

Földtani Közlöny



A Magyarhoni Földtani Társulat folyóirata
Bulletin of the Hungarian Geological Society



Budapest, 2020

150/3

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
Északkeleti 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
Északkeleti 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: Dr. Nemecz Ernő köszöntése 100. születésnapja alkalmából.	367
PAPP Gábor: Nemecz Ernő és a Magyarhoni Földtani Társulat (rendhagyó köszöntő volt elnökünk és mai korelnökünk századik születésnapjára).	369
ŐSI Atila, MÉSZÁROS Lukács: Gerinces fossziliák és kutatásuk a Kárpát-medencében. — <i>Vertebrate fossils and associated research in the Carpathian Basin.</i>	375
HIPS Kinga, HAAS János, SZILÁGYI Zsanett: Mikrobiafitok jellegzetességei: a biofilmek szerepe a karbonátkiválásban. — <i>Characteristic features of microbialites: role of biofilms in the carbonate precipitation.</i>	397
PÁLFY József, GERCSÁK Gábor, HEGYESI Eszter: Javaslat az időrétegtani (kronosztratiográfiai) egységek magyar elnevezésére és írásmódjára. — <i>Recommended Hungarian names and orthography of chronostratigraphic units.</i>	423
VERES Zsolt, VARGA Andrea: Karbonátos konkreciók az alsó-miocén Pétervásárai Homokkő Formációban (Pétervásárai-dombság, Leleszi-völgy): genetikai megfontolások morfológiai és petrográfiai vizsgálatok eredményei alapján. — <i>Carbonate concretions in the Lower Miocene Pétervására Sandstone Formation (Pétervására Hills, Lelesz Valley): genetic considerations based on morphological and petrographic investigations.</i>	429
KOVÁCS, Zoltán: New Muricidae (Neogastropoda) faunas from the Middle Miocene of Hungary. — <i>Új, magyarországi középső-miocén Muricidae (Neogastropoda) faunák.</i>	449
PÁLL-GERGELY Barna: Elavult malakológiai nevezéktan negyedidőszaki és régészeti publikációkban: A tudományos név mögötti hipotézis. — <i>Outdated malacological nomenclature in publications dealing with Quaternary and archaeological themes, respectively.</i>	469
CSATH Béla (kieg. PAPP Gábor): Id. Lóczy Lajos szénhidrogén-kutatói tevékenységének áttekintése. — <i>Lajos Lóczy Sen. as a hydrocarbon researcher.</i>	473
In memoriam	
LESS György, SZENTPÉTERY Ildikó: In memoriam Pelikán Pál.	479
Hírek, ismertetések (összeállította: CSERNY Tibor)	485

*Első borító: Egy Semsey Andor által vásárolt holzmadeni alsó-jura krokodil (Pelagosaurus typus) csontvázának háti régiója (fotó: Főzy István).
Hátsó borító: Lóczy Lajos bibliája és szemüvege (MBFSZ gyűjteménye, fotó: LANTOS Zoltán).*

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 (szitano.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. Vitákat a vitatott cikk megjelenésétől számított hat hónapon belül küldhető be. A vitatott cikk szerzője lehetőséget kap arra, hogy válasza a vitázó cikkel együtt jelenjen meg. A gyakorlati rovatba a földtani kutatással – bányászattal kapcsolatos kéziratok kerülnek, melyek eredménye nem elsősorban tudományos értékű, hanem a szakközösség tájékoztatását, szolgálja. **A tömör fogalmazás, az állításokat alátámasztó adatszolgáltatás, a szabatos szaknyelv használata és a nem specialista olvasók érdekében a közérthetőség mindegyik műfajban alapkövetelmény.**

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

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

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

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

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

f) Anyag és módszerek A vizsgált anyag, esetleg korábbi 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 publikációi 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 Tisza 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 korrekktúrálás. Különlönyomatokat még külön költséggel sem tudunk biztosítani.

Dr. Nemezc Ernő köszöntése 100. születésnapja alkalmából



Példa nélküli a Magyarhoni Földtani Társulat történetében, hogy egy tagtársunkat 100. születésnapja alkalmából köszönhetjük. Az ünnep fényét tovább emeli, hogy Nemezc Ernő 100. születésnapja egybeesik a Földtani Közlöny megjelenésének 150. évfordulójával.

Az ünnepelt nemcsak szakmánknak, hanem a Társulatnak is emblematikus személyisége. 1942-ben lépett be a Társulatba, 1949-ben már a Választmány tagja, később szakosztályi elnök volt. 1966-tól 1972-ig két perióduson keresztül a Magyarhoni Földtani Társulat elnökéként tevékenykedett. Fiatal szakemberként lendületet adott nemcsak a hivatásának, hanem a társulati életnek is. 1972-ben az elnöki székben Dank Viktor váltotta, Ő pedig visszatért kedvenc kutatási területéhez és az Agyagásványtani Szakosztály élére. 1981-től a Társulat tiszteleti tagja.

Szakmai feladatai egyre gyarapodtak, 1971 és 1980 között a Veszprémi Vegyipari Egyetem rektora volt. 1973-ban az MTA levelező, 1980-ban rendes tagjává választották. 1979–85 között a Veszprémi Akadémiai Bizottság, 1985–1990 között pedig az MTA X. osztályának elnöki feladatait látta el. A tisztségekkel járó adminisztrációt mindig igyekezett minimálisra szorítani, előtérbe helyezve a kutatási tevékenységet.

Eredményes munkájával hosszú ideig formálta mind a földtani szakma, mind a Társulat arculatát, ezért köszönettel tartozunk Neki. Az elkövetkező évekre kívánunk sok sikert és jó egészséget, geológus–bányász köszöntéssel:

Jó szerencsét!

BUDAI Tamás
elnök

Nemecz Ernő és a Magyarhoni Földtani Társulat (rendhagyó köszöntő volt elnökünk és mai korelnökünk századik születésnapjára)

1970-ben a Földtani Közlöny 100. kötetének első füzetében Nemecz Ernő, a Magyarhoni Földtani Társulat elnöke — és e tisztségében a folyóirat felelős szerkesztője — köszöntötte a századik évébe lépő folyóiratot. Fél évszázad elteltével a Földtani Közlönynek jutott a megtisztelő feladat, hogy a Társulat vezetősége és tagsága nevében köszöntse századik születésnapján Nemecz Ernőt, tiszteleti tagunkat, Társulatunk és egyben a magyar földtudomány doyenjét. Virág helyett e köszöntőben az ünnepelt és a Társulat kapcsolatának ezernyi szálát gyűjtöttük csokorba.

