY-KARDOSS Elemér a különféle ércfajták geokémiájának részletes vizsgálatával, illetve az első (és talán máig egyetlen) magyar nyelvű geokémiai kézikönyv írójaként. GRASSELY Gyula Szegeden épített új ércföldtani iskolát a mangánérccek vizsgálata köré összpontosítva. SZABÓNÉ DRUBINA Magda a mangánérccek földtanának feldolgozásáról elsőként jelentetett meg rangos tanulmányt nemzetközi folyóiratban. SZTRÓKAY Kálmán és KOCH Sándor az ércelőfordulások ásványtana területén alapozta meg legjelentősebb előfordulásaink paragenetikai ismereteit. SZÉKYNÉ FUX Vilma és HERMANN Margit a mátrai és tokaji vulkanitokban észlelt kálimetaszomatózis vizsgálata terén alkotott maradandót.

Neves terepi geológusok rakták le bányászott ércelőfordulásaink földtani alapjait, e téren PANTÓ Gábor nevét kell elsőként említeni. KISS János az ásványtan és teleptan széles eszköztárával vizsgált több ércelőfordulást, és az egyetemi oktatásban mind a mai napig használt Ércleptan I–II. tankönyvével jelentősen hozzájárult a hazai szakemberképzéshez (KISS 1982). ZELENKA Tibor több területen fektette le a hazai ércföldtani ismeretek alapjait, s a kritikus időszakban sikerrel vezette a recski kutatásokat. BARABÁS Andor az uránérckutató és termelés földtani irányításában szerzett jelentős, irodalmi tevékenységén is túlmutató érdemeket. Végül MORVAI Gusztáv nevét érdemes kiemelni, aki állami szervezet egyik vezetőjeként volt képes az érckutatók, ércföldtan számára a szükséges forrásokat számos egyéb céllal versenyeztetve folyamatosan biztosítani.

Az ország ércföldtana szempontjából nagyon fontos történetet további kisebb szakaszokra tagoltuk.

A nyersanyag-ellátási alapok újrateremtése 1946–1960

Talán soha nem volt, és megegyezően nem lesz olyan másfél évtized, amikor az ország érces lelőhelyeivel kapcsolatban annyi új kutatási eredmény és ezek bányászati megvalósítása született volna, mint ebben az időszakban. Egy sor régi, 1945 előtt is működő lelőhely megújult és újrainyílt (Recsk–Lahóca, Rudabánya, Úrkút), másrészt korábban nem termelő, kevésbé ismert előfordulásokon került sor új bányanyitásra (Szababattyán, Pátka, Gyöngyösorszi, Kővágószőlős), illetve jelentős, főként bányászati módszerrel folytatott kutatásokra (Telkibánya, Nagyborzsony). A megvalósult bányanyitásokat több esetben elsietett politikai döntésre, és nem megalapozott kutatásokra támaszkodó gazdasági becslésekre alapozták, az ezzel együtt járó állandósult működési nehézségeket is előidézve.

Ez volt az az időszak is, amikor a két háború között, illetve a második világháborút követő időszakban végzett szakemberek első generációja a legaktívabb időszakában volt. A tudományos közlemények sorában mindez kevésbé tükröződött, mivel az ásványvagyonok és ehhez kapcsolódó

bányászattal kapcsolatos információk ebben az időszakban a legtöbb esetben szigorú minősítésű vállalati vagy államtitkot képeztek. A pozitív folyamat menetében súlyos törést, szakembervesztéséget jelentett az 1956-os forradalom levetése utáni tömeges emigráció.

Mecsek

A kővágószőlősi urániumérc-előfordulás felfedezéséről nincs korabeli nyilvános hír. Ezért az indulás időszakát későbbi visszaemlékezésekből idézzük. Az 1953-ban szovjet geofizikus expedíció által felfedezett (BARABÁS 1997), a jakab-hegyi permii homokkő összletben létrejött ércesedés első bányászati feltárásai 1956-ban készültek el, a termelés 1958-ban indult meg Bauxit Vállalat fedőnéven. A termelés megindulásával párhuzamosan részletes lelőhelyi kutatás kezdődött és folyt több évtizedig, erről WÉBER (1997) számolt be. A kutatásban, illetve az érctermelés minőségbiztosítása terén jelentős operatív szerepet kaptak a geofizikai módszerek (BARANYI et al. 1997). Az egész országra kiterjedő felderítő uránérckutatók újabb jelentős gazdasági súlyú előfordulást nem, számos egyéb ércelőfordulást viszont „melléktermékként” felderítettek (MAJOROS 1997). Az első nyilvános tudományos ásványtani közlés a legkorábbi időkből KISS (1960) munkája, az ércesedéshez kapcsolódó krómszulfid- és vanádiumdúsulás vizsgálatáról.

Bakony és Keszthelyi-hegység

A vasérchez adalékolt mangán ötvözőfém ércet termelő úrkúti és eplényi ércbányák, a háború után államosításra kerülve, a felújított kutatások után folytatták az érctermelést (KUN 1989). Jelentős eredmény volt a karbonátos mangán-érc felismerése, melyek kialakulását elsőként NOSZKY & SIKABONYI (1953) ismertette. SIDÓ & SIKABONYI (1953) a tengeri üledékes eredet alátámasztását szolgáló paleontológiai értekezést közölt. Az úrkúti mangánérc képződéséről a kor szellemének és személyes pozíciójának megfelelő szemzőgű dialektikus értelmezés született VADÁSZ (1953) tollából. SZABÓNÉ DRUBINA (1959a) foglalta össze az eplényi ércelőfordulás földtani viszonyait. Szintén az ő tollából származik a magyar mangánérc-előfordulások rangos nemzetközi folyóiratban megjelent átfogó jellemzése (SZABÓNÉ DRUBINA 1959b). Ipari geológusként a gyakorlati szempontok kiemelésével taglalta az úrkúti előfordulás földtani értelmezését CSEH NÉMETH (1958). Cserszegtomajon a pannóniai rétegekben előforduló pirit–markazit előfordulásáról közölt adatokat PAPP & POJÁK (1948). SZENTES (1948) ugyanezen vas-szulfid előfordulások földtani viszonyairól írt jelentést. KISS & VIRÁGH (1959) a pécselyi U-tartalmú foszfátos üledékes képződményekről közölt elsőként információt.

Velencei-hegység

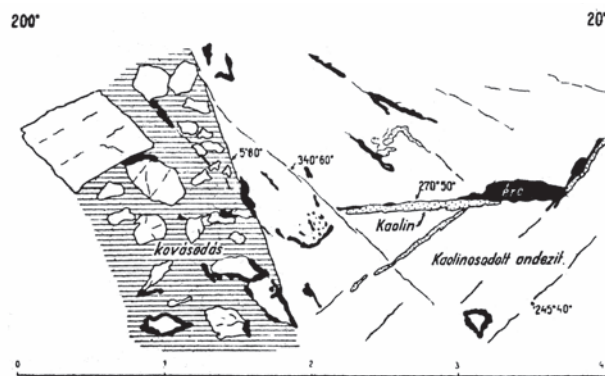
Az ismert gránitos terület érc-telér-előfordulásain már az időszak legelején felszíni és bányászati feltáró munkák kezdődtek nyolc területen Pátka, Pákozd térségében. Ezekből több kis, föld alatti bányüzemet nyitottak előzetes fúrások kutatások nélkül. Az üzemek Pb–Zn és fluorit ércet

termelését célozták meg. KISS (1951) részletes leírását adta a szabadbattyáni ólomérc-előfordulásnak, mely 1950–1954 között föld alatti termelő üzemként működött. FÖLDVÁRI (1947a, b) a molibdéndúsulások földtani viszonyait vizsgálta, a velencei mélyfúrás anyagát dokumentálta. JANTSKY (1957) mintegy tízéves térképező tevékenysége eredményeként állította össze a hegység földtani monográfiáját. KUBOVICS (1956) az ércesedési terület talajgeokémiai vizsgálatának első adatait közölte. A Meleg-hegy hidrotermális ércesedését bemutatva jelezte az aranydúsulás létét, és az a hegység keleti részén előforduló andezites vulkanizmushoz kapcsolódó vulkáni breccsákkal való genetikai kapcsolatot valószínűsítette (KUBOVICS 1958). A gránitpegmatitok magas Sc- és Nb-tartalmáról megjelent akkori közlése (KUBOVICS 1960) a legújabb időkben nyert gazdasági értelmet az említett elemek kiemelkedő stratégiai fontossága révén. A pátka-kőrákás-hegyi érc-kutatási eredményeket értékelve KASZANITZKY (1959a) az ércesedést genetikailag szintén a gránitot áttörő andezites vulkanizmushoz kapcsolta.

Börzsöny

Nagybörzsöny kutatását 1946-ban kezdte újra az állami ércbányászat a régi Rózsa-, Ludmilla-, Fagyosasszonytárók újraindításával. Az érces indikációk alapján 100 m mélyen, a régi műveletek alatt 2 km altárót hajtottak ki, érdemleges ércesedést azonban nem találtak. Az akkori — csak vágathajtással végzett — kutatások 1956-ban fejeződtek be (KUN 1989). KOCH & GRASSELY (1952) foglalta össze Nagybörzsöny érces ásványegyüttesét. Ugyanerről a lelőhelyről további részletes, az agyagásványokra összpontosító ásványtani tanulmány is született ERDÉLYI et al. (1957) tollából. A Királyrét környékén előforduló vasas képződmények földtani viszonyait LENGYEL (1957) ismertette.

PANTÓ GÁBOR (1949) a bejárható lelőhelyek felszíni környezetének és vágatainak földtani felvételét készítette el. Nagy alaposággal végzett bányavágot-szelvényezésére példa az a részletes rajz, amit ebben a tanulmányban az Alsó-Rózsa-táró aknatér faláról tett közzé (3. ábra).



3. ábra. PANTÓ Gábor (1949) számos ismert ércelőfordulásunkon dolgozott, máig jól használható részletes bányaföldtani megfigyeléseket tett. Itt bemutatott ábrája a Nagybörzsöny színesfém–Au–Ag dúsulást feltáró egyik tárójában felvett földtani szelvényt ábrázolja

Figure 3. Gábor PANTÓ (1949) was an outstanding professional geologist, worked in a number of ore mines, carrying out underground mine mapping. This section shows a mapped section of an adit in Nagybörzsöny base metal–gold–silver occurrence

Mátra

A korábbi érckutatások jogainak megvásárlása után, 1949-ben indult a gyöngyösoroszi bányáüzem kiépítése, 1952-től pedig a föld alatti bányában megindul az ólom-cinkérc termelése érdemleges érckutatási előzmények és feldolgozó üzem nélkül, aminek hátrányos következményei a bánya teljes életét végigkísérték (KUN 1989). PANTÓ (1953) mérte fel az épülő bánya földtani viszonyait Gyöngyösoroszi térségében. KISS (1964) a Közép-Mátra ércesedésének ásványparagenezisét vizsgálta, és társszerzőkkel (KISS et al. 1966) a képződési hőmérsékletet stabilizotóp-vizsgálatok alapján becsülte. KASZANITZKY (1959b) összegezte genetikai értelmezését a Nyugat-Mátra ércesedésével kapcsolatban. A recski Lahóca rézércbányászata a háborús évek erőltetett termelése után négy évre leállt, majd az id. GAGYI-PÁLFFY András által vezetett részletes bányabeli kutatások után 1950-ben indult újra. A rézércvagyon földtani értelmezését és értékelését PANTÓ (1951, 1952) készítette el. KISS (1958) kiterjesztette az ércföldtani vizsgálatokat a Darnóvonal keleti szárnyára. JANTSKY (1953) egy tőle viszonylag idegen témáról, a demjéni mangánércről közölt információt.

Aggtelek–Rudabányai-hegység

Rudabánya vált az ország nehéziparát ellátó vasércbányászat zászlóshajójává. Az érctermelés részben külfejlesztés, majd döntően föld alatti módszerekkel folyt. Közben a földtani szakemberek igyekeztek a további termelés nyersanyagvagyon-hátterét kutatásokkal biztosítani. A hegység földtanáról szóló összefoglalását BALOGH & PANTÓ (1953) ismertette. Az előfordulásról a történelem, földtan, bányászat, ércelőkészítés teljes vertikumát felölelő monográfiát állítottak össze az ott dolgozó geológus, bányamérnök, történész szakemberek (PANTÓ 1957). Jóval kisebb volumenű vasércbányászat folyt időszakosan Tornaszentandrason 1925–1951, illetve Martonyiban 1945–1952 között (KUN 1989).

Tokaji-hegység

Megkezdődött a hegység ércelőfordulásainak újabb áttekintése. Miközben a telkibányai ércesedés feltárása érdekében jelentős, a nyilvánosság elől elzárt bányászati kutatások folytak SZÉKYNÉ FUX Vilma és SCHERF Emil földtani irányításával, szélesebb körű földtani felderítő kutatás is kezdődött. Telkibánya ércgenetikai értékelésének eredményeiről LENGYEL (1948) írt. HERMANN (1952) a telkibányai andezit és riolit részletes közettani leírását közölte. GÖBEL (1956) a rudabányácsi Nagybányi-hegy földtani leírását adja. Hasonló információt közölt a mádi vasérc-előfordulásról PANTÓ (1948), melynek genetikáját KOCH (1953) dolgozta fel. SCHRÉTER (1948a, b) valamint LIFFA (1953) a földtani térképezés eredményeiről számoltak be.

Az érckutatások csúcsideje — 1961–1979

Az 1956-os forradalom újabb szakmai és gazdasági átrendeződést hozott. Az egyik oldalon a bányászatot előkészítő, állami finanszírozású rendszeres földtani kutatások egyre nagyobb arányúak voltak, a másik oldalon viszont a

szakemberveszteség, a kinyíló gazdasági kapukon beköszönő versenyhelyzet és az állami támogatások csökkenése egyre több hazai előfordulás létét kérdőjelezte meg. A kinyíló kapuk egyúttal a nemzetközi együttműködés és tapasztalatcsere idejét is elhozták, s ennek dokumentumai a Közlönyben is megjelentek beszámolóik, összehasonlító értékelések formájában.

A korszak kezdeteként 1961-et jelöltük meg, mert ekkor kezdődtek a később komoly sikerre vezető mélyszinti, fúrásos rézércutatások Recskén. Új felderítő érckutatások indultak a Nyugat-Mátrában, a Börzsönyben, a Velencei-hegységben is, de ezzel párhuzamosan leállították a Velencei-hegység termelő bányáit és a telkibányai kutatásokat. Ebben az időszakban mennyiségi csúcsteljesítményét érte el a rudabányai vasérc, a mecseki uránérc, a bakonyi mangánérc és a gyöngyösoroszi polimetallikus érc termelése.

Egyre több, a kutatások módszertanát érintő alapkutatói eredmény is született. A hazai és határon túli geofizikai vizsgálatok összegyűlt adatai alapján regionális szerkezetföldtani modellek készültek, pl. SCHEFFER (1963) munkájaként a Vardar-öv folytatódásáról a Kárpát-medence aljzatában. KISS (1963) az uránmigráció és az ércgenézis kapcsolatáról közölt értekezést. A baktériumok ércásványok oxidációjában játszott szerepének vizsgálatát az ELTE kutatói kezdték meg (SZOLNOKI & BOGNÁR 1965). A szinképelemzési berendezések és értékelési eljárások fejlődése már lehetővé tette tiszta ásványpreparátumok — a magyarországi szfaleritminták — nyomelemeinek vizsgálatát (SÁMSONI 1966). NAGY (1970) a hazai hidrotermális szfaleritminták indiumtartalmát vizsgálta.

Fontos adatok kerültek napvilágra a hegységi területek légi-radiometriai felvételezése során. Ennek egyik összefoglalóját adta WÉBER (1975). CSEH NÉMETH (1979) bemutatta az ország érctelepeit és termelő egységeit, valamint távlati kutatási programot vázolt fel.

Soproni-hegység

Az egész országra kiterjedő hasadóanyag-kutatások melléktermékeként vált ismertté a hegység metamorf képződményeiben kialakult színesfém- és ritkaföldfém-ércesedés (FAZEKAS et al. 1975).

Mecsek

A mecseki uránérckutatás és -bányászat kibontakozását követően számos kutatási információ is nyilvánosságra került. BARABÁSNÉ STUHL (1973) közölte a nyugat-mecseki felső-perm összlet üledékföldtani jellegei statisztikus értékelésének rétegtani és egyéb földtani eredményeit. VIRÁGH & VINCZE (1967) egyrészt nyersanyagkutatóként, másrészt anyagvizsgálóként a redox viszonyok és az ásványi paragenezis összekapcsolásával értelmezték a mecseki uránérc felhalmozódását, kihangsúlyozva a többszakaszú, több forrásra épülő eredetet. BALLA (1967, 1973), illetve BALLA & DUDKO (1972) a kőzetek színe és az uránércesedés közötti összefüggésről (azaz az oxidációs állapot változásáról), az ércesedés szerkezeti kapcsolatairól, illetve az elsődleges uránfelhalmozódásról értekezett. Egy másik

munkájában a szerkezeti elemek és ércesedés kapcsolatát vizsgálva rámutatott az ércdúsulás uránkoncentráció maximumai és az alaphegységi törésrendszerek térbeli kapcsolatára (BALLA 1969). VIRÁGH & SZOLNOKI (1970) mikrobiológiai kísérletekkel vizsgálták az urán mobilizációját kemoautotróf és szulfátredukáló baktériumok jelenlétében. Ugyancsak az erős biogén hatás nyomait derítették fel kutatók a kénizotópok eloszlásának vizsgálata nyomán a mecseki uránércesedésben (VINCZE et al. 1970). BALLA & DUDKO (1972) számolt be kutatási eredményeiről az urán-áthalmazódás ércépződésben játszott szerepe tárgyában. VÁRSZEGI (1965) rövid közleménye egy karbonátos réz-ásvány-előfordulást mutatott be a mecseki Éger-völgy alsó-triász rétegeiben. Ez a máig szinte ismeretlen, de nagy kiterjedésű üledékes rézerc-előfordulásról az első megjelent publikáció. VINCZE & FAZEKAS (1979) vizsgálták az urán-oxid-sor ásványainak kifejlődési típusait, valamint a mikroszkópi közzetszöveti összkép és az ércesedés mikromorfológiájának vizsgálata alapján az autigén ásványosodás időbeliségét elemezték. BARABÁS (1979) ismertette a Nyugat-Mecsek perm formációit és földtani viszonyait. Kiemelte, hogy a bányákban szerzett geológiai tapasztalatok hasznosítása a külszíni kutatás eredményeinek értékelésénél kiemelt jelentőségű. VIRÁGH (1979) további földtani, genetikai következtetésekre jutott az uránércesedés vizsgálatában. Az addigi ismeretek rendszerezésével megkülönböztette a földtani kutatási objektumokat: fácieslépcsőket, ércesedési szinteket, érctesteket, ércmorfológiai elemeket, ércásványokat a szerző megismerési szinteknek tekintette, és ezeknek megfelelően megfogalmazta az egyes kutatási lépcsők követelményrendszerét. BODROGI (1979) bányászati szempontból rendszerezte az addigi ismereteket. Az ércesedés morfológiai szerkezete és a művelési technológia kölcsönhatásaként létrehozott egy matematikai modellt.

Bakony

Teljes üzemben folyt a mangánérctermelés Úrkúton, és a leállítási munkák az eplényi bányáüzemben. A tudomány ilyenkor többnyire a háttérben maradt. CSEH NÉMETH (1967) közölt tanulmányt a két működő mangánérctermelő, Úrkút és Eplény földtani viszonyainak összehasonlításáról. KOVÁCS (1970) a ritkaföldfémeknek az oxidos mangánérc átmeneti övezetében való feldúsulásáról adott geokémiai információkat. SZABÓ (1979) az úrkúti mangánércesedés bányabeli és mélyfúrásos kutatásának eredményeként felvázolta a medence térrövidülésének modelljét. E szerint a telepet egy erőteljes ÉNy–DK-i kompressziós hatás érte.

Velencei-hegység

A pátká–szűzvári ércbánya és több kis, ehhez kapcsolódó lelőhely Pb–Zn- és fluoritércet termelt. A szétaprózódott érctermelés egyúttal a gazdaságosság későbbi lehetőségét is eltörölte (KUN 1989). Az ércbányászat és az előkészítő kutatások tapasztalatait adta közre MIKÓ (1964), s a gránitintrúzióhoz való genetikai kapcsolódást feltételezte. A fluoritércesedés esetében ásványtani vizsgálatok is

készültek, melyek a magas hőmérsékletű keletkezést adatokkal támasztották alá (ÓDOR & SZEREDAI 1964). NAGY (1969) a különféle, hidrotermális eredetűnek feltételezett ritkaföldfémeknek a gránit ásványaiban való feldúsulásának a területi eloszlását mutatta be. Egy késői visszatekintő monografikus összegzés, a pátká–szűzvári lelőhely adatainak feldolgozásával bányászati térmodellépítés készült az előfordulásról a kritikus elemek alapkutatói programja keretében (MOLNÁR 2014).

Budai-hegység

Rövid közleményként jelent meg a Budaörs környéki triász karbonátos képződményekben talált tórium- és ritkaföldfém-dúsulásokról szóló jelentés (WÉBER 1962), ami máig mélyebb földtani értelmezés nélkül maradt.

Börzsöny

A hegységben az áttekintő uránérckutatókkal kapcsolatos légi radiometriai felvétellel kapcsolatban mért kálium-eloszlás adatait közölte WÉBER et al. (1972b). SINGH (1974, 1975) számolt be a nagybörzsönyi szulfidos ércásványok elektron-mikroszkopos vizsgálatáról, illetve a talajgeokémiai vizsgálatok eredményeinek értelmezéséről.

Mátra

A hegység feletti légi radiometriai mérések eredményeitette közzé WÉBER & GÉRESI (1970). A földtani képződmények áttekintő geokémiai vizsgálata első adatai NAGY (1971) munkája nyomán kerültek nyilvánosságra. A Lahóca réz- és aranyérctermelése a háború utáni kutatások eredményeként stabilizálódott, és a folyamatos bányászat egészen 1979-ig tartott (GAGYI-PÁLFFY ID. 1975). A kitermelt ércvagyon pótlására a MÁFI által a recski rézércesedés környezetében 1961-ben megkezdett, majd az Országos Érc- és Ásványbányák által folytatott mélyszerinti kutatások 1968-ra vezettek jól körvonalazható, gazdaságilag is jelentősnek ígérkező eredményre. Ennek summázataként készült el az első összefoglaló jelentés, majd az itt összegyűjtött adatok további tömörítéseként a Földtani Közlöny 1975. évi különszáma, amely sok tekintetben ma is az egyetlen átfogó és részletes nyilvános adatközlés a lelőhelyről. A kutatások az akkori politikai vezetés egyetértésével és támogatásával folytak, erről tanúskodott FÜLÖP (1975) bevezetője. A kutatás gazdasági irányítója, GAGYI-PÁLFFY ID. (1975) méltatta a lelőhely népgazdasági jelentőségét. Hasonlóan helyezte el a felfedezést a szakmai eredmények rendszerében DANK (1975). A lelőhely komplex szerkezeti–magmáföldtani helyzetét ZELENKA (1975) jellemezte. SZALAY (1975) a recski kutatási terület szerkezetkutató geofizikai méréseit és azok eredményeit, valamint az előforduláson több módszerrel végzett felszíni geofizikai kutatások értelmezését foglalta össze. Az alaphegységi üledékes képződmények kutatási adatait F. JÁRÁNYI (1975) összegezte. A rétegvulkáni andezitösszlet jellemzését FÖLDESSY (1975) végezte el. A mélyszerinti szubvulkáni andezit és teléri közzetani jellemzését BAKSA (1975b) adta. CSILLAG (1975) a hidrotermális kőzetátalakulást jellemezte, és a szkarnos

képződmények felismerése is az ő munkájához kapcsolódott. A fúrások geofizikai mérési eredményeit MORVAI & VIOLA (1975) közölte. Az átfogó ércgenetikai kép kialakítása CSEH NÉMETH (1975) nevéhez fűződik. Az ehhez szükséges ércföldtani adatokat mikroszkópi vizsgálatok alapján CSONGRÁDI (1975) foglalta össze. Gazdaságföldtani értékelést adott GAGYI-PÁLFFY IFJ. (1975). A recski mélysínt kutatása egyúttal további jelentős információkat is hozott egyéb érceledésekről. BAKSA (1975a) a Lahócaival szomszédos területen a mélyszínti kutatások során felismert új enargitos–luzonitos érceledést ismertette (későbbiekben ez Lejtakna területként vált ismertté). A porfirós rézérceledés és a lahócai Cu–Au-érceledés térbeli kapcsolatainak illusztrálására egy későbbi, 2008-ban publikált, újabb megfigyelésekkel kiegészített földtani térképet tűztünk be (4. ábra).

ZELENA (1977) bemutatta a korábbi évtizedekben Recsk–Parádsasvár térségében különböző kutatási módszerekkel nyert szerkezetföldtani eredményeket. Kiemelte a Darnó-öv meghatározó jelentőségét az érceledés folyamatában. ZELENA & MARKÓ (1979) a recski mélyszínti érceledés DK-i részének kutatási adatait (szelvényezés, mélyfúrás, vágathajtás, kutatóakna) mutatták be, valamint összegezték az érceledés földtani–teleptani viszonyait. FÖLDESSY & BAKSA (1979) a recski lejtaknai érctermelés minőségi és mennyiségi adatait hasonlította össze a fúrások kutatás során nyert adatokkal. Ezek alapján megállapították a megbízhatósághoz szükséges adatsűrűséget.

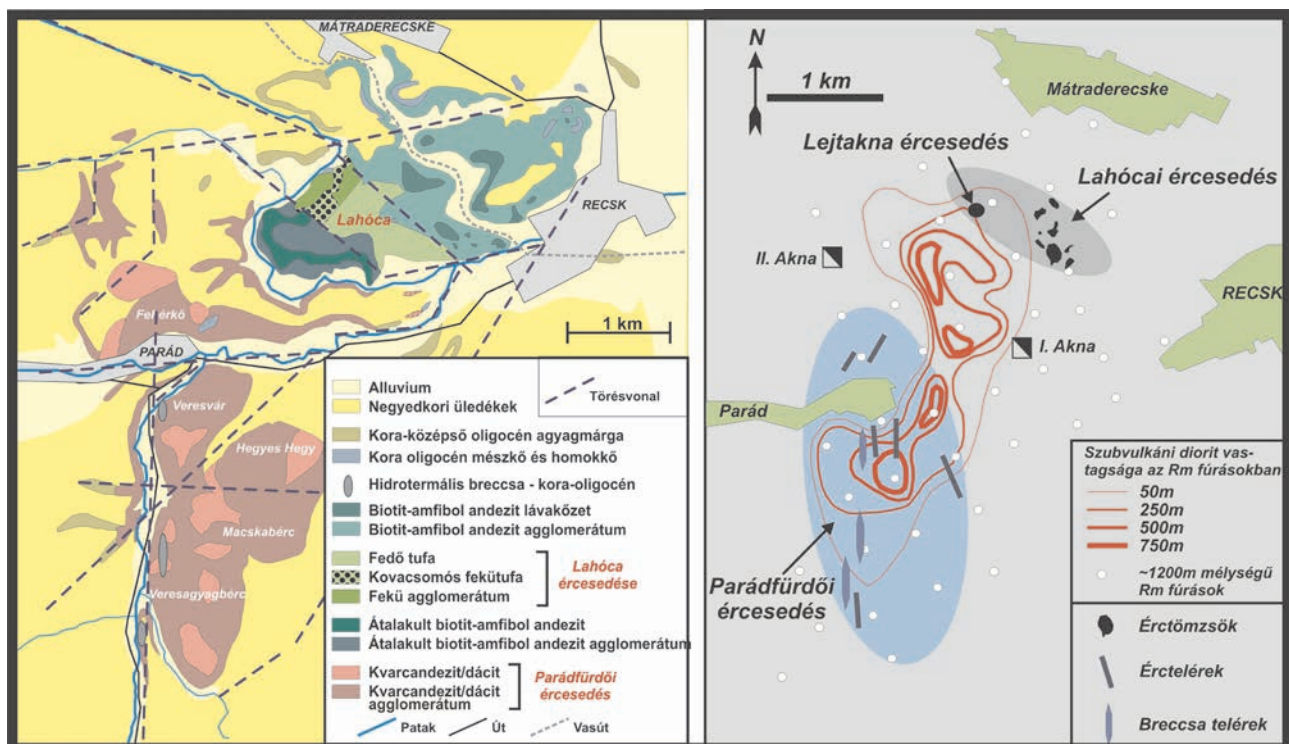
A Közép-Mátra érceledésének (Parádsasvár) kutatása és értékelése VARGA et al. (1975) monográfiájában, illetve az ennek alapját adó földtani térképsorozatában jelent meg. Időközben tovább folytatódott a Közép- és Nyugat-Mátra földtani kutatása. SIKLÓSSY (1977) foglalta össze a bányaföldtani munkájához kapcsolódó lényeges szerkezetföldtani megfigyeléseit. A Nyugat-Mátrában is domináns hidrotermális közetelváltozás, a kálimetaszomatózis és a közetképződés kapcsolatát vizsgálta KUBOVICS (1966). Elsőként került sor stabilizotóp-összetétel vizsgálata útján keletkezési hőmérséklet becslésére egy nyugat-mátrai érctelér anyagán (CORNIDES et al. 1966). Összehasonlító értékelés készült az oligocén korú demjéni mangánérc és hasonló korú más európai mangánérc földtani viszonyairól (MOLNÁR & MORVAI 1961).

Aggtelek–Rudabányai-hegység

HERNYÁK (1977) szerkezetföldtani értelmezést adott a bányászat során gyűjtött adatok alapján a rudabányai vasérclelőhelyről.

Bükk hegység

A Földtani Közlöny ebben az időszakban erről a területről nem közölt új ércföldtani információt, habár jelentések alapján ismert, hogy az állami kutatóvállalatok, egyrészt a Mecseki Ércbánya Vállalat, másrészt az Országos Érc- és Ásványbányák több területen végzett — sok esetben



4. ábra. A recski érces terület földtani térképe és a felszíni epitermális érceledések helyzete a szubvolkánai intrúziókhöz viszonyítva (MOLNÁR et al. 2008 nyomán). Az alaptérkép PANTÓ G. 1952-ben publikált térképének módosított változata, melyen a vetők helyzete ürfelvételek és árnyékolt domborzati térképek alapján került feltüntetésre. A szubvolkánai intrúzióknak a vastagsági térképe ZELENA 1975-ben publikált munkájából származnak

Figure 4. The geological map of the Recsk ore complex, with the diagram showing the near-surface epithermal mineralizations compared to the subvolcanic intrusions. (MOLNÁR et al. 2008). Faults are plotted using satellite imagery and relief maps. The thickness map of the subvolcanic intrusions is taken from ZELENA 1975

jelentős mennyiségű fúrás lemélyítésével — érckutatókat.

Tokaji-hegység

Az uránérc kutatásokkal kapcsolatos légi radiometriai felvétel káliumeloszlás-adatait közölte WÉBER & GÉRESI (1972a). A MÁFI folytatta a hegység részletes földtani térképezését. E csoport tagjaként ILKEYNÉ PERLAKI (1961) a vulkáni kőzetek felszínközeli és mélységi hidrotermás elváltozásairól közölt értekezést. A bányászati kutatások összefoglaló értékelése során több tapasztalati megfigyelés született az egyes kőzetelváltozások (kaolinitesedés, propilitesedés és kálimetaszomatózis), illetve az ércesedés kapcsolatáról (SZÉKYNÉ FUX 1964, 1966). Jelentős hidrotermális ásványtársulásokról láttak napvilágot vizsgálati eredmények VARGÁNÉ MÁTHÉ (1961) részéről a Sátoralja-újhely–Vágáshuta közötti aranyérc-indikációkról ismert területen.

A piacgazdaság felé vezető út kezdetei 1980–1993

Az 1980-as évek felszínre hozták a központilag vezérelt hazai ásványi nyersanyag-kutató és -termelő ipar felemás állapotát és felkészületlenségét a hazai gazdaságot minden irányból fokozatosan átszövő félpiaci, illetve piaci viszonyokra. A leginkább érintett szegmens a szénbányászatunk volt, amelynek átmenetét az új felfogású gazdálkodás irányába állami szervezetek létrehozásával (pl. Szészek) gondolták segíteni. Ma már tisztán látható ennek a megoldásnak a hatástalansága, amelynek révén az egykor dinamikus fejlődő bányászati kisrégiókból legtöbbször talpraállásra képtelen gettósodott rozsdáövezetek alakultak ki. Hasonló sors várt a magyar uránérc termelésre, bauxitbányászatra, a rudabányai vasérc termelésre, a recsk-lahócai rézérc termelésre és a gyöngyösoroszi színesérc termelésre is. A szakképzett és vállalkozó munkaerő átcsoportosítása, esetenként exportja mellett a termelést egyre nagyobb arányban importált vendégmunkások végezték, elszakítva a bányásztelepülések és termelő üzemek közötti korábbi szoros társadalmi kapcsolatokat. A mangánérc és az ipari ásványok termelése lelőhelyenként került kimazsolázásra, részben bezárásra, részben számos tőkeáttétlen keresztül hazai vagy külföldi magánbefektetők irányítása alá. Közöttük volt több ipari ásvány előfordulásként üzemeltetett, de ércelőfordulásként is felfogható lelőhely (pl. Mád, Füzérradvány).

Eközben a földtan területén működő állami szervezetek még több előkutatási programot tartottak működésben, illetve indítottak (Börzsöny, Mátra, Velencei-hegység), mintegy megkésített pavlovi reflexként az előrehaladásra már képtelen és szervezetenként szétdűlt bányászati iparágakra tekintve. Ezek az előkutatási eredmények többségükben máig érdemi kiértékelés nélkül várják az adattárakban a gazdasági és technológiai felfogású értékelést. E programoknak azonban egy — a későbbiekben jelentősnek bizonyult — hozadéka az volt,

hogyan hozzájárult az egyetemi szférában a teleptani alapkutatások támogatásához, és alapjait rakta le azon kutatócsoportok kialakulásának az Eötvös Loránd Tudományegyetemen és a Miskolci Egyetemen, melyek a következő időszakban jelentősen hozzájárultak a hazai ércesedési rendszerek korszerű újraértékeléséhez, új teleptani modellek kidolgozásához.

1989-től megindult az új, piaci felfogásban kiépülő bányászati modell gazdasági és jogi megalapozása is, mely az új, XLVIII. sz. 1993. évi bányatörvény hatálybalépésével kapott gazdasági lendületet.

Módszertan

A fluidumzárvány-vizsgálatok bevezetése a hidrotermális ércesedési rendszerek kutatásába az Eötvös Loránd Tudományegyetemen és a Magyar Állami Földtani Intézetben ezen időszak elejére esik. BAKSA (1986) érc képződési tényezők alapján összehasonlította a rudabányai és a recski ércesedést, és kizárta a két ércesedés genetikai kapcsolatát. Magyarországon először készült regionális (az egész Tokaji-hegységre kiterjedő) multimédia geokémiai felvételezés finn–magyar földtani együttműködés keretében (HARTIKAINEN et al. 1992). Néhány egykori aranybányászati terület (Telkibánya, Nagyborzsöny) középkori vágatrendszereinek újrainvitása és korszerű térképezése is megindult a nyolcvanas évek végén és a kilencvenes évek elején, mintegy a következő időszak nemzetközi tőkével támogatott aranykutatásainak előhangjaként.

Mecsek

VINCZE & SOMOGYI (1984a, b) kétrészes cikkében különböző léptékben (ércesedési alapelem, érc test, ércmező) vizsgálták a mecseki felső-permben feltárt uránérc-lelőhely teleptani felépítését, és végigkövették annak litológiai- és redox-fációs kapcsolatait, de kitértek a tektonika szerepére is. Ráműtötték a készletigazolódás és a telep morfológia összefüggéseire, amit gyakorlati példával is megvilágítottak a különböző kutatási (fúrás) hálósűrűségnél nyert adatok kiértékelésével. SELMECZINÉ & VINCZE (1986) bemutatták a Kővágószőlősi Formációban a szervesanyag-eloszlás típusait, ércesedését és nyomelem tartalmát. Vizsgálták a szénülési fokot, állást foglaltak a szerves anyag szénközettani-kőzetkémiai jellegét, valamint az urán nem ásványos, finom diszperz megjelenésének kötés módját, továbbá a szénülési, ásványosodási és ércesedési folyamatsor kapcsolatát illetően. VINCZE (1987) laboratóriumi körülmények között vizsgálta az elsődleges (szingenetikus) uránfelhalmozódási és a másodlagos (epigén) uránáthalmazódási folyamatokat. Geokémiai modelljében bemutatta a szurokérc gömbös-vesés, fonalas-szalagos kollomorf kiválásainak képződését.