A szakosztályok és a választmány szolgálatában

Nemecz professzor csaknem nyolc évtizede tartozik tagjaink közé, hiszen legendás elnökeink, Mauritz Béla és Vendl Aladár természettan-vegytan szakos tanítványaként magától értetődő volt, hogy belépjen a Társulatba, ami 1942-ben történt meg. A II. világháború és az azt követő évek megpróbáltatásai a Társulat és a fiatal szakember életét is súlyosan érintették. A Földtani Közlönyből jóformán eltűntek a társulati élet hírei, Nemecz Ernő pedig csak 1948 júniusában tért vissza a hadifogságból. Ezért aztán nem meglepő, hogy az ünnepelt nevét csak 1949-ben olvashatjuk először a Közlönyben, viszont rögtön a Társulat 1949. február 16-án hivatalba lépett új választmányának tagnévsorában. (A korra jellemző módon a választási bizottság által javasolt névsort szavazás nélkül fogadták el, hivatkozással arra, hogy azt — amint Szurovy Géza titkár fogalmazott — „lelkiismeretes körütekintéssel állították össze”). Ez azonban Nemecz Ernőnek nem az első tisztsége volt a Magyarhoni Földtani Társulatban: valószínűleg kevésbé ismert tény, hogy 1942-től 1944. évi bevonulásáig a professzora, Vendl Aladár, majd Vitális Sándor által elnökölt Hidrológiai Szakosztály titkára, és e minőségében a Hidrológiai Közöly szerkesztője és felelős kiadója volt.

1949 nemcsak Magyarország és a Társulat, hanem az ünnepelt életében is a nagy változások éve volt. Veszprémben létrehozták az először a Budapesti Műszaki Egyetem Nehézvegyipari Karaként, majd 1951-től önálló Veszprémi Vegyipari Egyetemként (VVE) működő intézményt. Nemecz Ernő, aki losonci születése miatt az érettségi után, 1938-ban — még csehszlovák állampolgárként — eredetileg a prágai Károly Egyetemre iratkozott be, 11 évvel később ismét a „Károly Egyetemre” került, a fiatal „alapító atya”, Polinszky Károly után ugyanis tréfásan így aposztrofálták a Vegyipari Egyetemet. Az ezt megelőzően a BME Ásvány- és Földtani Tanszékének tanársegédjeként dolgozó Nemecz Ernőt az Ásványtani Tanszék élére nevezték ki intézeti tanári (azaz docensi) rangban. A fiatal tudós 1953/54-ben dékán, vagyis az egyetem vezetője, 1954-ben pedig egyetemi



Mauritz Béla és tanítványai: négy mineralógus-petrográfus – három volt, illetve leendő társulati elnök Ajnácskón, 1942-ben. Balról jobbra Sztrokay Kálmán (ügyvezető elnök, 1958-1960), Mauritz Béla (elnök, 1923-1932), Pojják Tibor és Nemecz Ernő (elnök, 1966-1972)

tanár lett, és 1990 végéig irányította az általa alapított tanszéket, de még azután is jó ideig Veszprém és Budapest kettősségében élt. 1971 és 1980 közt az egyetem rektora is volt, és e magas poszton sem feledkezett meg társulati kötelességéről. Amint a Közlöny 1974. évi kötetének a VVE 25. évfordulóján tartott ünnepségeket ismertető tudósítása fogalmaz, „felismerte a Társulat s az új Egyetem együttműködésében rejlő progresszív lehetőségeket. Sorra hozta indítványait, életrevaló kezdeményezéseit, s a megvalósulásokat. Ezekben az egyetem otthont és központot adott a területi földtani kutatás eredményei bemutatásának, megvitatásának, továbbvitelének; alkalmat a Társulat vonatkozó központi nagyrendezvényeinek kihelyezésére”.

Visszatérve a társulati történések időrendjéhez, 1952 végétől Nemez Ernő a Sztróky Kálmán elnökölte Ásvány-kőzettani Szakosztály társelnökéként egy újabb — igaz, az ekkor létrehozott szakosztályi struktúra rövid fennállása miatt csak tiszavirág életű — társulati tisztséget töltött be. A Közlöny 1953. évi számaiból a fiatal tudós szűkebb értelemben vett társulati tevékenysége mellett már azóta is töretlen szakmai érdeklődésének fő irányait is megismerhetjük. A „Továbbképzés” rovatban az agyagásványok kristályszerkezete és röntgenvizsgálata témájában jelent meg terjedelmes írása, további két tanulmányában pedig több, csak röntgendiffrakciós eljárással azonosítható ásvány kimutatásáról számolt be. Néhány évvel később, 1959-ben a Közlöny már arról számolhatott be, hogy a tudományos pályán való előrehaladás hivatalos elismeréseként 1958. november 17-én sikeresen lezajlott Nemez Ernő „A kristályrácshibák és az ásványgenetika összefüggésének vizsgálata termogravimetrikus módszerrel” című kandidátusi értekezésének nyilvános vitája.

A taglétszámában rohamosan gyarapodó társulaton belül 1959-től újból — és immáron állandó jelleggel — szakosztályok, illetve területi szervezetek alakultak, először csak az óvatos „szakcsoport”, illetve „csoport” megnevezéssel, és Nemez professzor a társulati élet ezen új korszakának is aktív alakítója lett. Az 1960. január 12-én megalakított Agyagásványtani Szakcsoport első vezetőségi ülésén elnökké választották, és e tisztségét — először — 1966-ig, társulati elnökké választásáig töltötte be. Mint vendég, több ízben elnökölt az Ásványtan-Geokémiai Szakcsoport (később Szakosztály) előadóülésén is.

Az Agyagásványtani Szakcsoport majd Szakosztály évtizedekig az ő szellemi irányítása alatt állt. Ebben megnyilvánult az a tehetsége, hogy kiváló szakembereket tudott maga mellé gyűjteni, így a vezetőség igazi „sztárcsapat” volt. Ennek is köszönhetően magas színvonalú szaküléseket, sőt vezetőségi üléseket tartottak, amelyeken az akkori fiatalok nagyon sokat tanulhattak. Az Agyagásványtani Szakcsoport sokat ígérő indulásának dokumentuma az 1963-ban a Közlöny különszámaként megjelent „Agyagásvány-füzet”, melynek felelős szerkesztője Nemez Ernő volt.

Bár az Agyagásványtani Szakosztály működésének kimagaslóan sikeres évtizedei talán elhomályosítják a professzornak a területi szervezetek életében játszott szerepét, nem feledkezhetünk meg ezen érdemeiről sem. Alig több mint másfél évvel az Agyagásványtani Szakosztály létrejötte után, 1961. augusztus 11-én Nyíradon a Közép-Dunántúli Csoport alakuló ülésén őt választották a csoport elnökének, majd 1963-ban megerősítették e tisztségben, melyben csak 1966 márciusában, társulati elnökké jelölésekor váltotta fel az addigi titkár, Vízy Béla.