Villányi-hegység

VINCZE & FAZEKAS (1991) bemutatták a Szava-1 mélyfúrással harántolt szubvulkáni riolit-porfíros mikrogránit testhez kapcsolódó elváltozási nyomokat.

Velencei-hegység

Jelentős előkutatási munkák — geofizika, geokémia, felderítő mélyfúrások — zajlottak az 1980-as évek első felében a Velencei-hegységben. Ennek eredményei publikációként a Földtani Közlönyben nem jelentek meg, de a MÁFI és a MÁELGI éves jelentéseiben, egyéb kiadványai-ban eredményeik követhetők (GYALOG & HORVÁTH 2004).

Bakony

MÉSZÁROS (1983) a mangánércesedés tágabb környezetét szerkezetföldtani szempontból vizsgálva kijelölte a kutatásra perspektivikus területeket.

Mátra

A recski lelőhelyen befejeződtek az ásványi nyersanyag-kutatások mintegy 155 ezer méter külszínről mélyített, illetve 75 ezer méter bányabeli magfúrás elkészítésével, melyet a bányászati fejlesztési munkák, két függőakna és közöttük két fősztintű vágatrendszer kihajtása előzött meg. A kutatásokat összefoglaló földtani zárójelentések anyaga nem került bele nyilvános közleményekbe. A kutatócsoport egyik utolsó összefoglalóját a mélyszintről BAKSA és munkatársai jelentették meg (BAKSA et al. 1980). BAKSA (1984) ismertette az addigi recski genetikai modelleket, és bemutatta az általa kidolgozott érccképződési folyamatot.

A nyugat-mátrai kutatások (geológia, geokémia, geofizika, mélyfúrások) szintén befejeződtek, de eredményeik csak zárójelentésekben dokumentáltak, hazai tudományos folyóiratban publikálásra nem kerültek. Egyfajta zárás előtti pillanatkép rajzolódott ki BAKSA & NAGY (1984) beszámolójából, amelyben egyúttal a recsk utóélete is említésre került. CSONGRÁDI (1984) ismertette a Gyöngyössolymos határában megismert badeni korú Asztagkő–Üstökfő higanyanomáliát, valamint meghatározta és értelmezte az ércesedés genetikáját is.

Tokaji-hegység

A Központi Földtani Hivatal megkezdte a történelmi információk alapján ismert ércelőfordulások adatainak felújítását, újragyjújtását. A HORVÁTH & ZELENKA (1997) által közölt összefoglaló az 1985–1991 közötti, a külszínré, a horpamezőkre és a vágatokban történt mintavételekre összpontosító munkák eredményeit ismertette.

1994-től napjainkig: sikerek és kudarok, új irányzatok, a jövőbe mutató jelek

1993-ban született meg a nyersanyagkutatásokat is szabályozó XLVIII. számú 1993. évi Bányatörvény. Ennek létrejöttével, valamint az ércföldtani kutatásban való állami szerepvállalás elhalásával párhuzamosan az egyetemeken folyó ércföldtani alap- és alkalmazott kutatások eredményeinek egyre szélesebb mérvű nemzetközi publikálása nyomán a gyakorlati célú ércutatások megélnékültek. Ezek eredményei viszont eddig alig kerültek nyilvánosságra a Közlönyben.

Kezdeményező szerepet vállalt a MÁFI az ércutatások

előkészítésében a USGS együttműködésében elkészült üledékes kőzetekhez kapcsolt aranyércesedések vizsgálataival, s a teljes mintázási adatsorok nyilvánosságra hozatalával (KORPÁS et al. 1999). Az itt komoly dúsulásokként jelentkező indikációkra azonban a következő 20 év során nem indult részletes kutatás vagy vizsgálat.

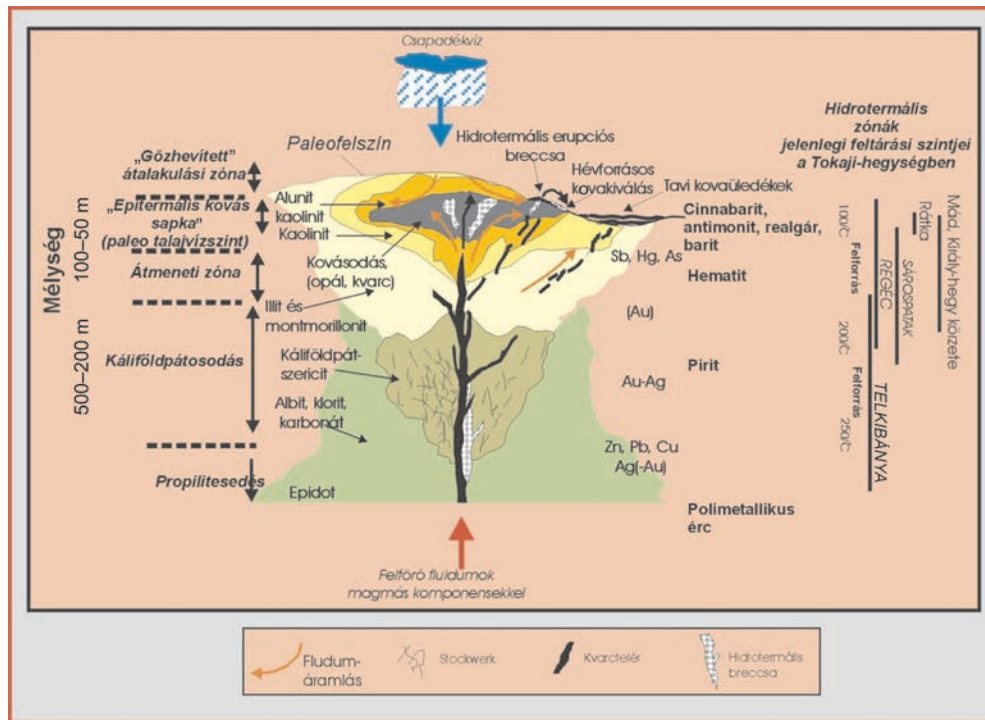
A Közlönyben hosszú idő után ismét helyet kaptak a határon túli magyar területekről származó tudományos közlemények, többek között az ércföldtan területéről is. E téren az Erdélyről szóló tanulmányok vannak többségben. Bár az áttekintésünk kereteit túllépné ezek részletes elemzése, mindenképp említésre méltó a Székelyföld érctelepeinek részletes ismertetése (JAKAB et al. 2005).

A legfontosabb módszertani eredményeket a hazai hidrotérmas (nemes- és színesfémek) valamint üledékes eredetű (mangán, urán) nyersanyagtelepek kialakulására vonatkozó, új szemléletű telepmodellek kidolgozása jelentette. Ezeknek a gyakorlati kutatásokra is jelentős kihatása volt, mivel a hangsúlyt a földtani környezet rendszer-szemléletű megértésére helyezték. E megközelítési mód alapján a korábban „meddőnek” ítélt területek (pl. az ércesedési zónáknál sekélyebb mélységben kialakult, ércesedést nem hordozó kőzetátalakulási zónák) ércpotenciálja újraértékelhetővé vált, a „hagyományos” felderítő kutatási módszerek szükségszerűen kiegészültek a szélesebb értelemben vett földtani környezet megértésére irányuló lito- és izotóp-geokémiai, geokronológiai, fluidzárvány stb. vizsgálatok alkalmazásával. Erre egy példát a Tokaji-hegység területére vonatkozóan az 5. ábra ad (MOLNÁR et al. 1999).

A megindult ércutatások hozzájárultak az egyetemi kutatóhelyek további fejlődéséhez, és jelentős új eredmények születtek elsősorban a neogén vulkánossághoz kapcsolódó ércesedések rendszerszemléletű újraértékelésének területén, melyek mostanáig nem kaptak kellő szerepet a hazai nyersanyaglelőhelyek értékelésében. Sok egyéb — itt nem részletezett — tényező mellett ez is hozzájárult a recski érces lelőhely privatizációjának sikertelenségéhez, illetve Magyarország utolsó működő ércbányájának, az úrkúti mangánbányának 2016-os bezárásához.

Magyarország 2004-es csatlakozása az Európai Unióhoz az unió akkori nyersanyag-politikája miatt időlegesen kedvezőtlen háttérrel jelentett a nyersanyagkutatás számára. Mindezek ellenére sikeres, új érckészleteket feltáró, külföldi tőke által támogatott földtani kutatások folytak a Tokaji-hegység területén (Mád, Sárospatak, Füzérradvány), a recski Lahócán, Rudabányán és a Mecsekben. E lendületet az ércföldtani kutatásokra alkalmas területek máig tartó hatályú zárttá nyilvánítása törte meg 2010-ben.

Ezzel párhuzamosan az Európai Unió nyersanyag-politikája gyökeres változáson ment át. 2008-ban megfogalmazásra került az európai ásványi nyersanyagok kutatásának és kitermelésének szükségességét hangsúlyozó új irányelv, továbbá meghatározásra kerültek az európai ipar jelenlegi és jövőbeli ellátottsága szempontjából kritikus fémek és ásványi nyersanyagok. A kritikus nyersanyagok körének felülvizsgálata azóta is két évente megtörténik. Az előbbi tényezők következtében a 2014-től futó „Horizon 2020” és „EIT Raw



5. ábra. A Tokaji-hegység ércföldtani fejlődéstörténeti diagramja, a jobb oldalon a lelőhelyekkel, a bal oldalon az előfordulásoknak az epitermás rendszerek különböző értelmezett zónáiról származó információk összegzésével (MOLNÁR et al. 1999)

Figure 5. Hydrothermal and ore geological evolution diagram of the Tokaj Mountains as summarized from the information derived from the ore occurrences shown in the right side of the diagram, showing the different levels of epithermal alteration on the left hand side of the diagram (MOLNÁR et al. 1999)

Materials” programokon belül, jelentős uniós támogatással megélnéltek mind az elsődleges, mind a másodlagos nyersanyagokkal kapcsolatos európai kutatások. E konzorciumokban való részvétellel, sőt konzorciumok vezetésével a Miskolci Egyetem és az ELTE kutatócsoportjai szintén bekapcsolódtak az európai alap- és alkalmazott nyersanyagkutatásokba, és a programok szakhatósági és adatbázis-kezelési aspektusaiban a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal is részt vett. Ilyen pályázat keretében került sor a telkibányai ércesedés újabb kutatási eredményeit összefoglaló angol nyelvű tanulmánykötet kiadására (NÉMETH & HARTAI 2009), illetve a recski terület továbbkutatási eredményeit összefoglaló monográfiák megjelenésére (FÖLDESSY & HARTAI, 2008). További jelentős, a magyar nyersanyagkutatás szempontjából a jövőbe mutató tényező az, hogy a Budapesten és Miskolcon kialakult teleptani kutatócsoportok manapság már tengeren túli területeket célzó kutatásokban is részt vesznek jelentős nemzetközi publikációs tevékenységgel és elismertséggel. Mindez a hazai szakember-utánpótlásra is visszahat — ma már jelentős nemzetközi nyersanyagkutató vállalatok vezető geológusi pozícióiban találunk e hazai teleptani kutatóhelyeken az utóbbi két évtizedben végzett szakembereket. Tapasztalataik remélhetően a nem túl távoli jövőben a hazai területeken is hasznosulhatnak majd.

Módszertan

A korszerű teleptani modellek magukban foglalják az ércásványok kiválásához, illetve az ércesedést kísérő kőzet-

átalakulási zónák kialakulásához vezető folyamatok geokémiai jellemzőinek ismeretét. A gyakorlati érc kutatás lényegében e „geokémiai gátak” felismerésére irányul. E szempontból fontos ismereteket szolgáltatnak az ásványképződés körülményeit megvilágító laboratóriumi kísérletek. Ilyen az évtizedekkel korábban végzett hazai kísérleti eredményeket tárgyaló munka, KISS & CORNIDES (2002) dolgozata, mely KISS János professzornak a nemzetközi mezőnyt messze megelőzve még az 1970-es években végzett évtizedes munkája esszenciájaként a karbonátos kőzetek Zn, Cd, Mg, Fe, és Mn metasomatózisát és az e folyamatok során tapasztalható szén- és oxigénizotóp frakcionációt tárgyalta.

Új mikroszkópi eljárás sikeres bevezetéséről számolt be TAKÁCS & MOLNÁR (2011) az infravörös fényben végzett fluidzárvány-vizsgálatok területéről.

Az ásványvagyon-osztályozás és a nyersanyagkészletek felmérését összefoglaló kutatási jelentések nemzetközi szabványrendszerének hazai meghonosítására már megindultak a törekvések (HORVÁTH et al. 2016), de a magyarországi nyersanyag-potenciál korszerű felméréséhez a modern ércföldtani szemlélet alkalmazása nem mellőzhető.

Az utóbbi néhány évtizedben megélnéltek archeometriai kutatások egy jelentős része szintén nem nélkülözheti az ércföldtani és ércásványtani ismereteket. Az ércföldtani megközelítés archeometriai alkalmazására egy szép példa a somogyi gyevasércről szóló munkájában található (KERCSMÁR & THIELE 2015).

Soproni-hegység

Újabb részletes információk jelentek meg a korábban a MÉV által lebonyolított kutatásról a fertőrákosi metamorf palaösszletben jelentkező színesfémérc (Cu, Zn, Pb) és urán–ritkaföldfém dúsulások anyagvizsgálatairól (VINCZE et al. 1996). Az ércesedést retrográd metamorf diaforézis során fellépő hidrotermális metasomatikus folyamatoknak tulajdonították.

Velencei-hegység

A terület új módszerekkel történő kutatása az ELTE ércföldtani kutatócsoportja által ebben az időszakban kezdődött, és ekkor a kutatások homlokterében a paleozoos gránitban megjelenő, korábban mind a variszkuszi, mind a paleogén magmatizmushoz kapcsolt hidrotermális ércesedések és átalakulási zónák elkülönítése szerepelt. Az új eredmények közül a Retezi-lejtakna részben a gránitban, részben az azt befogadó paleozoos agyagpalában előforduló molibdenites ércesedésre vonatkozó ásványtani és fluidzárvány-vizsgálatok eredményeit a Közöny hasábjain MOLNÁR (1997) publikálta. Az eredmények bizonyították, hogy a molibdenites ércesedést a variszkuszi gránithoz kötődő hidrotermális folyamatok hozták létre. A paleozoos gránitot érintő, de a kainozoos vulkanizmushoz kapcsolható hidrotermális folyamatok szerkezetföldtani jellemzőit és kiterjedését értékelte a fluidzárványsíkok szisztematikus vizsgálata alapján BENKÓ et al. (2008). A fluidzárvány és K–Ar radiometrikus kormeghatározási vizsgálatok ötvözése révén BENKÓ et al. (2012) kimutatta a Meleg-hegy gránitjában húzódó baritos ércelvérek kapcsolatát a paleogén vulkanizmushoz társuló hidrotermális folyamatokkal.

Mecsek

Az uránérc-kutatások „melléktermékeként” kapott információk feldolgozása a mecseki lelőhely környezetében is megindult. Ennek egyik eredményét közölte CSICSÁK & SZAKMÁNY (1998) a Jakabhegyi Homokkő legfelső, ún. átmeneti rétegeinek részletes elemzésével. Ez a világszerte rézpala néven ismert érc típus hazai megjelenésének földtani környezetét mutatta be, jelezve a Cu, As, Zn, Ag elemek erőteljes dúsulását a legfelső szürke homokkőben. Részben külföldi tőke bevonásával az uránérc oldásos technológiával történő kinyerésére indultak földtani kutatások a kétezres évforduló időszakában. E munkálatok során a Dinnyeberki közelében előforduló uránércesedés teleptani jellemzőit vizsgálták (KONRÁD et al. 2012). E munka lényeges felismerése az volt, hogy a ércesedés a permii uránfelhalmozódások kainozoos remobilizációjával jött létre. VINCZE et al. (2011) szintén az urán remobilizációjához kapcsolta a mecseki gránitban talált teléres–eres uránérc-indikációk kialakulását. Az ELTE ércföldtani kutatócsoportja a Velencei-hegység gránitintrúzióján sikerrel alkalmazott, hasonló szemléletű és módszer-tanú vizsgálatok körét a mecseki granitoidok területére is kiterjesztette. A gránitot ért hidrotermális felülbélyegzéseket és azok szerkezetföldtani hátterét, a repedésrendszerek fejlődés-történetének körvonalazását SZABÓ et al. (2008) és POROS et al. (2008) dolgozatai közzölték.

Bakony

Ebben az időszakban is tovább folytatódott a mangán-ércesedés tudományos kutatása: egyrészt az úrkúti archív minták (POLGÁRI et al. 2003a), másrészt eplényi mangánérc bányából származó minták modern szemléletű, nagymű-szeres vizsgálatával (POLGÁRI et al. 2003b). A mangánérc-bányászat kutatása alatt lemélyített fúrások egységes, geológiai újrafeldolgozását és értékelését BIRÓ (2014) végezte el. BIRÓ & PÁL-MOLNÁR (2015) a bakonyi primer oxidos mangánérccek (Úrkút: Csárda-hegy, Eplény) komplex, genetikai szempontú nyomelem- és ritkaföldfém-vizsgálatát végezték el.

Budai-hegység

MOLNÁR & GATTER (1994) a Budai-hegységben és egyéb magyarországi lelőhelyeken előforduló baritkristályok morfológiai és fluidzárvány-vizsgálataival adott új eszközt e fontos és gyakori hidrotermális kísérő ásvány hazai előfordulásainak összehasonlító vizsgálatához, arra a következtetésre jutva, hogy az üledékes környezetben megjelenő barit eredete is hidrotermális folyamatokhoz köthető. GÁL et al. (2008) a Hárshegyi Homokkő kovásodását és baritteléreinek kialakulását vizsgálták. Az eredmények arra utalnak, hogy a kovás átalakulási zónák a paleogén vulkanizmushoz köthetőek, míg a barittelérek a miocén vulkánosság által indukált hidrotermális folyamatokhoz kapcsolhatók.

Börzsöny

Megindult, majd leállt a börzsönyi nemesfém-ércesedések kutatása. A munkákról a későbbiekben NAGY (2002) számolt be.

Mátra

Gyöngyösorszi és Mátraszentimre területén részben bányabezárási munkák folytak, viszont erre az időszakra esik a recski Lahóca aranyércesedésének megkutatása és a kutatások ásványvagyonbecsléssel történő lezárása. Az 1980-as években megismert porfirós és szkarnos rézércesedés fölötti zónában, a korábban kimerültnek vélt lahócai Cu–Au bánya szélesebb környezetében 0,5 g/t Au határérték mellett 37,5 millió tonna 1,45 g/t Az és 0,12% Cu átlagminőségű, magas szulfidizációs fokú epitermális aranyércesedést mutatott ki egy ausztrál–magyar kutatócsoport (FÖLDESSY 1997). Több kiegészítő vizsgálati eredmény is született, pl. Ni-telluridok jelenlétéről a lahócai ércekben (GELLÉRT et al. 1998). Az ipari nyersanyag-kutatási munkák az akkor kirobbant világméretű, aranyelőfordulásokkal kapcsolatos kanadai–indonéz tőzsdei család (BRE-X család) mellékhatásaként szakadtak félbe. További hasznosítására, gazdasági értékelésére azóta nem került sor, de a tudományos kutatások tovább folytatódtak a recski porfirós/szkarn-epitermális ércesedési rendszer felszínközeli zónáiban. Részben az OTKA, részben iparvállalatok támogatásával végzett egyetemi kutatások, illetve korábbi kutatási programok még nem publikált eredményeit foglalta össze a lelőhely angol nyelvű tanulmánykötete (FÖLDESSY &

HARTAI 2008). Ebben a kötetben kapott helyet MOLNÁR et al. (2008) tanulmánya, amelyben a porfirós rézércesedéshez csatlakozó epitermás átalakulási zónációt ismertetik. A lelőhelyről számos nemzetközi publikáció is napvilágot látott az utóbbi években, melyek közül TAKÁCS et al. (2017) dolgozata a legjelentősebb.

Bükk hegység

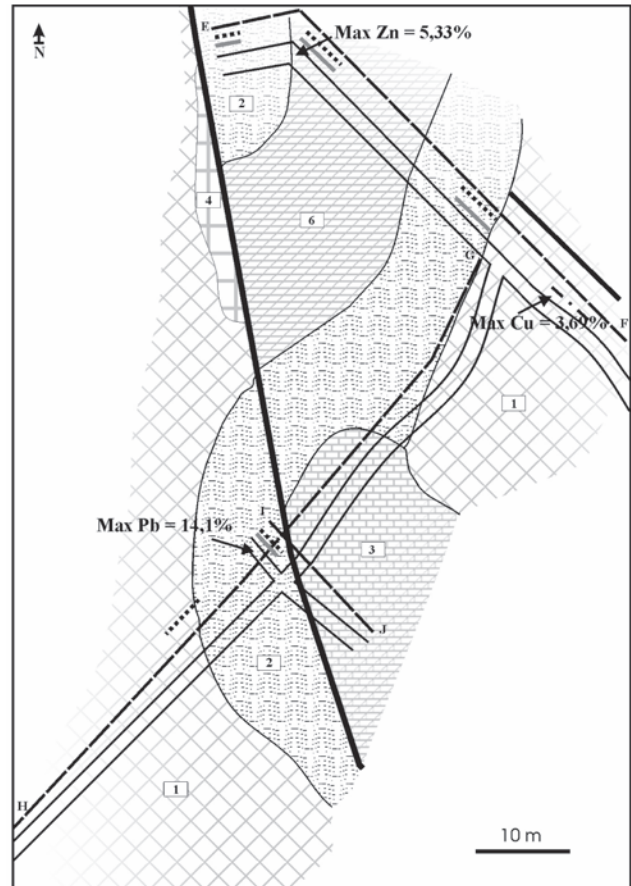
Az 1960-as évektől kezdődően az 1980-as évekig folyt uránkutatások értékelése korábban csak kéziratos és nem hozzáférhető jelentésekben szerepelt. A gyengén metamorfizált-deformált permi Szentléleki Formáció homokkővében a kovásodott, karbonátosodott, cerrusszitosodott és albitosodott alapanyagban U–Ti-oxidok, kasolit és uranfánfeldúsulásához köthető ércindikációk fordulnak elő (SZABÓ & VINCZE 2002). Érdekeség, hogy az alpi hegységképződési folyamat fluidum-mobilizációs eseményeihez (127 és 75 millió év) köthető epigenetikus–metaszomatikus uránércesedés fedőszáryán egy polimetallikus–szulfidos Pb–Zn-ércesedés előfordulását is felderítették. A ladin–karni kvarcporfír tufa összletben U–Be–ritkaföldfém dúsulásait mutatták ki (SZABÓ & VINCZE 2013). Az Európai Unióban a „kritikus fémek és ásványok” jelentőségének megnövekedése a Bükk triász korú vulkanitjaiban előforduló ritkaföldfém-koncentrációk újvizsgálatát eredményezte. A vizsgálatok szerint a ritkaföldfémeken kívül a Zr, Nb és Th dúsulásai a monazit-Ce, továbbá Nb-tartalmú Ti-oxidok előfordulásához köthetők. Az ércindikáció zónáit a köztes kálimetaszomatikus átalakulása kíséri (NÉMETH et al. 2016).

Aggtelek–Rudabányai-hegység

A rudabányai ércbánya termelésének leállítása egyúttal a kutatások félbeszakadásával járt. Megindult az archivált, de nem közölt anyagok feldolgozása. Ennek egyik jó példája a SZENTPÉTERY (1997) által ismertetett Rb–690 szerkezetkutató fúrás értékelése, jelezve a rudabányai vasérc-előfordulás szerkezeti lehatároltságának bizonyítékait. 2006-tól színesfémérc- és baritkutatások folynak a Rudabánya vasérclelőhely környezetében. A kutatások alapjaiban változtatták meg a lelőhelyet létrehozó folyamatok képét, valószínűsítve a különféle ércesedések egymásra települését több szakaszban, az alsó-triásztól kezdve a pliocénig. Az üledékes exhalációs ércesedéstől az epigenetikus szerkezetekhez kapcsolódó Pb–Zn–Ba érc típusokon keresztül az oxidációs övben létrejött másodlagos dúsulásokig terjednek a genetikai változatok. Egy köztes értékelési állapot helyzetképe rajzolódik ki a FÖLDESSY et al. (2010) által közreadott tanulmányban. Egy ebben közölt, az árkolásokban feltárt jelentős cinkércdúsulásokról készült térkép látható a rudabányai Andrassy–1 bányarész területéről a 6. ábrán.

Tokaji-hegység

Az egyik legígéretesebb aranyércesedési régiónk kutatását alapozták meg a Magyar Állami Földtani Intézet és a Finn Geológiai Szolgálat együttműködésében elkészült, korszerű áttekintő geokémiai és légi-geofizikai felmérések eredményei, melyeket HORVÁTH et al. (1993) foglalt össze.



6. ábra. Epigenetikus Pb–Zn–Cu dúsulások törészóna mentén. A4 kutatóárok, Rudabánya (FÖLDESSY et al. 2010)

Jelmagyarázat: (1) Limonit barnavasérc, (2) Agyamárca (Szin M Formáció), (3) Ssiderites pátvasérc, (4) barit, (5) Hidrotermális breccsa (6) Brecciasodott dolomit (Guttenstein Dolomit F). Az elemzési értékek az árokban vett 2–4 m hosszú részmintákra vonatkoznak

Figure 6. Fault controlled epigenetic Pb–Zn–Cu enrichment, A4 trench, Rudabánya (FÖLDESSY et al. 2010)

Legend: (1) Limonite, (2) Marl (Szin Marl F), (3) Siderite, (4) Baryte, (5) Hydrothermal breccia, (6) Brecciated dolomite (Guttenstein Dolomite F). The assay values refer to 2–4 m long channel samples along the trench

A rendszerváltozást követően a Tokaji-hegység volt az első olyan terület, ahol koncessziós pályázatok kiírására került sor (Telkibánya és Füzérradvány), és ahol külföldi nyersanyagkutató vállalatok (RTZ, Humex, Kazminco) munkálatokat kezdtek az egykori nemesfém-bányászati területek újraértékelése terén. Ezeknek az eredményeknek a publikálása magyarul nem történt meg, de egyes eredményeket a fentiekben már hivatkozott MOLNÁR et al. (1999) munkája magában foglalt. A külföldi tőkével folyó nyersanyagkutató programok mellett, azokkal részben együttműködve, az ELTE ércföldtani kutatócsoportja is aktívan hozzájárult a terület ércgenetikájának korszerű értékeléséhez. E munkák közül MOLNÁR (1994) a hegység keleti peremén található rudabányácskai előfordulás környezetének ércgenetikai képét ismertette, jelezve az epitermás keletkezési folyamatot és a feltételezhetően 220–300 m keletkezési mélységet. CSONGRÁDI et al. (1996) a füzérradványi Korom-hegyen a kilencvenes években folytatott érc kutatás eredményeit foglalta össze. A későbbi fúrások

kutatások az egykor működő illitbánya képződményeiben megjelent Au–Ag-ércesedéshez további ismereteket szolgáltatottak, melyeket CSONGRÁDI et al. (2014) tanulmánya foglalt össze. Az ipari szempontból jelentős Au–Ag-potenciállal rendelkező lelőhely kutatása napjainkig befejezetlen.

Sárbogárd

A község közelében (Sárszentmiklóson) felszínre bukkanó miocén „alsó riolittufa szint” hidrotermás kőzetátalakulási jellemzőinek újvizsgálata során (SZENTPÉTERI & MOLNÁR 2000) a korszerű teleptani modellezés módszereit alkalmazva megállapították, hogy az előfordulás jellemzői az észak-magyarországi neogén mészkálai intermedier-savanyú vulkanizmushoz kapcsolódó adular–szericit típusú (alacsony szulfidációs fokú epitermás) aranyércesedésekkel összevethetőek. Ezek alapján tehát ez a megkutatatlan terület is rendelkezik nemesfém-kutatási potenciállal.

Következtetések és jövőkép

A Közlöny történetéből 172 közleményt emeltünk ki, amelyet a hazai ércföldtannal kapcsolatosnak tekintettünk. Ezt további 17 hivatkozással egészítettük ki, hogy az áttekintésünk és az egyes időszakokban lezajlott szakmai történések egyensúlyát megteremtjük. A Közlönyben napvilágot látott ércföldtani közlemények száma mintegy 5–6%-át teheti ki a teljes cikkanyagának. Ennek kevesebb, mint 10%-a foglalkozik több területet is érintő vizsgálatokkal vagy módszerfejlesztési eredményekkel. A regionális vizsgálatokkal foglalkozó közleményeket korszakokra és az áttekintésünkben szereplő területekre szétbontva a leggyakrabban előforduló tanulmányok az 1920 előtti időszakban a Felvidékhez és Erdélyhez, az azt követő időszakokban a Mecsekhez (16%) és a Mátrához (22%) kötődnek. Ha figyelembe vesszük, hogy még ezeken a területeken is bővítésre vár a fel nem dolgozott vagy meg nem kutatott ércföldtani információ, fokozottan igaz ez a továbbiakra, jelezve a jövőnek, hogy még számos kiaknázatlan lehetőséget rejt a hazai földtani környezet.

Az egyes időszakok közül az 1960–1979 közötti évek jelentik a csúcst, a cikkek egyharmadát ebben az időben publikálták. A mélypontokat mindig a nagy politikai, gazdasági változásokat követő idők jelentik, amelyek később új fellendülést alapoztak meg (I. táblázat).

A másfél évszázados történetet hullámhegyek és -völ-

I. táblázat. A Földtani Közlönyben megjelent ércföldtani tárgyú közlemények megoszlása időszakok és kutatási területek szerint

Table I. Number of ore geology papers published in the Földtani Közlöny according to time-periods and research areas

Időszak	Módszertan	Felvidék	Erdély	Soproni-hg	Villány, Mecsek	Bakony, Keszthelyi-hg	Velencei-hg	Börzsöny	Mátra	Bükk	Rudabánya	Tokaji-hg	Összesen
1871–1919	2	11	18						2	2		1	36
1920–1945	1							1	2				4
1946–1960					1	9	7	3	5	1	1	3	30
1960–1979	5			1	14	4	2	2	22		1	6	57
1980–1993	1				5		2		5			2	15
1994–	5			1	8	4	4		2	3	2	1	30
Összesen	14	11	18	2	28	17	15	6	38	6	4	13	172

gyek egyaránt jellemzik, ezeket a társadalom, a határok, az iparszerkezet és politikai irányítás sokszor 180 fokos változásai kísérték, illetve idézték elő. Az ország mindenkori szakemberállománya — a Közlöny publikációiban is láthatóan — komoly erőfeszítéseket téve válaszolt ezekre a kihívásokra az aktuális törvényi és pénzügyi korlátok között. Az utolsó két évtized a csökkenő állami figyelem időszaka, amelynek során az ásványinyersanyag-gazdálkodás eltávolodott a hazai és a korszerű, környezetkímélő technológiák új nyersanyagbázisát jelentő ércutatási és bányászati lehetőségektől, miközben a feldolgozóipar fejlesztésére és mezőgazdaságunk erősítésére jelentős többlet erőforrásokat összpontosítottak. Ez hosszú távon egyensúlyhiányt okozhat.

Ugyanakkor a hazai egyetemi szférában kialakultak és megerősödtek olyan kutatócsoportok, melyek a nemzetközi elméleti és gyakorlati kutatások fő irányaihoz kapcsolódva továbbra is képviselik az ércföldtani ismeretek és kutatások bázisát. A Földtani Közlöny 150. évének ércföldtani jellegű publikációit áttekintve látható, hogy az ásványi nyersanyagainkkal kapcsolatos információk felújítására, globális, illetve kontinentális keretekben való újraértelmezésére és ezt követően az adatbázisok rendszeres karbantartására a továbbiakban is szükség van.

A hazai földtani környezet még számos meg nem kutatott, sőt fel sem ismert, gazdaságilag is jelentős és szükséges ásványinyersanyag-forrást rejt, amelyeknek megismerésére közös társadalmi érdekünk mentén törekednünk kell.

Köszönetnyilvánítás

Kéziratunk bírálói, CSONGRÁDI Jenő és MARTON István részletes és hasznos észrevételeikkel nagyban hozzájárultak a végleges változat jobb minőségéhez, pontosságához, információtartalmához.

Irodalom — References

- BAKSA Cs. 1975a: Új enargitós-luzonitós-pirités ércesedés a recski Lahóca-hegy É-i előterében. — *Földtani Közlöny* **105**, 58–74.
- BAKSA Cs. 1975b: A recski mélyszerinti szubvulkáni andezittest és telérei. — *Földtani Közlöny* **105**, 612–624.
- BAKSA Cs. 1984: A recski ércesedés genetikai vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **114**, 335–348.
- BAKSA Cs. 1986: A recski és a rudabányai ércesedések eredetének összehasonlító elemzése. — *Földtani Közlöny* **116**, 353–361.
- BAKSA, Cs., CSEH NÉMETH, J., CSILLAG, J., FÖLDESSY, J. & ZELENKA, T. 1980: The Recsk porphyry and skarn copper ore deposit, Hungary. — In: JANKOVIC, S. & SILLITOE, R. (eds): *European Copper Deposits*. Beograd, 73–76.
- BAKSA Cs. & NAGY G. 1984: Érc kutatási helyzetkép a Mátra-hegységről. — *Földtani Kutatás* **27**, 17–19.
- BALLA Z. 1967: Az uránércesedés és a kőzetek színe közötti összefüggés vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **97**, 127–143.
- BALLA Z. 1969: A szerkezeti tényezők szerepe az uránércesedésben. — *Földtani Közlöny* **99**, 235–244.
- BALLA Z. 1973: A diagenézis második szakaszának uránércképző szerepéről. — *Földtani Közlöny* **103**, 166–174.
- BALLA Z. & DUDKO A. 1972: A nyugat-mecseki urán elsődleges felhalmozódásáról. — *Földtani Közlöny* **102**, 324–333.
- BALLA Z. & DUDKO A. 1973: Az uránáthalmozódás ércképződésben játszott szerepéről. — *Földtani Közlöny* **103**, 49–57.
- BALOGH K. & PANTÓ G. 1953: A Rudabányai-hegység földtana. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1949-ről*, 135–154.
- BÁNYAI J. 1919a: Az aranyosbányai kontakt területről. — *Földtani Közlöny* **49**, 9–15.
- BÁNYAI J. 1919b: Aranytartalmú érces telérek mikroszkópos vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **49**, 15–21.
- BARABÁS A. 1979: A perm időszak földtani viszonyai és a külszíni kutatás feladatai a mecseki ércelelőhelyen. — *Földtani Közlöny* **109**, 357–365.
- BARABÁS A. 1997: A hazai urán kutatás, uránbányászat és a geológia. — *Földtani Kutatás* **34**, 4–11.
- BARABÁSNÉ STUHL Á. 1973: A nyugat-mecseki felsőperm öszzlet üledékföldtani jellegei statisztikus értékelésének rétegtani és egyéb földtani eredményei. — *Földtani Közlöny* **103**, 381–388.
- BARANYI I., BERTA Z., SZABÓ J., VADOS I. & VÁRHEGYI A. 1997: A geofizika szerepe a hazai uránbányászatban. — *Földtani Kutatás* **34**, 20–24.
- BENKÓ Zs., MOLNÁR F. & LESPINASSE, M. 2008: Fluidzárványsíkok és repedésrendszerek vizsgálatának alkalmazása granitoid kőzetek repedeztségének fejlődéstörténeti rekonstrukciójában I.: Módszertani alapvetés és alkalmazás a Velencei-hegység fluidum-mobilizációs folyamataira. — *Földtani Közlöny* **138**, 229–246.
- BENKÓ Zs., MOLNÁR F., PÉCSKAY Z., NÉMETH T. & LESPINASSE, M. 2012: A paleogén vulkanizmus hidrotermális rendszerének hatása a variszkuszi gránitra a Velencei-hegységben: a sukorói barittelér kora és képződése. — *Földtani Közlöny* **142**, 45–58.
- BIRÓ L. 2014: Az úrkúti mangánérc-bányászat fúrásainak sztratiográfiai újraértékelése. — *Földtani Közlöny* **144**, 3–14.
- BIRÓ L. & PÁL-MOLNÁR E. 2015: A bakonyi primer oxidos mangánércnek nyomelem- és ritkaföldfém-geokémiai vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **145**, 119–126.
- BODROGI F. 1979: Gazdasági és geológiai paraméterek összefüggései a mecseki ércbányászatban. — *Földtani Közlöny* **109**, 401–408.
- BÖCKH H. 1901: Előzetes jelentés a Selmezbánya vidékén előforduló eruptív kőzetek korviszonyairól. — *Földtani Közlöny* **31**, 289–328.
- CORNIDES I., KISS J. & SZEREDAI L. 1966: A középső-mátrai érc telér képződési hőmérséklete az ¹⁸O-izotóp relatív gyakorisága alapján. — *Földtani Közlöny* **96**, 43–50.
- CSEH L. 1886: A vihnyei Ó-Antaltárna bányatelep földtani viszonyai. — *Földtani Közlöny* **16**, 224–227.
- CSEH L. 1890: A selmezi Ferencz-császár-altárna geológiai szelvénye. — *Földtani Közlöny* **20**, 23–26.
- CSEH NÉMETH J. 1958: Az úrkúti mangánérc telepek kifejlődési típusa I. — *Földtani Közlöny* **88**, 399–415.
- CSEH NÉMETH J. 1967: Úrkút és Eplény mangánérc területeinek összehasonlítása. — *Földtani Közlöny* **97**, 29–38.
- CSEH NÉMETH J. 1975: A recski mélyszerinti színesfémérc előfordulás és annak teleptani ércföldtani képe. — *Földtani Közlöny* **105**, 692–708.
- CSEH NÉMETH J. 1979: Az érc- és ásványbányászati iparág bányaföldtani megfigyelési, dokumentálási rendszere, legfontosabb kutatási programok. — *Földtani Közlöny* **109**, 449–458.
- CSICSÁK J. & SZAKMÁNY G. 1998: A Jakabhegyi Homokkő Formáció legfelső, „átmeneti” rétegei közzettani-geokémiai vizsgálatának eredményei. — *Földtani Közlöny* **128**, 535–553.
- CSILLAG J. 1975: A recski terület magmás hatásra átalakult képződményei. — *Földtani Közlöny* **105**, 646–671.
- CSONGRÁDI J. 1975: A recski mélyszerinti színesfémércesedés jellemzése ércmikroszkópi vizsgálatok alapján. — *Földtani Közlöny* **105**, 672–691.
- CSONGRÁDI J. 1984: Hidrotermális kőzetelváltozások és színesfém-eloszlás a gyöngyössolymosi üstökfői higanyindikációs zónában. — *Földtani Közlöny* **114**, 113–121.
- CSONGRÁDI J., TUNGLI G. & ZELENKA T. 1996: Az utóvulkáni működés és az ércesedés kapcsolata a füzérradványi Koromhegy-Koromtetőn. — *Földtani Közlöny* **126**, 67–75.
- CSONGRÁDI J., ILKEYNÉ PERLAKI E. & ZELENKA T. 2014: Újabb adatok a füzérradványi hévforrások epitermális arany-ezüst ércesedéséről. — *Földtani Közlöny* **144**, 383–390.
- CZECK V. 1912: A radioaktivitás és szerepe az újkorai földrajz-geológiai felfogásokban. — *Földtani Közlöny* **42**, 428–455.
- DANK V. 1975: A recski mélyszerinti érc kutatások tudományos és gazdasági jelentősége. — *Földtani Közlöny* **105**, 559–564.
- ERDÉLYI J., TOLNAY V. & KOBLENCZ V. 1957: A nagybörzsönyi agyagásvány és az ércesedés néhány újabb kísérőásványa. — *Földtani Közlöny* **87**, 400–418.
- F. JÁRÁNYI K. 1975: A recski mélyszerinti alaphegységi üledékes képződmények. — *Földtani Közlöny* **105**, 598–611.
- FAZEKAS V., SELMECZI B. & KÓSA L. 1975: Ritkaföldfém ásványosodás a Soproni-hegység kristályos paláiban. — *Földtani Közlöny* **105**, 297–308.

- FÖLDESSY J. 1975: A recski rétegvulkáni andezitösszlet. — *Földtani Közlöny* **105**, 625–645.
- FÖLDESSY J. 1997: A recski Lahóca aranyérc előfordulás. — *Földtani Kutatás* **34**, 12–15.
- FÖLDESSY J. & BAKSA Cs. 1979: A recski enargitos rézérctermelés tapasztalatainak és a mélyfúrásos kutatás adatainak elemző értékelése. — *Földtani Közlöny* **109**, 478–487.
- FÖLDESSY, J. & HARTAI, É. (eds) 2008: Recsk and Lahóca geology of the paleogene ore complex. — *Publications of the University of Miskolc Series A, Mining* **73**, 86 p.
- FÖLDESSY J., NÉMETH N. & GERGES A. 2010: A rudabányai színesfém-ércesedés új kutatásának előzetes földtani eredményei. — *Földtani Kutatás* **140**, 281–292.
- FÖLDEVÁRI A. 1947a: A molibdén velencei-hegységi előfordulásának teleptani viszonyai. — Postvolcanic Molybdenium-Traces in the Velence Mountain. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése, B) Beszámoló a vitaülésekről 1947/3*, **9**, 39–57.
- FÖLDEVÁRI A. 1947b: Érckutató fúrás Velence községben. — *Jövedéki Mélykutatás 1947/48. évi munkálatairól*, 111–116.
- FRANZENAU Á. 1892: A Brád környékén tett nagy termés arany leletről. — *Földtani Közlöny* **22**, 80–82.
- FÜLÖP J. 1975: Új perspektívák a hazai földtani kutatás előtt. — *Földtani Közlöny* **105**, 565–570.
- GAGYI PÁLFFY ID. A. 1975: A recski mélyszinti ércesedés megismerése, általános jellemzése és népgazdasági jelentősége. — *Földtani Közlöny* **105**, 571–581.
- GAGYI PÁLFFY IFJ. A. 1975: A recski mélyszinti színesfémérc előfordulás gazdasági-művelődési értékelése és felismert törvényszerűségei. — *Földtani Közlöny* **105**, 709–723.
- GÁL B., POROS Zs. & MOLNÁR F. 2008: A Hárshegyi Homokkő Formáció hidrotermális kifejlődései és azok kapcsolatai regionális földtani eseményekhez. — *Földtani Közlöny* **138**, 49–60.
- GELLÉRT B., BUZOGÁNY P. & WEISZBURG T. 1998: Melonit (NiTe₂) a recski Lahóca Cu-Sb-As-Au epitermás ércesedéséből. — *Földtani Közlöny* **128**, 585–606.
- GESELL S. 1884: 8. Jelentés a Selmeczbányán és környékén 1882. és 1883-ban eszközölt részletes bányageológiai felvételekről. — *Földtani Közlöny* **14**, 273–283.
- GESELL S. 1885: II. Fölvételi jelentések - 8. A Selmeczbánya és Szélakna környékén 1884-ben eszközölt részletes bányageológiai felvételekről. — *Földtani Közlöny* **15**, 335–349.
- GÖBEL E. 1956: A rudabányácskai Nagybányi-hegy környékének bányaföldtani leírása. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1954. évről*, 45–62.
- GYALOG L. & HORVÁTH I. (szerk.) 2004: A Velencei-hegység és a Balatonfő földtana: Magyarazó a Velencei-hegység földtani térképéhez (1:25 000) és a Balatonfő-Velencei-hegység mélyföldtani térképéhez (1:100 000). — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 316 p.
- HARTIKAINEN, A., HORVÁTH, I., ÓDOR, L., Ó. KOVÁCS, L. & CSONGRÁDI, J. 1992: Regional multimedia geochemical exploration for Au in the Tokaj mountains, northeast Hungary. — *Applied Geochemistry* **7/6**, 533–545., [https://doi.org/10.1016/0883-2927\(92\)90069-F](https://doi.org/10.1016/0883-2927(92)90069-F)
- HERMANN M. 1952: Telkibányái riolitok és andezitek petrográfiaja és petrokémiája. — *Földtani Közlöny* **81**, 345–367.
- HERNYÁK G. 1977: A Rudabányai-hegység szerkezeti elemzése az elmúlt 20 év kutatásai alapján. — *Földtani Közlöny* **107**, 368–374.
- HORVÁTH I., ÓDOR L., FÜGEDI U. & AIMO H. 1993: Aranyindikációk a Tokaj-hegységi geokémiai érc kutatásban. — *Földtani Közlöny* **123**, 363–378.
- HORVÁTH J. & ZELENKA T. 1997: A telkibányai nemesfém-ércesedés legújabb bányaföldtani adatai és értékelése. — *Földtani Közlöny* **127**, 405–430.
- HORVÁTH Z., SÁRI K. & FODOR B. 2016: A nemzetközi ásványvagyon-osztályozási keretrendszer és a szilárd ásványi nyersanyagok kutatási jelentéseire vonatkozó szabványok. — *Földtani Közlöny* **146**, 107–120.
- ILKEYNÉ PERLAKI E. 1961: Vulkáni hipo- és meta-elváltozások andezit-riolituffa érintkezésen tokaji-hegységi példák. — *Földtani Közlöny* **91**, 382–390.
- INKEY B. 1879: A boiczai érczelérek mellékkőzetéről. — *Földtani Közlöny* **9**, 365–375.
- JAKAB Gy., LACZKÓ A-A., ZÓLYA É. G., ZÓLYA L. A., PÁL-MOLNÁR E., ZAKARIÁS L. 2005: A Székelyföld érctelepei. — *Földtani Közlöny* **135**, 459–478.
- JANTSKY B. 1953: A demjéni limonitos mangánérc települési viszonyai. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1950. évről*, 61–63.
- JANTSKY B. 1957: A Velencei hegység földtana. — *Geologica Hungarica series Geologica* **10**, 166 p.
- KASZANITZKY F. 1959a: A pátkai kőrákáshegyi érc kutatás jelenlegi állása. — *Földtani Közlöny* **89**, 133–142.
- KASZANITZKY, F. 1959b: Genetic relations of ore occurrence in the Western Mátra Mountains, North Eastern Hungary. — *Annales historico-naturales Musei Nationalis Hungarici* **51**, 5–28.
- KERCSMÁR Zs. & THIELE Á. 2015: A belső-somogyi gyepvasérccek genetikája, geokémiai jellemzői és archeometallurgiai jelentősége. — *Földtani Közlöny* **145**, 53–72.
- KISS J. 1951: A szabadbattyáni Szárhegy ércgenetikai alkata. — *Földtani Közlöny* **81**, 264–274.
- KISS J. 1958: Ércföldtani vizsgálatok a síroki Darnó-hegyen. — *Földtani Közlöny* **88**, 27–41.
- KISS J. 1960: Az urán-króm-vanádium eloszlása és az epigén krómcsillám szerepe a mecseki permi összletben. — *Földtani Közlöny* **90**, 73–82.
- KISS J. 1963: Az uránmigráció hidrotermális feltételei és a szurokércgenézis. — *Földtani Közlöny* **93**, 74–81.
- KISS J. 1964: Allitos és sziallitos ásványok és szerepük a Középső-Mátra ércesedésében. — *Földtani Közlöny* **94**, 422–431.
- KISS J. 1982: *Ércteleptan I–II*. — Tankönyvkiadó, Budapest.
- KISS J., CORNIDES I. & SZEREDAI L. 1966: A középső-mátrai érctelér képződési hőmérséklete az ¹⁸O-izotóp relatív gyakorisága alapján. — *Földtani Közlöny* **96**, 43–50.
- KISS J. & CORNIDES I. 2002: Kalcit (mész) Zn, Cd, Mg, Fe, és Mn metasomatózisa és az O-C izotóp összetételének változása hidrotermális körülmények között. — *Földtani Közlöny* **132**, 95–116.

- KISS J. & VIRÁGH K. 1959: Urántartalmú foszfátos kőzet a balatonfelvidéki (Pécsely) triász-összletben. — *Földtani Közlöny* **89**, 85–97.
- KOCH A. 1880: A Czibles és Oláhláposbánya vidéke zöldkőandesitjeinek új petrographiai vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **10**, 138–146.
- KOCH S. 1953: A Mád és Regéc környékén fekvő vasércelőfordulások genetikája. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1950. évről*, 84–88.
- KOCH, S. & GRASSELY, G., 1952: The minerals of the sulphide ore-deposit of Nagybörzsöny. — *Acta Universitatis Szegedensis* **6**, 23–30.
- KONRÁD GY., FÖLDING G., BARABÁS A. & UNYI P. 2012: A dinnyeberki uránércesedés földtana, kísérleti perkolációja és rekultivációja. — *Földtani Közlöny* **142**, 357–374.
- KORPÁS, L., HOFSTRA, A. H., ÓDOR, L., HORVÁTH, I., HAAS, J. & LOEVENTHAL, J. S., 1999: The carlin gold project in Hungary (1995–1998). — *Geologica Hungarica series Geologica* **24**, 151–167.
- KOVÁCS Z. 1970: Ritkaföldfémek koncentrációja az oxidos mangánérc átmeneti övezetében. — *Földtani Közlöny* **100**, 91–95.
- KREMINTZKY J. F. 1888: Az érczképződésre vonatkozó megfigyelések a verespataki érczhegység övében. — *Földtani Közlöny* **18**, 479–482.
- KUBINYI F. 1867: A recski természet képletről és a dioritól amelyben találatik. — *A Magyarhoni Földtani Társulat munkálatai*, Pest, 1–7.
- KUBOVICS I. 1956: A Velencei-hegység talajának nyomelem vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **86**, 217–243.
- KUBOVICS I. 1958: A sukorói Meleghegy hidrotermás ércesedése. — *Földtani Közlöny* **88**, 299–314.
- KUBOVICS I. 1960: A velencei-hegységi utómagmás képződmények nyomelem vizsgálata I. Szkandium-nióbium és kísérő nyomelemei. — *Földtani Közlöny* **90**, 273–292.
- KUBOVICS I. 1966: A kálimetaszomatózis szerepe a nyugat-mátrai kőzetképződésben. — *Földtani Közlöny* **96**, 13–26.
- KUN B. (szerk.) 1989: *25 éves az Országos Érc- és Ásványbányák*. — OÉÁ, Budapest.
- LACKNER A. 1904: A kazanesdi kén-kovandbánya Hunyad vármegyében. — *Földtani Közlöny* **34**, 399–415.
- LACKNER A. 1906: Újabb adatok a kazanesdi kénkovandbánya környékének geológiai viszonyaihoz. — *Földtani Közlöny* **36**, 283–289.
- LENGYEL E. 1948: Telkibánya környékének ércgenetikai viszonyai. — *Jelentés a Jövedéki Mélykutatás 1947/48. évi munkálatairól*, 308–319.
- LENGYEL E. 1957: A börzsönyi vasas képződmények. — *Földtani Közlöny* **87**, 165–172.
- LIFFA A. 1953: Gönc, Fony, Telkibánya és Alsókéked közötti terület földtani újratérképezése. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1950. évről*, 101–102.
- LÓW M. 1908: A rézbányai cerussitek kristálytani viszonyai. — *Földtani Közlöny* **38**, 165–179.
- LÓW M. 1925: Ércelőfordulások a Mátrában. — *Földtani Közlöny* **55**, 127–143.
- MADERSPACH L. 1876: A telekes-rudabányai vasérc vonulat. — *Oesterreichische Zeitschrift für Berg und Hüttenwesen*, 72 p.
- MADERSPACH L. 1877: A Pelsőcz-Ardói cink- és gálma fekhelyek. — *Földtani Közlöny* **7**, 121–124.
- MAJOROS G. 1997: A Mecseki lelőhelyen kívüli uránkutatás Magyarországon. — *Földtani Kutatás* **34**, 15–18.
- MARTINY I. 1888: Az Ó-Antaltárna által feltárt ércztelek Vihnye és Hodrus között. — *Földtani Közlöny* **18**, 467–479.
- MEINHARDT V. 1921: Manganerzlager bei Úrkút in Ungarn. — *Stahl und Eisen* **41/2**, 1117–1118.
- MÉSZÁROS J. 1983: A szerkezetföldtani vizsgálatok szerepe a bakonyi távlati mangánérckutatásban. — *Földtani Közlöny* **113**, 261–264.
- MIKÓ L. 1964: A Velencei-hegységi kutatás újabb földtani eredményei. — *Földtani Közlöny* **94**, 66–74.
- MOLNÁR F. 1994: A Tokaji-hegység Sátoraljaújhely–Rudabányácska és Vágáshuta közötti területének nemesfém-dúsulásait létrehozó hidrotermás folyamatok rekonstrukciója. — *Földtani Közlöny* **124**, 25–42.
- MOLNÁR F. 1997: Újabb adatok a Velencei-hegység molibdenitjének genetikájához: ásványtani és folyadékzárvány vizsgálatok a Retezi-lejtakna ércesedésén. — *Földtani Közlöny* **127**, 1–17.
- MOLNÁR F. & GATTER I. 1994: Magyarországi üledékes és hidrotermás baritkristályok összehasonlító ásványtani-genetikai vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **124**, 43–57.
- MOLNÁR, F., ZELENKA, T., MÁTYÁS, E., PÉCSKAY, Z., BAJNÓCZI, B., KISS, J. & HORVÁTH, I. 1999: Epithermal mineralization of the Tokaj Mts., Northeast Hungary: Shallow levels of low-sulfidation type systems. — In: MOLNÁR, F., LEXA J. & HEDENQUIST J. W. (eds): Epithermal mineralization of the Western Carpathians. *Society of Economic Geologists Guidebook Series* **31**, 109–153.
- MOLNÁR, F., JUNG, P., KUPI, L., POGÁNY, A., VÁGÓ, E., VIKTORIK, O. & PÉCSKAY, Z. 2008: Epithermal zones of the porphyry-skarn-epithermal ore complex at recsk. — In: FÖLDESSY J. (ed.): Recsk and Lahóca — Geology of the Paleogene Ore Complex. — *Publications of the University of Miskolc, Series A., Mining* **73**, 101–130.
- MOLNÁR J. (szerk.) 2014: *A Pátka–Szűzvár egykori fluorit- és ércelőfordulásunk újraértékelése*. — Milagrossa, Miskolc.
- MOLNÁR J. & MORVAI G. 1961: Eger környéki és néhány külföldi oligocén mangánérctelep összehasonlítása. — *Földtani Közlöny* **91**, 126–135.
- MORVAI L. & VIOLA B. 1975: A recski mélyfúrás geofizikai kutatások eredményei. — *Földtani Közlöny* **105**, 733–739.
- NAGY B. 1969: Az ólom, cink, molibdén, bárium és fluor területi elterjedésének vizsgálata a Velencei-hegység gránit ásványaiban. — *Földtani Közlöny* **99**, 313–319.
- NAGY B. 1970: A magyarországi hidrotermális szfaleritek indiumtartalmának geokémiai vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **100**, 285–292.
- NAGY B. 1971: A Mátra-hegységi földtani képződmények áttekintő geokémiai vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **101**, 62–68.
- NAGY B. 2002: Adatok a Börzsönyi hegységi nemesfém-ércesedések és indikációk ásványtani és geokémiai ismereteihez. — *Földtani Közlöny* **132**, 401–421.
- NÉMETH, N. & HARTAI, É. (eds) 2009: Telkibánya geology. — *Publications of the University of Miskolc Series A, Mining* **78**, 193 p.
- NÉMETH N., BARACZA M. K., KRISTÁLY F., MÓRICZ F., PETHŐ G. & ZAJZON N. 2016: Ritkaföldfém- és ritkaelem-dúsulás a Bükk hegység délkeleti részének vulkáni eredetű kőzettestekben. — *Földtani Közlöny* **146**, 11–25.
- NOSZKY J. & SIKABONYI L. 1953: Karbonátos mangánüledékek a Bakony hegységben. — *Földtani Közlöny* **83**, 344–359.
- ÓDOR L. & SZEREDAI L. 1964: A velencei-hegységbeli lászótanyai fluorit ásványtani vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **94**, 75–81.
- PÁLFY M. 1905: Adatok a verespataki kirmik kőzetének pontosabb ismeretéhez. — *Földtani Közlöny* **35**, 314–308.
- PÁLFY M. 1910: A szarvaskői wehrlittömzs. — *Földtani Közlöny* **40**, 480–486.

- PÁLFY M. 1916: Az erupciós kőzetek zöldkövesedése. — *Földtani Közlöny* **46**, 73–85.
- PANTÓ D. 1935: A dunai aranyosás kérdése. — *Földtani Közlöny* **65**, 182–274.
- PANTÓ E. (szerk). 1957: *Rudabánya ércbányászata*. — Budapest, OMBKE, 423 p.
- PANTÓ G. 1948: A mádi vasércelőfordulás bányageológiai viszonyai. — *Jelentés a Jövedéki Mélykutató 1947/48. évi munkálatairól*, 254–257.
- PANTÓ G. 1949: A nagybörzsönyi ércelőfordulás. — *Földtani Közlöny* **79**, 421–433.
- PANTÓ G. 1951: Az eruptívumok földtani helyzete Diósgyőr és Bükszentkereszt között. — *Földtani Közlöny* **81**, 137–145.
- PANTÓ G. 1952: Bányaföldtani felvétel Recsk és Parád környékén. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1949. évről*, 67–75.
- PANTÓ G. 1953: Bányaföldtani felvétel Gyöngyösoroszin. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1950. évről*, 155–163.
- PAPP, F. 1932: Über die Andesit- und Dacit-Kontakte im Börzsöny-Gebirge (Ungarn). — *Földtani Közlöny* **62**, 124–129.
- PAPP, F. 1933: Über den petrographischen und geologischen Bau der Umgebung von Márianosztra [IV. Taf.] = Márianosztra és Nagyirtápuszta környékének kőzet- és földtani felépítéséről [IV. tábl.]. — *Földtani Közlöny* **63**, 62–95.
- PAPP K. 1908: Almásszelistye ércteremő vidéke Hunyad vármegyében. — *Földtani Közlöny* **38**, 294–306.
- PAPP K. 1911: A Hunyad vármegyei Godinesd környékének mangántelepei. — *Földtani Közlöny* **41**, 551–564.
- PAPP F. & POJÁK T. 1948: Jelentés a Keszthely-környéki szulfidos ércek összetételéről, különös tekintettel a piritek és markazitok mennyiségére. — *Jelentés a Jövedéki Mélykutató 1947/48. évi munkálatairól*, 104–105.
- POLGÁRI, M., SZABÓ-DRUBINA, M., & HEIN, J. R. 2003a: Phosphogenesis in Jurassic black shale-hosted Mn-carbonate deposits, Úrkút and Eplény, Hungary: Investigations on archive sample drillcore Úrkút-136. — *Földtani Közlöny* **133**, 37–48.
- POLGÁRI, M., SZABÓ-DRUBINA, M., HEIN, J. R. & SZABÓ, Z., 2003b: Analysis of an archive sample from the carbonatic manganese ore sequence, Eplény, Hungary. — *Földtani Közlöny* **133**, 21–35.
- POROS Zs., MOLNÁR F., KOROKNAI B., LESPINASSE, M., MAROS Gy. & BENKÓ Zs. 2008: Fluidzárványsíkok és repedésrendszerek vizsgálatának alkalmazása granitoid kőzetek repedezettségének fejlődéstörténeti rekonstrukciójában III: A Bábaapáti (Úveghuta) radioaktív hulladékártó telephely kutatófúrásaiban végzett vizsgálatok eredményei. — *Földtani Közlöny* **138**, 363–384.
- PRATZER F. 1871: A Selmeczvidéki érczelérek viszonyai. — *Földtani Közlöny* **1**, 183–191.
- ROZLOZSNIK P. 1919: A „Macskamező”-típusú vas-mangánérccek elterjedése Erdélyben. — *Földtani Közlöny* **49**, 21–43.
- SÁMSONI Z. 1966: Néhány magyarországi galenit és szfalerit nyomelem vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **66**, 387–402.
- SCHAEFFER V. 1963: Adatok a Vardaridák és a Bánáti-árok felszínalatti vonulatainak követéséhez a Kárpát-medencékben. — *Földtani Közlöny* **93**, 286–303.
- SCHRÉTER Z. 1948a: A Fizérradvány és Gönc közötti terület földtani viszonyai. — *Jelentés a Jövedéki Mélykutató 1947/48. évi munkálatairól*, 258–278.
- SCHRÉTER Z. 1948b: Adatok a telkibánya vidéki ércek terület földtani viszonyaihoz. — *Jelentés a Jövedéki Mélykutató 1947/48. évi munkálatairól*, 320–334.
- SELMECZINÉ ANTAL P. & VINCZE J. 1986: A szénült és ásványosodott növényi maradványok szerepe a mecseki uránércesedésben. — *Földtani Közlöny* **116**, 111–136.
- SIDÓ M. & SIKABONYI L. 1953: Az úrkúti és eplényi mangánérc-terület mikropaleontológiai kiértékelése. — *Földtani Közlöny* **83**, 401–418.
- SIKLÓSSY S. 1977: Gyöngyösoroszi és környékének szerkezeti értékelése. — *Földtani Közlöny* **107**, 348–357.
- SINGH A. K. 1974: A rózsabányai (Nagybörzsöny) szulfidos ércásványok elektron-mikroszondás vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **104**, 318–324.
- SINGH A. K. 1975: A talajgeokémiai vizsgálatok, mint alkalmazható geokémiai kutató-módszer a rózsabányai területen. — *Földtani Közlöny* **105**, 193–207.
- STÜRZENBAUM J. 1879: Az ardói cinkércz-fekhely geológiai viszonyairól. — *Földtani Közlöny* **9**, 213–216.
- SZABÓ J. 1875a: A trachyt-képlet Szászka környékén. — *Földtani Közlöny* **5**, 72–83.
- SZABÓ J. 1875b: Enargit újabb előjövedele Parádon. — *Földtani Közlöny* **5**, 158–160.
- SZABÓ J. 1876: Adatok magyarhoni ásványok újabb előjövetéhez Nagybányán és Rézbányán. — *Földtani Közlöny* **6**, 247–254.
- SZABÓ J. 1877: A Wehrilit Szavaskőről. — *Földtani Közlöny* **7**, 169–181.
- SZABÓ J. 1878: Petrographiai s geológiai tanulmányok Selmecz környékéről. — *Földtani Közlöny* **8**, 103–134.
- SZABÓ J. 1891: Mozgások a Selmeczi telérek geológiai tekintetben. — *Földtani Közlöny* **21**, 161–164.
- SZABÓ Z. 1979: A mangánérc távlati terv végrehajtása, a mélyfúrásos és a bányabeli kutatás adatainak egybevetése. — *Földtani Közlöny* **109**, 459–468.
- SZABÓ Z. 2006: *Bakonyi mangánérc bányászata, Farkas József bányamérnök emlékére*. — Mangán Bányászati és Feldolgozó Kft. Úrkút, 655 p.
- SZABÓ B., MOLNÁR F., BENKÓ Zs. & LESPINASSE, M 2008: Fluidzárványsíkok és repedésrendszerek vizsgálatának alkalmazása granitoid kőzetek repedezettségének fejlődéstörténeti rekonstrukciójában II.: A Mórággyi Gránit repedésrendszerei. — *Földtani Közlöny* **138**, 247–256.
- SZABÓ I. & VINCZE J. 2002: Bükk hegységi törmelékes perm képződmények földtani, kőzettani vázlata és ércindikációi. — *Földtani Közlöny* **132**, 181–221.
- SZABÓ I. & VINCZE J. 2013: A bükszentkereszti riolit (kvarcporfír)-tufa Mn-ércesedéssel társult U-Be tartalmú foszfátásványosodása. — *Földtani Közlöny* **143**, 3–28.
- SZABÓNÉ DRUBINA M. 1959a: Az eplényi mangánércelőfordulás kőzettani viszonyai. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1955–56. évről*, 331–342.
- SZABÓNÉ DRUBINA, M. 1959b: Manganese deposits of Hungary. — *Economic Geology* **54**, 1078–1094., <http://dx.doi.org/10.2113/gsecongeo.54.6.1078>
- SZÁDECZKY G. 1897: Sátoralja-ujhelytől északnyugatra, Ruda-bányáscka és Kovácsvágás közé eső terület geológiai és kőzettani tekintetben. — *Földtani Közlöny* **28**, 273–326.

- SZALAY I. 1975: A recski kutatási terület szerkezetkutató geofizikai mérései és azok eredményei. — *Földtani Közlöny* **105**, 724–732.
- SZÉKYNÉ FUX V. 1964: Propilitisedés és kálimetaszomatózis tokaji-hegységi vizsgálatok tükrében. — *Földtani Közlöny* **94**, 409–421.
- SZÉKYNÉ FUX V. 1966: Ércesedést kísérő agyagásványosodás mélységi övei a Tokaji-hegységben. — *Földtani Közlöny* **96**, 3–12.
- SZENTES F. 1948: A kénkvand előfordulások földtani viszonyai a Keszthelyi-hegység környékén. — *Jelentés a Jövedéki Mélykutatás 1947/48. évi munkálatairól*, 51–103.
- SZENTPÉTERI K. & MOLNÁR F. 2000: Adulár-szericit típusú hidrotermás indikáció ásványtani és genetikai vizsgálata a sárszentmiklósi Szarvas-hegyen. — *Földtani Közlöny* **130**, 1–23.
- SZENTPÉTERY I. 1997: A Rudabánya–690. sz. földtani alapfúrás. — *Földtani Közlöny* **127**, 179–198.
- SZOKOL P. 1896: Veresvíz aranyerei. — *Földtani Közlöny* **26**, 243–246.
- SZOLNOKI J. & BOGNÁR L. 1965: Baktériumok szerepe a szulfidérccek oxidációjában. — *Földtani Közlöny* **95**, 86–94.
- SZTRÓKAY K. 1941: A mecsek-hegységi magnetit. — *Földtani Közlöny* **71**, 37–50.
- TAKÁCS Á. & MOLNÁR F. 2011: Az infravörös mikroszkópia alapjai és alkalmazása opak ásványok fluidumzárvány vizsgálatában. — *Földtani Közlöny* **141**, 401–414.
- TAKÁCS, Á., MOLNÁR, F., TURI, J., MOGESSIE, A. & MENZIES, J. C. 2017: Ore Mineralogy and Fluid Inclusion Constraints on the Temporal and Spatial Evolution of a High-Sulfidation Epithermal Cu-Au-Ag Deposit in the Recsk Ore Complex, Hungary. — *Economic Geology* **112**, 1441–1460., <https://doi.org/10.5382/econgeo.2017.4516>
- TÉGLÁS G. 1893: A Fejér-Körösvidék jelentősége a rómaiak bánya-administrációjában. — *Földtani Közlöny* **23**, 272–276.
- VADÁSZ E. 1953: A bakonyi mangánércképződés földtani dialektikája. — *Földtani Közlöny* **83**, 70–74.
- VARGA G., CSILLAGNÉ TEPLÁNSZKY E., VARGÁNÉ MÁTHÉ K., FÉLEGYHÁZI Z. 1975: A Mátra hegység földtana. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **57**, 320 p.
- VARGÁNÉ MÁTHÉ K. 1961: Kálimetaszomatózis és kálifeldúsulás a Sátoraljaújhely és Vágáshuta közti területen. — *Földtani Közlöny* **91**, 391–396.
- VÁRSZEGI K. 1965: Karbonátos réz-ásvány-előfordulás a mecseki éger-völgy alsótriász rétegeiben. — *Földtani Közlöny* **95**, 437–438.
- VINCZE J. 1987: A mecseki perm uránércesedésének vizsgálata modellkísérletekkel. — *Földtani Közlöny* **117**, 347–373.
- VINCZE J. & FAZEKAS V. 1979: A mecseki uránérc ásványtani és paragenetikai kérdései. — *Földtani Közlöny* **109**, 161–198.
- VINCZE J. & FAZEKAS V. 1991: Hidrotermális ércindikációk a Villányi-hegység északi előtere mélyfúrásaiban. — *Földtani Közlöny* **121**, 23–56.
- VINCZE J., FAZEKAS V. & KÓSA L. 1996: A fertőrákosi kristályospala összlet urán-tórium-ritkaföldfém és szulfidos ásványosodásai. — *Földtani Közlöny* **126**, 359–415.
- VINCZE J., OPAUSZKY I. & HORVÁTH I. 1970: 32S/34S-izotópok eloszlása és szerepe a mecseki uránércesedésben. — *Földtani Közlöny* **100**, 55–65.
- VINCZE J. & SOMOGYI J. 1984a: A mecseki felsőpermi homokkő uránércesedési formaelemei és fácieskapcsolataik (I. rész). — *Földtani Közlöny* **114**, 189–213.
- VINCZE J. & SOMOGYI J. 1984b: A mecseki felsőpermi homokkő uránércesedési formaelemei és fácieskapcsolataik (II. rész). — *Földtani Közlöny* **114**, 309–319.
- VINCZE J., G. SÓLYMOS K., DITRŐI-PUSKÁS Z. & KÓSA L. 2011: Mikroteleres, -eres uránérc a nyugat-mecseki gránitban. — *Földtani Közlöny* **141**, 325–339.
- VIRÁGH K. 1979: A mecseki érclélőhely földtani, teleptani adottságai és kutatásméleti vonatkozásai. — *Földtani Közlöny* **109**, 366–373.
- VIRÁGH K. & SZOLNOKI J. 1970: Baktériumok szerepe a mecseki uránérc keletkezésében és későbbi áthalmazásában. — *Földtani Közlöny* **100**, 43–54.
- VIRÁGH K. & VINCZE J. 1967: A mecseki uránérclélőhely képződésének sajátosságai. — *Földtani Közlöny* **97**, 39–59.
- VITÁLIS S. 1926: Mátrabánya arany-, ezüst- és rézércbányászata. — *Földtani Közlöny* **56**, 30–40.
- WÉBER B. 1962: Thorium és ritkaföld indikációk a Budai-hegységben. — *Földtani Közlöny* **92**, 455–457.
- WÉBER B. 1975: Az urán és tórium eloszlása az Északi-középhegység földtani képződményeiben légi-gamma-spektrometriai mérések alapján. — *Földtani Közlöny* **105**, 309–319.
- WÉBER B. 1997: A Mecsek hegységi uránérclélőhely kutatástörténete. — *Földtani Kutatás* **34**, 11–15.
- WÉBER B. & GÉRESI G. 1970: A kálium eloszlása a Mátra-hegységben légi-gamma-spektrometriai felvétel alapján. — *Földtani Közlöny* **100**, 77–87.
- WÉBER B. & GÉRESI G. 1972a: A kálium eloszlása a Tokaji-hegységben légi-gamma-spektrometriai felvétel alapján. — *Földtani Közlöny* **102**, 151–162.
- WÉBER B., NAGY L. & GÉRESI G. 1972b: A kálium eloszlása a Börzsöny-hegységben légi-gamma-spektrometriai felvétel alapján. — *Földtani Közlöny* **102**, 136–150.
- WINKLER B. 1871: A verespataki aranybányászat viszonyai. — *Földtani Közlöny* **1**, 64–70.
- ZELENKÁ T. 1975: A recski mélyszinti színesfém érclőfordulás szerkezeti-magmaföldtani helyzete. — *Földtani Közlöny* **105**, 582–597.
- ZELENKÁ T. 1977: A Recsk és Parádsasvár környéki kutatások szerkezetföldtani eredményei. — *Földtani Közlöny* **107**, 358–367.
- ZELENKÁ T. & MARKÓ B. 1979: A recski mélyszinti kutatóakna, a vágathajtás és a megelőző mélyfúrásos kutatás összehasonlító tapasztalatai. — *Földtani Közlöny* **109**, 469–477.

Kézirat beérkezett: 2020. 03. 12.

Visszapillantás a transzmissziós elektronmikroszkópia (TEM) módszerek ásványtani és földtani alkalmazásának hazai történetére (1970–2020)

DÓDONY István

Pannon Egyetem, NANOLAB, Veszprém, Egyetem u. 10.

Recollections on the applications of transmission electron microscopy (TEM) methods in Hungarian mineralogy and geology (1970–2020)

Abstract

TEM methods have played an important role in mineralogical research and earth sciences over more than seven decades, and the impact of TEM continues to increase exponentially. There is no single technique which has contributed more to our knowledge on the texture, real structure, and the chemistry of matter at the highest spatial, and temporal resolution than TEM. Hungarian mineralogists started to use TEM in the 1970s and at that time introduced the topic into the curriculum at Eötvös University, Budapest. This short paper does not intend to look at the nature of TEM itself but is rather an inventory of the results obtained using TEM methods in Hungarian mineralogical and geological research in the period between 1970 and 2020.

Keywords: mineralogy, transmission electron microscopy, history of science, 1970–2020, Hungary

Összefoglalás

Az anyagvizsgálati eszközök és módszerek alkalmazása terén a TEM uralkodóvá vált a természettudományok orvosi biológiától meteoritikáig terjedő skáláján. Nincs egyetlen olyan módszer sem, amely nagyobb mértékben növelte volna ismereteink minőségét és mennyiségét az anyagok szerkezetéről, összetételéről, egymással való kapcsolatairól, elektromos és mágneses tulajdonságairól, mindezek változásáról a legnagyobb tér- és időbeli fölbontás mellett, mint a TEM. Az itt dokumentált történet az ásványtani TEM-vizsgálatok hazai eseményeinek összefoglalása.