Míndezek mellett a Társulat választmányának munkájában is aktívan részt vett, amit az is tanúsít, hogy az 1963-as tisztújító közgyűlésen Morvai Gusztáv társulati főtítkár által név szerint kiemelt azon tagok közé tartozott, akik „időt és energiát nem kímélve dolgoztak Társulatunk érdekében”.

A Társulat élén

Bár az előbbiek fényében nem mondható meglepőnek, hogy Nemez professzort az 1966. március 23-i közgyűlés a Társulat elnökévé választotta, maga az ünnepelt a Horn János által szerkesztett „Életutak — Földtudósok az Akadémián” című kötetben megjelent visszatekintésében úgy fogalmaz, hogy „*Kertai György után 1966-ban váratlanul a Magyarhoni Földtani Társulat elnökévé választottak*”. E személyi választás utólag visszatekintve talán abból a szempontból minősíthető váratlannak, hogy Nemez Ernő volt az első — és azóta is egyetlen — olyan társulati elnök, akit munkahelye a vidékhez kötött, ezenfelül nem az olajipar (OKGT majd MOL), az állami földtani irányítás (KFH) vagy a MÁFI (és jogutódai) vezető munkatársai közül került ki, mint csaknem az összes többi elnök 1960-tól napjainkig.

Az 1966-os társulati tisztújítás két évvel előzte meg az „új gazdasági mechanizmus” bevezetését, amelynek kidolgozása akkor már javában folyt. Nyilvánvalóan a Társulatban is érezhető volt az igény a változás iránt, és Nemez professzor dinamikus személye a változás és modernizálás ígéretét testesítette meg. Egy akkori pályakezdő szakember megfogalmazását idézve „*számunkra a korszerűséget jelképezte a szakmában*”. A fentieket illusztrálják az 1966-os tisztújítás során történtek is. Amint az egyik résztvevő írta „*amennyire visszaemlékezem, [Nemez Ernő] megválasztása előtt a fiatalok körében volt egy kis elégedetlenkedő mozgolódás. Ezt akkor senki sem mondta ki világosan, de én úgy éreztem, hogy az addigi merev pártirányítással nem voltak megelégedve, és itt is a modernizálódás felé kívántak előre lépni.*” Mivel a választás elő-



Nemezc Ernő társulati elnök beszédet tart az MFT közgyűlésén

elméletnek és gyakorlatnak, vagyis az ásványok magas színvonalú tudományos kutatásának és az ásványi nyersanyagok korszerű ipari felhasználásának az összekapcsolása elnöki periódusában is Nemezc Ernő szívügye volt. Ennek visszaigazolását is jelentette az Akadémiai díj, melyet, mint a Közlöny 1969. évi kötetében olvashatjuk, „a magyarországi agyagásványok széleskörű, elmélyült vizsgálatával elért, kimagasló tudományos eredményeiért”, illetve azért kapta, mert „az agyagásványoknak az ipar új területein való alkalmazása az iniciatíváin és személyes kutatásán épül fel.” Nemezc professzor e tevékenységével kapcsolatban az olvasó figyelmébe ajánljuk a fent idézett memoárjában foglaltakat.

Mindezzel összhangban áll egyik volt elnökünk megjegyzése, amelyben kiemelte, hogy Nemezc professzor messzemenően helyteleníti a szakmai elefántcsonttoronyba zárkózást. Társulati elnökként sokat utazott az országban, kereste az alkalmat a találkozásra a terepen dolgozó geológusokkal, buzdította őket az új tudományos eredmények beépítésére a munkájukba, illetve támogatta a tudományos életbe való bekapcsolódásukat és fokozatszerzésüket.

Hamarosan kitűnt, hogy az új társulati elnöknek nemcsak az elismert szakemberek, hanem — könnyen megközelíthető, minden új elgondolásra nyitott személyiség lévén — a feltörekvő fiatalok megnyerésére is kitűnő érzéke van. Egy akkori fiatalnak a Nemezc Ernő újráválasztását eredményező 1969-es társulati tisztújító ülésére való visszaemlékezését idézzük ezzel kapcsolatban: „Emlékszem, hogy a Társulat [1969.] márciusi közgyűlésén akkor még mint a szakmában alig ismert fiatal valamilyen ügyben felszóltam, a témát már nem tudom felidézni, de azt tudom, hogy elég türelmetlen és kritikai hangon. Ő nem sértődött meg, hanem néhány nap múlva magához hivatott a Társulatba, kikérdezett javaslataim felől, majd elmondta, hogy mint a Társulat elnöke hasonló célokat tűzött maga elé, sőt abból több, mint például a Földtani Közlöny külalakjának és belső színvonalának megújítása már megvalósulóban is van. Ezt a pozitív választ annál inkább nagyra értékeltem, mert addig más vezetők részéről sokszor csak maradi konzervativizmust, közömbösséget vagy bürokratikus elutasítást tapasztaltunk. Azt is a jó vezetői stílus jelének tartottam, hogy a beszélgetés nem maradt következmények nélkül: feladat formájában részben visszaadta azokat az ötleteket, amelyek megvalósítását én és társaim fontosnak tartottunk.”

Az 1960-as évek végén és az 1970-es évek elején a szakmába bekerülő és lassan új gondolatokkal előálló, új korosztállyá szerveződő geológus nemzedék különböző javaslatokkal állt elő, amelyek egyrészt a társulati élet megújítását, másrészt új tudományos irányzatok hazai meghonosítását tűzték ki célul. Nemezc Ernő megértő támogatásának eredményeként 1970. január 30-án megalakult a Matematikai Föld-

készítői jó érzékkel döntöttek az elnökjelölt személyéről, az ő megválasztásánál az „elégedetlenkedő mozgolódás” nem nyilvánult meg, a választmányi szavazáskor viszont érezhetővé vált, mivel „szokatlanul kevesen szavaztak a javasolt listán szereplő jelöltekre (64%), úgyhogy nem is tudták a szavazatokat a közgyűlés lefolyása alatt összeszámolni.” A bevezetendő „társulati új mechanizmus” bizonyos vonásait érzékeltette az új elnök bemutatkozó beszédének e részlete is: „Arról a munkáról, ami ránk vár, programot most adni nem tudok, annál kevésbé sem, mert ilyen hivatalos program az új vezetőség részéről nem létezik. Ezt a hivatalos programot a Választmány lesz hivatva kialakítani, mint ahogy eltökélt szándékunk az, hogy a társulati életben minden fontosabb kérdést végső döntés céljából a Választmány elé fogunk utalni.”