Kulcsszavak: ásványtan, transzmissziós elektronmikroszkópia, tudománytörténet, 1970–2020, Magyarország

Bevezetés

Jelen jubileumi kötet témáinak tervezésekor az általánosabb „elektronoptikai módszerek” munkacím szerepelt, de a téma illetékesség okán a TEM-es módszerek ásványtani és földtani alkalmazása fejlődésének bemutatására szűkülte. Ez a bemutatás nem sztorizó, inkább leltár jellegű, ami nem ígér könnyed olvashatóságot. Publikációink dokumentálják a TEM hazai alkalmazásának történetét az ásványtanban és a földtanban. A TEM-mel rokon pásztázó elektronmikroszkópia (SEM) és a hullámhosszdiszperzív elemanalízis (WDS) hazai fejlődését tárgyalni a korábbi MTA Geo-kémiai Kutatólaboratórium (GKL) kutatói hivatottak. Jelen írásban röviden, de hivatkozhatóan próbálom dokumentálni a címben jelzett munkákat.

Kezdetek

A TEM-nek születésétől (KNOLL & RUSKA 1932, RUSKA et al. 1939) kezdve tárgya az élő és a szerves anyag, köztük az ásványi is. A „mikroszondák” elterjedése és hazai megjelenése könnyítette a TEM alkalmazásának terjedését az ásványtani, földtani kutatásokban. Az egyetemek szilárdtest-fizikai, biológiai és orvosi biológiai tanszékeken, az MTA kutatóintézeteiben (pl. MTA Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet, MTA Műszaki Fizikai Kutatóintézet), valamint az ágazati kutatóintézetekben (1975-ig Fémipari Kutató Intézet, azután ALUTERV-FKI) a transzmissziós elektronmikroszkópok az 1960-as évekre már rutin vizsgálati eszközzé váltak. Csak a VIII. kerületben (az Üllői út mindkét oldalát ide véve) 12 TEM-berendezés működött a 70-es

évek közepén. Ebből látható, hogy más tudományágak (anyagtudomány, biológia stb.) milyen intenzíven és eredményesen használták a módszert saját területükön. Ilyen tudományos, infrastrukturális közegben kezdődhetek meg a TEM-vizsgálatok az ásványtanban, földtanban.

A földtani kutatásokban 1970-től — FÜLÖP József döntése eredményeként — az ELTE TTK-n indulhatott a transzmissziós elektronmikroszkópia alkalmazása a kutatásban. A beszerzett JEOL-100U TEM sokáig ládában állt a Múzeum körüli A épület előtt, az 1971-es installációját követően 1973-ban kapta meg működési engedélyét. A labor szervezetiileg az ELTE Általános Földtani Tanszékén működő MTA-kutatócsoporthoz tartozott, de az ELTE Ásványtani Tanszék területén volt. Az új TEM-labor vezetője, IBRÁNYINÉ ÁRKOSI Klára és technikus, RUDNYÁNSZKY Lívia az ELTE TTK-n működő, ERDEY-GRÚZ Tibor vezette MTA-kutatócsoportból érkezett. Hozzájuk csatlakozott az 1968-ban diplomázott DÁVID Klára geológus, később MORLIN Jánosné technikus. IBRÁNYINÉ ÁRKOSI Klára kandidátusi értekezésében „Hazai agyagásványok elektronmikroszkópos és elektrondiffrakciós vizsgálata (1968)” címmel foglalta össze hazai és orléans-i tanulmányútján elért eredményeit. Az 1970-es évek elején IBRÁNYINÉ ÁRKOSI Klára megcélozta az elektrondiffrakció alkalmazását, de említhető eredmények nem születtek. Az agyagásványvizsgálatok 70-es évekbeni helyzetéről VOGL (1981) adott részletekbe menő áttekintést egy 1981-ben megjelent összegző írásában, éppen a Földtani Közöny hasábjain. IBRÁNYINÉ ÁRKOSI Klára 1972-től bekapcsolódott az egyetemi oktatásba, 1973 őszi szemeszterében NAGYMAROSY Andrásal közösen vettük föl az „Elektronmikroszkópos vizsgálatok az ásványtani kutatásban” című speciális kollégiumot.

1973-tól az Ásványtani Tanszéken fokozatosan növekedtek az igények a TEM használatára. 1974-ben már a KISS János tanszékvezető mellett diplomamunkáján dolgozó HARTAI Éva, az akkor fiatal tudományos segédmunkatárs (jelen szerző), valamint emlékem szerint még a Kőzetan-Geokémiai Tanszéken 1973-ban diplomázó PUSKÁS Zuárd heti rendszerességgel adtak munkát a labornak és tevékenykedtek ott. KISS János HARTAI Évát kérte/szánta IBRÁNYINÉ ÁRKOSI Klára utódjának, amit Éva személyes okokból nem vállalt. Ekkor, ellenkezésem dacára, én kerültem „célkeresztbe”. A — vélhetően — mérészolgáltatói feladatkör nem tűnt számomra kívánatos perspektívának. A parádsasvári paligorszkiton végzett elektrondiffrakciós munka (DÓDONY 1976, DÓDONY & KISS 1976) gyöngítette pozícióm. Győzött a tanszékvezető, „duzogva” vállaltam a TEM művelését. Mára már szép emlékké nemesült ez a turbulens periódus. 1978-ra az ELTE Ásványtani Tanszékére került a TEM-labor. Állandó személyzetként RUDNYÁNSZKY Lívia, MORLIN Jánosné és magam voltunk, de a jelenlévő TDK-zó, diplomamunkán, disszertáción dolgozó hallgatók egyenrangú társak voltak a közösen megfogalmazott célok elérésében. KISS János tanszékvezetése alatt a TEM-labort érintő törekvések (például szakkönyvbeszerzés, eszközfejlesztés stb.) — ha csatá-

rozások eredményeként is — mindig támogatást kaptak, a KISS Jánosét követő időszakról ezt nem mondhatom. Az elmúlt évtizedek tapasztalata alapján a tanszéki kollégák közül a LOVAS Györggyel való együttműködést hangsúlyozom.

A labor működtetése során három célt fogalmaztunk meg:

1. Megismerni a szakterület aktuális eredményeit, képessé válni azokat reprodukálni és alkalmazni még földtáratlan területeken.
2. Az ásványtan oktatásába bevonni a TEM nyújtotta kristálytani, kristálykémiai ismereteket.
3. Az ásványtanon kívüli területeken is alkalmazni a megszerzett ismereteket és gyakorlatot.

Sikerek

1976 tájékán a vezető, anyagtudománnyal kapcsolatos folyóiratok és tudományos könyvek „sztártémája” a nagy felbontású transzmissziós elektronmikroszkópia (HRTEM) és annak technikája volt. Ennek megfelelően sorban adták közre a téma új eredményeit (IJIMA 1975, WENK 1976, COWLEY & IJIMA 1976). A vezető laboratóriumokban megvalósult a kristályszerkezetek vizuális megfigyelhetősége atomi felbontással, valamint a kísérleti megfigyelések kristályszerkezeti értelmezésének számításokkal történő hitelesítése (SKARNULIS et al. 1976). Mindez akkor még idegennek tűnt köreinkben.

Hogy tudatlanságunkból kilépünk, a transzmissziós elektronmikroszkópia és a HRTEM témájában speciális előadásokat szerveztünk tanszéki érdeklődőknek, ezeket az ALUTERV-FKI antwerpeni tanulmányútjáról visszatért CSORDÁS Anna (ma PINTÉRNÉ CSORDÁS Anna) tartotta, időnként munkahelyi főnöke, GADÓ Pál részvételével. 1977-ben az MTA Műszerügyi Szolgálat akciójában került egy JEOL-100CX TEM-berendezés az akkori ORFI kórház NEUMARK Tamás vezette Szövetani Osztályára. Ennek a mikroszkópnak a felbontóképessége a gyakorlatban kicsit jobb volt, mint 4 Å. A Műszerügyi Szolgálat (WEISZBURG János) támogatásával heti rendszerességű hozzáférést kaptam a műszerhez, „cserében” biopsziákat, porc- és csontmintákat is vizsgáltam. Ez a kapcsolat a rendszerváltásig működött, itt szerezhettem meg a mikroszkópia rutinját, köszönet érte. A HRTEM minőségében — kimerítve a JEOL-100CX TEM-berendezés kapacitását — közelítettük a kor 3–4 Å körüli felbontási érték korlátját. Eredményeink visszaigazolását és kontrollját keresve hazai és nemzetközi konferenciákon szerepeltünk (DÓDONY 1979a, b, c; DÓDONY & WEISZBURG 1979), hazai szakmai visszajelzést alig kaptunk — úttörők lévén a szakterületen —, külföldi kollégák azonban nagyon pozitívan vélekedtek eredményeinkről.

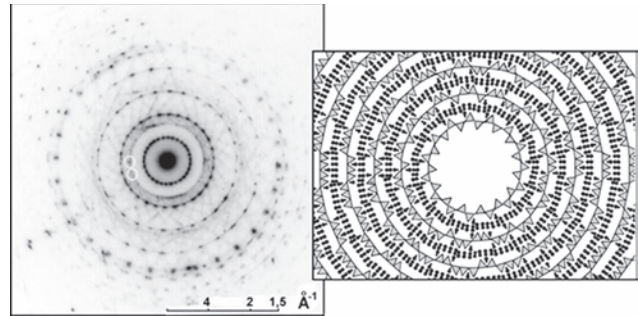
Az anyag-elektron kölcsönhatás részleteit 1957-től kezdődően COWLEY & MOODIE (1957) két évtized alatt tárta föl és írta le. Ez nyitott kaput arra, hogy a HRTEM-képeket kvantitatívan értékelhessük. SKARNULIS et al. (1976) számítógépes programcsomagot adtak mindarra, ami össze-

vethetővé teszi a kísérleti HRTEM-képeket egy kristályszerkezeti modellel és a kísérleti elektronoptikai adatokra szimulált képpel. A HRTEM-képek értelmezésének hitelesítésére a mai napig a HRTEM-képek ilyen szimuláció szolgálnak. A kísérleti paraméterek ismeretében számítható egy HRTEM-kép az értelmezett kristályszerkezeti modellel, és ha a kísérleti és a szimulált kép az elfogadhatósági határig egyező, akkor az értelmezés (a szerkezet) helytálló.

A számítógépes háttér fejlesztésével szinkronban értük el SKARNULIS programcsomagját, és LOVAS Györggyel együttműködve kialakult a programcsomag használatának rutinja. 1980-ra nemzetközi szinten elismert szakértők (J. VAN LANDUYT, Antwerpen és J. S. ANDERSON, Oxford), valamint a hazai szakma illetékes képviselői (Magyar Diffrakciós Társaság) előtt sikerrel szerepeltünk HRTEM-képeink értelmezésének szimulációk útján végzett hitelesítésével (BOGNÁR et al. 1980, DÓDONY & LOVAS 1980). A 8th European Congress on Electron Microscopy rendezvényei 1984-ben hazánkban zajlottak, ahol — nem csak a magunk mércéjével — sikerrel szerepeltünk (DÓDONY & MALEEV 1984, DÓDONY & SOÓS 1984, DÓDONY et al. 1984). A nyolcvanas években szaporodtak és minőségileg javultak az elektrondiffrakciós és nagy felbontású technikákat használó megfigyeléseink (DÓDONY 1980, 1982, 1985a, b, 1986, 1987; DÓDONY & LOVAS, 1982a, b, 1983; MINDSZENTY et al. 1986), miközben a törekvéseink súlypontja az oktatás felé tolódott. 1987-ben jelent meg STADELMANN (1987) EMS-programcsomagja, amely elektrondiffrakciós felvételek és HRTEM-képek szimulációját szolgálta. Ez a programcsomag, a folyamatos fejlesztésének köszönhetően, a TEM-es mérések szimulációjának és értékelésének maig egyik legjobb eszköze.

A perovszkit alapszerkezetű kerámiák szupravezetését felismerő publikációt (BEDNORZ & MÜLLER 1986) követően, aki adott magára, ilyen anyagok vizsgálatával foglalkozott. Engem KIRSCHNER István először 1989-ben hívott egy közös, finnországi (Oului Egyetem) Eureka-projektben végzendő munkára, a szupravezető kerámia-rétegek szintetizálására és transzmissziós elektronmikroszkópos vizsgálatára (KIRSCHNER et al. 1990, 1991, 1993a, b; HAGBERG et al. 1990; KÁRMÁN et al. 1990; UUSIMAKI et al. 1990; DÓDONY et al. 1991; LEPPAVUORI et al. 1992). Ez a cikkdömping számomra újdonság volt, amit a mai napig sem kedvelek.

Az 1990-es években eredményeink értéke nőtt, több tekintélyes folyóirat közölte az ez idő tájt született munkáinkat, ezeket a mai napig hivatkozzák és idézik. A minta-előkészítést forradalmian megújította a MFKI („MÜFI”)-ből beszerzett („BARNA Árpád-féle”) ionbombázásos vékonyító, melynek segítségével vékony ($>100 \text{ \AA}$), elektrontranszparens keresztmetszeti mintákat készíthetünk törékeny, hasadó anyagokból (pl. csillám, azbeszt) is. 1993-ban a közép-európai országok mikroszkópos társaságainak konferenciája Pármában volt, ahol a szerpentinitek mikroszerkezetéről tartottam előadást (DÓDONY 1993) (a lizardit szerkezetét meghatározó Marcello MELLINivel is diskurálhattam). Az itt megmutatott anyag több, szerpentinásvánnyal foglalkozó



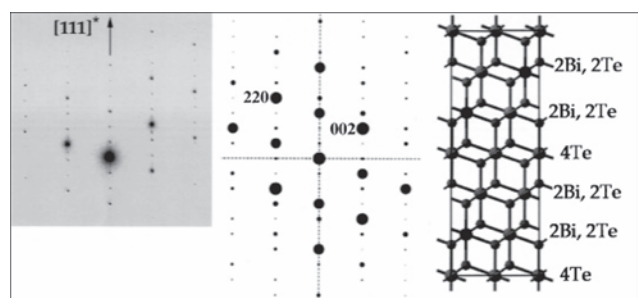
1. ábra. A 30-szektoros polygonális szerpentin határolt területű elektrondiffrakciós felvétele és kristályszerkezetének modellje, a szürke háromszögek a szilikáttetraédereket, a fekete pöttyök a Mg-központú oktaédereket mutatják (DÓDONY 1993)

Figure 1. Selected area electron diffraction pattern (on the left) and the corresponding structural model (on the right) of a 30-sectored polygonal serpentine (DÓDONY 1993). The gray triangles and black dots indicate the silicate tetrahedra and Mg-centered octahedral sheets, respectively

munkánk startköve volt. Az 1. ábra a polygonális szerpentin tengely irányú elektrondiffrakciós felvételének képét és kristályszerkezeti modelljét mutatja.

Egy lemezes szerkezetű, így kitűnően hasadó új ásványfaj, a buckhornit szerkezetét az ionbombázásos vékonyítónak köszönhetően sikerült elektrondiffrakciós felvételek alapján jellemeznünk (JOHAN et al. 1994). A most fontosnak mondottak mellett több rutinmunka is eredménnyel zárult (SZAKÁLL et al. 1994a, b, 1995, 1997; LOVAS & DÓDONY 1997; LÁBÁR et al. 1998; PAPP et al. 1999).

Az optikailag anizotrop grosszulár-andradit elegysor recski példányain azonosítottuk az anizotrópia kristályszerkezeti eredetét (DÓDONY et al. 1994a, b). A Szervetlen Kémiai Tanszék munkatársával és doktoranduszával vizsgáltuk az optoelektronikában jelentős bizmut-tellurát szerkezeit (SZALLER et al. 1996; LOVAS et al. 1998; lásd. 2. ábra). A pirít-markazit szerkezeti kapcsolatát tisztázó munka (DÓDONY et al. 1996) a mai napig élő kutatási témákban idézett eredménynek bizonyult. A lizardit-politípek listázása és diffrakciós sajátosságai jellemzése fontossá vált a 2000-es évek munkáiban (DÓDONY 1997a).

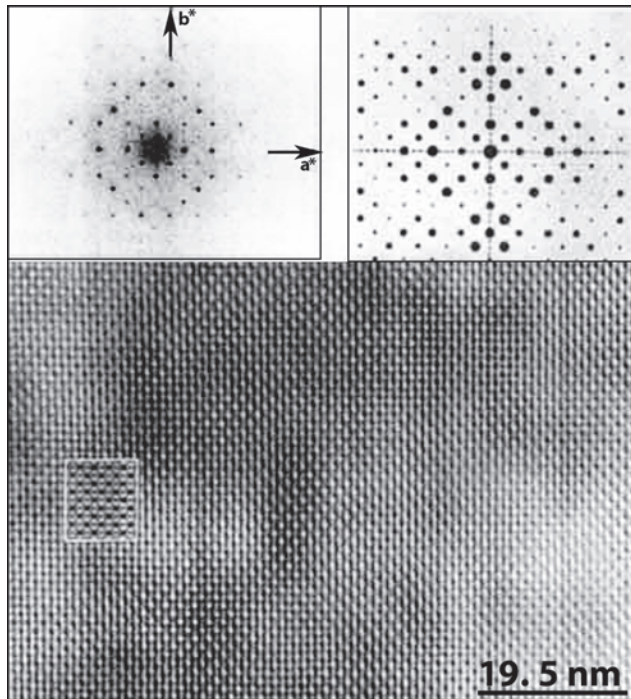


2. ábra. A fluoritrokon szerkezetű $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{O}_{11}$ [1-10] vetületű kísérleti (balra) és számított elektrondiffrakciós felvétele (középen), és a szerkezeti modell egy elemi cellája (jobbra)

Figure 2. Experimental (left) and simulated (middle) electron diffraction patterns of the fluorite-stuffed $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{O}_{11}$ in the [1-10] projection. The structural model is on the right

A szerpentinitek gyakori, de kevésbé ismert komponense, a korábban már bemutatott (DÓDONY et al. 1993) poligonális szerpentin szerkezeti modelljét a szélesebb nemzetközi szakmai közvélemény 1997-ben ismerhette meg (DÓDONY 1997b).

1999-ig a kollégákkal intenzíven dolgoztunk a fülle-
rénkomplexek szerkezeti és kristálykémiai aspektusainak



3. ábra. Egy $C_{60}S_{16}$ kristály [001] vetületű kísérleti (balra fent) és szimulált (jobbra fent) elektrondiffrakciós felvétele. A [001] vetületű kísérleti és a szimulált HRTEM-kép (fehéren keretezve) illeszkedése kielégítő

Figure 3. Experimental (top left) and simulated (top right) electron diffraction patterns of a $C_{60}S_{16}$ crystal in [001] projection. The match of the experimental and the inserted calculated HRTEM image (bottom) is satisfactory

tisztázásán (LOVAS et al. 1999a, b; RAUSCH et al. 1999a, b). Kiderült, hogy a kén hogyan alkot molekularácsú komplexet a Buckminster C_{60} fullerénnel (3. ábra)

Az 1990-es évek elején a tulajdoni és szervezeti viszonyok körüli turbulenciákban véget ért a JEOL-100CX TEM-hez való hozzáférés az ORFI-ban. Az ORFI Szövet-tani Osztályán az addig diagnosztikai és terápiás célú csont- és porcvizsgálatok kutatási célúvá váltak, és heti rendszerességgel az ELTE Ásványtani Tanszékén az öreg (már Rosinante becenevű) 100U berendezésen folytatódtak. De 2000-re gyakorlatilag véget ért a JEOL-100U TEM-labor működése is, mára múzeumi egységgé vált az ELTE TTK-n. Az ásványtani-földtani kutatások az MTA EK Vékonyréteg Osztályán működtetett Philips CM20 és JEOL 3010 TEM-berendezéseken és külföldön folytatódhattak. Számomra termékeny négy és fél évet töltöttem a TEM — John COWLEY-val fémjelzett — „Mekájában”, az Arizonai Állami Egyetemen (ASU, Phoenix, Tempe), az ott készült munkáink mai mércével mérve is helytállóak (DÓDONY &

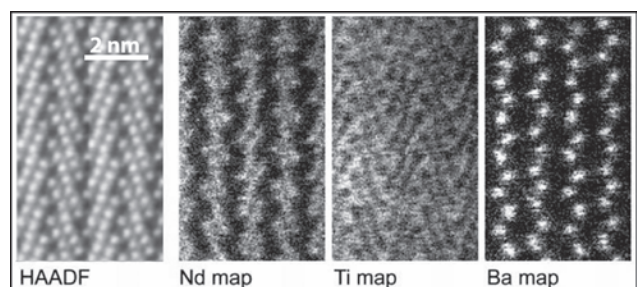
BUSECK 2001, 2004a, b; DÓDONY et al. 2002, 2006; KONISHI et al. 2002, 2003; ZEGA et al. 2004, 2006). Ezek mellett sikerült a hazai munkákkal is kapcsolatban maradni (KOVÁCS KIS & DÓDONY 1999; LÁBÁR et al. 2000; KOVÁCS KIS et al. 2006).

2000-től számítva az ELTE TTK Ásványtani Tanszék központi szerepe csökkent a TEM ásványtani, földtani alkalmazásában. Ennek a változásnak van örömteli oldala is, hiszen a tanszéken képzett kollégák más intézetekben elért eredményei visszaigazolják az oktatás hatékonyságát. De ha például 1990 táján SOÓS Miklós, PAPP Gábor és PÓSFAL Mihály, akik az idő tájt dolgoztak doktori munkáikon a tanszék TEM-laborjában, az ELTE-n maradhattak volna, akkor az elmúlt három évtizedben nem lett volna TEM-mentes az ELTE-n a kutatás.

A mikroszkópia gyakorlatát az Ásványtani Tanszéken megismerő volt hallgatók kiváló képviselői között KOVÁCSNÉ KIS Viktóriát (ELKH EK MFA), NÉMETH Pétert (ELKH TTK AKI) és CORA Ildikót (ELKH EK MFA) említve láthatjuk, hogy munkáik jelentős hányada a mai napig ásványtani, földtani (MTMT alapján a nevek fenti sorrendjében: 58/90, 31/63 illetve 23/57). 1991-ig hallgatónk és munkatársunk volt PÓSFAL Mihály, az ő munkáit itt nem illeszttem a hazai TEM ásványtani-földtani alkalmazásának áttekintésébe, az ő szakmai történetének és eredményeinek bemutatása meghaladja e rövid áttekintés kereteit (lásd PÓSFAL 2016).

Századunkban a TEM fejlődését az elektronkristallográfia (ZOU 2005, DÓDONY & CORA 2014) és a pásztázó transzmissziós elektronmikroszkópia (STEM) térhódítása jellemzi. Ez számos új hardver (érzékeny és lineárisan mérő detektorok, kamerák; krio-rendszerek stb.) és szoftver (ptychográfia, „compressed sensing”, tomográfia, holográfia, elektronsugaras direkt módszerek stb.) kifejlesztésével és bevezetésével járt (BÉCHÉ 2016, HAWKES & SPENCE 2019, PENNYCOOK et al. 2019).

A STEM mára lehetőséget biztosít egyedi atomok lokalizálására és azonosítására, sőt azok együttesének 3D leképezésére is. Az elemterképezésre jó példát ad SCHAFFER et al. (2011) munkája, amelyben a $Ba_{6-3x}Nd_{8+2x}Ti_{18}O_{54}$ alkotóinak atomi fölbontású rendszámárnyos kontrasztú (a



4. ábra. Nagy fölbontású – STEM HAADF – kép $Ba_{6-3x}Nd_{8+2x}Ti_{18}O_{54}$ kristályról és az egyes alkotók elemterképei EELS-spektrumok alapján (SCHAFFER et al. 2011 után)

Figure 4. High resolution HAADF image of $Ba_{6-3x}Nd_{8+2x}Ti_{18}O_{54}$ crystal and elemental maps for Nd, Ti and Ba derived from STEM EELS. (after SCHAFFER et al. 2011)

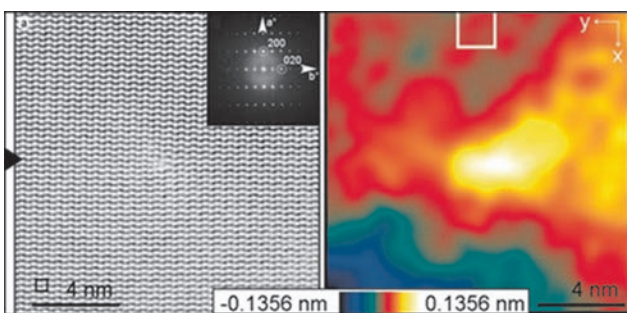
Rutherford-szórás detektáló) HAADF-képét és az egyes elemek elektron-energiavesztéses spektroszkópiával alkotott térképeit mutatja (4. ábra).

A negyedik dimenzió, az idő is mikroszkopizálhatóvá vált. A kémiai és szerkezetátalakulási folyamatok leképezésének tér- és időbeli felbontása a H^+ ion megfigyelhetősége mellett (CLABBERS et al. 2019), időben az atto- és femtoszekundumos tartományban van (FLANNIGAN & LINDENBERG 2018).

A szöveti, orientációs és fáziseloszlás-térképezés a nanométeres tartományban is rutinjárássá vált (RAUCH et al. 2010). Az orientációs térképezés eszközeit és programcsomagját (NanoMegas ASTAR) az akkori Bay-Nano (Miskolc) intézetben beszereztük és eredményesen kezdtük használni (RONTÓ et al. 2013; BIRÓ et al. 2014; BARNÁ et al. 2019), de az alapítványok közös sorsa (2010-et követően az alapítványok zöme megszűnt/átalakult) véget vetett az ASTAR hazai alkalmazásának. TEM-ben a lokális feszültség és deformáció is szub-Å fölbontással vizsgálható (l. például GALINDO et al. 2007; WANG et al. 2015). Mi a geometriai fáziselemzés technikáját alkalmazva rácshibát vizsgáltunk piritben (NÉMETH et al. 2013), ahol a deformációt (elmozdulásértékeket) mértük (5. ábra).

A szerves anyagok hazai elektronkristallográfiái eredményei — köreinkben — jelentősnek mondhatók. Az ICSD (Inorganic Crystal Structure Database) szerkezeti adatbázisában 2016-tal bezárólag nyolc kristályszerkezet meghatározásunk szerepel. Azóta születtek még említésre méltó újabb szerkezetmeghatározásaink transzmissziós elektronmikroszkópos technikák alkalmazásával (pl. DÓDONY et al. 2012; CORA et al. 2014, 2015, 2017; DÓDONY et al. 2019), de 2016-tól megszűnt az adatbázishoz való további hozzáférésünk.

Az oktatást a végzett hallgatók eredményei minősítik. Elfogulatlan értékelést személyes érintettségem miatt nem



5. ábra. Pirit [001] vetületű HRTEM-képe (balra) és annak Fourier-transzformja. Egy éldiszlokációt idézően végződő rácshibát fekete nyílhegy mutat balról. Jobbra az ideális szerkezeti pozíciókhoz viszonyított elmozdulás értékeket mutatja az ábra alján lévő — léptékkel jelzett — színskála (NÉMETH et al. 2013 után)

Figure 5. [001] projected HRTEM image of pyrite (on the left) and its Fourier transform (inserted). The black arrowhead points to a virtual edge dislocation, which terminates in the middle of the HRTEM image. On the image of the experimental u_y displacement field (on the right) around the termination, the colour at a given place represents the value of displacement along y , referred to the ideal (undeformed) position. The colour range is from 0 to 0.2714 nm. (after NÉMETH et al. 2013, coloured in online)

adhatok, de néhány kolléga — TEM-módszerekkel elért — eredményeit kirakatba lehet tenni. Többek közt SOÓS Miklós, PAPP Gábor, PÓSFAL Mihály, KIS Viktória, NÉMETH Péter, PEKKER Péter, CORA Ildikó tevékenysége jelenleg is visszaigazolja az oktatásban kitűzött céljaink megvalósulását. Nem tudom szó nélkül hagyni, hogy a néhány évtizeddel korábbi feladatok megoldását a mai hallgatók átlagától elvárni reménytelen.

Az egyetemi oktatás legintenzívebb formája a közös kutatómunka és az eredmények közös publikálása (a teljesség igénye nélkül: DALLOS et al. 2020; DÓDONY & BALOG 1982; DÓDONY & PÓSFAL 1989; DÓDONY & TAKÁCS 1980, 1982, 1986; DÓDONY & WEISZBURG 1971, 1982, 1983; KOVÁCS-KIS & DÓDONY 1999, 2003, 2004; DÓDONY et al. 2003; KOVÁCS-KIS et al. 2004; MENYHÁRT et al. 2011; ORMÁNDI & DÓDONY 2016; PÓSFAL & DÓDONY 1990; SOÓS & DÓDONY 1989; SOÓS et al. 1991).

Az ásványtannal szoros kapcsolatban nem lévő területeken is alkalmaztuk a TEM-et, a korábban említett szupravezető anyagok mellett építőanyagok, katalizátorok, talajok, pegmatitok és metamorfitek vizsgálatában (DÓDONY 1981, PETRÓ et al. 2000, SIPOS et al. 2005, BERMANEC et al. 2012, ÁRKAI et al. 2012, NÉMETH et al. 2016, ORMÁNDI & DÓDONY 2016), számos kutatási jelentésünket itt nem sorolom.

Remények

Az elektronoptikai módszerek témájú kurzusokat lezáró, majd a gyakorlati oktatást eredménnyel végző hallgatók zöme, ha nem is dolgozik közvetlenül TEM-témákban, de a maguk területén is közvetlen hatással van a TEM-es alkalmazások elterjedésére. Például Soós Miklós cégével (Auro-Science Kft.) a Nikon, a FEI, az Oxford Instruments és számos más nagy mikroszkópgyártó hivatalos hazai képviselője, a Magyar Mikroszkópos Társaság mecénása. A jövőt tekintve nagy bizalommal lehetünk a Pannon Egyetemen működő, PÓSFAL Mihály vezette NANOLAB (<http://nanolab.uni-pannon.hu/>) tevékenységét illetően. A 2018 óta működő Talos F200X G2 (S)TEM (Thermo Scientific (FEI)) mikroszkóp és a körülötte lévő, arányosan kialakított infrastruktúra, valamint a munkatársak képessége és motiváltsága ígéretes. A földtani kutatásokat művelők körében lassan, de folytonosan nő azok száma (és szakmai súlya), akik fölismerték a TEM-STEM szerepét az analitikában és a reális kristályszerkezetek 3D-s jellemzésében.

Talán nem szerénytelenség ezt az összegzést azzal zárni, hogy közel öt évtizeddel ezelőtt sikeresen kezdtünk fölzárkózni a TEM-alkalmazások világszínvonalához, majd lépést tartottunk a módszer robbanásszerű fejlődésével. Az egyetemi képzés sikerét igazolja, hogy kollégáink egyre szorosabbra fűzik az együttműködést a földtani gyökerű ásványtani vizsgálatok és a hazai anyagtudomány központjai (MTA Energiatudományi Kutatóközpont, MTA Természettudományi Kutatóközpont) között. A Pannon Egyetem NANOLAB Környezeti Ásványtan Kutatócsoporttal

együttműködő külföldi és hazai intézetek és kutatási témák spektruma reális képet ad az ásványtan és TEM kapcsolatáról (lásd a Nanolab honlapon a *Témák/Felhasználók* alatti témákat). Az intézetek/témák száma: Földtudományok 12/15, Anyagtudomány/Nanotechnológia 5/12, Kémia I, Biológia 4/5, Alkalmazott kutatás 3/3.

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm KOVÁCS KIS Viktória, NÉMETH Tibor, PAPP Gábor és PÓSFALY Mihály konstruktív kritikáját és segítségét eme rövid munka szövegezésében.

Irodalom — References

- ÁRKAI, P., ABAD, I., NIETO, F., NÉMETH, T., HORVÁTH, P., KIS, V., JUDIK, K. & JIMÉNEZ-MILLÁN, J. 2012: Retrograde alterations of pylosilicates in low-grade metapelite: a case study from the Szendrő Paleozoic, NE-Hungary. — *Swiss Journal of Geosciences* **105**, 263–282., <https://doi.org/10.1007/s00015-012-0097-1>
- BARNA, P. B., BIRO, D. F., HASANEEN, M., SZÉKELY, L., MENYHÁRD, M., SÜLYOK, A., HORVÁTH, Z. E., PEKKER, P., DÓDONY, I. & RADNÓCZI, G. 2019: Cross sectional complex structure analysis is a key issue of thin film research: A case study on the preferential orientation crossover in TiN thin films. — *Thin Solid Films* **688**, 31 October 2019, 9 p., <https://doi.org/10.1016/j.tsf.2019.137478>
- BEDNORZ, J. G. & MÜLLER, K. A. 1986: Possible High Tc Superconductivity in the Ba–La–Cu–O System. — *Zeitschrift für Physik B Condensed Matter* **64**, 189–193.
- BÉCHÉ, A., GORIS, B., FREITAG, B. & VERBEECK, J. 2016: Development of a fast electromagnetic beam blaster for compressed sensing in scanning transmission electron microscopy. — *Applied Physics Letters* **108**, 093103, <https://doi.org/10.1063/1.4943086>
- BERMANEC, V., HORVAT, M., GOBAC, Z. Z., ZEBEC, V., SCHOLZ, R., SKODA, R., DE BRITTO BARRETO, S. & DÓDONY, I. 2012: Pseudomorphs of low microcline after adularia fourlings from the Alto da Cabeça (Boqueirao) and Morro Redondo pegmatites, Brazil. — *The Canadian Mineralogist* **50**, 975–987., <https://doi.org/10.3749/canmin.50.4.975>
- BIRÓ, D., HASANEEN, M. P., SZÉKELY, L., MENYHÁRD, M., GURBÁN, S., PEKKER, P., DÓDONY, I. & BARNA, P. B. 2014: Texture change of TiN films due to anisotropic incorporation of oxygen. — *Vacuum* **103**, 78–86., <https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2013.12.013>
- BOGNÁR, L., DÓDONY, I. & LOVAS, A. GY. 1980: Crystalline phases forming Kaolinite–CaO system at various temperatures and compositions. Real structure of gehlenite. — *X. Hungarian Diffraction Conference, 25–30 April, 1980 Balatonaliga. Collected Abstracts*.
- CLABBERS, MAX T. B., GRUENE, T., VAN GENDEREN, E. & ABRAHAMS, J. P. 2019: Reducing dynamical electron scattering reveals hydrogen atoms. — *Acta Crystallographica A* **75**, 82–93., <https://doi.org/10.1107/s2053273318013918>
- CORA, I., DÓDONY, I. & PEKKER, P. 2014: Electron crystallographic study of a kaolinite single crystal. — *Applied Clay Science* **90**, 6–10., <https://doi.org/10.1016/j.clay.2013.12.034>
- CORA, I., PEKKER, P., DÓDONY, I. & JANOVSKY, D. 2015: Single crystal structure determination and refinement of Ag₂ZrCu₄ and Ag containing Cu₁₀Zr₇ by precession electron diffraction and tomography techniques. — *Journal of Alloys and Compounds* **658**, 678–683., <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2015.10.230>
- CORA, I., MEZZADRI, F., BOSCHI, F., BOSI, M., ČAPLOVIČOVÁ, M., CALESTANI, G., DÓDONY, I., PÉCZ, B. & FORNARIC, R. 2017: The real structure of ε-Ga₂O₃ and its relation to κ-phase. — *CrystEngComm* **19**, 1509–1516., <https://doi.org/10.1039/c7ce00123a>
- COWLEY, J. M. & IJIMA, S. 1976: *The Direct Imaging of Crystal Structures*. In: WENK, H.-R. (Coord. ed.): *Electron Microscopy in Mineralogy*. — Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 123–136., https://doi.org/10.1007/978-3-642-66196-9_6
- COWLEY, J. M. & MOODIE, A. F. 1957: The Scattering of Electrons by Atoms and Crystals. I. A New Theoretical Approach. — *Acta Crystallographica* **10**, 609–619., <https://doi.org/10.1107/s0365110x57002194>
- DALLOS, ZS., KOVÁCS KIS, V., KRISTÁLY, F. & DÓDONY, I. 2020: Leaching mechanism of bioapatite in carbonate saturated water. — *CrystEngComm* **22**, 2788–2792., <https://doi.org/10.1039/C9CE01228A>
- DÓDONY, E., RADNÓCZI, GY. Z. & DÓDONY, I. 2019: Low temperature formation of copper rich silicides. — *Intermetallics* **107**, 108–115., <https://doi.org/10.1016/j.intermet.2019.01.010>
- DÓDONY, I. 1976 : Crystal structures and genetical studies on the Palygorskite–Sepiolite–Saponite (Montmorillonite) group. — *7th Conference on Clay Mineralogy and Petrology, September 28 – October 3, 1976, Karlovy Vary, Coll. Abstracts*.
- DÓDONY, I. 1979a: Rétegszerkezetű szilikátásványok. — *XI. Magyar Elektronmikroszkópos és Mikroanalízis Konferencia, 1979. augusztus 29 – szeptember 1., Szeged*.
- DÓDONY I. 1979b: HRTEM study of Zinckenite PbSb₂S₄. — *Proceedings of the 11th Soviet All-Union Conference on Electron Microscopy, Tallin, October 1979, Izv. Akad. Nauk. SSSR (Ser. Fiz.) or Bull Acad.Sci. USSR (Phys Ser.)* **44** (1980) Nos. 6 and 10.
- DÓDONY I. 1979c: Real structure of Ottrelite and unusual Chrysotile in HRTEM. — *XII. All Union Conference on Electron Microscopy, Tallin, Collected Abstracts*.
- DÓDONY, I. 1980: HRTEM study of Dioptase and Cu-Wollastonite. — *International Mineralogical Association, Collected abstracts, 12th General Meeting, Orleans, France (July 4–6, 1980)*, p. 102.
- DÓDONY, I. 1982: High Resolution Transmission Electron Microscopical Study of Polytypism in Stilpnomelane. — In: CSANÁDY, A., RÖHLICH, P. & SZABÓ, D. (eds): *Abstracts booklet. 5th Multinational Philips Conference on the Application of Electron Microscopes for Research in Biology, Medicine and Technology, Visegrád, 1–2 April 1982*.