Fentebb idézett visszaemlékezésében volt elnökünk azt írja, hogy olyan időben vállalta el e tisztséget, „amely nagyon kedvezett a földtudományok művelésének és [az MFT] tagjainak létszáma ezer fölé emelkedett. A bányászathoz igazodó tagolt társulati munkát már nem lehetett egyben tartani és szakosztályok alakultak meg. Ezek közül első, kezdeményezésemre az Agyagásványtani Szakosztály volt (1967), s ezzel fejlődési lehetőséget adtunk a nemfémes nyersanyagok kutatói számára is.” Az

tani Szakcsoport, majd 1970. április 13-án az Ifjúsági Bizottság is, amely közvetlenül az elnök mellé rendelt testület volt. A professzor mindemellett az idősebb korosztály szakmai törekvéseinek támogatásáról sem feledkezett meg, így 1970. június 15-én létrejött a Tudománytörténeti Csoport is. Elnöki minőségében mindhárom szakcsoport, illetve bizottság alakulásakor jelen volt, támogató beszédet mondott és segített a programok kialakításában.

Az Ifjúsági Bizottság egyik legfontosabb céljának a szakmai színvonal minőségének emelését tartotta, ennek legfontosabb eszközéül a végzett szakemberek részére indított továbbképző tanfolyamok szolgáltak. Az első ilyen kurzusra a szedimentológia tárgykörében került sor 1971-ben, Szegeden. Nemezc Ernő mint társulati elnök e továbbképzési formát hathatósan támogatta, és mint előadó, közre is működött benne. A tanfolyamoknak Budapesten kívüli színhelyeken való megrendezése egy másik, szintén nem elhanyagolható célt is szolgált: az akkor hátrányos helyzetben lévő vidéki földtani tanszékek jelentőségének növelését. Ez nem véletlenül lehetett Nemezc Ernő szívügye, hiszen kimagasló szakmai sikereit és a korszerű nemzetközi tudományos életbe való bekapcsolódását maga is egy vidéki tanszéken tudta megvalósítani.

Jövőbe mutató gondolatok — szemelvények Nemezc Ernő elnöki beszédeiből

Nemezc Ernő társulati elnöki filozófiája legjobban a — visszaemlékezések szerint az ünnepeltet mindig is jellemző imponáló elokvenciával előadott — társulati elnöki megnyitók témájából ismerhető meg. A mai olvasót is lenyűgözi, hogy e beszédek sok esetben szinte látnoki erővel azokra az akkoriban még csak kibontakozóban lévő, nagy horderejű folyamatokra hívták fel a figyelmet, amelyeknek következményeit bő fél évszázaddal később valamennyien, akik a hazai földtudományhoz kötődünk, a saját bőrünkön tapasztalhatjuk.

Már a bemutatkozó beszédében hangot ad annak az igénynek, hogy „*a természet jelenségeit, még akkor is, ha komplikáltak, mint a földtani jelenségek, igyekezzünk a maguk mennyiségi mivoltában megragadni. (...) Ezt a kvantitatív leírást igénylő tudományt azzal fogalmazhatnám meg, hogy a tudományokba bevonult a matematika, a fizika és a kémia és e mellett szótlanul nem mehetünk el.*” 1967-ben a magyar földtan helyzetének nagy ívű áttekintése során az általános bevezetésben kiemeli a világszerte megnyilvánuló nagyfokú specializálódást és az egzaktásra való törekvés erősödő tendenciáját, e jelenségekre az adekvát választ az információs rendszer reformjában és a tudományos kérdések megoldása terén a specialisták együttműködésében látja. Nem meglepő módon a hazai viszonyok áttekintésénél elsőként a műszerezettségben való elmaradottság felszámolásának és a földtani anyagvizsgálatnak, utána pedig az egyetemi oktatásnak a fontosságát emeli ki.

1968-ban hangsúlyozza, „*világosan kell látnunk, hogy a gazdasági struktúra változása a geológiai munka átrendezését is szükségessé teszi*”, és a nyersanyagkutatásról a hangsúly óhatatlanul áttevődik más területekre, hiszen „*az új gazdasági elvek érvényesülése sajnálatosan olyan látszatra vezet, mintha az országnak a potenciális nyersanyagadottságai mellett kisebb volumen geológiai kutatásra volna szüksége, mint korábban*”. Az egyik „menekülési útvonal” melyre felhívja a figyelmet, „*geológusaink külföldi munkára való alkalmazása, más szóval az ország geológiai kutatási kapacitása egy részének szellemi exportként való értékesítése*.” De utal azokra a lehetőségekre is, „*melyek a geológiai szakmának a felhasználó iparágak műszaki irányába való kibővítésében, mintegy a »belső szellemi exportban« rejlenek*.” Kiemeli például, hogy „*a mineralógia előtt ma óriási lehetőségek nyílnának meg, ha néhány lépést tenne a műszaki tudományok irányába, vagyis ha módszertani rutinját a természetes ásványokról kiterjesztené a mesterséges vegyületek műszaki alkalmazásának problémakörére is. A világ technikai fejlődésének központjában ma úgy látszik a szilárdtestfizika áll, s ebben a fejlődésben a mineralógiának, a kristallográfiával együtt, jelentős szerepe lehet.*”

Az 1969-es „A Magyarhoni Földtani Társulat szerepe a földtani kutatásban” című beszéd az előző közgyűlésen kifejtett gondolatokat bővebben kibontva leszögezi, hogy „*bátran ki kell lépniünk a geológusi hivatás felfogásának mai szűkebb keretéből és kijelenteniünk, hogy mindazok az értékek, melyek földünk felszínén és mélyebb szintjeiben a szervesen nyersanyagok, a tájértékek hasznosításából fakadnak, a geológus közreműködését és gondozását igénylik. (...) Nem eshet ki látókörünkéből az sem, hogy a technika egyre több speciális nyersanyagot igényel (pl. eurórium) s nincs kellőleg kiaknázva az sem, hogy bizonyos természeti képződmények sajátos kvalitásokat képviselnek s ezzel egyedülálló ipari hasznosíthatóság megveszendőbe. A nyersanyagellátás ilyen szempontból való felfogása természetesen feltételezi a határterületek művelését, ahol különböző szakemberek egymás kölcsönös hasznára működhetnek. Sajnos, jelenleg hiányzik az az összerendező tevékenység, amely a geológusnak a konkrét probléma félkvalitatív, multivariábilis megközelítési eljárását összekapcsolná a kísérletekre alapozó mérnök vagy laboratóriumi vizsgálatokra támaszkodó kémikus biztonságos problémakezelésével. Ezen a téren azonban sürgősen lépniünk kell előre, mert ellenkező esetben féltő, hogy eljön az idő, amikor az »általános« geológus kívül reked a problémák e hatalmas körén.*”

Az 1970-es elnöki megnyitóban az Ifjúsági Bizottság létrehozása kapcsán megállapítja: „*eljön az ideje, hogy a társulati tevékenységünk egyre nagyobb hányada szűkebb körű szakmai konzultációk, ankétok, metodikai viták, hosszabb-rövidebb tanfolyamok szervezése irányába tolódjék el. Ilyen társulati tevékenység iránt, a dolog természeténél fogva, nagyobb fogékonyságot mutat az ifjúság, mert családi és társadalmi helyzeténél fogva, de nem utolsó sorban a tartalmi kérdések iránti odaadó lelkiülete folytán előnyösebb helyzetben van az irányítás gondjaival terheltebb idősebb korosztályhoz képest. Azt a kedvező ténytet, hogy Társulatunk tagságának mintegy harmadrésze a fiatal korosztályhoz tartozik, ki kell használnunk arra, hogy bevonva őket a nekik megfelelő stílusú társulati munka szervezésébe-vitelébe új lendületet adjunk a társulati életnek.*”

Az 1971-es beszéd a geológia differenciálódásának és az ezzel párhuzamosan elkerülhetetlenné váló interdiszciplinaritásnak ismételt hangsúlyozása mellett már az informatika növekvő jelentőségét is megemlíti: „*Nálunk fejlettebb országokban rohamosan alakulnak ki a geológia alkalmazásának új területei. (...) fokozott igény mutatkozik mérnökgeológusok, építész- sőt autópálya-geológusok, asztro-, marin-, környezeti-, talajgeológusok (...) iránt.*” „... Nemcsak a szigorúan vett tudományban, hanem a geológia mindennapi gyakorlatában is közismert tény, hogy az interdiszciplináris területeken gyorsabb a fejlődés, ott ahol a geológia tud új nézőpontot nyújtani más tudományok alkalmazóinak s viszont: a geológia is abszorbeál számos ismeretet, kutatási módszert, melyet más tudományok fejlesztettek ki. (...) E korunkra jellemző szemlélet, melyet a gépi információ-csere még inkább elfog mélyíteni, nagy felelősséget ró nemcsak az oktatásra, hanem Társulatunkra is annyiban, hogy minél kedvezőbb feltételeket teremtsünk köreinkben való meghonosodása számára is.”

Nemecz professzor második elnöki periódusa lezárásakor, 1972-ben elmondott beszéde már az ásványi nyersanyagok termelésével és felhasználásával járó környezeti károk és a globális felmelegedés problémájával, valamint a földtudományoknak ezekből adódó várható feladataival foglalkozott:

„*Mindnyájunk előtt ismeretesek az emberi populáció gyors növekedésénél még gyorsabb ütemben növekvő nyersanyagtermelés problémái, melyek újabban kettős arculatot is nyertek: nemcsak azok gazdaságos előteremtése jelent némely helyen máris gondot, hanem a világszerte fokozódó felhasználás méretei reális közelségbe hozzák a bioszféra pusztulásának olyan veszedelmét, amilyennel az embernek történelme során még soha nem kellett szembenéznie (...). A tudományos technikai forradalom korszakába jutó társadalomban a populáció és az anyagi igények gyors növekedésének kettős kényszerétől hajtva, az ipar oly óriási nyersanyagtömegek kémiai átalakítására kényszerül, amelynek melléktermékei és hatásai a Föld atmoszférájának és hidroszférájának méreteihez képest többé már nem elhanyagolhatók. (...) A helyzet súlyosságát még csak fokozza, hogy a még hosszú időn át működő fosszilis nyersanyagbázisú erőművek roppant mennyiségű CO₂-t juttatnak az atmoszférába. Ennek 2000-ig előrelátható 18%-os növekedése az üvegházhatás következtében a felszíni átlaghőmérsékletet 0,5 °C-kal, de ennek kétszerese már 2 °C-kal növelheti. (...) Tudomásul kell vennünk, hogy a Földünk elveszítette azt a szerepét, amit eddig az ember életében betöltött: a végtelen, elpusztíthatatlan és kimeríthetetlen univerzum szerepét.*”

Társulati elnökből — ismét — szakosztályelnök

A második triennium lejártával Nemecz Ernő helyét Dank Viktor vette át a Társulat élén. A volt elnök, akinek érdemeit a Társulat már 1972-ben emlékgűrűvel ismerte el, szokatlan módon ismét szakosztályelnöki megbízatást vállalt „legkedvesebb gyermeke”, az Agyagásványtani Szakosztály élén (1972–1978). Ekkor már társulaton kívüli fontos tisztségei miatt egyre nagyobb önállóságot engedett a szakosztály titkárának — de mindenről be kellett számolni neki, ami az egykori titkár emlékei szerint a korabeli telefonviszonyok mellett sokszor nem volt könnyű feladat. Nemecz professzor szakmai feladatai és elismerései egyre gyarapodtak. Még a Társulat elnöke volt, amikor 1971-ben a Veszprémi Vegyipari Egyetem rektora lett, és e tisztséget 1980-ig töltötte be. 1973-ban az MTA levelező, 1980-ban rendes tagjává választották, és 1976–1985 közt az MTA elnökségének a közgyűlés által választott tagja is volt. A Veszprémi Akadémiai Bizottság (VEAB) társelnökéént (1972–1979) majd elnökeként (1979–1985), is tevékenykedve sem feledkezett meg társulati kötődéséről, ennek köszönhetően a VEAB székháza több ízben adott otthont a Társulat rendezvényeinek. A VEAB után 1985-től 1990-igaz MTA X. Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának munkáját elnökölte.

A tevékeny tiszteleti tag

A Társulat hűséges és érdemdús tagját az 1981. március 18-i tisztújító küldöttközgyűlésén választotta tiszteleti tagjai sorába. Nemecz professzor azonban természetesen ekkor sem pihent meg babérjain, és továbbra is rendszeresen megjelent a társulat különböző rendezvényein. Az 1983-as évet tekintve például

elnökölt és előadást tartott a Zamárdiban rendezett kétnapos Illit-ankéton, de előadást vállalt olyan populáris rendezvényeken is, mint amilyen az első miskolci Tavaszi Ásványgyűjtő Találkozó kapcsán az Ásványtan-Geokémia Szakosztály Ásványgyűjtő Szakcsoportja által szervezett tanácskozás. Szívügyét természetesen az agyagásványok kutatása jelentette, így több mint negyedszázaddal első (alapító) elnöki megválasztását követően, 1986 és 1991 között — két megszakítás után — harmadszor is elvállalta az MFT Agyagásványtani Szakosztályának elnöki teendőit. Később gazdag élettapasztalatait és bölcsességét a Társulat rendelkezésére bocsájtotta a Fegyelmi és Etikai Bizottság tagjaként — szerencsére tagságunk jóvoltából az amúgy rendkívül tevékeny professzornak nem kellett e téren sokat fáradoznia. A Nemez professzor és a Társulat közötti szoros kapcsolatot bemutató áttekintésünket egy szimbolikus esemény felidézésével zárjuk. A szakmailag évtizedek óta a Társulat és az Akadémia kettős vonzásában élő Nemez professzor 1998-ban szívének igazán kedves megbízatásnak tehetett eleget. A szülővárosa, Losonc közelében fekvő Videfalvára látogatva ő helyezte el az MTA koszorúját a Magyarhoni Földtani Társulat alapításának 150. évfordulója alkalmából az egykori Kubinyi-kúrián elhelyezett emléktáblánál.