- DÓDONY I. 1985: Példák a TEM ásványtani kutatásokban való alkalmazására. — In: GATTER I. (szerk.): *Ásványtan–geokémiai szemelvények. MFT kiadvány*, Budapest, 3–18.
- DÓDONY I. 1985: Milyenek a cinkszulfid ásványok? — *Ásványgyűjtő Figyelő* **2**, 4–11.
- DÓDONY I. 1986: A wehrilit meghatározása. — *Ásványgyűjtő Figyelő* **2**, 26–37.
- DÓDONY I. 1987: A gyöngyösorszi antimonit ásványtani újdonság. — *Ásványgyűjtő Figyelő* **3**, 19–24.
- DÓDONY, I. 1993: Microstructures in serpentinites. — *Microscopia Elettronica* **14 Suppl.**, 249–252.
- DÓDONY, I. 1997a: Theoretical derivation and identification of possible two-layered lizardite polytypes. — In: MERLINO, S. (ed.): *Modular Aspects of Minerals. EMU Notes in Mineralogy 1*. Eötvös University Press, 57–80., <https://doi.org/10.1180/emu-notes.1.3>
- DÓDONY, I. 1997b: Structure of the 30-sectored polygonal serpentine. A model based on TEM and SAED studies. — *Physics and Chemistry of Minerals* **24**, 39–49., <https://doi.org/10.1007/s002690050015>
- DÓDONY, I. & BALOG, A. 1982: Mineralogical study on vaterite and other related minerals of thermal water origin. — *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eotvos Nominatae* **24**, 63–71.
- DÓDONY, I. & BUSECK, P. R. 2001: Polysomatism and modules of gehlenite composition and structure in the Hanc phase ($\text{Ca}_3\text{Al}_6\text{MgSiO}_{17}$). — *Physics and Chemistry of Minerals* **28**, 428–434., <https://doi.org/10.1007/s002690100164>
- DÓDONY I. & BUSECK, P. R. 2004a: Serpentine close-up and intimate: An HRTEM view. — *International Geology Review* **46**, 507–527., <https://doi.org/10.2747/0020-6814.46.6.507>
- DÓDONY, I. & BUSECK, P. R. 2004b: Lizardite-chlorite structural relationships and an inferred high-pressure lizardite polytype. — *American Mineralogist* **89**, 1631–1639., <https://doi.org/10.2138/am-2004-11-1207>
- DÓDONY I. & CORA I. 2014: Elektron-krisztallográfia a krisztallográfia nemzetközi évében. — *Fizikai Szemle* **10**, 347–351.
- DÓDONY, I. & KISS, J. 1976: Crystal Structures and Genetical studies on the Palygorskite–Sepiolite–Saponite (Montmorillonite) group. — *Acta Geologica Hungarica* **20**, 1–17.
- DÓDONY, I. & LOVAS, A. Gy. 1980: HRTEM study of Dioptase $\text{CuSiO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$. — *X. Hungarian Diffraction Conference, 25–30 April, 1980 Balatonaliga. Collected Abstracts*.
- DÓDONY, I. & LOVAS, A. Gy. 1982: HRTEM study of Pseudowollastonite and Wollastonite. — *XII. Magyar Elektronmikroszkópos és Mikroanalízis Konferencia, Eger, Kivonatok* p. 21.
- DÓDONY, I. & LOVAS, A. Gy. 1982: Real structure of Pyrosmalite. — *Proceedings of the 13th General Meeting of the International Mineralogical Association (IMA): Varna, September 19–25, 1982.*, p. 436.
- DÓDONY, I. & LOVAS, A. Gy. 1983: HRTEM study of Pseudowollastonite and Wollastonite. — *Mikroszkopie* **40**, 140–154.
- DÓDONY, I. & MALEEV, M. 1984: Chain periodicity fault terminations in Rhodonite. — *Proceedings of the Eighth European Congress on Electron Microscopy. 13 to 18 August 1984, Budapest 2.*, 1027–1028.
- DÓDONY, I. & PÓSFAL, M. 1989: Polymorphism of 4C and 5C pyrrhotites. — *Zeitschrift für Kristallografie Suppl.* **2**, p. 55.
- DÓDONY, I. & PÓSFAL, M. 1990: Polymorphism of pyrrhotite, Part II. A TEM study of 4C and 5C polymorphs. — *European Journal of Mineralogy* **2**, 529–535., <https://doi.org/10.1127/ejm/2/4/0529>
- DÓDONY, I. & SOÓS, M. 1984: Crystallochemical relations in the mica-illite serial. — *Proceedings of the Eighth European Congress on Electron Microscopy. 13 to 18 August 1984, Budapest 2.*, 1031–1032.
- DÓDONY, I. & SOÓS, M. 1986: A new member of the biopiribole. Recskite. — *CBGA, Krakow, Abstracts*
- DÓDONY, I. & TAKÁCS, J. 1980: Structure of precious opal from Cervenica. — *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eotvos Nominatae* **22**, 37–50.
- DÓDONY, I. & TAKÁCS, J. 1982: The structural and chemical study of Galena with low Sb content. — *Proceedings of the 13th General Meeting of the International Mineralogical Association (IMA): Varna, September 19–25, 1982.* p. 67.
- DÓDONY, I. & TAKÁCS, J. 1986: Play of colours of noble opal in Vörösvágás. — *Natura Borsodiensis* 7–20.
- DÓDONY, I. & WEISZBURG, T. 1979: Crystal structure of Wad in HRTEM. — *XII. All Union Conference on Electron Microscopy, Tallin, Collected Abstracts*.
- DÓDONY, I. & WEISZBURG, T. 1982: The structure of a “Wad” sample from Dognacea (Rumania). — *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eotvos Nominatae* **24**, 53–62.
- DÓDONY, I. & WEISZBURG, T. 1983: The real structure of Ludwigite. — *Mikroszkopie* **40**, 140–154.
- DÓDONY, I., DIMOV, V. & LOVAS, A. Gy. 1984: Polyttypism of Chloritoid: A new three-layered modification. — *Proceedings of the Eighth European Congress on Electron Microscopy. 13 to 18 August 1984, Budapest 2.*, 1029–1030.
- DÓDONY, I., HALÁSZ, I., KIRSCHNER, I., ZSOLT, G., PORJESZ, R., KOVÁCS, Gy., PORJESZ, T. & KÁRMÁN, T. 1991: TEM Investigations on Phases of Ceramic Samples of the Ti–Ca–Ba–Cu–O System. — *Periodica Polytechnica* **34**, 335–342.
- DÓDONY, I., LOVAS, A. Gy. & SOÓS, M. 1994a: XRD and TEM study of the anisotropy of an anomalous grandite garnet from Recsk, Mátra Mts. (N Hungary). — *Material Science Forum* **166–169**, 637–642., <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.166-169.637>
- DÓDONY, I., LOVAS, A. Gy. & SOÓS, M. 1994b: Anomalous grandite garnet from Recsk, Mátra Mts. (North Hungary). — *Acta Mineralogica–Petrographica* **35**, 33–45.
- DÓDONY, I., PÓSFAL, M. & BUSECK, P. R. 1996: Structural relationship between pyrite and marcasite. — *American Mineralogist* **81**, 119–125., <https://doi.org/10.2138/am-1996-1-215>
- DÓDONY, I., PÓSFAL, M. & BUSECK, P. R. 2002: Revised structure models for antigorite: A HRTEM study. — *American Mineralogist* **87**, 1443–1457., <https://doi.org/10.2138/am-2002-1022>
- DÓDONY, I., NÉMETH, P. & BELLUSO, E. 2003: Vesuvianites and garnets from the Szár Hill, Polgárdi, Hungary. — *Topographia Mineralogica Hungariae* **8**, 115–134.
- DÓDONY, I., PÓSFAL, M. & BUSECK, P. R. 2006: Does antigorite really contain 4- and 8-membered rings of tetrahedra? — *American Mineralogist* **91**, 1831–1838., <https://doi.org/10.2138/am.2006.1971>

- DÓDONY, I., PEKKER, P. & CORA, I. 2012: Structural study of a kaolinite single-crystal using PED and diffraction tomography. — *Acta Mineralogica–Petrographica, Abstract Series* **7**, p. 39.
- FLANNIGAN DAVID J. & LINDENBERG AARON M. (eds) (2018): Atomic-scale imaging of ultrafast materials dynamics. — *MRS Bulletin* **43/7**, 485–490., <https://doi.org/10.1557/mrs.2018.146>
- GALINDO, P. L., KRET, S., SANCHEZ, A. M., LAVAL, J.-Y., YANEZ, A., PIZARRO, J., GUERRERO, E., BEN, T. & MOLINA, S. I. 2007: The Peak Pairs algorithm for strain mapping from HRTEM images. — *Ultramicroscopy* **107**, 1186–1193.
- HAGBERG, J., LAHDERANTA, E., ZSOLT, G., LEPPAVUORI, S., KIRSCHNER, I., LAIHO, R., UUSUMAKI, A., PORJESZ, T., DÓDONY, I., KOVÁCS, GY., LEVOSKA, J. & KÁRMÁN, T. 1990: Hyper-diamagnetism in Bi(Pb)–Ca–Sr–Cu–O thick film. — *Journal of Less-Common Metals* **164–165**, 730–738., [https://doi.org/10.1016/0022-5088\(90\)90282-o](https://doi.org/10.1016/0022-5088(90)90282-o)
- HAWKES, P. W. & SPENCE, J. C. H. (eds) 2019: *Springer Handbook of Microscopy*. — Springer Verlag, 674 p., <https://doi.org/10.1007/978-3-030-00069-1>
- IJIMA, S. 1975: Ordering of the point defects in nonstoichiometric crystals of Nb₁₂O₂₉. — *Acta Crystallographica A* **31**, 784–790.
- JOHAN, Z., DÓDONY, I., MORÁVEK, P. & PASAVA, J. 1994: La buchornite, Pb₂AuBiTe₂S₃, du gisement d'or de Jílové, République tchèque. Buckhornite, Pb₂AuBiTe₂S₃, from Jilove gold deposit, Czech Republic. — *Comptes Rendus de l'Académie des sciences Paris* **318/II**, 1225–1231.
- KÁRMÁN, T., LAHDERANTA, E., LEPPAVUORI, S., HALÁSZ, I., DÓDONY, I., ZSOLT, G., PORJESZ, T., LAIHO, R., UUSIMAKI, A., KIRSCHNER, I. & KOVÁCS, GY. 1990: Observation of a diamagnetic signal up to 132 K in a Ti–Ca–Ba–Cu–O compound. — *Zeitschrift für Physik B Condensed Matter* **78**, 169–175., <https://doi.org/10.1007/bf01307832>
- KIRSCHNER, I., LEPPAVUORI, S., LAIHO, R., UUSIMAKI, A., PORJESZ, T., HAGBERG, J., DÓDONY, I., LAHDERANTA, E., ZSOLT, G. & KOVÁCS, GY. 1990: Parameters of High Temperature Hyper-Diamagnetism Observed in Bi-Based Superconducting Thick Films. — *XIX. International Conference on Low Temperature Physics*, AD.P25, Brighton.
- KIRSCHNER, I., LEPPAVUORI, S., LAIHO, R., ALTFEDER, I., DÓDONY, I., UUSIMAKI, A., PORJESZ, T., HAGBERG, J., KOVÁCS, GY., LAHDERANTA, E., VOLODIN, A. & ZSOLT, G. 1991: Electrical and magnetic properties of variously annealed Bi(Pb)–Sr–Ca–Cu–O thick films. — *Zeitschrift für Physik B Condensed Matter* **85**, 175–186., <https://doi.org/10.1007/bf01313218>
- KIRSCHNER, I., LEPPAVUORI, S., BODI, S. & DÓDONY, I. 1992: Direct measurement of inhomogeneous superconducting-normal transition in high T_c compounds. — *World Congress on Superconductivity: Proceedings of the 3rd International Conference and Exhibition, 15–18 September 1992, Munich, Germany*.
- KIRSCHNER, I., BÓDI, A. C., LEPPAVUORI, S., UUSIMAKI, A., DÓDONY, I. & PORJESZ, T. 1993a: Tracing of the effect of thermal cycling by thermometric mapping method in Y–Ba–Cu–O superconductors. — *Physics Letters A* **178**, 315–319., [https://doi.org/10.1016/0375-9601\(93\)91108-h](https://doi.org/10.1016/0375-9601(93)91108-h)
- KIRSCHNER, I., LEPPAVUORI, S., BÓDI, A. C., UUSIMAKI, A. & DÓDONY, I. 1993b: Direct measurement of inhomogeneous superconducting-normal transition in high-T_c compounds. — *Applied Superconductivity* **1**, 1721–1726., [https://doi.org/10.1016/0964-1807\(93\)90320-2](https://doi.org/10.1016/0964-1807(93)90320-2)
- KNOLL, M. & RUSKA, E. 1932: Das Elektronenmikroskop. — *Zeitschrift für Physik* **78**, 318–339
- KONISHI, H., DÓDONY, I. & BUSECK, P. R. 2002: Protoanthophyllite from three metamorphosed serpentinites. — *American Mineralogist* **87**, 1096–1103., <https://doi.org/10.2138/am-2002-8-906>
- KONISHI, H., GROU, T. L., DÓDONY, I., MIYAWAKI, R., MATSUBARA, S. & BUSECK, P. R. 2003: Crystal structure of protoanthophyllite: A new mineral from the Takase ultramafic complex, Japan. — *American Mineralogist* **88/11–12**, 1718–1723., <https://doi.org/10.2138/am-2003-11-1212>
- KOVÁCS KIS, V. & DÓDONY, I. 1999: Structural disorder in natural cubic HgS. — *Acta Mineralogica–Petrographica* **40**, 3–10.
- KOVÁCS KIS V. & DÓDONY I. 2003: A tűzkő ásványtani és kristályszerkezeti vizsgálata. — *Földtani Közlemény* **133**, 309–323.
- KOVÁCS KIS, V. & DÓDONY, I. 2004: Mineralogical study of fibrous microcrystalline silica: chalcedony from Gyöngyössolymos, Northern Hungary. — *Acta Mineralogica–Petrographica* **45**, 101–106.
- KOVÁCS KIS, V., HORVAT, M. & DÓDONY, I. 2004: Microstructures in Two Alkali Feldspar Megacrysts from the Papuk Mt., Croatia. — *Geologia Croatica* **57**, 149–158.
- KOVÁCS KIS, V., DÓDONY, I. & LÁBÁR, J. L. 2006: Amorphous and partly ordered structures in SiO₂ rich volcanic glasses. An electron diffraction study. — *European Journal of Mineralogy* **18/6**, 745–752., <https://doi.org/10.1127/0935-1221/2006/0018-0745>
- LÁBÁR, J. L., ADAMIK, M. & DÓDONY, I. 1998: Contamination in analytical electron microscopy and in ALCHEMI. — *Microchimica Acta* **15**, 65–71., https://doi.org/10.1007/978-3-7091-7506-4_8
- LÁBÁR, J. L., MORGIEL, J., TÓTH, L. & DÓDONY, I. 2000: Sites are separable in garnets with ALCHEMI. — *Mikrochimica Acta* **132**, 489–492., <https://doi.org/10.1007/s006040050098>
- LEPPAVUORI, S., KIRSCHNER, I., UUSIMAKI, A., PORJESZ, T., KOVÁCS, GY., DÓDONY, I., LAIHO, R. & ZSOLT, G. 1992: Comparison of superconductive parameters of variously prepared and treated thin films. — In: CORRERA, L. (ed.): *High T_c superconductor thin films*. 581–586., <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-89353-6.50094-4>
- LOVAS, GY. A. & DÓDONY, I. 1997: A structural study on saibélyite from its type-locality (Rézbánya, Bihar Mts., Rumania). — *Acta Mineralogica–Petrographica* **37 Suppl.**, 89–99.
- LOVAS, GY. A., DÓDONY, I., PÖPPL, L. & SZALLER, ZS. 1998: On the phase transitions of Bi₂Te₄O₁₁. — *Journal of Solid State Chemistry* **135**, 175–181., <https://doi.org/10.1006/jssc.1997.7594>
- LOVAS, GY., DÓDONY, I., BRAUN, T. & RAUSCH, H. 1999a: The form of sulphur impurity in commercial C₆₀. — *Magyar Kémiai Folyóirat* **105**, 363–371.
- LOVAS, GY., DÓDONY, I., BRAUN, T. & RAUSCH, H. 1999b: The form of sulphur impurity in commercial C₆₀. — *Fullerene Science and Technology* **7**, 855–870., <https://doi.org/10.1080/10641229909351383>
- MENYHÁRT A., DÓDONY I. & PEKKER P. 2011: Új ásványtani adatok a Mád környéki savanyú vulkanitokból. (Tokaji-hegység). — *Földtani Közlemény* **141/3**, 257–266.

- MINDSZENTY, A., GALÁ CZ, A., DÓDONY, I. & CRONAN, D. S. 1986: Paleoenvironmental significance of ferromanganese oxide concretions from the Hungarian Jurassic. — *Chemie der Erde* **45**, 177–190.
- NÉMETH, P., DÓDONY, I., PÓSFAL, M. & BUSECK, P. R. 2013: Complex Defect in Pyrite and Its Structure Model Derived from Geometric Phase Analysis. — *Microscopy & Microanalysis* **19**, 1–5, <https://doi.org/10.1017/S1431927613001839>
- NÉMETH, T., MÁTHÉ, Z., PEKKER, P., DÓDONY, I., KOVÁCS-KIS, V., SIPOS, P., CORA, I. & KOVÁCS, I. 2016: Clay mineralogy of the Boda Claystone Formation (Mecsek Mts., SW Hungary). — *Open Geosciences* **8**, 259–274., <https://doi.org/10.1515/geo-2016-0024>
- ORMÁNDI, SZ. & DÓDONY, I. 2016: Synthesis and structural study of the Linde Type-A zeolite prepared from kaolinite. — *Zastita Materijala* **57/4**, 565–570., <https://doi.org/10.5937/zasmat1604565o>
- PAPP G., DÓDONY I., FÖLDVÁRI M. & LOVAS GY. 1999: A dunabogdányi „hidroantigorit”. — *Topographia Mineralogica Hungariae* **6**, 127–136.
- PENNYCOOK, T. J., MARTINEZ, G. T., NELLIST, P. D. & MEYER, J. C. 2019: High dose efficiency atomic resolution imaging via electron ptychography. — *Ultramicroscopy* **196**, 131–135., <https://doi.org/10.1016/j.ultramic.2018.10.005>
- PETRÓ, J., BÓTA, A., LÁSZLÓ, K., BEYER, H., KÁLMÁN, E. & DÓDONY, I. 2000: A new alumina-supported, not pyrophoric Raney-type Ni-catalist. — *Applied Catalysis A: General* **190**, 73–86., [https://doi.org/10.1016/S0926-860X\(99\)00267-7](https://doi.org/10.1016/S0926-860X(99)00267-7)
- PÓSFAL, M. 2016: Nano-mozaik. — In: HORN J. (szerk.): *Életutak*. Bányász Kultúráért Alapítvány, Budapest, 261–304.
- PÓSFAL, M. & DÓDONY, I. 1990: Polymorphism of pyrrhotite, Part I.: Fundamental structures of NC (N = 2, 3, 4 and 5) types. — *European Journal of Mineralogy* **2**, 525–528., <https://doi.org/10.1127/ejm/2/4/0525>
- RAUSH, H., DÓDONY, I., LOVAS, GY. & BRAUN, T. 1999a: Determination of sulphur as an impurity in commercial C₆₀ soot and sublimated C₆₀ polycrystals by INAA. — *Magyar Kémiai Folyóirat* **105**, 229–233.
- RAUSH, H., BRAUN T., DÓDONY, I. & LOVAS, GY. 1999b: Determination of sulphur as an impurity in commercial C60 soot and sublimated C60 polycrystals by INAA. — *Analyst* **124**, 417–419., <https://doi.org/10.1039/a808657e>
- RAUCH, E. F., PORTILLO, J., NICOLOPOULOS, S., BULTREYS, D., ROUVIMOV, S. & MOECK, P. 2010: Automated nanocrystal orientation and phase mapping in the transmission electron microscope on the basis of precession electron diffraction. — *Zeitschrift für Kristallographie* **225**, 103–109. <https://doi.org/10.1524/zkri.2010.1205>
- RONTÓ, V., SÓLYOM, J., KOVÁCS, Á., PEKKER, P. & DÓDONY, I. 2013: Microstructure and phase analysis by TEM in Cu–Hf–Ti alloys. — *Materials Science Forum* **729**, 266–271., <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.729.266>
- RUSKA, H., VON BORRIES, B. & RUSKA, E. 1939: Die Bedeutung der Übermikroskopie für die Virusforschung. — *Archiv für die gesamte Virusforschung* **1/1**, 155–169.
- SCHAFFER, B., SCHAFFER, M., RAMASSE, Q., AZOUGH, F., ABOU-RAS, D., MACLAREN, I. & CRAVEN, A. 2011: Application of atomically resolved EELS mcted apping and HAADF imaging in aberration corrected STEM. — *10th Multinational Congress on Microscopy September 4–9, 2011, Urbino, Italy*, 15–16.
- SIPOS, P., NÉMETH, T., MOHAI, I. & DÓDONY, I. 2005: Effect of soil composition on adsorption of lead as reflected by a study on a natural forest soil profile. — *Geoderma* **124**, 363–374., <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.05.011>
- SKARNULIS, A. J., IJIMA, S. & COWLEY, C. M. 1976: Refinement of the Defect Structure of “GeNb₉O₂₅” by High-Resolution Electron Microscopy. — *Acta Crystallographica A* **32**, 799–805., <https://doi.org/10.1107/S0567739476001630>
- SOÓS, M. & DÓDONY, I. 1989: A TEM study of “orthopyroxene” from a lherzolite nodule. — *Zeitschrift für Kristallografie Suppl.* **2**, p. 157.
- SOÓS, M., JÁNOSI, M., DÓDONY, I. & LOVAS, G. 1991: Anomalous grandite garnet from Reck, Mátra Mts. (N Hungary) Part.I. Chemical composition, optical and diffraction properties. — *Neues Jahrbuch für Mineralogie Monatshefte* **2**, 76–86.
- STADELMANN, P. A. 1987: EMS-A Software Package for Electron Diffraction Analysis and HREM Image Simulation in Material Science. — *Ultramicroscopy* **21**, 131–146. [https://doi.org/10.1016/0304-3991\(87\)90080-5](https://doi.org/10.1016/0304-3991(87)90080-5)
- SZAKÁLL, S., MOLNÁR, F., KOVÁCS, Á. & DÓDONY, I. 1994b: A telkibányai ércesedés szulfidásványai. — *Topographica Mineralogica Hungariae* **2**, 149–179.
- SZAKÁLL S., DÓDONY I. & KOVÁCS Á. 1994a: A telkibányai ércesedés halogenidjei. — *Topographica Mineralogica Hungariae* **2**, 253–257.
- SZAKÁLL S., KOVÁCS Á. & DÓDONY I. 1995: Volfrámásványok a nagybörzsönyi ércesedésből. — *Folia Historico Naturalia Musei Matraensis* **20**, 5–12.
- SZAKÁLL S., FÖLDVÁRI M. & DÓDONY I. 1997: Karbonáthidroxilapatitos ásványparagenezis az Esztramos-hegyről. — *Topographia Mineralogica Hungariae* **5**, 123–130.
- SZALLER, ZS., PÖPPL, L., LOVAS, GY. & DÓDONY, I. 1996: Study of the formation of Bi₂Te₄O₁₁. — *Journal of Solid-State Chemistry* **121**, 251–261., <https://doi.org/10.1006/jssc.1996.0036>
- USIMAKI, A., KIRSCHNER, I., LEVOSKA, J., HAGBERG, J., ZSOLT, G., KOVÁCS, GY., PORJESZ, T., DÓDONY, I., LEPPAVUORI, S. & LAIHO, R. 1990: Relationship between microstructure and critical parameters in high Tc superconducting Bi–Pb–Sr–Ca–Cu–O thick films. — *Cryogenics* **30**, 593–598., [https://doi.org/10.1016/0011-2275\(90\)90290-s](https://doi.org/10.1016/0011-2275(90)90290-s)
- VOGL M. 1981: Az agyagásványok vizsgálati módszereinek hazai fejlődése az elmúlt 20 év alatt. — *Földtani Közlöny* **111**, 31–39.
- WANG, Y. X., LIU, P. & QIN, G. W. 2015: Strain analysis of misfit dislocations in α -Fe₂O₃/ α -Al₂O₃ heterostructure interface by geometric phase analysis. — *Micron* **69**, 21–24., <https://doi.org/10.1016/j.micron.2014.11.001>
- WENK, H.-R. (Coord. ed.) 1976: *Electron Microscopy in Mineralogy*. — Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 564 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-66196-9>
- ZEGA, T. J., GARVIE, L. A. J., DÓDONY, I. & BUSECK, P. R. 2004: Serpentine nanotubes in the Mighei CM chondrite. — *Earth and Planetary Science Letters* **223**, 141–146.
- ZEGA, T. J., GARVIE, L. A. J., DÓDONY, I., FRIEDRICH, H., STROUD, R. M. & BUSECK, P. R. 2006: Polyhedral serpentine grains in CM chondrites. — *Meteoritics and Planetary Science* **41**, 681–688., <https://doi.org/10.1111/j.1945-5100.2006.tb00984.x>

ZOU, X. 2005: What is Electron Crystallography? — In: WEIRICH, T. E., LÁBÁR, J. L. & XIAODONG, Z. (eds): *Electron Crystallography*. Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 3–16., https://doi.org/10.1007/1-4020-3920-4_1

Kézirat beérkezett: 2020. 03. 25.

Események, rendezvények

Beszámoló a Vaskapu Geoparkban tartott IAH CEG 4. Konferenciáról és geotúráról

A Hidrogeológusok Nemzetközi Szövetségének (International Association of Hydrogeologists — IAH) Közép-Európai Csoportja (Central European Group — CEG) 2019. június 15–20. között rendezte meg 4. Konferenciáját a Vaskapu (Iron Gate) Geopark szerbiai központjában, Donji Milanovacban.

Az IAH Magyar Nemzeti Tagozatának javaslatára és aktív közreműködésével 2013. május 8–10. között Mórahalmon, az 1. Konferencia helyszínén alakult meg a CEG.

A 4. Konferenciát az IAH Szerb és Román Nemzeti Tagozatának vezető hidrogeológusai: Zoran STEVANOVIĆ, Adrian IURKIEWICZ és Iulian POPA szervezték meg. A konferenciát egy négynapos geotúra előzte meg a Vaskapu Geopark romániai és szerb oldalán.

A kirándulás első 3 napján a Geopark Dunától északra elterülő, romániai részén, a negyedik napon a Dunától délre, Szerbiában túráztunk. Ennek során a következő helyszíneket látogattuk meg:

Karszt- és víztani értékek:

— 5 romániai helyszín: Ponoarele karsztmező („God Bridge” sziklaalakzat, búvópatak); Izvarna karsztforrások, Craiova (Királyi) város vízbázisa, Runcu vízbázis és felszínalatti erőmű, Sohodol-szurdok, Oltet-kanyon,

— 2 szerbiai helyszín: Valja Prerest mész-kőhid; hajókirándulás során a Nagy- és Kis-Kazán-szoros, továbbá a Sip-szurdok (Vaskapu).

Barlangok:

— 2 romániai helyszín: a Muierilor- és Polovragi-karsztbarlangok

— 1 szerbiai, a Rajkova-cseppkőbarlang.

Földtani értékek:

— 2 romániai: Costesti védett löszbányás feltárás; Ocelele Mari sóbánya,

— 2 szerbiai: Majdanpek porfirós rézérc, külfejtéses bánya; Boljetin-szurdok (jura/kréta alapszelvény).

Kulturális értékek:

— 4 romániai: Tismana és Horezi kolostor (UNESCO örökség), Horezu fazekas falu, Opvisor szőlőbirtok és borkombinát,

— 3 szerbiai: Lepenski Vir (neolitikus régészeti telep), Donji Milovac (Vaskapu Geopark központi bemutatóhely), Galambóc vára (XIII–XV. sz. erőd, a Geopark Duna felső szakaszi bejárata).

A kétnaposra tervezett konferencián előadások hangzottak el (1) a Geopark természeti értékeiről, földtani és hidrogeológiai viszonyairól, a megépült völgyzáró gát és tágabb térségének mérnökgeológiai és környezeti problémáiról; (2) Szerbia és Románia felszín alatti vizeinek mennyiségi és minőségi állapotáról, védelméről; (3) a közép-európai térség karszt és repedezett kőzeteinek hidrogeológiájáról; (4) az ásványvizek és a geotermálisenergia-készleteiről, kitermelésének és sokoldalú hasznosításának lehetőségeiről. A konferenciának helyszínt adó Donji Milanovac Geopark központjában lévő bemutatóhely megtekintését követően a 11 országból (Albánia, Bulgária, Brazília, Görögország, Izrael, Magyarország, Olaszország, Oroszország, Románia, Szerbia, Szlovákia) érkezett 30 fős szakembertársaság részt vett egy félnapos hajókirán-

duláson. Csodálatos időben, a konferencia kikötőjéből a Nagy- és Kis-Kazán-szoroson át a Sip-szurdokig (a tényleges Vaskapuig) fantasztikus látványban gyönyörködhetek a résztvevők.

Összefoglalva: jól szervezett kirándulás és konferencia, igényes kirándulásvezető kiadványok, kellemes szakmai légkör, kedves házigazdák és résztvevők, továbbá gyönyörű helyszínek élménye.

CSERNY Tibor

XXI. Székelyföldi Geológus Találkozó, Szóvata, 2019. október 24–27.

A már hagyományos módon, 2019-ben is október utolsó hétvégéjén rendezték meg a XXI. Székelyföldi Geológus Találkozót. A szállás és a rendezvény központja a szóvatai Teleki Hotelben volt, amely a Romániai Magyar Pedagógusok Szövetségének Oktatási Központja, és már korábban is volt színhelye földtani konferenciának. A terület a székely Sóvidék, legjellegzetesebb képződménye a középső-badeni idején lezajlott sókrízis során leülepedett és a későbbi sótektonika következtében sódiapírokat formáló kő. A felszín neogén andezit, vulkáni breccsa és agglomerátum, valamint pannóniai üledékek borítják.

Az első nap, október 25. a kirándulás napja volt, a földtani és kulturális látnivalókat felölelő kirándulásvezetőt ezúttal is WANEK Ferenc készítette. Dél előtt a Medve-tó körül gyalogsétára került sor, amit CSORTÁN Ferenc, Szóvata város köztisztviselője álló helytörténésze vezetett. Ő másnap tartott előadást is a környék látnivalóiról. Megemlíteném, hogy a tó vízének felmelegedését először KALECSINSZKY Sándor, a M. Kir. Földtani Intézet vegyészje magyarázta a helioterma jelenségével (1901).

Az autóbussos kirándulás első megállója az erdőszentgyörgyi Rhédey kastély volt, ahol gróf RHÉDEY Claudia, az angol királynő egyik felmenője született. A kastély ma már gyönyörűen felújítva és berendezve várja a látogatókat. A kirándulás útvonala innen a Kis-Küküllő völgyéből a Nyárad völgyébe vezetett át, és annak mentén haladtunk felfelé. Jobbágyfalvánál a pannóniai legalsó, itt kifejlődött szintjének megfelelő fan típusú deltaüledékeket tekintettünk meg. Nyáradremetén a templomban megkoszorúztuk a községben született NYULAS Ferenc emléktábláját. Ő az Erdélyi Nagyfejedelemiség főorvosa- és főgyógyászaként kezdte el az ásványvizek kémiai elemzését, és ő írta erről az első magyar nyelvű analitikai könyvet. Az erdélyi földgáz felfedezőjének is tarthatjuk, amiről 1810 és 1813 között Ausztriában publikációi jelentek meg. Este a vacsora a vármezei pisztrángtelepen volt.

A szakmai előadások nem Szóvátán, hanem a parajdi sóbánya egy nagy, a látogatók számára kialakított termében voltak. Ennek megfelelően a fő téma is a só volt, bár más, folyamatban lévő székelyföldi kutatási témák is sorra kerültek. A plenáris előadást KOVÁCS J. Szilámér (Sepsiszentgyörgy) tartotta az evaporitok és a szénhidrogének képződésének összefüggéseiről. Mind Romániában, mind világszerte sok helyen evaporitok képezik a szénhidrogéntelepek fedőkőzetét. Kiemelte a mélytengeri sókrízisek szerepét, amelynek egyik példája a középső-badeni sóképződés az Erdélyi-medencében. A sótartalom utánpótlódásában a világóceánokon kívül a korábbi sókőzetek lepusztulásának és vulkáni hidrotermális folyamatoknak is szerepe lehet.

A sóbányát a bánya geológusa, HORVÁTH István mutatta be. LENGYEL Hunor a bánya korszerű fotogrammetriai felméréséről számolt be. Az erdélyi sóképződéssel leg többet UNGER Zoltán (ELTE, Szombathely) és munkatársai foglalkoztak előadás és poszter formájában. LECLAIR szerzőtársával együtt a sekélytengeri evaporitképződési elmélet ellentmondásaira mutattak rá. Ők is foglalkoztak a só és a földgáz (metán) együttes képződésének lehetőségével mélytengeri anoxikus sós medencerészekben. GYÖRFI István (RomGaz, Marosvásárhely) segítségével ezt a szerves anyag normális biogén degradációjához képest többlet metántartalmat több erdélyi gáztelepben valószínűsítették. Most egy harmadik lehetőségre is felhívták a figyelmet: a mélytengeri sós vízből felszálló metán a felette levő hideg vízben metánhidrátokat képezhet, amelyek csak sokkal később szabadulnak majd fel a víz felmelegedése hatására. UNGER Zoltán és munkatársai kísérletileg is próbálták bemutatni, hogy a sódiapírok a még folyékony, gázzal telített tömény sóoldatnak a fedő rétegeken keresztül való kitörésével is kialakulhattak.

A helyi szerzők közül MALI Hédi Erika (BBTE, Kolozsvár) pollenvizsgálatokkal járult hozzá a sóképződés ősgépjárat viszonyainak és a rétegtani helyzetének ismeretéhez. A nagyon rossz megtartású mintaanyag talán a távoli lehordási területekre utal. GELENCSÉR Orsolya (ELTE és Atomki) egy nagyobb kutatógárda korszerű mérési módszereket alkalmazó fluidumzárvány- és deformációvizsgálatairól számolt be a parajdi sóstettel kapcsolatban.

Más folyamatban levő erdélyi kutatási témák közül a Csomád vulkanizmusának kutatásával ezúttal csak SZAKÁCS Sándor (BBTE) kiegyensúlyozott, józan helyzetképe foglalkozott. Az utóbbi időkben a kitörések múltjának ismerete nagyon sokat fejlődött, de a jövőbeli kitörés lehetőségéről csak azt tudjuk, hogy van valamennyi reziduális oldat a vulkán alatt 8–12 km mélységben, de nem tudjuk, hogy ez kihűlő, vagy éppen melegedő rendszer-e.