Nemez Ernő, 1979-1985 között a Veszprémi Akadémiai Bizottság (VEAB) elnöke két utódával (balra Pósfai Mihály mineralógus, 2014-2020, jobbra Mészáros Ernő meteorológus, 2003-2008) a VEAB székházában, 2017-ben

Zárógondolatok

Nemez Ernő úgy fogalmaz egy írásában, hogy a „*magam részéről igen szerencsés embernek érzem magamat, mert az elkerülhetetlen bürokratikus elfoglaltságtól eltekintve, amelyeket a legkisebbre igyekeztem szorítani, mindig engem érdeklő szakmai kérdésekkel foglalkozhattam*”. Mi mással fejezhetnénk be e rövid ünnepi visszatekintést és köszöntőt, mint annak megállapításával, miszerint a Magyarhoni Földtani Társulat tagsága legalább ilyen szerencsésnek mondhatja magát, hogy Nemez professzor szakmai munkásságának eredményeit évtizedek óta rendszeresen ismerteti a Társulat fórumain, két évig volt a Hidrológiai Szakosztály titkára, összesen tizenhét éven át vezette az általa megalapított Agyagásványtani Szakosztályt, valamint öt éven át a Közép- és Északdunántúli Területi Szervezetet, mindezekon felül két cikluson keresztül is vállalta és sikerrel betöltötte a társulati elnöki tisztséget — az ezzel járó elkerülhetetlen bürokratikus elfoglaltságok dacára is. Végül, de nem utolsósorban, e lap hasábjain mondhatunk köszönetet a legméltóbb formában a Földtani Közlöny felelős szerkesztőjeként és egyben a szerkesztőbizottság elnökeként 1967–1972 között a folyóirat megújítása terén kifejtett erőfeszítéseikért.

Nemez Ernőről közeli ismerősei mesélik, hogy szereti a jó zenét és a jó bort — és e téren is a minőséget és nem a mennyiséget értékeli. Emeljük hát poharunkat tiszteletére: Isten éltesse még sokáig az ünnepeltet!

Összeállította PAPP Gábor, fölhasználva FÖLDVÁRI Mária és VICZIÁN István írásbeli, valamint BÉRCZI István, DANK Viktor, JUHÁSZ Árpád, MINDSZENTY Andrea és VÖRÖS Attila szóbeli közléseit. Köszönet NAGY Béla és PÓSFAI Mihály segítségéért.

Gerinces fossziliák és kutatásuk a Kárpát-medencében

Ezt a munkát 70. születésnapja alkalmából Prof. Dr. Kordos Lászlónak ajánljuk, tanárunknak, kollégánknak, aki nélkül a hazai gerinces paleontológiai kutatás nem tartana itt.

ÓSI Attila, MÉSZÁROS Lukács

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Őslénytani Tanszék, Pázmány Péter sétány 1/C, Budapest 1117, Hungary
hungaros@gmail.com

Vertebrate fossils and associated research in the Carpathian Basin

Abstract

The richest vertebrate sites in the Carpathian Basin are mainly Neogene and Pleistocene. However, there are some Mesozoic localities that have been researched for decades and these are also of great international interest. The highly sporadic Palaeozoic finds are mostly based on microfossils (conodonts) and some Carboniferous–Perm footprints, the former being biostratigraphically significant and the latter paleobiogeographically important. In addition to some notable scattered finds (*Placochelys placodonta*) from the Triassic period, old and new localities in Bihar and Villány provided diverse, predominantly marine vertebrate faunas. These have added considerably to our knowledge on shelf faunas of the southern Eurasian margin.

The Jurassic vertebrate record is composed of mainly isolated finds (e.g. the *Magyarosuchus* marine crocodile) or tracksites (*Komlosaurus*). The oldest fauna of the Cretaceous period is the archosaurian assemblage which was trapped in the Berriasian-aged bauxite of Bihar. This was followed in time by recently discovered fish and reptile bones and teeth from the Albian Alsóperre Bauxite. The Santonian-aged Iharkút and Ajka vertebrate sites, discovered 20 years ago, provided a unique and diverse assemblage that fills a significant gap in the Late Cretaceous European record. The Maastrichtian Transylvanian localities, discovered 125 years ago, provided a highly unique island fauna including huge pterosaurs, dwarf sauropods and dome-headed multituberculate mammals. These Late Cretaceous assemblages are now among the dominant continental vertebrate records worldwide and offer a great insight into the insular faunal evolution of the European archipelago.

From the Hungarian Palaeogene mainly sporadic fossil sites with aquatic vertebrates were discovered and only a few of them yielded richer terrestrial faunas (e.g. Máriahalom, Bodajk).

The 17-million-year-old Ipolytarnóc footprints, conserved by a volcanic eruption, are the best known of the Lower Miocene fossils. The famous giant petrified pine trunk and a rich shark tooth assemblage have also been preserved in this site. Many remains of Badenian, Sarmatian and later (Pannonian) sea cows, seals and cetaceans were collected from the Mecsek sand layers (e.g. Danitzpuszta sand mine). Several significant sites from the terrestrial Middle Miocene have been excavated over the last three decades (Sámsonháza, Mátraszőlős, Hasznos, Tasád/Tășad). Their small mammal faunas were preserved by swamps and lacustrine accumulations. They are indicators of a warm and humid subtropical climate.

The fossil ape *Rudapithecus hungaricus*, which is the best known palaeontological discovery to have occurred in Hungary, is an element of the rich late Miocene (10 million years old) subtropical ecosystem of Rudabánya. A similar fossil community was discovered in the covering layer of a gypsum mine in Alsótelekes. Gyepüfüzes (Kohfidisch), Götzendorf, Sümeg, Csákvár, Bérbaltavár, Tardosbánya, Polgárdi and other rich sites demonstrate the environmental transformation which took place during the Pannonian Age. It was then that the rich, subtropical forests disappeared and were replaced by wooded and then grassy savannas and finally sporadic desert areas. The alginat layers of the Pula locality were deposited in a Pliocene volcanic crater lake. They yielded many well-preserved leaf and arthropod fossils, as well as fish and mammalian remains. The findings from Ajnácskő (Hajnáčka) were preserved by a volcanic eruption, while the fauna of Ivánháza was discovered in the sediments of karst fissures. The karst fillings of Csarnóta, Beremend and Osztramos show the faunal changes at the end of the Pliocene and the beginning of the Lower Pleistocene. Exceptionally rich Quaternary assemblages were found near Gombaszög (Gombasek) in the Hungarian Highlands and from Betfia in Transylvania. More than 100 localities have been described from the Pleistocene of Hungary and at least 150 different faunas were found in them. Most of these are from fillings of karst cavities, but there are also fluvial and aeolian sediments. Many findings of ancient humans have also been found in several localities (e.g. Vértesszőlős: *Homo heidelbergensis*, Subalyuk: *Homo sapiens neanderthalensis*, Istállóskő: *Homo sapiens sapiens*). Recently, detailed multidisciplinary investigations have been carried out with respect to some of these faunas (e.g. Somssich Hill, Süttő, Tokod, and Vaskapu Cave) by research groups comprised of different specialists. The macro- and microfaunas of these sites appropriately reflect Quaternary climatic changes.

Keywords: *Vertebrates, Paleozoic, Mesozoic, Cenozoic, Hungary, Carpathian Basin*

Összefoglalás

A Kárpát-medence leggazdagabb gerinces lelőhelyei főként neogén és pleisztocén korúak, de akad köztük néhány mezozoikumi is, mely évtizedek óta kutatott és nagy nemzetközi érdeklődésre tart számot. Az igen szórványos paleozoikumi leletanyag leginkább mikrofoszsziliákon (Conodonták) és néhány karbon–perm lábnyomon alapul, mely előbbiekből biosztratigráfiai, utóbbiak ősszállatföldrajzi hozadéka jelentős. Amíg a triász időszakból néhány számottevő szórványlelet (*Placochelys placodonta*) mellett a bihari és villányi lelőhelyek szolgáltatottak diverz, döntően tengeri gerinces faunát, jura gerinces leleteink a hettangi korú *Komlosaurus* lábnyomokon túl tengeri szórványleletek (pl. *Magyarosuchus* tengeri krokodil). A kréta időszak legidősebb faunáját a bihari berriázi bauxitban csapdázódott Archosauria-csontok jelentik, melyeket időben az Alsóperei Bauxitból nemrégiben felfedezett hal- és hullócsontok, illetve -fogak követnek. A 125 éve feltárt erdélyi és 20 éve felfedezett santoni korú iharkúti és ajkai ősgerinces lelőhelyek sokezer leletanyagukkal és diverz faunájukkal mára Európa meghatározó, paleobiológiai szempontból igazi csemegéket szolgáltatató kontinentális gerinces együttese.

Néhány gazdagabb fauna (pl. Máriahalom, Bodajk) kivételével a paleogénből csak szórványlelőhelyek maradtak fent a Kárpát-medencében, amelyek elsősorban vízi gerinceseket szolgáltattak. Az alsó-miocénből az ipolytarnóci őslábnyomos lelőhely a legismertebb, ahonnan a vulkáni hamuszórás által konzervált több ezer ősgerinces lábnyomon kívül gazdag cápafoegyüttes is előkerült. A mecseki homokrétegekből (pl. danitzpusztai homokbánya) badeni, szarmata és későbbi (pannóniai) tengeri tehének, fókák és cetek maradványait gyűjtötték. A szárazföldi középső-miocénből az utóbbi három évtizedben több jelentős lelőhelyet tártak fel (pl. Sámsonháza, Mátraszőlős, Hasznos, Tasád/Tășad), amelyek meleg és nedves, szubtrópusi klímát jelző kisemlősfauáját mocsári, tavi vagy lagúna felhalmozódások őrizték meg. A híres *Rudapithecus hungaricus* főemlős, amely hazánk nemzetközileg legismertebb lelete, a gazdag rudabányai késő-miocén szubtrópusi életközösség része volt. Hasonló korú és összetételű fosszilis anyagot gyűjtöttek az alsótelekesi gipszbánya fedőjének mocsári-tavi-folyóvízi rétegéből is. Gyepüfüzes (Kohfidisch), Götzendorf, Sümeg, Csákvár, Bérbaltavár, Tardosbánya, Polgárdi, valamint még sok gazdag pannon korú lelőhelyünk azt a környezeti átalakulást tükrözi, melynek során eltűntek a dús, szubtrópusi erdők, és helyüket ligetes, majd füves szavannák, helyenként sivatagos területek foglalták el. A pulai alginittbánya egy pliocén krátertől üledékeit tárta fel, benne többek között halak és emlősök maradványaival. Az ajnácskői (Hajnácska) leleteket is vulkáni folyamatok őrizték meg, míg a kis- és nagyemlősökben egyaránt gazdag ivánháza faunát karsztüreg-kitöltésekben fedezték fel. A csarnótai, beremendi és osztramosi karszt-kitöltések a pliocén végi és az alsó-pleisztocén eleji változásokat tárják elénk. Felvidékről Gombaszög (Gombasek), Erdélyből Betfia szolgáltatott igen gazdag negyedidőszaki leletegyütteseket. A magyarországi pleisztocénből több mint 100 lelőhelyet és ezekről legalább 150 különböző faunát ismerünk, főként karsztüreg kitöltéseiből, kis részben folyóvízi vagy eolikus üledékekből. Az ősi emberfélék jelentős leletei is előkerültek számos helyről (pl. Vértesszőlős: *Homo heidelbergensis*, Subalyuk: *Homo sapiens neanderthalensis*, Istállóskő: *Homo sapiens sapiens*). Több kvarter lelőhelyen (pl. Somssich-hegy, Süttő, Tokod, Vaskapu-barlang) az utóbbi években is sokoldalú vizsgálatok folytak. Ezek makro- és mikrofaunája egyaránt jól tükrözi a negyedidőszaki klímaváltozásokat.

Tárgyszavak: gerincesek, paleozoikum, mezozoikum, kainozoikum, Magyarország, Kárpát-medence

Bevezetés

A gerinces ősmaradványok kutatása a Kárpát-medencében régi időkre és nagy múltra tekint vissza. Az első gerinces fossziliák felfedezése (pl. pleisztocén nagyemlősök csontjai) bizonyára több évszázaddal ezelőtt megtörtént, és az első leletek leírása már a 19. század elején megkezdődött (FÓZY & SZENTE 2007). A 19. század második és a 20. század első felében már szisztematikus ásatások, feltárások zajlottak, melyek nagyban hozzájárultak leginkább a neogén gerinces faunáinak jobb megismeréséhez (lásd pl. KADIĆ 1915; KADIĆ & KORMOS 1934; KADIĆ & MOTT 1944; KORMOS 1925, 1937; KRETZOI 1941; és lásd még az irodalmakat KRETZOI 1956b; JÁNOSSY 1979; KORDOS 1992 és PAZONYI 2009-es munkáiban).