A budapesti ELTE-n működő Litoszféra Fluidum Kutató Labor is kiterjesztette a tevékenységét székelyföldi vulkáni területekre. Vezetője, SZABÓ Csaba a parajdi előadóülés levezető elnöke is volt. SZABÓ Ábel a Persányi-hegység köpenyeredetű xenolitjainak piroxénjében és amfiboljában mutatott ki modális metasomatizist igazoló fluidumzárványokat. LANGE Thomas Pieter arról beszélt, hogy a klinopiroxéneknek ez a metasomatikus amfibolosodása csökkenthette a földköpeny fluidumtartalmát, és elősegíthette a kőzet ridegségét, ezáltal növelte a földrengések lehetőségét.

Ezeket a nagyobb kutatási projekteket néhány kisebb erdélyi téma egészítette ki. BARTHA István Róbert azt mutatta be, hogy erdélyi felszíni feltárások hogyan segíthetik fúrásokkal feltárt rezervoárok geometriájának értelmezését. SZIGYÁRTÓ Ottilia és munkatársai (BBTE) egy távolabbi terület, a Déli-Kárpátokban levő Almás-hegység ordoviciumi ofiolitösszletének metasomatizált ásványait jellemezték. PÁSZTOHY Zoltán (Csíkszereda) a szárhegy melletti Garados biota néhány újabb, általa feltételezett ősmaradványát mutatta be. RÁDULY Nándor és munkatársai (BBTE) fontos környezeti méréseket végeztek, a Kovászna város területén levő poncékban és természetes mofettákban a CO₂-koncentrációt határozták meg. Egy magyarországi téma is volt: CSER Ádám és munkatársai (ELTE) egy kevésbé ismert őslény-csoportot, a zöldalgákat vizsgálták a Paks környéki pannóniai üledékekből.

A rokon tudományok néhány képviselője is gyakran szerepel a székelyföldi találkozók előadásával. RUSZ Ottilia (Meteorológiai Szolgálat, Marosvásárhely) a termikus inverzió székelyföldi elő-

fordulásait ismertette. FARKAS Attila tanár (Segesvár) a térinformatika geomorfológiai alkalmazására mutatott be példákat az Udvarhelyi-dombság területén.

Külön témakört képeztek a tudománytörténeti előadások. A sóhoz kapcsolódott MIKLÓS Alpár (BBTE, Magyar Néprajz és Antropológiai Intézet, Kolozsvár) kiemelkedő előadása „Idegen utazók Erdély és Máramaros sóbányáiban (18–19. század)” címmel. WANEK Ferenc (EMT) szász geológusok szerepét ismertette a Székelyföld földtani megismerésében. PAPUCS András a „borvíz” szó eredetéről gondolkodott, a legvalószínűbb a „bor” szó „savanykás” értelme, de a szó több nyelvből is származhat. VICZIÁN István egy kevésbé ismert 19. századi mineralógus, SZÁSZ József szerepét mutatta be a marosvásárhelyi Teleki Tékában.

Minden résztvevő nagy elismeréssel szólhat a fő szervezők, TÓTH Attila és DÉNES Réka áldozatkész és kiváló munkájáról, akik BARABÁS Emese, WANEK Ferenc és mások segítségével lebonyolították a Koch Antal Földtani Társaság nevében ezt a találkozót.

A találkozó után közvetlenül fontos kezdeményezések indultak el a résztvevők között. Egy főleg térinformatikusokból álló fiatal csoport az eddigi találkozók kirándulásvezetőit kívánja összehozni és egy közös Székelyföld-térképen ábrázolni. KOVÁCS J. Szilamér többek támogatásával és többek aggodó megjegyzései ellenére kezdeményezte egy Székelyföldi Földtani Társulat megalapítását, amely a tervek szerint 2020 januárjában tartaná alakuló ülését Csíksomlyón. A következő találkozó megszervezése már ennek az új társulatnak a feladata lenne. Mint kívülálló, de teljes mértékben együttérző szemlélők sok sikert kívánunk ezeknek a kezdeményezéseknek!

VICZIÁN István

Beszámoló a 2019. évi Kókay Napok rendezvényéről

A Magyarhoni Földtani Társulat Általános Földtani Szakosztálya és az MTA X. osztály Szedimentológiai Albizottsága által szervezett Kókay Napok rendezvény idei témája a Paksi Atomerőmű telephelyén létesítendő új atomerőművi blokkok telephelyvizsgálatához kapcsolódó általános földtani, rétegtani, tektonikai és ehhez szorosan kapcsolódó geofizikai eredmények bemutatása és megvitatása volt.

A 2019. november 7–8. között, a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat Stefánia úti Dísztermében megrendezésre került rendezvény első napján tíz előadás hangzott el. A második napon szakmai kirándulást rendeztünk a Geoinform Kft. által üzemeltetett szolnoki magraktárba, ahol a Paksi Atomerőmű telephelyén létesítendő új atomerőművi blokkok telephelyvizsgálata és értékelése céljából végrehajtott Földtani Kutatási Program keretében mélyült fúrások maganyagának megtekintésére nyílt lehetőség. Itt a különböző korú maganyagok jellegzetességeit egy-egy szakterületi szakértő mutatta be. A magok kipakolásában és a helyszín biztosításában a Paks II ZRt. és a Geoinform Kft. támogatását élveztük.

A kétnapos rendezvényen 73 fő vett részt. Az érdeklődők száma és aktivitása igazolta várakozásunkat, miszerint a szakma igen nagy érdeklődéssel és figyelemmel kíséri a paksi kutatásokat, különös tekintettel annak neotektonikai vonatkozásaira. Mindezeket összegezve rendezvényünk kiemelten sikeres volt.

MAROS Gyula

NosztalGEO 2019 2019. november 15., Szeged

Az MFT Alföldi Területi Szervezetének legnagyobb szabású éves rendezvényét, a NosztalGEO-t 2019-ben nyolcadik alkalommal rendeztük meg „Negyedidőszaki geológiai folyamatok, avagy fiatalság nem bolondság” címmel. Az elmúlt esztendőik szép és emlékezetes évfordulóit megtartva „elmélyültünk a geológiában”, azaz időben és mélységben haladva nagyobb egységeket vettünk görcső alá mind elméleti, mind gyakorlati szempontból. A tavalyi esztendőben elértük mindennek az alját, amikor is az Alföld aljzati képződményeivel foglalkoztunk. Az idei rendezvényen vettünk egy nagyobb lélegzetet, és a mélységekből feljőve a negyedidőszak geológiai eseményei kerültek terítékre, legyen szó fiatal tektonikai mozgásokról, sztratigráfiai viszonyokról, felszín alatti vizekről, akár a legfiatalabb időszak szénhidrogén-felhalmozódásairól vagy a felhalmozódásokra gyakorolt hatásokról. A vidéki helyszín ellenére rendezvényünket a korábbi évekhez hasonlóan élénk érdeklődés övezte: a résztvevők száma 65 fő volt.

Az előadónapot SZANYI János (elnök, Alföldi Területi Szervezet) nyitotta meg. A rövid megnyitó részeként köszöntöttük azokat a jelenlévő tagtársainkat, akik kerek évfordulót ünnepeltek 2019-ben akár életkor, akár tagság vonatkozásában. Köszöntöttük továbbá azon tagtársainkat is, akik ebben az évben földtani társulati elismerésben részesültek. A megnyitót követően a délelőtti szekcióban öt előadás hangzott el. A 2019-es évben több új elemet is beépítettünk a rendezvény programjába. Ez alapján a nyitó előadás valamely kerek évfordulóval rendelkező alföldi szénhidrogénmező múltjának, jelenének és jövőjének a bemutatásával foglalkozott. A kandidáns 2019-ben a Battonya-mező volt, amelyről a MOL Nyrt. részéről ÁRVAI Lajos tartott előadást. Ezt követően a 2019-ben alapított és első alkalommal odaítélt Révész István-díj átadására került sor. A díjat első alkalommal GAJDOS István geológus kollégánk, RÉVÉSZ István pályatársa kapta meg az Alföld szénhidrogén-kutatásában végzett több évtizedes, kiemelkedően eredményes szakmai tevékenysége elismeréseként. A díjjátadón jelen volt Dr. RÉVÉSZ Istvánné, Klári, és fia, valamint a díj alapítását kezdeményező és a megvalósulást anyagilag támogató Ahmed AMRAN is.

A délelőtti előadások sora SCHAREK Péter „Szemelvények a Földtani Intézet síkvidéki munkáiról” című összefoglaló előadásával folytatódott megemlékezve a 150 éves Földtani Intézetről, ezt MAGYARI Árpád „Negyedidőszaki neotektonikai jelenségek medenceperemi szelvényekben” című előadása követte. Utóbbiból megtudtuk, hogy ha sok esetben konkrét töréseket talán nem is rögzíthetünk ezekben az üledékekben, számos felszíni rétegtani jelenség utal az aktív neotektonikai eseményekre az ország számos területén. A szünetet követően PÜSPÖKI Zoltán tartott előadást az ivó- és öntözővízes rétegek nagyfelbontású fácies korrelációs és klimatosztratigráfiai módszerekkel végzett tagolásáról, mely eredmények jól használhatók lesznek a vízkeretirányelv meg-

valósítása során. Ezt az ebéd előtti utolsó előadás követte, amit KOVÁCS Balázs tartott kármentesítési, sekély-vízföldtani és geotechnikai területeken végzett, a modellek pontosítását elősegítő numerikus modellezésekről.

A délelőtti szekciót követően a hagyományos halászlé – túrós csusza ebéd következett, melyhez a kovászt a sokak által várt személyes találkozók, élénk beszélgetések adták.

A délutáni szekcióban további három előadás volt soron. Egy előadás KONCZ István betegsége miatt, sajnos, elmaradt. Az első délutáni előadást TIMÁR Gábor tartotta az Alföld alatti szerkezeti vonalak jelenkori aktivitásának, valamint az alföldi folyók kanyargásainak összefüggéseiről. Ezt SÜMEGI Pálnak a 102 m-es globális típusszelvény, az udvari löszös rétegsorban végzett összehasonlító feldolgozásának globális, regionális és lokális vonatkozásairól tartott előadása követte a klímaváltozás várható következményeire is utalva. A rendezvény utolsó előadását PALCSU László tartotta a Debreceni Atomkiban végzett munkáira épülő, vizekben előforduló izotópokról és új típusú vizsgálati eljárások bevezetéséről.

Az elhangzott előadások publikus része a társulat honlapján megtalálható.

A szakmai nap lehetőséget biztosított kótetlen beszélgetésekre, az előadásokkal kapcsolatos kérdések megvitatására is. A résztvevők összetétele alapján elmondhatjuk, hogy változatlanul sikerült összehozni a „már régóta fiatal” (nyugdíjas, senior kutató) kollégákat egymással és a „még nem olyan régóta fiatal” szaktársakkal (fiatal szakemberek, kutatók, egyetemi hallgatók). Rendezvényünket felsőoktatási kutatóhelyek (Debreceni Atomki, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Miskolci Egyetem, Szegedi Tudományegyetem), állami szakszolgálat (Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat), ipari társaságok (MOL Nyrt.; Geoinform Kft., Geomega Kft., Mecsekérc Kft., Oil&Gas Development Kft.) képviselői egyaránt megtisztelték, lehetőséget teremtve a kutatási, fejlesztési és innovációs kapcsolatok bővítésére. A rendezvény fő támogatói a MOL Nyrt. és a Békés Drén Kft. voltak.

Reményeink szerint hasonló széles körben találkozunk jövőre a kilencedik NosztalGEO-n! Programjaink megvalósításához támogatást szívesen fogadunk. Az Alföldi Területi Szervezet (al)számlaszáma: 10200201-28610746-00000000 (K&H Bank).

SZANYI János, KISS Károly

Személyi hírek

Gyász hír

Fájdalommal tudatjuk, hogy elhunyt MÁNDY Tamás és ILKEYNÉ dr. PERLAKI Elvira tagtársunk.

Emlékük szívünkben és munkáinkban tovább él!

A Magyarhoni Földtani Társulat 2019. évi rendezvényei

Központi rendezvények

Február 13.

A Magyarhoni Földtani Társulat Választmányának ülése

Résztvevők száma: 29 fő

Február 23.

**„Kalapács és sör” — egynapos terepgyakorlat Szegeden
Virtuális túrák az üledékes kőzetek belsejében**

GEIGER J.: Az Algyő Story
FÖLDES T., GEIGER J.: A kőzeteken végzett CT-mérések
lehetőségei és eredményei
GULYÁS S.: Kiruccanás a geometriai morfológia világába

Résztvevők száma: 29 fő

Március 11.

A Magyarhoni Földtani Társulat elnökségének ülése

Résztvevők száma: 7 fő

Március 18.

Szabó József sírjának megkoszorúzása

Résztvevők száma: 8 fő

Március 20.

A Magyarhoni Földtani Társulat 169. Rendes Közgyűlése

BUDAI TAMÁS: elnöki megnyitó
70 éves társulati tagságot elismerő díszoklevelet kapott: DOBOS
Irma, DANK Viktor, VITÁLIS György
60 éves társulati tagságot elismerő díszoklevelet kapott: BALLA
Kálmán, BÓNA József, HORVÁTH Lajos, KLEB Béla, MÁRTON
Péterné, MATUS Lászlóné, SÜLI Mihályné, SZEDERKÉNYI Tibor,
VETŐ István, VICZIÁN István
50 éves társulati tagságot elismerő díszoklevelet kapott: PAÁL
Tamás, TATÁR Andrásné

Lóczy Lajos- emlékéremmel tüntették ki VINCZE Pétert

VINCZE Péter pályája első szakaszában a Szabó József Geo-
lógiai Szakközépiskola tanára volt. Tanítványai közül többen sze-
reztek egyetemen geológusi oklevelet. *Geológia* címmel közép-
iskolai kísérleti tankönyvet írt gimnáziumok számára. Közép-
iskolai tanári munkája mellett hosszú éveken át az ELTE tanár-
képző Főiskolai Karának Földrajz Tanszékén speciális kollégium-
okat is tartott.

Kezdetektől fogva részt vett a Magyar ProGEO Egyesület
munkájában, az egyesület által bevezetett ismeretterjesztő Geotóp
nap egyik helyi, majd fokozatosan országos szervezője lett.
Elősegítette a határon túli szakmai kapcsolatok kialakulását,
továbbá önzetlenségére és szociális érzékenységére jellemző, hogy
ha teheti, anyagilag is támogatja a határon túli magyarokat.

A mai Agrárminisztérium Környezetügyért Felelős Állam-
titkársága Nemzeti Parki és Tájvédelmi Főosztálya szervezeti

elődjének munkatársaként, valamint a Magyar Geopark Bizott-
ság titkáráként hatalmas munkát fektetett a nemzeti park
igazgatóságok tevékenységének koordinálásába, a földtudomá-
nyi ismeretterjesztő és közművelődési feladatok szervezésébe, a
szakmai háttér erősítésébe. Nevéhez kötődik az 55/2015 (IX.18)
FM rendelet a földtani alapszervezetek és földtani képzőműve-
k védetté nyilvánításáról és természetvédelmi kezelési tervéről.
VINCZE Péter egész eddigi pályafutása során mind oktatási, mind
közművelődési tevékenységével sokat tett a földtudományok
ismeretanyagának megismertetése és megszerettetése terén.

KÜRTHY Dóra

Kertész Pál- emlékéremmel tüntették ki KÜRTI Istvánt

KÜRTI István aranydiplomás okleveles mérnök a FMT Mér-
nökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály aktív tagja. Több
cikluson keresztül tevékenykedett a Szakosztály vezetőségi tag-
jaként, képviselve a szakosztályt a Választási Bizottságokban.
1957 óta dolgozott Dr. KERTÉSZ Pál irányításával a BME Ásvány-
és Földtan (majd Mérnökgeológiai) Tanszék közetfizikai laborató-
riumában külső munkatársként. Részt vett a szilárdsági vizsgálá-
tokkal kapcsolatos fejlesztési és kutatási munkákban. Nevezetesen
az alakváltozási vizsgálattal kiegészített egyirányú nyomó- a tri-
axiális- és a reológiai vizsgálatok kimunkálásában és az azokra
vonatkozó vizsgálattechnikai értékelésben, a vonatkozó szabvány-
ok előkészítő munkáiban.

Dr. KERTÉSZ Pállal közösen jelentek meg publikációi hazai és
nemzetközi konferenciákon, szakfolyóiratokban. A Mérnökgeoló-
gia-Kőzetmechanika Kiskönyvtárban rendszeresen jelennek meg
kőzetmechanikával kapcsolatos publikációi. Társszerzője volt a
kedves professzoráról, Dr. PAPP Ferencről, „Feri bácsiról” írt em-
lékkönyvnek.

Dr. KERTÉSZ Pál a munkatársi kapcsolaton túlmenően KÜRTI
Istvánnal haláláig baráti kapcsolatot ápolt.

TÖRÖK Ákos

**Semsey Andor Ifjúsági Emlékéremmel tüntették ki ARATÓ
Róbertet**

ARATÓ Róbert *Thermal evolution in the exhumed basement of
a stratovolcano: case study of the Miocene Mátra Volcano,
Pannonian Basin* c. cikke a Journal of the Geological Society című
szaklapban jelent meg. A pályázó társszerzővel feltárja egy réteg-
vulkán aljzatának hőtörténetét, a Mátra példáján. A publikáció
innovatív, többlépcsős modellezésen alapuló termokronológiai
megközelítést alkalmaz. Cirkon U–Pb koradatokkal, sztratigráfiai,
litológiai és geológiai háttérrel szülledéstörténetet modellez,
majd ennek eredményét bemenő adatként felhasználva, változó para-
méterek mellett termokronológiát számol. Az így kapott (U–
Th)/He adatokat mért adatokkal összevetve állítja fel a terület
posztoligocén fejlődési modelljét. A tanulmány egyediségét a
laboratóriumi mérések és számítógépes modellezések párhuzam-
os, egymást validáló módon való alkalmazása adja. Az egyes
szerzők eredményekhez való hozzájárulása kiemelkedő precizi-
tással és részletességgel van megadva.

ARADI László Előd a *Semsey Andor Ifjúsági Emlékérem pályázatra* beadott, társszerzőkkel írt *Fluid-Enhanced Annealing in the Subcontinental Lithospheric Mantle Beneath the Westernmost Margin of the Carpathian–Pannonian Extensional Basin System* című pályaművéért könyvjutalomban részesült. A pályázó cikke a *Tectonics* című folyóiratban jelent meg, a köpenyxenolitok mikroszerkezetét vizsgálta beható ásvány-kőzettani-geokémiai módszerekkel.

A publikáció legfőbb újdonsága, hogy kapcsolatot talált az olivinek szerkezeti hidroxil („víz”) tartalma és a bennük lévő deformációs jegyek között. Ezt a felismerést az tette lehetővé, hogy egy, eddig köpenykőzetekre nem alkalmazott EBSD adatfeldolgozási módszer segítségével kvantifikálta az olivinek külön-böző deformációs tulajdonságait. Az ebből levont következtetéseket geodinamikai keretbe helyezte, amely alapján az alpi szubdukció és későbbi hegységképződés nyomai felismerhetővé váltak a Stájer-medence alatti köpenylitoszférában.

A cikkben részletes optikai, szöveti, kémiai jellegű anyagvizsgálatok eredménye alapján a szerzők értelmezik a kialakulás komplex folyamatait. A tárgyválasztás, a módszerek választása, a modern interpretáció, az irodalmi adatokban való jártasság együttesen teszik kiemelkedővé a tanulmányt. A szerzőtársak nyilatkozata szerint a dolgozat túlnyomó részben a pályázó munkája.

KÓTHAY Klára

Kriván Pál Alapítványi Emlékéremmel tüntették ki BOTKA Dánielt

Pannonian Chronostratigraphy of the Transylvanian Basin c. diplomamunkája szép kiállítású, összeszedett dolgozat az Erdélyi-medence és a Pannon-tó kapcsolatáról, időben változó viszonyokról. A terepi munka mellett paleontológiai, izotóp-kronológiai és paleomágnéses tanulmányok alapján mutatta be a szerző az eredményeit, részletes mélyvízi biosztratigráfiát készített, ami sok újdonságot hozott az Erdélyi-medence fejlődéstörténetében a késő-miocéntől. A kicsit több mint 2,5 millió évet felölelő üledéket alaposan megvizsgálva paleogeográfiai rekonstrukciót végzett, megállapította az Erdélyi-medence izolációjának korát.

A Kriván Pál-émlékérem (2019) odaítélésére összeállt bizottságnak nagyon nehéz feladata volt, 12 rendkívül magas szintű, igényes szakdolgozat közül kellett a legjobbat kiválasztani.

KIRÁLY Edit

BABINSZKI Edit: Főtitkári – közhasznúsági jelentés

PUZDER Tamás: A Gazdasági Bizottság jelentése

FÖLDESSY János: Az Ellenőrző Bizottság jelentése

MOLNÁR Zsolt Róbert: Jelentés a Magyar Földtanért Alapítvány működéséről –

A 2018. évi Ifjú Szakemberek Ankétján elméleti kategóriában 1. helyezett előadás hangzott el:

LANGE Thomas Pieter, SÁGI Tamás, DEMÉNY Attila, BERKESI Márta, ARADI László E., SZABÓ Csaba, JÓZSA Sándor (ELTE Kőzettani és Geokémiai Tanszék): Bazanit-kvarcit reakciója során keletkezett alkáli amfibol és szilikátolvadék zárványok geokémiai vizsgálatának első eredményei, Bolgárom, Nógrád–Gömör vulkáni terület.

Résztevéők száma: 138 fő

Március 29–30.

Ifjú Szakemberek Ankétja, Ráckeve

Péntek

E = elméleti kategória, Gy = gyakorlati kategória C = megemlékező előadás

E VINCZE V. (MOL Group, Budapest, Hungary): *Scale formation of geothermal cascade system in Újszeged*

Gy MOGHAZI, A. H.¹, ZOBAA, M. K.², HÁMOR-VIDÓ M.³ (¹University of Miskolc Dept. of Mineralogy and Petrology, ²University of Texas, Dept. of Geosciences, ³University of Pécs, Dept. of Geology and Meteorology): *Palynofacies characteristics of the Upper Cretaceous Mancos Shale in the San Juan Basin, New Mexico, USA*

Gy VIRÓK A.¹, SZILÁGYI K.³, LUKÁCS T.¹, KLEMBALA Zs.² (¹ELTE, Dept. of Geophysics and Space Science, ²Budavári Kft., ³Budapest University of Technology and Economics Faculty of Civil Engineering): *Complex geophysical survey of Keresztes-halom*

E SZIJÁRTÓ M. (ELTE, Dept. of Geophysics and Space Science; József and Erzsébet Tóth Endowed Hydrogeology Chair, Budapest): *Existence of thermal convection in the Buda Thermal Karst: free or forced?*

Gy PACSKÓ V.^{1,2}, PETRIK O.², FRIEDL Z.^{1,2}, NÁDOR G.², KRISTÓF D.², BELÉNYESI M.², MOLNÁR G.^{1,3} (¹ELTE, ²Government Office of Budapest, Dept. of Geodesy Remote Sensing and Land Offices, Division of Geodesy and Remote Sensing, ³Hungarian Academy of Sciences at Eötvös University, Geological, Geophysical and Space Sciences Research Group): *A wetland mapping method by temporal integrals derived from H/A/alpha decomposition of Sentinel-1 images*

C KOVÁCS A. Cs. (Geo-Log Environmental & Geophysical Ltd.): *Celebration of the 50th ISZA*

Gy TROSITS D., TÓTH L., MÓNUS P., HORVÁTH F. (GeoRisk Earthquake Engineering Ltd., Budapest): *Active faults in the Pannonian Basin?*

E VÁRADI K. (ELTE, Dept. of Geophysics and Space Science): *Examinations of the neotectonic of the Pannonian basin based on 2D restoration and other methods*

Gy Muhammad Nur Ali AKBAR (University of Miskolc): *Porosity-Permeability Estimations based on Sonic Velocity, Critical Porosity, and Rock Typing Approaches*

E WU, X., LI, X., DAI, H. (Edinburgh Anisotropy Project, British Geological Survey, The Lyell Centre, Research Avenue South, Edinburgh): *Anisotropic geophysical modelling and statistical inversion for shale gas reservoir*

Gy HAROLD Zs.¹, BALÁZS A.², BARTHA A.³, SZALAY Á.⁴ (¹ELTE, Dept. of Physical and Applied Geology, ²Dept. of Sciences, Università Degli Studi Roma Tre, Rome, Italy, ³Schlumberger, Software Integrated Solutions (SIS), Aachen, Germany, ⁴Independent Exploration Geologist, Szolnok): *Gas hydrate generation in Lake Pannon?*

C KÖVÉR Sz. (MTA-ELTE Geological, Geophysical and Space Science Research Group): *Celebration of the 50th ISZA*

Gy MIKLÓS D. G., JÓZSA S., SZAKMÁNY Gy. (ELTE, Dept. of Petrology and Geochemistry): *Expanded provenance analysis (EPAN) of the early–middle Miocene unconsolidated sedimentary beds from the western Mecsek mountains*

E CSOMA V. (ELTE Dept. of Palaeontology): *Pannonian ostracod faunas from South Transdanubia (Hungary): taxonomy, biostratigraphy and paleoecology*

- E ZÁDECZKI T. (Biocentrum Ltd): *Alginite — a new tool for remediation project in environmental protection with a Hungarian raw material*
- Gy BRAUN B. Á. (University of Miskolc, Dept. of Geophysics): *Seismic potential in Nyírség*
- E CZIROK L.^{1,2}, KUSLITS L.² (¹University of Sopron, Roth Gyula Doctoral School of Forestry and Wildlife Management Sciences, ²MTA CSFK Geodetic and Geophysical Institute): *Applications of different earthquake-data clustering methods for the stress inversions in the Vrancea Zone (SE Carpathians)*
- C ÓSI A. (ELTE, Dept. of Palaeontology): *Celebration of the 50th ISZA*
- Gy NAGY Zs. (MOL Plc., Budapest): *Application of Artificial Neural Networks (ANN) in geosciences — A case study from Central Hungary*
- Gy TAPDIGLI, S. (University of Miskolc): *Reservoir Characterization using Artificial Neural Network based Well Log Analysis*
- E SCHERMAN B.¹, FODOR L.^{1,2}, KÖVÉR SZ.¹, REISER M.³ (¹MTA-ELTE Geological, Geophysical and Space Science Research Group, ²MTA-ELTE Volcanology Research Group, ³Geological Survey of Austria, Wien): *Low-temperature deformations of the Mónosbél and Szarvaskő nappes of the SW Bükk Mts., Hungary: a case study from a cross section (Villó, Eger and Almár Valleys)*
- E BALASSA Cs., NÉMETH N., KRISTÁLY F., MÓRICZ F. (University of Miskolc, Institute of Mineralogy and Geology): *Mineralogy of the HFSE enrichment in the metavolcanics and meta-sediments of the SE Bükk Mts*
- Gy GELENCSEY O. (ELTE Lithosphere Fluid Research Lab, Department of Petrology and Geochemistry, Institute of Geography and Earth Sciences): *Textural observations and Raman spectroscopic studies on Praid salt rocks (Transylvania)*
- Poszterek (C)
- KOVÁCS I. J. (Geodetic and Geophysical Institute Research Centre for Astronomy and Earth Sciences Hungarian Academy of Sciences): *Celebration of the 50th ISZA*
- FRIEDL Z.¹, NÁDOR G.¹, SUREK Gy.² (¹Government Office of Budapest, Dept. of Geodesy, Remote Sensing and Land Offices, ²MLog Instruments Ltd.): *Crop yield estimation by Sentinel-1 radar polarimetric data*
- RÁBA I., KOVÁCSNÉ BODOR P., MÁDLNÉ SZÓNYI J., MINDSZENTY A., GYÓRI O. (ELTE Department of Physical and Applied Geology): *What story are scales telling? Comparative analysis of scales from geothermal systems*
- BOTKA D.¹, MAGYAR I.^{2,3}, SEBE K.⁴ (¹ELTE, Dept. of Palaeontology, ²MOL Plc., Budapest, ³MTA-MTM-ELTE Research Group for Paleontology, ⁴University of Pécs, Dept. of Geology and Meteorology.): *Pannonian mollusc biostratigraphy of two large calcareous marl sections from opposite margins of the Drava Trough*
- SCHERMAN B.¹, FODOR L.^{1,2}, KÖVÉR SZ.¹ (¹MTA-ELTE Geological, Geophysical and Space Science Research Group, ²MTA-ELTE Volcanology Research Group): *From continental rifting to Alpine shortening: preliminary structural observations in the Trojane Anticline, Middle Slovenia*
- BUZÁS A.^{1,2}, BARTA V.¹, BÓR J.¹ (¹Geodetic and Geophysical Institute, Research Centre for Astronomy and Earth Sciences, Hungarian Academy of Sciences, ²ELTE Department of Geophysics and Space Science, Faculty of Science): *Five decades of atmospheric electric potential gradient measurements at the Széchenyi István Geophysical Observatory*
- KOVÁCS A.¹, KOVÁCS J.¹, VARGA Gy.² (¹University of Pécs, Dept. of Geology and Meteorology, ²Hungarian Academy of Sciences, Research Centre for Astronomy and Earth): *Granulometric and Mineralogical Analysis of Siliciclastic Sediments derived from Sahara*
- ABDELAZIZ, M. I. (University of Miskolc, Institute of Geophysics and Geoinformatics.): *A Contribution of the Magnetic Field Data and Geoelectrical Resistivity Sounding for Groundwater Exploration in A Part of Central Sinai, Egypt.*
- TURTOGTOH, B. (University of Miskolc, Institute of Geophysics and Geoinformatics.): *The gold exploration over the Yamaat area in Mongolia using field measured vertical electrical sounding (VES) and petrophysical measurements*
- STANKO, D.¹, MARKUŠIĆ, S.² (¹University of Zagreb, Faculty of Geotechnical Engineering, Varaždin, Croatia, ²Faculty of Science, Dept. of Geophysics, Zagreb, Croatia): *Application of Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio (HVSr) method for estimation of local site effects in Varaždin County (NW Croatia)*
- Saturday
- C ZAHUCZKI P. (MOL Plc., Budapest): *Celebration of the 50th ISZA*
- E ZÁDECZKI T., ERŐSS A., CSONDOR K. (ELTE, Dept. of Physical and Applied Geology): *Sea of data or desert of information Groundwater chemical database analysis at the southern foreground of the Villány Hill*
- E MATULA R. (Biocentrum Ltd.): *Geotechnical, geological and hydrogeological investigations on a DNAPL contaminated area*
- Gy PÁNCZÉL E., ERŐSS A., CSONDOR K. (ELTE, Dept. of Physical and Applied Geology, József and Erzsébet Tóth Endowed Hydrogeology Chair): *Springs as telltales of flow systems: hydrogeological study of the city Esztergom*
- Gy BAJÁK P., CSONDOR K., ERŐSS A. (ELTE, Dept. of Physical and Applied Geology, Erzsébet and József Tóth Endowed Hydrogeology Chair): *Radionuclide content of groundwater in hydrogeological approach – case study of the adjacent areas of Lake Velence*
- Gy SZABÓ P.¹, JORDÁN Gy.², FÖLDING G.³, GABURI I.³, ALFÖLDI Cs.³, KISS I.⁴, BALÁZS M.⁴, KOVÁCS I.⁴, SZABÓ Cs.⁵, YAO, J.⁶ (¹ELTE, Doctoral School of Environmental Sciences, ²Dept. of Applied Chemistry, Szent István Univ., ³Mecsekérc Ltd., Pécs, ⁴Division for Biotechnology, Bay Zoltán Nonprofit Ltd, Szeged, ⁵ELTE Lithosphere Fluid Research Lab, ⁶Institute for Earth Sciences, China Univ. of Geosciences in Beijing): *Heterogeneous geochemical processes in mine waste dumps — Assessing the behaviour of potentially toxic elements (PTEs) in mine waste dumps and tailings in the Recsk mining area*
- C BERCZKI L.^{1,2} (¹Dept. of Applied Geophysical Mining and Geological Survey of Hungary, ²ELTE, Dept. of Geophysics and Space Science): *Celebration of the 50th ISZA*
- E ORAVECZ É.¹, FODOR L.^{2,3}, HÉJIA G.² (¹ELTE, Budapest, ²MTA-ELTE Geological, Geophysical and Space Science Research Group, ³MTA-ELTE Volcanological Research Group): *Inherited Triassic salt structures in the Silica Nappe, Aggtelek Mts*
- Gy SZABÓ Zs., ZENTAI-CZAUNER B., MÁDL-SZÓNYI J. (József and Erzsébet Tóth Endowed Hydrogeology Chair, ELTE, Dept. of Physical and Applied Geology): *Complex evaluation of fluid*

flow systems and hydraulic trapping of hydrocarbons in the broader area of Hajdúszoboszló and Ebes, Hungary

- E BALOGH V. D., SIMON SZ., TÓTH Á. (ELTE, Dept. of Physical and Applied Geology Department of Physical and Applied Geology): *Complex evaluation of fluid flow systems and hydraulic trapping of hydrocarbons in the broader area of Hajdúszoboszló and Ebes, Hungary*
- E HENCZ M.¹, BIRÓ T.¹, KOVÁCS I. J.², PÁLOS ZS.³, KESJÁR D.⁴, KARÁTSON D.¹ (ELTE, Dept. of Physical Geography, Institute of Geography and Earth Sciences, ²Geodetic and Geophysical Institute, HAS RCAES ³ ELTE Lithosphere Fluid Research Lab, ⁴Institute for Geological and Geochemical Research, HAS RCAES): *'Water' content of quartz from pyroclastic fall deposits (Bükk Foreland Volcanic Area) – first step towards a new correlation tool*
- E KÓVÁGÓ Á.¹, KOVÁCS I.², JÓZSA S.¹, KOVÁCS M.³, SZABÓ CS.¹ (¹ ELTE, Dept. of Petrology and Geochemistry, ²Geodetic and Geophysical Institute Research Centre for Astronomy and Earth Sciences Hungarian Academy of Sciences ³Tech. Univ. Cluj-Napoca, North Univ. Centre Baia Mare): *Study of quartz xenocrysts and mafic enclaves from "Laleaua Alba" ("White Tulip") composite dacite dome, Gutai Mts., Romania*
- Gy KONDOR H. (Dept. of Mineralogy, Geochemistry and Petrology, University of Szeged): *Metamorphic history of Algyő High*

Az 50. Ifjú Szakemberek Ankétja díjazottjai

Gyakorlati kategória

- I. ALI AKBAR, M. N.: *Porosity-Permeability Estimations based on Sonic Velocity, Critical Porosity, and Rock Typing Approaches*
- II. SZABÓ SZ., ZENTAI-CZAUNER B., MÁDL-SZŐNYI J.: *Complex evaluation of fluid flow systems and hydraulic trapping of hydrocarbons in the broader area of Hajdúszoboszló and Ebes, Hungary*
- III. SZABÓ P., JORDÁN GY., FÖLDING G., GABURI I., ALFÖLDI CS., KISS I., BALÁZS M., KOVÁCS I., SZABÓ CS.⁵, YAO, J.: *Heterogeneous geochemical processes in mine waste dumps – Assessing the behaviour of potentially toxic elements (PTEs) in mine waste dumps and tailings in the Recsk mining area*
- III. VIRÓK A., SZILÁGYI K., LUKÁCS T., KLEMBALA ZS.: *Complex geophysical survey of Keresztes-halom*

Elméleti kategória

- I. ORAVECZ É., FODOR L., HÉJA G.: *Inherited Triassic salt structures in the Silica Nappe, Aggtelek Mts.*
- II. SZIJÁRTÓ M.: *Existence of thermal convection in the Buda Thermal Karst: free or forced?*
- III. HENCZ M., BIRÓ T., KOVÁCS I. J., PÁLOS ZS., KESJÁR D., KARÁTSON D.¹: *'Water' content of quartz from pyroclastic fall deposits (Bükk Foreland Volcanic Area) – first step towards a new correlation tool*

Poszter kategória

- I. BOTKA D., MAGYAR I., SEBE K.: *Pannonian mollusc biostratigraphy of two large calcareous marl sections from opposite margins of the Drava Trough*
- II. SCHERMAN B., FODOR L., KÖVÉR SZ.: *From continental rifting to Alpine shortening: preliminary structural observations in the Trojane Anticline, Middle Slovenia*
- III. BUZÁS A., BARTA V., BÓR J.: *Five decades of atmospheric electric potential gradient measurements at the Széchenyi István Geophysical Observatory*

Különdíjak

- Első előadói díj:** VÁRADI K.: *Examinations of the neotectonic of the Pannonian basin based on 2D restoration and other methods*
- Biocentrum Kft.:** HENCZ M., BIRÓ T., KOVÁCS I. J., PÁLOS ZS., KESJÁR D., KARÁTSON D.: *'Water' content of quartz from pyroclastic fall deposits (Bükk Foreland Volcanic Area) – first step towards a new correlation tool*
- Elgoscár 2000 Kft.:** VIRÓK A., SZILÁGYI K., LUKÁCS T., KLEMBALA ZS.: *Complex geophysical survey of Keresztes-halom*
- Geo-Log Kft.:** ALI AKBAR, M. N.: *Porosity-Permeability Estimations based on Sonic Velocity, Critical Porosity, and Rock Typing Approaches*
- Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat:** KÓVÁGÓ Á., KOVÁCS I., JÓZSA S., KOVÁCS M., SZABÓ CS.: *Study of quartz xenocrysts and mafic enclaves from "Laleaua Alba" ("White Tulip") composite dacite dome, Gutai Mts., Romani*
- Mecsekérc Zrt.:** PACSKÓ V., PETRIK O., FRIEDL Z., NÁDOR G., KRISTÓF D., BELÉNYESI M., MOLNÁR G.: *A wetland mapping method by temporal integrals derived from H/A/alpha decomposition of Sentinel-1 images*
- Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány, Böckh János-díj:** BALOGH V. D., SIMON SZ., TÓTH Á.: *Investigation of groundwater flow system and their driving forces in the Danube–Tisza Interfluvium by numerical modelling*
- Magyarhoni Földtani Társulat különdíja:** GELENCSEK O.: *Textural observations and Raman spectroscopic studies on Praid salt rocks (Transylvania)*
- Magyarhoni Földtani Társulat Ifjúsági Bizottság:** KONDOR H.: *Metamorphic history of Algyő High*
- Mining Support Kft.:** BAIÁK P., CSONDOR K., ERŐSS A.: *Radionuclide content of groundwater in hydrogeological approach – case study of the adjacent areas of Lake Velence*
- Min-Geo Kft.:** SZABÓ P., JORDÁN GY., FÖLDING G., GABURI I., ALFÖLDI CS., KISS I., BALÁZS M., KOVÁCS I., SZABÓ CS., YAO, J.: *Heterogeneous geochemical processes in mine waste dumps – Assessing the behaviour of potentially toxic elements (PTEs) in mine waste dumps and tailings in the Recsk mining area*
- MOL Nyrt.:** HAROLD ZS., BALÁZS A., BARTHA A., SZALAY Á.: *Gas hydrate generation in Lake Pannon?*
- O&G Development Kft.:** SZABÓ SZ., ZENTAI-CZAUNER B., MÁDL-SZŐNYI J.: *Complex evaluation of fluid flow systems and hydraulic trapping of hydrocarbons in the broader area of Hajdúszoboszló and Ebes, Hungary*
- Vermilion Energy Kft.:** TAPDIGLI S.: *Reservoir Characterization using Artificial Neural Network based Well Log Analysis*
- Doktoranduszok Országos Szövetsége:** MATULA R.: *Geotechnical, geological and hydrogeological investigations on a DNAPL contaminated area*
- Dövényi Péter – Horváth Ferenc díj:** BRAUN B. Á.: *Seismic potential in Nyírség*
- Közönségdíj:** HENCZ M., BIRÓ T., KOVÁCS I. J., PÁLOS ZS., KESJÁR D., KARÁTSON D.: *'Water' content of quartz from pyroclastic fall deposits (Bükk Foreland Volcanic Area) – first step towards a new correlation tool*
- Részvevők száma: 68 fő

Április 13.

„Kalapács és sör” – egynapos szerkezetföldtani teregyakorlat a Bükk hegységben

Túrávezető: NÉMETH Norbert

Részvevők száma: 29 fő

Május 22.**A Magyarhoni Földtani Társulat elnökségének ülése**

Részvevők száma: 10 fő

Augusztus 19–26.**Kárpát-medencei összegyűjtési terepgyakorlat**

1. nap: Termálkarsztos képződmények a fővárosban (NÁDOR Annamária, BUDAI Tamás, LEÉL-ŐSSY Szabolcs)
2. nap: 150 éves Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, tárlatvezetés és laborlátogatás (KIRÁLY Edit, SIMON István)
Mérnökgeológiai problémák egy nagyvárosban (BME)
3. nap: A Dunakanyar teraszrendszerei (SZEBERÉNYI József)
4. nap: Nagybörzsönyi ércesedés (GÁL Péter)
5. nap: Gerecse: Bersek-bánya, Disznóskúti-völgy, Süttő, Mészkbánya, Tardosbánya (BOTKA Dániel)
6. nap: Zsámbék, Sósút, Biatorbágy (SELMECZI Ildikó)

Részvevők száma: 14 fő

Szeptember 4.**A Magyarhoni Földtani Társulat elnökségének ülése**

Meghívottak a szervezeti egységek vezetői.

Részvevők száma: 15 fő

November 9–10.**Földtudományos forgatag****Kiállítók:**

ANZO-Perlit Kft., Apokromát Kft., Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóság, Bakony–Balaton Geopark, Biocentrum Kft., Bükk Nemzeti Park Igazgatóság, Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Csillagászati Intézet, Földrajztudományi Intézet, Geodéziai és Geofizikai Intézet, Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Agrárminisztérium, Nemzeti Parki és Tájvédelmi Főosztály, Duna Múzeum, ELTE Meteorológiai Tanszék, ELTE Természettudományi Múzeum, ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, ELUSCSEG (Eötvös Lorand University Student Chapter of the Society of Economic Geologists), Eszterházy Károly Egyetem, Földrajzi és Környezettudományi Intézet, GeoLog Kft., Kemesi Vulkanpark, Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság, Kuny Domokos Múzeum, Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság, Magyar Földrajzi Múzeum, Magyar Geofizikusok Egyesülete, Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálat, Magyar Meteorológiai Társaság, Magyar Természettudományi Múzeum, Ásvány- és Kőzettár, Őslénytani és Földtani Tár, Magyar Természettudományi Múzeum, Bakonyi Múzeuma (Zirc), Mátra Múzeuma (Gyöngyös), Magyar Talajtani Társaság, Magyarhoni Földtani Társulat, MFT Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály, BME Geotechnika és Mérnökgeológia Tanszék, Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, MOL Nyrt., Novohrad–Nógrád Geopark, Országos Meteorológiai Szolgálat, Pásztói Múzeum, Utazó Planetárium Kft.

Ismeretterjesztő előadások**Szombat**

PAPP G. (MTM): Nem csak kockákról, nem csak „kockáknak”: a galenit, az év ásványa

LEÉL-ŐSSY Sz. (ELTE): Európa és Amerika határán — körutazás Izland szigetén

MÁDAI F. (Miskolci Egyetem): RM@Schools — Nyersanyagok szerepének oktatása középiskolákban aktív tanulással

ALBERT G. (ELTE): Térképek a földtudományokban

KOVÁCS I. J. (CSFK): Tűz a vízből, avagy hogyan képződtek a hazai bazaltvulkánok?!

PRAKFAKALVI P. (Novohrad–Nógrád Geopark): Macskalyuki-e a macskakő?

Vasárnap

FÖZY I. (MTM): Az év ősmaradványa, a *Komlosaurus*

MAGYAR B. (Biocentrum Kft): Mit kapott a magyar tudomány Eötvös Loránttól

HIR J. (Pásztói Múzeum): Miocén korú kisgerincek nyomában

PRAKFAKALVI P. (MBFSZ): Felszínsüllyedésből származó katasztrófák és földtudományi értékek Magyarországon

DUNKEL Z. (MMT): 2020 — az évfordulók éve a magyar meteorológiában, azaz mit szolgáltat a „meteorológia”?

Ismeretterjesztő filmek szombaton és vasárnap

Lépten-nyomon geológia

Korhadó múlt, porladó jövő? – A bükkábrányi ősciprusok

Dinoszauruszok és vadásaik

A kőbaltás ember 1. — Érdi medvevadászok

A kőbaltás ember 2. — Samu vacsorája

A kőbaltás ember 3. — Mamutvadászat Tatán

Budapest Inferno — A Molnár János-barlang titka

Inverse Everest

A dunavirág mentőakció

Részvevők száma: kb. 3200 fő

November 14.**A Magyarhoni Földtani Társulat kibővített elnökségének ülése**

Részvevők száma: 6 fő

November 25.**A Magyarhoni Földtani Társulat Választmányának ülése**

Részvevők száma: 28 fő

December 17.**Ex-elnökök tanácskozása**

Részvevők száma: 11 fő

December 17.**Senior tagtársaink köszöntése**

MOSONYI Szabolcs (rendező): Lépten-nyomon geológia

Részvevők száma: 16 fő

Területi szervezetek**Alföldi Területi Szervezet****Május 8.****Tisztújítással egybekötött előadói nap, Szeged**

Részvevők száma: 25 fő

Február 21.**Fókuszban a metánhidrát — szakmai előadóiülés**

Társrendező: Szegedi Egyetem, Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék

Bevezető: SZANYI János, a területi szervezet elnöke

WALZ Gy.: Moundok, pingók, kráterek

BÁNHIDI I.: Statisztikus fizika alapú reservoir modellezés lehetőségei

HAROLD Zs.: Gas hydrate generation in Lake Pannon?

UNGER Z., LECLAIR, D., GYÓRFI I.: A metánhidrát szerepe az Erdélyi medence gázainak képződésében

Részvevők száma: 21 fő

Szeptember 8–16.**Karszt-hidrogeológiai tanulmányút — Szerbia–Montenegro–Bosznia–Hercegovina**

Társzervező: MFT

Szakmai vezetők: Prof. Zoran STEVANOVIĆ és Prof. Dragan MILOVANOVIĆ

A tanulmányút programja: 18 szakmai és 12 kulturális program.

Részvevők száma: 22 fő

November 15.**NosztalGeo 2019**

Bevezető: SZANYI János, a Területi szervezet elnöke

Díjátadó: Dr. RÉVÉSZ István-díj (alapítás 2019, első átadás), díjazott GAJDOS István

ÁRVAI L.: „Egyesek öregszenek, mások éretté válnak” — Idei születésnapunk a 60 éves Battonya

SCHAREK P.: MÁFI150 — Szemelvények a Földtani Intézet síkvidéki munkáiról

MAGYARI Á.: Késő-negyedidőszaki neotektonikai jelenségek medenceperemi szelvényekben

PÜSPÖKI Z., FOGARASSY-PUMMER T., SZÓCS T., GÁL N., MAIGUT V., ANGYAL J., PÁLÓCZY P.: Ivó- és öntözővízes rétegeink nagy felbontású rétegtani tagolása fációs korrelációs és klimatosztratigráfiai módszerekkel

KOVÁCS B.: Numerikus kármentesítési, sekély-vízföldtani és geotechnikai modellek pontosítása újszerű módszerekkel

SÜMEGI P., GULYÁS, S., MOLNÁR D., SÜMEGI B. P., SMALLLEY, I., HAO, Q., ZHOU, L., PÁL-MOLNÁR E.F., BOZSÓ G., TÖRÖCSIK T., MOLNÁR M., MARS I., †KOLOSZÁR L., †KROLOPP E., FARSANG A., FEKETE I., ALMON, P., GALOVIC, L.: Globalitás, regionalitás és lokalitás a negyedidőszakban — az utolsó 1,2 millió év kronológiai, rétegtani, környezeti változásai az új globális típusjelvény, a 102 méteres udvari löszös rétegsor összehasonlító finomrétegtani feldolgozása nyomán

PALCSU L.: Colombo előtt sem ismert izotópok a vízben

Részvevők száma: 65 fő

December 13.**Földtani kutatások Északkelet-Magyarországon Debrecen**

Társzervező: MTA Debreceni Akadémiai Bizottság Földtani Munkabizottsága

Megnyitó: RÓZSA Péter, MCINTOSH Richard William

Levezető elnök: KOZÁK Miklós

NAGY M.: A kabai meteorit újabb kutatásának eredményei

BUDAYNÉ BÓDI E., VASS F., MOLNÁR L., SZANISZLÓ F.: Termásvíz-kutak vízkémiai adatainak hasznosíthatósága

FODOR R.: Miért itt van a Gyrolithes mennyország? (Ősleletnyomtani megfigyelések a Tardonai-dombság kora miocénjéből)

DÁVID Á., APRÓ A., FODOR R.: Bioeróziós szerkezetek danitzpusztai gerinces maradványokon

GYÖKERES I.: Bioerózió késő-oligocén (egri korú) növénymaradványokon

KOZÁK M., MCINTOSH R.: Szemelvények az Ásvány- és Földtani Tanszék 90 éves történetéből

SKITA D., NÉMETH T., CSÁMER Á., GUCSIK A.: A sokmetamorfózis ásványtani jellegzetességei egy impakt breccsa példáján keresztül

BUDAY T., KOVÁCS T., LÁZÁR I.: Hosszú távú talajhőmérséklet-változások Magyarországon

Részvevők száma: 27 fő

Általános Földtani Szakosztály — Budapesti Területi Szervezet**November 7–8.****Kókay terepi napok**

A PAKS II Földtani Kutatási Programhoz kötődő földtani, rétegtani, tektonikai és ehhez szorosan kapcsolódó geofizikai vizsgálatok eredményeinek bemutatása

Társzervező: MTA X. osztály Szedimentológiai Albizottsága

November 7.

Bevezető: MAROS Gyula, az Általános Földtani Szakosztály elnöke
LUKÁCS R., JÓZSA S., HARANGI Sz.: Kora-miocén andezit-dácit vulkánosság és geodinamikai kapcsolatai

MAGYAR I., SZTANÓ O., SEBE K., KATONA L., CSOMA V., SZUROMINÉ KORECZ A., GÖRÖG Á., TÓTH E., ŠUJAN, M., BRAUCHER, R., RUSZKICZAY-RÜDIGER Zs., KOROKNAI B., WÓRUM G., SANT, K., KELDER, N., KRIIGSMAN, W.: A paksi fűrómagok szerepe a pannóniai emelet nagy felbontású időrétegtanának és geokronológiájának kifejlesztésében

SZTANÓ O., MAGYAR I., KATONA L., SEBE K., KOROKNAI B.: Delta üledékciklusok változékonysága: kihívások tér-idő nagy felbontású korrelációjában

KOROKNAI B., WÓRUM G., TÓTH T., †HORVÁTH F.: Paks II környezetének 3D földtani-tektonikai modellje

TÓTH T., BAUER M., FILIPSZKI P., HÁMORI Z., KOVÁCS A. Cs., KUDÓ I., NÉMETH V., SURÁNYI G., TAKÁCS E., WÓRUM G.: A Paksi Atomerőmű környezetének nagy felbontású geofizikai térképezése

KONRÁD Gy., SEBE K., HALÁSZ A.: Késő-negyedidőszaki szeizmikus aktivitás nyomai a Dunaszentgyörgy–Harta vetőzóna mentén

MAGYARI Á., MARS I., THAMÓNÉ BOZSÓ E.: Késő-pleisztocén üledékföldtani, neotektonikai és paleoszeizmológiai megfigyelések Paks tágabb környezetében

SEBE K., CSILLAG G., TELBISZ T., KONRÁD Gy.: Neotektonikai vizsgálatok Paks környékén

CSILLAG G., SEBE K., THAMÓNÉ BOZSÓ E., NOVOTHNY Á., TELBISZ T.: A Paks környéki geomorfológiai térképezés eredményei

KOVÁCS L., MÉSZÁROS E., KÁDÁR B., SOMODI G.: Numerikus modellezéssel végzett geodinamikai stabilitásvizsgálatok a Paks II. telephely környezetében

Részvevők száma: 73 fő

November 8.

A Paks II Földtani Kutatási Program keretében mélyült fúrások szemelvényes megtekintése Szolnokon.

Résztevők száma: 33 fő

Dél-Dunántúli Területi Szervezet

Március 8.

2018. évváró — 2019. évnnyitó szakmai, baráti összejövetel Pécs

Társszervező: a Magyar Geofizikusok Egyesületének Mecseki Csoportja, a PAB Földtani és Bányászati Munkabizottsága

HÁMOS G: Mozaikok a Bodai Agyagkő Formáció (BAF) földtani, geodinamikai modelljét megalapozó munkákból és legfrissebb eredményeiből

Résztevők száma: 23 fő

Május 5–18.

A GeoMATES 2019 konferencia — PAB Székház

Társszervező: MFT Geomatematikai és Informatikai Szakosztály, MTA X. Osztály, Geomatematikai Albizottsága, Alkalmazott Földtani Klaszter, MTA CSFK 2ka Paleoklíma Lendület Kutatócsoport, PBKIK

A programot lásd a Geomatematikai és Számítástechnikai Szakosztálynál.

Június 26.

„Energetikai célú földtani kutatási projektek rendszerbizonytalanságának csökkentése a Mecsek hegység déli előtere földtani modelljének validálása példáján” című GINOP-2.1.1-15-2015-00616 projekt zárórendezvénye — PAB Székház

Társszervezők: Mecsekérc Zrt., Geochem Kft., Rotaqua Kft.

Közreműködő szakmai partnerek: Dardanis Informatikai Szolgáltató és Tanácsadó Kft., Geo-Log Környezetvédelmi és Geofizikai Kft., Geomega Földtani és Környezetvédelmi Kutató-Szolgáltató Kft., Golder Associates (Magyarország) Zrt., Kőmérő Műszaki, Tudományos, Kutató-Fejlesztő és Szolgáltató Kft., Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, PAB X. Föld- és Környezettudományi Szakbizottság Földtani és Bányászati Munkabizottsága, MFT Dél-Dunántúli Területi Szervezete

Előadások:

CSICSÁK J. (Mecsekérc Zrt.): A pályázat rövid bemutatása

FEDOR F. (Geochem Kft.): A projekt K+F feladatok végrehajtása és ezek jelentősége

HÁMOS G. (Mecsekérc Zrt.): A projekt legfőbb földtani eredményei

TÓTH T. (Geomega Kft.): Ismertető a szeizmikus mérésekről

WÓRUM G. (Geomega Kft.): Szeizmikus mérések értelmezése

KOVÁCS A. Cs., BERNÁTH Gy. (Geo-Log Kft.), GÚTHY T., CSABAFI R. (MBFSZ): PGI-1 fúrás mélyfúrás geofizikai és VSP mérései, eredmények összegzése

HÁMOS G., GABURI I., BALOGH Z., KERESZTÉNY B., KOCSIS G. (Mecsekérc Zrt.): PGI-1 fúrás eredményeinek ismertetése, földtani modell felépítése

BÁLINT A., CSURGÓ G. (Mecsekérc Zrt.): A Projekt hidrogeológiai vizsgálatai, eredményei

MÁTHÉ Z., MUCSI P. (Mecsekérc Zrt.): Laboratóriumi petrográfiai vizsgálatok és eredményei

KOVÁCS L., SOMODI G., FARKAS M., SZUJÓ G., GÁL V., KRUPA Á., HORVÁTH T., BIBER Z., KOVÁCS A. (Kőmérő Kft.): A GINOP-2.1.1-15-2015-00616 azonosítójú projekt kapcsán végzett kőzetmechanikai jellegű K+F munkák eredményei

VÍZHÁNYÓ Zs., GEIGER J., KORONCZ P., FEDOR F. (Geochem Kft.): Kútgeofizikai és kőzetfizikai adatok összehasonlíthatóságának vizsgálata egybefüggő maganyag alapján

FEDOR F., KORONCZ P., HÁMOS G., CSICSÁK J., KOVÁCS L.: A projekt K+F feladatainak végrehajtása, ezek tapasztalatai

Résztevők száma: 78 fő

Észak-Magyarországi Területi Szervezet

Október 16.

„Őszi” Szent Iván éji vacsora — Miskolc-Tapolca

A 80 éves SZEPESSY András és a 70 éves LATRÁN Béla köszöntése

Résztevők száma: 21 fő

Szakosztályok

Agyagásványtani Szakosztály

Január 28.

Konferenciaközlöny 2018 — Beszámoló 2018 kiemelkedő konferenciáiról és beharangozó áttekintés 2019 jelentősebb konferenciáiról — ELTE Ásványtár

Társszervező: Ásványtan–Geokémiai Szakosztály

Konferenciaközlöny 2018

GUZMICS T.: PACROFI — Pan-American Current Research on Fluid Inclusions, 2018. június 12–16., Houston, USA

PÓSFALAI M.: 28th Goldschmidt Conference, 2018. augusztus 12–17., Boston, USA

KIS A.: 22nd IMA General Meeting, 2018. augusztus 13–17., Melbourne, Ausztrália

SZEMERÉDI M.: XXIst International Congress of the Carpathian–Balkan Geological Association, 2018. szeptember 10–13., Salzburg, Ausztria

BERKESI M.: 9. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés, 2018. szeptember 6–8., Szentkút

ZAJZON N.: Automatizálás a bányászatban, tenger alatti bányászat, robotika... kisebb szakkonferenciák 2018-ban az UNEXMIN projekt kapcsán

SPRÁNYITZ T.: EGU Galileo Conference „Exploring new frontiers in fluids processes in subduction zones”, 2018. június 24–29., Leibnitz, Ausztria

Konferenciaközlöny 2019

Magyarországi nemzetközi és hazai konferenciák

BERKESI M.: ECROFI — European Current Research on Fluid Inclusions, Budapest, 2019. június 23–27.

T. BIRÓ K.: 2 archeometriai konferencia beharangozója – International Obsidian Conference, 2019 május 27–29., Budapest–Sárospatak; International Symposium on Knappable Materials, 2019. november 18–22., Budapest

BAJNÓCZI B.: 5th International Conference on Archaeometallurgy in Europe, 2019. június 19–21., Miskolc

KRISTÓF J.: 2nd Journal of Thermal Analysis and Calorimetry

Conference (2nd JTACC+V4 2019, 2019. június 18–21., Budapest)
 HARANGINÉ LUKÁCS R.: X. (jubileumi) Kőzettani és geokémiai vándorgyűlés, 2019. szeptember 5–7. Mátraháza

Külföldi nemzetközi konferenciák

PÓSFAL M.: 29th Goldschmidt Conference, 2019. augusztus 18–23., Barcelona, Spanyolország

KRISTÓF J.: 5th Central and Eastern European Conference on Thermal Analysis and Calorimetry (CEEC-TAC5) and 14th Mediterranean Conference on Calorimetry and Thermal Analysis (Medicta2019), 2019. augusztus 27–30., Róma, Olaszország

HARMAN-TÓTH E.: 15th Biennial Meeting of the Society for Geology Applied to Mineral Deposits, 2019. augusztus 27–30., Glasgow, Egyesült Királyság; 15th European Meeting on Ancient Ceramics, 2019. szeptember 16–18., Barcelona, Spanyolország; SEG2019: South American Metallogeny: Sierra to Craton, 2019 október 7–10., Santiago, Chile

WEISZBURG T.: 2019 évnyitó köszöntés és koccintás

Poszter bemutatók

CSERESZNYÉS D., CZUPPON Gy., KIRÁLY Cs., SZABÓ Zs., SZABÓ Cs., DEMÉNY A., DIETZEL, M., PURGSTALLER, B., MAVROMATIS, V., FALUS Gy.: Stable isotope compositions of dawsonite and other carbonates from the West Hungarian natural CO₂ occurrence: implication for their origin. (16th Stable Isotope Network Austria, Graz, Ausztria, 2018. november 22–23.)

GYÖRKÖS D., BAJNÓCZI B., SZAKMÁNY Gy., BALOGH-LÁSZLÓ E., SZABÓ M., TÓTH M.: What glazes can add to the production technology studies? A case study on the medieval Besztercebánya (Banská Bystrica) stove tiles. (CBGA2018, 21th Carpathian Balkan Geological Association), Salzburg, Ausztria, 2018.09.10–13.

MOZGAI V., BAJNÓCZI B., MAY, Z., PERNICKA E., FÓRIZS I., MRÁV Zs., DÁGI M., TÓTH M.: The use of handheld XRF supplemented with LA-QICP-MS in the analysis of composite silver artefacts – the case study of the late Roman Seuso Treasure (European Conference on X-ray Spectrometry (EXRS 2018), Ljubljana, Szlovénia, 2018. június 24–29.)

MOZGAI V., TOPA B. A., WEISZBURG T. G., MRÁV Zs., BAJNÓCZI B.: Study of the niello inlays of a unique late Roman silver augur staff (lituus) from Brigetio, Pannonia (Hungary) (6th International Scientific Conference „Methodology & Archaeometry”, Zágráb, Horvátország, 2018. december 6–7.)

SPRÁNYITZ T., JÓZSA S., SZABÓ Cs.: Fluid-rock interaction in the ultramafic-mafic association of Cabo Ortegal Complex (NW Spain) (EGU Galileo (Leibnitz, Austria), 2018. június 24–29.)

TSERENDORJ, D., VÖLGYESI P., ZACHÁRY D., BOGNÁR I. Á., KOCSONYA A., FALUS Gy., SZABÓ Cs.: Radiocesium in urban geochemical samples: Salgótarján, Hungary (9. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés, 2018. szeptember 6–8., Szentkút)

Részvevők száma: 28 fő

November 21.

Baksa Csaba nyomdokain — Tudományos szakülés — ELTE

Társzervező: Ásványtan-Geokémiai, Nyersanyagföldtani, illetve Mézőkeológiai Szakosztály, MTA Miskolci Akadémiai Bizottság és TEKH Szakkollégium, Koch Sándor Alapítvány

WEISZBURG Tamás: Köszöntő – szellemidézés

MÁRTON István: PÁLFY Mór 100 éves ércföldtani modelljének aktualitása: a freatomagmás breccsák szerepe az elmúlt évek délkelet-európai ércutatási felfedezései kapcsán

Kerekasztal-beszélgetés B. KISS Gabriella, CSONGRÁDI Jenő, MOLNÁR Ferenc és SZEBÉNYI Géza részvételével, a vitaindító FÖLDESSY János moderációjával: Geológus szemmel a recski mélysínt jövőjéről — vannak itt még teendőink, lehetőségeink?

Új eredmények a hazai nyersanyagkutatás köréből

KISS J.: Recsk környéki geofizikai adatok komplex elemzése

TAKÁCS Á.: A lahócai és lejtaknai ércesedések időbeli és térbeli fejlődése az újabb vizsgálati eredmények tükrében

BIRÓ M.: Új adatok a recski mélysínt karbonátos mellékkőzetnek ércesedéséhez

KULCSÁR E.: Ércindikációk nyomozása a Karancson

Zárszó: FÖLDESSY J.

Részvevők száma: 65 fő

December 2.

Előadóülés — ELTE

NÉMETH T., FUCHS M., MICHÉLI E.: Agyagásványok néhány jellemző hazai talajszelvényben

VICZIÁN I., NÉMETH T.: A „tokaji föld” ásványtani meghatározása KOVÁCS-PÁLFFY P., KÓNYA P., FÖLDVÁRI M.: Mád, Új-hegy: régi bentonitbánya — új rectorit lelőhely

Részvevők száma: 17 fő

Ásványtani–Geokémiai Szakosztály

Január 18–19.

14. Téli ásványtudományi iskola — Átalakulások — Veszprém

Szervezők: MTA Geokémiai, Ásványtani és Kőzettani Tudományos Bizottságának Nanoásványtani Albizottsága, MTA Veszprémi Területi Bizottsága, MFT Ásványtan-Geokémiai Szakosztály és Pannon Egyetem

NÉMETH P., MUGNAIOLI, E., GEMMI M., CZUPPON György, DEMÉNY A., SPÖTL Ch.: Egy új CaCO₃ polimorf (mAra) az Obstanser-jégbarlangból

ENYEDI N. T., MAKK J., BERÉNYI B., KÓTAI L., CZUPPON Gy., KLÉBERT Sz., BORSODI A., LEÉLŐSSY Sz., DEMÉNY A., NÉMETH P.: A baktériumok által indukált karbonátkiválás folyamatának tanulmányozása

DEÁK J., KELE S., DEMÉNY A., FÓRIZS I.: A CaCO₃ kicsapódásakor fellépő oxigénizotóp-frakcionálódás pH-függése

CSERESZNYÉS D., CZUPPON Gy., KIRÁLY Cs., KOVÁCS I., KESJÁR D., DEMÉNY A., SZABÓ Cs., FALUS Gy.: A Mihályi–Répcelak természetes CO₂-előforduláshoz kötődő karbonátásványok stabilizotóp-összetétele

CZUPPON Gy., CSERESZNYÉS D., PURGSTALLER B., DIETZEL M., KESJÁR D., KOVÁCS I., DEMÉNY A., KIRÁLY Cs., SZABÓ Cs., FALUS Gy.: Dawsonit stabilizotóp-összetétele: egy eszköz a fluidum eredetének nyomozásához

ROSTÁSI Á., FODOR M., RÁCZ K., TOPA B., WEISZBURG T., PÓSFAL M.: Az ásványképződést befolyásoló tényezők hatása a Balatonban

SZABÓ Zs., FALUS Gy.: Cementásványok átalakulásainak modellezési lehetőségei

MERTINGER V., BENKE M., SEPSI M., HLAVÁCS A.: Textúra és a fázisátalakulások kapcsolata mikroszkópikus és makroszkópikus skálán az anyag- és a földtudományban

KUHRTS, L., PREVOST, S., SCHNECK, E., FAIVRE, D.: Watching magnetite nanocrystals grow in the presence of a charged polymer: an in-situ SAXS study

- VICZIÁN I.: Dickit előfordulása és stabilitási viszonyai a Pannon-medence aljzatában
- VETŐ I.: Elemi ismeretek az elemi kénről
- TARI G.: Multiple „transformation” of halite in the Morondava Basin, Madagascar
- TAKÁCS J.: A drágakövek kezelése
- PAPP G.: Átalakuló adatok és átalakuló példányok – hamisítások az ásványtanban és az ásványkereskedelemben
- KOVÁCS I. J. és az MTA CSFK Lendület Pannon LitH₂Oscope Kutatócsoport tagjai: Pannon LitH₂Oscope: avagy a víz szilárd fázisú „átalakulásai”
- BIRÓ T. és munkatársai: Átalakuló víztartalmak — a névlegesen vízmentes ásványok víztartalmának változása vulkáni folyamatok során: esettanulmányok és lehetőségek
- SZABÓ Á., ARADI L., BERKESI M., SZABÓ Cs.: Köpeny metasomatózis nyomai a Kárpát-Pannon régió nyugati és keleti peremén
- PATKÓ L., CIAZELA, J., ARADI L. E., LIPTAI N., PIETEREK, B., KOVÁCS I. J., SZABÓ Cs.: Felsőköpeny xenolitik szulfid zárványainak geokémiai (fő-, nyomelem és stabil izotóp) átalakulása metasomatózis hatására — esettanulmány a Nógrád-Gömör vulkáni területről
- KÖVÁGÓ Á., KOVÁCS I. J., JÓZSA S., SZABÓ Cs., KOVÁCS M.: Kvarc-zárványok vizsgálata a „Laleaua Alba” („Fehér Tulipán”) kompozit dácitdómból (Gutin-hegység, Erdély)
- KRISTÁLY F.: Agyagásványok jellemzése és termikus átalakulásai: kombinált reflexiós-transzmissziós XRD vizsgálatok kapilláris geometriával, fűthető kamrával és kisszögű röntgenszórás alkalmazásával
- ZAJZON N., LESKÓ M.: Új 3D képalkotási lehetőségek az anyagvizsgálatban a Miskolci Egyetemen: duál csöves CT és LA-PIFIB-SEM
- Résztvevők száma: 80 fő
- Január 28.**
- Az Ásványtan–Geokémiai és az Agyagásványtani Szakosztályok közös előadóülése – ELTE Ásványtár**
- Konferencialevelek 2018 — Beszámoló 2018 kiemelkedő konferenciáiról és beharangozó áttekintés 2019 jelentősebb konferenciáiról
- A programot lásd az Agyagásványtani Szakosztálynál.
- Szeptember 5–7.**
- 10. Jubileumi Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés — Mátraháza**
- Szervezők: MTA-ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport, SZTE Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék „Vulcano” Kőzettani és Geokémiai Kutatócsoport, Ásványtan-Geokémiai Szakosztály, MTA GÁK Kőzettani Albizottság*
- FÖLDESSY J., KASÓ A. ifj., TÓTH Sz.: Újjáélesztési kísérletek a nyugat-mátrai érc kutatásokban
- BIRÓ M., B. KISS G., TAKÁCS Á.: Hidrotermás ércszöveti megfigyelések a Recsk mélyszinti karbonátos mellékkőzet Pb-Zn ércesedésében
- BENKÓ Zs., MOLNÁR F., KRENN, K., MOLNÁR K., MOGESSIE, A.: Fluidumok szerepe Cu-Ni-PGE ércesedés létrejöttében a Duluth Komplexum fekéjében
- GÁL P., PECSMÁNY P., PETRIK A., LUKÁCS Ré., FODOR L., KÖVÉR Sz., HARANGI Sz.: A Mátra és Bükk határvidékét borító miocén képződmények újratérképezése
- BAJNÓCZI B., MOZGAI V., GYÖRKÖS D., FÓRIZS I., SZABÓ M. TÓTH M.: Tárgyakba zárt történetek — Szemelvények az MTA-CSFK FGI Archeometriai Kutatócsoport eredményeiből
- SZAKMÁNY Gy., KOVÁCS Z., FEHÉR K., ANDERS, A.: Késő neolitikus sírokból előkerült csiszolt kőeszközök archeometriai vizsgálati eredményei Polgár-Csőszhalom lelőhelyről
- PÉTERDI B., PRISKIN A.: Előzetes eredmények Csanádpalota-Földvár késő bronzkori település leleteinek archeometriai vizsgálatáról
- KERESKÉNYI E., SZAKMÁNY Gy., M. TÓTH T., FEHÉR B., HARSÁNYI I., SZILÁGYI V., KASZTOVSZKY Zs.: Neolit amfibolit csiszolt kőeszközök archeometriája Borsod-Abaúj-Zemplén megyéből
- FODOR L.: Gondolatok a Pannon-medence kialakulásáról
- KOVÁCS I. J., SZANYI Gy., GRÁCZER Z., WÉBER Z., SÜLE B., TIMKÓ M., CZIFRA T., LIPTAI N., BERKESI M., LANGE T., NOVÁK A., MOLNÁR Cs., PÁLOS Z., SZÜCS E., SZABÓ Cs., WESZTERGOM V.: A „pargazoszféra” koncepció, avagy a globális lemeztektonika új időszaka?!
- LANGE T. P., PATKÓ L., BERKESI M., LIPTAI N., KESJÁR D., ARADI E. L., PÁLOS Zs., SZABÓ Cs., KOVÁCS I. J.: Fluidum-reológia összefüggés a litoszférikus földköpenyben (Persányi-hegység vulkáni terület, Erdély)
- SZEMERÉDI M., VARGA A., SZEPESI J., PÁL-MOLNÁR E., LUKÁCS R.: Láva vagy ignimbrit? Átalakult és felülírt szövetek permi savanyú vulkáni kőzetekből (DK-Magyarország, Tiszai-főegység, Békés–Codru szerkezeti öv)
- NÉMETH B., TÖRÖK K., BALI E., ZAJACZ Z., SZABÓ Cs.: Fluidum-közet kölcsönhatás geokémiai vizsgálata alsókéreg gránát-granulit xenolitikokból (BBFVT)
- TÖRÖK K., KIRÁLY E.: Rutilok nyomelem-összetétele, és Zr-rutilban termometria üledékes eredetű granulitokban (Balatonfelvidék)
- SÁGI T., JÓZSA S., SOÓS I., SZEPESI J.: Új-Zéland geológus szemmel: képes beszámoló
- ZEMÉNY A., ZELLMER, G., PROCTER, J., NÉMETH K., CRONIN, S., SMITH, I.: Az új-zélandi Taranaki vulkán építési fázisainak magmafejlődése geokémiai adatok alapján.
- GUZMICS T., BERKESI M.: Fluor és hatása a karbonatitokban
- BERKESI M., BALI E., GUZMICS T.: Extrém alkáli olvadékszárványok és jelentőségük az Oldoinyo Lengai-ról
- TARACSAK Z.: Oxidált Kanári-szigeti alkáli bazaltok és a kapcsolat az OIB köpenyforrás illó-gazdagodása és oxigén-fugacitása között
- KOVÁCS Z., KÖVÉR Sz., FODOR L., DUNKL I.: Detritális cirkon U-Pb korok a DNY-Bükk jura pelágikus törmelékes összleteiből
- SPRÁNTZ T.S., BERKESI M., JÓZSA S., SZABÓ Cs.: Szubdukciós eredetű multifázisos fluidumzárványok a Cabo Ortegal Komplexum metamorf kőzeteiben
- VÍGH Cs., TÖRÖK K., KIRÁLY E., HARANGI Sz., WÖRNER, G.: Metamorf szöveti bélyegek értelmezése a Börzsöny és a Visegrádi-hegység gránátos vulkanitjainak zárvényaiban
- VETŐ I.: A terméskén a Pannon-medence megismerésének kizárhatatlan eszköze
- KIRÁLY E., TÖRÖK K., KIRÁLY Cs., MAGYAR N., MAIGUT V., FALUS Gy.: In situ nyomelem-térképezés
- SCHUBERT F., CSISZÉR A., STEINBACH G., VARGA A., M. TÓTH T.: The thin black line, avagy mit látunk a világból egy kulcslyukon át?
- CZUPPON Gy., DEMÉNY A., LEÉL-ÓSSY Sz., ÓVARI M., MOLNÁR M., STIEBER J., KÁRMÁN K., KISS K., SURÁNYI G., HASZPRA L.: A Béke- és a Baradla-barlangokban végzett monitoring jellegű vizsgálatok: következtetések a cseppkövek képződését és összetételét meghatározó folyamatokra
- SZABÓ P., JORDÁN Gy., KOCSIS T., ŠAJN, R., ALJIAGIĆ, J.: A történelmi bányászat hatása a geokémiai és mikrobiológiai folyamatokra a Dráva folyó árterén

- HARANGI SZ., GONZÁLEZ-GARCÍA, D., PETRELLI, M., BACHMANN, O., SEGHEDI, I., LUKÁCS R.: Magmatározó állapot és reaktiválódási idő egy hosszan szunnyadó tűzhányó alatt
- KIS B. M., IONESCU, A., HARANGI SZ., PALCSU L., FUTÓ I.: Széndioxid-feláramlás a Csomád legfiatalabb kráterében
- KÓVÁGÓ Á., KOVÁCS I. J., JÓZSA S., KOVÁCS M., KESJÁR D., KOVÁCS Z.: Mafikus és felzikus enklávek vizsgálata a Laleaua Alba (Fehér Tulipán) kompozit dácitódomból, Gutin-hegység, Erdély, Románia
- HENCZ M., BIRÓ T., KOVÁCS I. J., PÁLOS Zs., KESJÁR D., KARÁTSON D.: Kvarc fenokristályok víztartalma a Bükkalja hullott pirokklaszt-üledékeiben — első lépés egy új korrelációs eszköz felé?
- KIRI L., PÁL-MOLNÁR E., BATKI A., KISS B., WALTER H.: Magma-keveredés nyomai a Ditrói alkáli masszívum sienit közetében

Poszterek

- BALASSA Cs., KRISTÁLY F., MÓRICZ F., NÉMETH N.: Ritkaelem-dúsulást hordozó ásványtársulás a Bükk hegységéből: üledékes kőzetekbeli előfordulások
- BENKÓ Zs., MOLNÁR K., OBBÁGY G., PALCSU L., †BALOGH K.: Új mintafeltáró-gázkezelő rendszer és nemesgáz-tömegspektrométer az MTA ATOMKI K-Ar laboratóriumában
- BIRÓ T., KOVÁCS J., HENCZ M., KESJÁR D., KOVÁCS I. J.: A fehérvárcsurgói „üveghomok” kvarckristályainak víztartalma — előzetes eredmények
- KAPUI Zs., KERESZTURI Á., JÓZSA S., KIRÁLY Cs.: A bazaltos homokszemcsék mikromorfológiája
- LIPTAI N., KOVÁCS I., LANGE T., PÁLOS Zs., BERKESI M., SZABÓ Cs., WESZTERGOM V.: A pargazit előfordulása és jelentősége a Kárpát–Pannon régió felsőköpenyében
- LOVÁSZ A., B. KISS G., KOVÁCS Z.: A Mirdita-zóna teléres rézércit befogadó gabbroid kőzetek és átalakulásaik kőzettani jellemzése
- MIKLÓS D., SZAKMÁNY Gy., JÓZSA S., †HORVÁTH F., STARNINI, E.: Vörös homokkő anyagú szerszámkövek petrográfiai vizsgálati eredményei a Hódmezővásárhely-Gorzsza késő neolitikus Tell település példáján
- MOLNÁR K., CZUPPON Gy., LUKÁCS R., KIS B. M., PALCSU L., BENKÓ Zsolt, NÉMETH B., TÓTH Á., HARANGI SZ.: Nemesgázizotóp vizsgálat a Csomád vulkáni komplexum fenokristályjaiból
- PÁLOS Zs., BIRÓ T., KARÁTSON D., HENCZ M., KÓVÁGÓ Á., KESJÁR D., LANGE T. P., FALUS Gy., FANCSIK T., KOVÁCS I. J.: Az Északi-középhegység miocén vulkáni képződményeinek FTIR és ásványkémiai vizsgálata
- RAUCSIK B., SZEMERÉDI M., MÉSZÁROS E., VARGA A., DUNKL I., LUKÁCS R., PÁL-MOLNÁR E., HARANGI SZ.: Kisfokú metamorfózis nyomai permi aljzati képződményekben (Kelebia, Békés–Codru-i-egység)
- SZALAY R., KIS B. M., PALCSU L., HARANGI SZ.: Gázömlések térképezése és in-situ vizsgálata a Keleti-Kárpátokban
- SZEMERÉDI M., VÍGH Cs., LUKÁCS R., VARGA A., SEGHEDI I., PÁL-MOLNÁR E., DUNKL I., FEHÉR K., HARANGI SZ.: Magmás gránátok: kulcsszerepe a Tisia permi Si-gazdag vulkanitjainak petrogenetikájában?
- UDVARDY D., LUKÁCS R., JÓZSA S., GÁL P., HARANGI SZ.: Magyarországi vulkáni képződményekben előforduló akkréciós pelletek jellemzése
- VARGA A.: A Korpádi Homokkő reambulációja: rétegtani megfontolások kőzettani bizonyítékok alapján
- WASSER P., JÓZSA S., MIKLÓS D. G., FEHÉR K., SZABÓ Á.: Dunateraszok kvarc-mikromorfológiai vizsgálati eredményei
- SOÓS I., HARANGI SZ., NÉMETH K.: Vulkanológiai kutatások a Persányi vulkáni területen (Keleti-Kárpátok, Románia)

Résztevők száma: 72 fő

November 21.

BAKSA Csaba nyomdokain — Tudományos szakülés ELTE

Szervezők: Ásványtan-Geokémiai, Agyagásványtani, Nyersanyagföldtani és Mérnökgeológiai Szakosztály, MTA Miskolci Akadémiai Bizottság és TEKH Szakkollégium, Koch Sándor Alapítvány

A programot lásd az Agyagásványtani Szakosztálynál.

November 21–22.

Az ásványtani, kőzettani és geokémiai felsőoktatási műhelyek VI. (éves) találkozója — ELTE

Szervezők A Magyar Tudományos Akadémia, Földtudományok Osztálya, Geokémiai, Ásvány- és Kőzettani Tudományos Bizottságának Felsőoktatási Munkabizottsága (MTA GÁK FOM), a Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Környezettudományi Intézet, Föld- és Környezettudományi Intézet Tanszéke (PE), a Magyarhoni Földtani Társulat Ásványtan-Geokémiai, Agyagásványtani, illetve Oktatási és Közművelődési Szakosztályai

November 21.

- WEISZBURG T.: Az Ásványtani Tanszék bemutatkozása
- B. KISS G.: Tengeraljzati magmatitok szín- és epigenetikus hidrotérmas folyamatok: példák ÉK-Magyarországról és az É-Appenninekből
- NÉMETH T.: Agyagok és talajok
- HARANGI SZ.: A Kőzetan-Geokémiai Tanszék általános bemutatása
- SZAKMÁNY Gy.: Oktatás a KGT-n
- SÁGI T.: Nemzetközi oktatási és kutatási kapcsolatok, idegen nyelvi oktatás a KGT-n
- A tanszéki kutatócsoportok bemutatása:
- HARAGI SZ.: MTA ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport
- ARADI L. E.: Litoszféra Fluidumkutató Laboratórium
- SZAKMÁNY Gy.: Archeometriai Kutatócsoport
- JÓZSA S.: Mikromineralógiai Kutatócsoport
- Laborlátogatások (LUKÁCS R., FORRAY V.: Nehéz- és könnyű-ásvány-laboratórium és előkészítő + polírozó; ARADI L. E.: Raman spektroszkópiai-laboratórium; SPRÁNITZ T.: LRG mintaelőkészítő labor + fluidzárvány-abor; SZABÓ Á.: FIB-SEM-laboratórium; TOPA B. A.: SEM-laboratórium; NÉMETH T. Termoelektromos labor)

November 22.

- WEISZBURG T.: A legújabb felsőoktatási tapasztalatok (kerekasztal jellegű beszélgetés)
- MÁDAI F.: A mobilitási ablak oktatásba építésének tapasztalatai a Miskolci Egyetemen
- FELKERNÉ KÓTHAY K.: Az Év ásványa és Év ősmaradványa program 2019-ben
- MÁDAI F.: RM@Schools program és projekt — nyersanyag témájú ismeretterjesztés a középiskolában

Résztevők száma: 30 fő

Geomatematikai és Számítástechnikai Szakosztály

Május 15.

Short Computer Course in Trend Analysis — MTA PAB

- Előadó: MUDELSEE, Manfred
- Rövidkurzus trendanalízis témakörében a Climate Risk Analysis Ltd. vezérigazgatója, több Nature-tanulmány jegyzője
- Résztevők száma: 20 fő

Május 16–17.**GeoMATES 2019 International Congress on
Geomathematics in Earth & Environmental Sciences —
MTA PAB***Opening ceremony* with speeches by:

FEDOR Ferenc — President of the Geomathematical and Informatics Section of the Hungarian Geological Society

Climate modelling past and future — chair: HATVANI István Gábor
Keynote speaker: MUDELSEE, M.: Geological Climate Archives and Time Series Analysis

GULYÁS S.: Testing chronological precision and accuracy of age-depth models built with limited available dates using geomathematical tools

IZSÁK B.: Spatial interpolation of the temporal trend of climatic elements

HATVANI I. G.: Limitations of spectral analysis of time series with timescale error and variable temporal resolution

Quantitative methods in palaeontology — chair: VIRÁG Attila

Keynote speaker: PÁLFY J.: From percentage to Procrustes: A historical review of the growing use of quantitative methods in Hungarian paleontology

ALBERT G.: Datamining the Santonian dinosaur bonebed of Iharkút, Hungary

VIRÁG A.: Automated landmark analysis: a new methodology
Agrarian- and environmental informatics & Geoinformatics — chair: SZATMÁRI Gábor

Keynote speaker: HENGL, T.: Predictive Soil Mapping using ensemble Machine Learning: automation opportunities and remaining challenges

SANTANNA, D. M. B.: Mobility analysis of Arsenic and Lead in fluvial sediments. A study case in the Baiut Mining

SZABÓ P.: Investigation of geochemical-microbiological processes in the Drava River floodplain based on environmental geochemical data

ELEK I.: Redundancy-free topological data structures

Mathematical aspects of reservoir geology — chair: CVETKOVIĆ, Marko

Keynote speaker: NEMES I.: Mathematical aspects of reservoir geology — a case study

BORKA Sz.: Insight into multiple-point simulation of a deep-water system, Algyő HC field, Hungary

GEIGER J.: Pore regimes and REV: a CT-based model for the BCF
CVETKOVIĆ, M.: Lithology prediction in the subsurface using artificial neural networks on well and seismic data — a stochastic approach

Conquering space — remote sensing — chair: FEDOR Ferenc

Keynote speaker: MCCAUGHREAN, M.: ESA's planetary missions — once explorers, always explorers

NÉMETH A.: Geostatistical analysis of Raman spectrographic data of the Chelyabinsk meteorite

Analysis of monitoring time series — chair: TANOS Péter

Keynote speaker: MOLNÁR M.: Big Data in Geosciences — Challenges and Novelties

MAGYAR N.: Assessment of the groundwater bodies in the vicinity of Lake Fertő/Neusiedler See using multivariate data analysis methods.

HERVAI A.: The influence of Danube on the groundwater system in Mohács Island

BARCZA M.: Hydraulic characterization using water level monitoring time series on an example from Eastern Hungary

TANOS P.: Stochastic analysis of different homogeneous river sections at seasonal resolution on the River Tisza

Data analysis in engineering geology — chair: TÖRÖK Ákos

Keynote speaker: KOVÁCS L.: Data analysis in engineering geology
DAVARPANA, S. M.: Investigation of relationship between dynamic and static deformation constants of rocks

ZENAH, J.: Comparison of properties of porous limestone from different locations

SZABÓ Zs.: Predictors of concrete strength, porosity and permeability as suggested by data analysis and machine learning

LÓGÓ B.: Parametric study of the Poisson's ratio

VATAI A.: Effect of multi-stage shearing on shear strength of rock joint surfaces

TÖRÖK Á.: Geomathematical evaluation of surface strength tests of stone monuments

Assessment of geophysical datasets — interpretation & uncertainty — chair: SZABÓ Norbert Péter

TURTOGTOH, B.: Application of the fuzzy c-mean cluster analysis over the Yamaat gold deposit in Mongolia

ABORDÁN A.: Reducing the uncertainty of parameter estimation for the interval inversion method using factor analysis

Diverse faces of geomathematics (posters) — chair: GEIGER János
SAEIDI, S.: Analysing land use change and geomorphometric parameters in small watersheds

HOFFMANN L.: Comparison of interpolation methods for Hungary
KÖHLER A.: Probability distribution of concentration time series data

MODROVITS K.: Analysis of karst water recovery time series in a former mining area, Hungary

ERDÉLYI D.: Tritium isoscape of precipitation across the Adriatic-Pannonian realm

CSEH P.: Preliminary data of the geoarchaeological analyses on the Vesszős-halom (mound) at Pusztaszer

VÁGÓ Cs.: Late Pleistocene deglaciation and paleoclimate in the Rau Barbat Valley, Retezat Mountains, Southern Carpathians

KAMENSKI, A.: Estimating subsurface lithology distribution of a theoretical model by geomathematical methods

ORSOLYA R.: Tapody: Environment development of a Transylvanian peat bog derives from geochemical analysis

VIRÁG A.: Landmark analysis of *S. citelloides* (Sciuridae, Rodentia)

VIRÁG A.: Deer hunt in the Random Forest

HATVANI I. G.: Interannual fluctuation of xylem cellulose content of three tree species (2012–2017, Romania)

Closing ceremony:

HATVANI István Gábor — Secretary of the Geomathematical and Informatics Section of the Hungarian Geological Society and the Geomathematical Sub-committee of the Hungarian Academy of Sciences

FEDOR Ferenc — President of the Geomathematical and Informatics Section of the Hungarian Geological Society

Résztevők száma: 63 fő

Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály**Május 8.****Előadóiülés**

Társzervező: Geotechnika és Mérnökgeológia Tanszék
Prof. MIŠČEVIĆ (Predrag, full professor, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, Department of Geotechnics, University of Split, Croatia): *Issues of geotechnical design in soft rocks with marl as example*

Résztevők száma: 25 fő

Május 13.**Előadóiülés**

Társszervező: *Geotechnika és Mérnökgeológia Tanszék*
GRGIĆ, Nikola (PhD, Assistant Professor, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split, Croatia): *Some aspects of seismic loads for experimental testing of structures.*

Részvevők száma: 18 fő

December 9.**Évzáró előadás**

CSEERNY T.: A Kazán-szoros környékének geológiai felépítése, érdekességek

Részvevők száma: 14 fő

A Szakosztály által szakmailag támogatott konferenciák

Geotechnika 2019 Konferencia

Időpont: 2019. október 7–9.

Helyszín: Velence Resort & Spa

Szervező: Konferenciairoda Bt. többek között a Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály szakmai támogatásával

Részvevők száma: ~150

Nyersanyagföldtani Szakosztály**Június 11.**

HOLODA A.: A hazai bányászati erőforrások és lehetőségeinek aktuális kérdései

Részvevők száma: 40 fő

Június 11.

Prof. KOLLER, F.: Tertiary phonolites in Namibia — mineralogy, geochemistry and genesis

Részvevők száma: 20 fő

November 6.

SZILÁGYI I.: „Nyugati” és „keleti” típusú szénhidrogénvagyron osztályozási rendszerek harmonizációja: egy megoldhatatlan feladat

Részvevők száma: 27 fő

Oktatási és Közművelődési Szakosztály**Január 8.**

Év ásványa és Év ősmaradványa („Év Ősványa”) programok: évértékelés és 2019. évi tervek

Társszervező: a Magyarhoni Földtani Társulat Oktatási és Közművelődési Szakosztálya, Ásványtan-Geokémiai Szakosztálya és Őslénytani Szakosztálya

Március 8–9.**XII. Országos Középiskolai Földtudományi Diákkonferencia — Miskolc**

Társszervező: Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kara

Március 8.

Megnyitó

A szekció: Ég és Föld

GYÖZŐ M. (Árpád-házi Szent Erzsébet Gimnázium, Óvoda és Általános Iskola, Esztergom); Lumineszkáló ásványok

FRIITZ P., HOHL Zs., POLEFKÓ A. (Árpád-házi Szent Erzsébet Gimnázium, Óvoda és Általános Iskola, Esztergom): Mi maradt a vulkánból?

KOVÁCS R., VÁRADY V. (Pécsi Janus Pannonius Gimnázium): Az Abaligeti-barlang

LÁZÁR E. (Miskolci Szakképzési Centrum Mezőkövesdi Szent László Gimnáziuma): Mező-kövesd a szuper-cellákat!

RAFFAEL F., TAMÁSI G. (Eötvös József Gimnázium és Kollégium, Tata): A kőzetek és ásványok titokzatos világa

RÓNAY B., FÁY Sz. (Pécsi Tudományegyetem Gyakorló Általános Iskola, Gimnázium és Óvoda): Nem minden Diego, avagy a *Homotherium latidens*

SZILÁGYI K. (Energetikai Szakgimnázium és Kollégium, Paks): Ökológiai invázió

TAMÁSI Cs. (Orbán Balázs Gimnázium, Székelykeresztúr): Miben van segítségünkre az Ultima Thule?

Szakmai meglepetés program I.

Március 9.

B szekció: Víz és környezetvédelem

FARKAS B. A., FODOR P. (Miskolci Herman Ottó Gimnázium): Savas bányavizek környezeti problémái

FARKAS R., GYENES I. (Miskolci Herman Ottó Gimnázium): Avas-dél lejtőállékonysági problémái

FÁJER S. R., DIENES Á. (Sárvári Tinódi Gimnázium, Szombathelyi Nagy Lajos Gimnázium): A Kőszegi-hegység forrásainak komplex elemzése a geoturizmus aspektusából

GULYÁS E. Sz. (Táncsics Mihály Gimnázium, Mór): Sárkány és a víz

HERCEG O. (Szekszárdi I. Béla Gimnázium): A csapadék okozta talajerózió összefüggései a vízfolyások lebegtetett hordalék szállításával

KUN A. (Kiskunhalasi Bibó István Gimnázium): Az okosotthonok szempontjából

LENGYEL Cs. (Miskolci Szakképzési Centrum Mezőkövesdi Szent László Gimnáziuma, Közgazdasági Szakgimnáziuma és Kollégiuma): A mindent elárasztó szemét

PUSZTAI F. (Táncsics Mihály Gimnázium, Mór): A vizek nyomában Móron

RÖHBERG M. (Energetikai Szakgimnázium és Kollégium, Paks): A vizek vizsgálatának módszerei

VARGA M. (Energetikai Szakgimnázium és Kollégium, Paks): Gyógyvizek jelentősége

Eredményhirdetés, díjak átadása, zárszó

Bekapcsolódás a 37. Miskolci Nemzetközi Ásványfesztivál programjába.

November 21–22.**Az ásványtani, közettani és geokémiai felsőoktatási műhelyek éves találkozója, 2019**

A programot lásd az Ásványtani–Geokémiai Szakosztálynál.

A „Kezdedben a múlt” (Év ásványa + Év ősmaradványa) programsorozat a következő nagyrendezvényeken jelent meg

Szervezők: a Magyarhoni Földtani Társulat Ásványtan–Geokémiai, Őslénytani Szakosztály, illetve az Oktatási és Közművelődési Szakosztályai

MOM ásványbörze, február 23–24., Miskolci Ásványfesztivál, március 9–10, Lurdy-ház, Ásványbörze, április 6–7., OTDK Eger, április 25., Föld napja, Pál-völgyi-kőfejtő, április 26., Madarak és fák napja/Év fajai fesztivál, május 11., Múzeumok majálisa, május 18–19., Múzeumok éjszakája, június 22., Vasúttörténeti Múzeum- Ásványbörze, augusztus 23–25., Kutatók Éjszakája, szeptember 27., Geotóp nap október 5., 12., Földtudományos forgatag, november 9–10.

A nagyrendezvényeken kívül rajzpályázatot szerveztünk „Kezdedben a múlt” címmel általános iskolások számára. A rajzok egy fotókiállítással közösen járták az ország természettudományi gyűjteménnyel rendelkező múzeumait. A rajzok a 2018-as nyerteseket, a fotók pedig a 2019-es nyerteseket mutatták be. A fotókiállítás a Lelkes Ásványbörzével közös szervezésben jött létre, melyet a Lelkes Ásványbörze finanszírozott.

Őslénytani–Rétegtani Szakosztály

Február 28.

Paleo percek, bor és tea — kötetlen előadóiülés az ELTE Őslénytani Tanszékén

Az elmúlt évek őslénytani expedícióit, konferenciáit és meghatározó pillanatait bemutató előadóiülés.

SZENTE I.: Peremvidéken. Tudósítás a ProGEO IX. szimpóziumról
DULAI A.: Fosszliavadászat az óceánközépi vulkánokon (Ponta Delgada, Azori-szigetek)

BOTFALVAI G.: Őslénytani expedíció Borneón, a Brunei Szultánátus területén

FITOS A.: Legyél Te is paleoblogger!

Részvevők száma: 40 fő

Május 30. – június 1.

22. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés

Május 30.

Délelőtt 1. Levezető elnök: Hír János

FÖZY István: Megnyitó, üdvözlés

GRABOWSKI, J.: Magnetic stratigraphy in high resolution stratigraphical correlation and paleoenvironmental reconstructions around the Jurassic/Cretaceous boundary

KARANCZ Sz.*, RAITZSCH, M., BUISSON, M., TIAN, R., BIJMA, J.: Plankton és bentosz foraminiferák alkalmazása a dél-csendes-óceáni karbonátházartás rekonstruálásában

MAGYARI E.*, SZÁDOVSZKY L., KUNES, P., ABRAHAM, V., SZABÓ Z., CSÜLLÖG G., BIHARI Á.: A dunántúli táj felszínborítás-változása a középkortól napjainkig pollen alapú kvantitatív rekonstrukciók alapján

PÁL I.*, MAGYARI E., JAKAB G., SÜMEGI P., FRINK J., SILYE L., TÓTH A., BENKŐ E.: A Piatra Calului-láp növényzeti változásai az elmúlt 1200 évben (Bisztra, Románia)

SZABÓ Z.*, TÓTH M., PÁL I., TIMÁR G., KORPONAI J., BEGY R., MAGYARI E.: Klímaváltozás, tájhasználat és hidrológiai változás magashegyeségi tavakban

Délelőtt 2. Levezető elnök: DULAI Alfréd

SZABÓ B.*, VIRÁG A.: A ságvári rénszarvasvadászok környezetének és vadászati stratégiájának rekonstrukciója

SZENTESI Z.: *Latonia gigantea* Lartet, 1851 és egyéb csúsztómászók a középső-pleisztocén Osztramos 6 (Aggteleki-karszt) ősgérincses lelőhelyről

SZAPPANOS B.*, MAJOROS G.: Szabadhídvég, Kavicsos-domb kora-pleisztocén Sphaeriidae kagylófaunája

HÍR J.*, VENCZEL M.: A szentendrei Cseresznyés-árokban feltárt középső-miocén ősgérincses lelőhely újvizsgálatának eredményei

Délután 1. Levezető elnök: LESS György

SEBE K.*, MAGYAR I., KONRÁD Gy., SZTANÓ O., SZABÓ M., SZUROMINÉ KORECZ A., CSOMA V., BOTKA D., SELMECZI I., KRIZMANIĆ, K., KOVÁCS Á.: A pécs-danitzpusztai homokbánya miocén rétegtana és fejlődéstörténete

BOTKA D.*, CSOMA V., SZUROMINÉ KORECZ A., ROFRICS N., MAGYAR I.: A pécs-danitzpusztai homokbánya középső- és késő-miocén gerinctelen faunája

OZSVÁRT P., VETŐ I.*, †NAGYMAROSY A.: A Paleogén-medence fejlődése a korai oligocénben mikropaleontológiai és geokémiai adatok tükrében

ERDEI B., COIRO, M., MILLER, I., GRIFFITH, P.: Az első fosszilis cikász csíranövény Denver paleocénjéből

Posztterek bemutatása: Moderátor: PÁLFY József

Délután 2. Levezető elnök: MAGYAR Imre

CSOMA V.*, TÓTH E., SZUROMINÉ KORECZ A., MAGYAR I., RINYU L., TURI M.: Adatok a Pannon-tó fejlődéstörténetéhez: kagylósrákvizsgálatok a Dél-Dunántúlról

DULAI A.: Aemula: a kis túlélő és nagy kalandozó

LESS Gy.*, SZTANÓ O., KERCSMÁR Zs.: Egyszerűsített paleogén litosztratigráfia a legújabb rétegtani eredmények és értelmezések figyelembevételével

SZABÓ M.*, KOVÁCS K., ŐSI A.: Pókszabású-zárványok (Arthropoda: Arachnida) a felső-kréta (santoni) Ajkai Kőszén Formáció borostyánjaiból

Délután 3. Levezető elnök: SZENTE István

BOTFALVAI G.*, PRONDAI E., ŐSI A.: Tafonómiai, paleobiológiai és paleoökológiai tényezők az Ankylosauriák társas életmódjának rekonstruálásában

MAKÁDI L.*, BOTFALVAI G., GALAMBOS Cs., MAGYAR J., SZABÓ M., ŐSI A.: Alsó-kréta (albai) kontinentális gerincesek a Bakonyból

SEGÉSI M.*, HOUSSAYE, A., CORNETTE, R.: Vízimadár végtagsontok 3D geometriai morfometriai vizsgálata — evolúció földön, vízben, levegőben

HORVÁTH K.*, PRONDAI E., ŐSI A.: Új paleobiológiai eredmények az iharkúti késő-kréta krokodilok fogszöveti vizsgálatára

Június 1.

Délelőtt 1. Levezető elnök: GALÁCS András

BUTOR L., VÖRÖS A.: Hírek a langyos vízből: új brachiopoda-fajok a mecseki alsó-krétából

OZSVÁRT P.*, BAGHERI, S.: Új radiolária alapú biosztratigráfiai koradatok a kelet-iráni Sistan szutura zóna területéről

GÖRÖG Á.*, ZSIBORÁS G.: Homeomorfor foraminiferák versenye a jurában

ZSIBORÁS G.*, GÖRÖG Á.: A Neotethys bentosz foraminifera biogeográfiája a késő-pliensbachitól a bajocsiig

KOSTKA Zs.*, FERLICCHI, M., SANTUCCI, V., PÁLFY J.: A kaliforniai Butte Valley mezozoikumi ammoniteszek taxonómiai, biosztratigráfiai és paleogeográfiai értékelése

Délelőtt 2. Levezető elnök: GÖRÖG Ágnes

SZABÓ J.: Paleobiológiai spekulációk hierlatzi jura csigák kapcsán
HAAS J., GÖRÖG Á., OZSVÁRT P., JOVANOVIĆ, D., SUDAR, M. N., JÓZSA S., PELIKÁN P.: Felső-triász-középső-jura lejtőlábi és medence fáciesű rétegsor a Zlatar-hegységben (Dinári-ofiolitív, Szerbia)

VÖRÖS A.*, SEBE K., KONRÁD Gy.: Középső-triász (anisusi) nautilidák és ammonoidéák a Mecsekből

GERE K.*, ÓSI A., SCHEYER, T. M.: Középső- és késő-triász Placodontia (Sauropsida, Sauropterygia) leletek a Villányi-hegység és a Dunántúli-középhegység területéről

KOVÁCS E. B.*, DEMÉNY A., RUHL, M., PÁLFY J.: Csővár frissítve: új kemosztratigráfiai adatok a triász végi kihalás értelmezéséhez

Délelőtti 3. Levezető elnök: VÖRÖS Attila

JORDÁN K.: A Mátyás-hegyi alapszelvény conodonta-vizsgálata újabb eredményei

KARÁDI V.*, KOLAR-JURKOVŠEK, T., JURKOVŠEK, B.: Előzetes eredmények a kelet-szlovéniai Dovško szelvény alsó/középső-nori conodonta biosztratigráfiájáról

Zárszó, eredményhirdetés.

Részvevők száma: 64 fő

ProGEO Földtudományi Természetvédelmi Szakosztály

Március 27.

SZEPESI J.: Szunnyadó tűzhányó Európa szívében. Vulkanológia és geoturizmus a németországi Laacher See környezetében”

Részvevők száma: 20 fő

Június 14.

Szakosztályi ad hoc bizottság ülése

Témája: Országos jelentőségű védett területek névírásának helyesírása.

Részvevők száma: 6 fő

Június 14.

Az Országos Geotóp Adatbázis létrehozása — második vitaulés

Szerkezeti javaslatok, adatbázisok, térinformatikai adatnyilvántartás.

Részvevők száma: 7 fő

Szeptember 27.

Szakosztályi ad hoc bizottság ülése

Témája az országos jelentőségű védett területek névírásának helyesírása.

Részvevők száma: 7 fő

Október 5., 11., 12.

Geotóp napok — nagyrendezvény

Összesen 23 helyszínen országsszerte (okt. 5.: 11, okt. 11.: 1, okt. 12.: 10) túravezetésekkel és szakmai előadásokkal

Részvevők száma: kb. 1600 fő

November 11.

Tudománytörténeti Szakosztály és ProGEO Földtudományi Természetvédelmi Szakosztály közös előadóülése. Témája: A magyarországi földtani természetvédelem története.

TARDY J.: A hazai földtani természetvédelem történeti vázlata

BALÁZS R. (KNPI): A réti mészkő feltárás védelmének története

BARÁZ Cs. (BNPI): A hazai kaptárkövek védelmének története

PRAKFAKALVI P. (MBFSZ): A földtani természetvédelem kezdetei a Novohrád–Nógrád Geopark területén

Felkért hozzászólás: TÓTH Álmos

Részvevők száma: 18 fő

November, december

A ProGEO Földtudományi Természetvédelmi Szakosztály és az ELTE, Közöttani Tanszék szervezésében: Geoparkok, geoturizmus kurzus (magyar, angol).

Részvevők száma: 60 fő

Tudománytörténeti Szakosztály

Január 21.

CSATH B.: Szobrok Zsigmondy Vilmosról

ZELENKA T.: Magyarországi duzzadó üvegek

Részvevők száma: 14 fő

Február 18.

KECSKEMÉTI T.: Emlékezés dr. KASZAP Andrásra

VITÁLIS Gy.: Dr. KASZAP András és a Földtani Közlöny

CSONGRÁDI J.: Érc kutatás a Gobi-Altájban

Részvevők száma: 21 fő

Március 25.

SZŰCS I.: Emléktáblák Zsigmondy Vilmosról

BREZSNYÁNSZKY K.: Epizódok a 150 éve alapított Földtani Intézet történetéből

Részvevők száma: 15 fő

Április 15.

DOBOS I.: Halaváts Gyula, az Alföld elfelejtett vízföldtani kutatója

KECSKEMÉTI T.: 150 éves a Természet Világa/Természet tudományi közlöny

Részvevők száma: 14 fő

Május 20.

VICZIÁN I., PATHY-NAGY G.: NAGY Sámuel, a jénai Ásványtani Társaság magyar titkára — a családi iratok tükrében

TÓTH Á.: Gondolatok, információk a 100 éves gánti bauxit és felfedezője, BALÁS Jenő kapcsán

Részvevők száma: 12 fő

Június 17.

BABINSZKI E.: Amiről e szecessziós falak mesélnek — kedvcsináló a MÁFI 150. évfordulójára készülő könyvhöz

ZSADÁNYI É.: Adatok a soproni Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola 1921–1934 közötti történetéhez

Részvevők száma: 14 fő

Szeptember 16.

BIHARI D.: Csavargások Dél-Mongóliában

KÖRMENDI A.: Távérzékelés és geofizika alkalmazása egy történelmi rejtvény megfejtésében

Részvevők száma: 13 fő

Október 7.**Tudományos ülés dr. Vitális György 90. születésnapja alkalmából***Társzervezők: MHT, OMBKE, MKBT**Köszöntések I.*

BUDAI Tamás, az MFT elnöke

LEÉL ÓSSY Szabolcs, az MKBT (Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat) elnöke

FEJÉR László, MHT, a Tudományos Bizottság elnöke

SZAMEK Zsolt, OMBKE

Tudományos előadások:

DOBOS I.: VITÁLIS György tudománytörténeti munkássága

ZSADÁNYI É.: A Vitális család szerepe a Soproni Főiskola egyetemi rangra emelésében

Köszöntések II.

PALÁGYI Györgyné: a Fasori Evangélikus Gimnázium tanára

KEREKES Fanni: A fasori főciszakkör

BOGNÁR László: Osztályfőnökünk

VITÁLIS György, az ünnepelt szót kér.

Részvevők száma: 80 fő.

Október 21.**Szakülés a Természettudományi Múzeum 1956-os tragédiájának emléket állító „Memento 1956” emlékvitrin felújítása alkalmából***Társzervező: Magyar Természettudományi Múzeum, Ásványtani-Geokémiai szakosztály*

PAPP G.: A TTM Ásványtár- és Kőzettárának pusztulása, valamint további tüzések a Természettudományi Múzeumban, 1956. október 24 – november 6.

Felkért hozzászólók: JUHÁSZ Árpád, KECSKEMÉTI Tibor, TÓTH Álmos

Részvevők száma: kb. 20 fő

November 11.**Szakülés***Társzervező: ProGeo Földtudományi Teremészetvédelmi Szakosztály. A programot lásd ott.***November 18.****Főhajtás SZEPESHÁZY Kálmán geológus emléke előtt**

PÓSA HOMOLY E.: SZEPESHÁZY Kálmán hagyományának őrzése szülőföldjén

GAÁL L.: SZEPESHÁZY Kálmán kötődése szülőföldjéhez

KUN F.: SZEPESHÁZY Kálmán, a mecénás

SZEPESHÁZY K.: Visszaemlékezés az oroszországi hadifogságra (a hangfelvételt bemutatja NAGY B.)

Részvevők száma: 15 fő

December 20.

KUBASSEK J.: REGULY Antal útján a Sarki-Urálban

Részvevők száma: 11 fő

Tartalom — Contents

BUDAI Tamás: Elnöki megnyitó.	217
BABINSZKI Edit: Főtitkári jelentés a 2019. évről.	219
HAAS János, HIPS Kinga: A rejtelmes dolomit. — <i>The enigmatic dolomite.</i>	233
SZENTE István, PÖZY István, MAGYAR Imre: Gerinctelen őslénytani kutatások a Kárpát–Pannon térségben. — <i>Invertebrate palaeontological research in the Carpatho–Pannonian region.</i>	267
JÓZSA Sándor, SZAKMÁNY György, MIKLÓS Dóra Georgina, VARGA Andrea: A törmelékes üledékek és kőzetek petrográfiai vizsgálati eredményei a Kárpát–Pannon térség kutatásában: a magyar kutatók hozzájárulása az elmúlt 150 évben. — <i>Petrographic results of clastic sedimentary rocks in the Carpathian–Pannonian Region: the Hungarian contribution during the past 150 years.</i>	291
FÖLDESSY János, MOLNÁR Ferenc, BIRÓ Lóránt: Ércföldtan Magyarországon a Földtani Közlöny 150 évé-nek tükrében. — <i>Ore geology in Hungary as published through 150 years in the Földtani Közlöny.</i>	315
DÓDONY István: Visszapillantás a transzmissziós elektronmikroszkópia (TEM) módszerek ásványtani és földtani alkalmazásának hazai történetére (1970–2020). — <i>Reminiscences on applications of trans-mission electron microscopy (TEM) methods in Hungarian mineralogy and geology (1970–2020)</i>	335
Hírek, ismertetések (összeállította: CSERNY Tibor)	345
Társulati ügyek 2019. (összeállította: KRIVÁNNÉ HORVÁTH Ágnes)	349