A Kárpát-medencében felszínre bukkanó üledékes kőzetek legnagyobb hányada fiatal neogén korú, így a gerinces ősmaradványok többsége (pl. hasadékkitöltések, barlangok csontbreccsái) is ebből az időből származik. Idősebb, paleogén vagy mezozoikumi rétegsorokból már jóval ritkábban kerültek elő gerinces állatok maradványai; ez utóbbiak vagy szórványleletek, vagy kivételes, tudatosan keresett és szisztematikus feltárt lelőhelyek.

Ebben az összefoglaló munkában a teljesség igénye nél-

kül összegyűjtjük a Kárpát-medence legfontosabb gerinces ősmaradvány lelőhelyeit és dokumentált leletanyagait. Röviden tárgyaljuk e fossziliák hazai és nemzetközi jelentőségét, és kitekintést adunk arra vonatkozóan, hogy hol és milyen korú kőzetrétegek lehetnek még potenciálisak a gerinces paleontológiai kutatások szempontjából a Kárpát-medencében.

Leletanyagok kor szerint

Paleozoikum

A Kárpát-medencében igen kis területen fordulnak elő paleozoikumi kőzetek a felszínen, és amelyek elérhetőek, azok sok esetben metamorfizálódtak, vagy alig ismert belőlük fosszília. Ezek a kőzetek szinte kivétel nélkül tengeri környezetben képződtek, így szárazföldi gerincesek maradványai, néhány lábnyomtól eltekintve, nem ismertek. Amíg Nyugat- és Észak-Európa vagy Oroszország területén nagy kiterjedésben bukkannak a felszínre késő paleozoikumi szárazföldi, folyóvízi vagy partközeli üledékes rétegsorok, melyek gazdag kételtű (SCHOCH 2014) és korai hulló leletanyagokat (SUES 2019) szolgáltattak, a Kárpát-medence területén ilyen környezetekben képződött kőzetek csak

sporadikusan és nagy mélységekben fordulnak elő, melyekről a legjobb esetben egy-egy mélyfúrás révén értesültünk.

A Dunántúli-középhegységi, mecseki és észak-magyarországi paleozoikum szilur, devon és karbon rétegeiből Conodonták, azaz állkapocs nélküli halak kalcium-foszfátos fogképletei kerültek elő, melyek rendkívül fontosak a sokszor metamorfizált kőzetek korának meghatározásában (ORAVECZ 1964, LELKESNÉ-FELVÁRI et al. 1984, KOCZUR 1984, KOCZUR & MOCK 1977, FÜLÖP 1990).

A magasabbrendű halakat izolált fogak (*Acrodus*), illetve kúpos, gumós fogakat viselő foglemezek képviselik (FENNINGER & NIEVOLL 1983), melyek a Nagyvisnyó határában található Mihalovits-kőfejtő perm időszaki rétegeiből is ismertek.

Tetrapoda, tehát négy lábú gerincesek (paleozoikum esetén kétéltűek és hüllők értendőek ide) testfossziliái gyakorlatilag ismeretlenek ezekből az időkből. Mindösszesen néhány kétéltű lábnyom (*Batrachichnius*, *Platytherium*) került elő a Villányi-hegység északi előterében mélyített Turony-1 mélyfúrás felső-karbon rétegeiből (BARABÁSNÉ STUHL 1975). Továbbá ismert még egy közel hat centiméteres lábnyom a Balaton-felvidéki felső-perm vörös homokkő rétegeiből (MAJOROS 1964, KASZAP 1968, VOIGT 2005). Bár a lábnyom leginkább a kora-perm *Ichniotherium* nyomokra emlékeztet, melyek feltehetően korai növényevő, diadectid hüllőktől származnak, MARCHETTI et al. (2017) a hazai lábnyomot illetően a Tetrapoda indet. besorolásnál nem megy tovább. Emellett KORDOS (2018) említ változatos lábnyomegyüttest e homokkő Balaton-parton hullámtörésre használt blokkjaiból.

Triász

Paleozoikumi előfutáiraikhoz képest a triász időszaki kőzetek már jóval nagyobb kiterjedésben fordulnak elő középhegységeink területén. Döntő többségük tengeri környezetben képződött, így szárazföldi gerincesek leletei szinte teljesen hiányoznak. A Kárpát-medence területén sokáig csak néhány szóránylelet árulkodott a gerincesek triász időszaki előfordulásáról. Ezek közül a leghíresebb a veszprémi Jeruzsálem-hegyről előkerült *Placochelys placodonta* késő-triász leletanyaga, melyet az akkoriban ott található kőfejtők munkásai és LACZKÓ Dezső paptanár fedeztek fel 1901 áprilisában (BONTÓ 2019). Az első felfedezés során egy erősen cementált, meszes kőzettömbből került elő a holotípus leletanyaga, többek között egy teljes koponyával, alsó állkapocssal és postcranialis elemekkel, köztük vastag, kúpokkal erősen díszített páncélzat darabjaival (JAEKEL 1902, 1907). SEMSEY Andor, a kor és talán minden idők legnagyobb magyar Geo-mecénása is támogatta a további kutatásokat, melynek eredményeként egy újabb töredékes koponya és néhány további csont került elő. Mindkét leletet Németországban preparálták, és végül a második koponya Berlinben maradt (RIEPEL 2001, ŐSI 2012). A *Placochelys* típuspéldányáról 2017-ben a Continental cég segítségével Micro CT felvétel készült, mely nagyban hozzájárul e csodás, 3D-ben megőrződött Placodontia-lelet

agyüregének és egyéb belső anatómiai jegyeinek (pl. a fogváltás folyamatának) vizsgálatához.

A *Placochelys* leletei mellett néhány izolált Placodontia fog is ismert a Jeruzsálem-hegy triász rétegeiből. Továbbá a hazai Placodontia-leletanyagot gazdagítja egy, a híres felső-örsi anisusi-ladin határszelvényből előkerült *Paraplacodus*-nak határozott alsó állkapocstörredék, illetve egy izolált fog törredéke a Keszthelyi-hegységbeli Rezi Dolomitjából (GERE et al. in press). Az izolált leletek között akad még egy Nothosauria-csigolya a Mecsek anisusi korú rétegeiből továbbá egy töredékes Nothosauria alsó állkapocs a Balaton-felvidékről (BODOR & MAKÁDI 2016, ŐSI et al. 2013).

Az 1960-as években a bihari Réz-hegységben földtani kutatások során középső-triász (anisusi) gerinces fossziliák kerültek elő. Az első szisztematikus gyűjtések JURCSÁK Tibor vezetésével 1969-ben Sóllyomkőpestes (Pestiş) mellett a Lion-völgyben kezdődtek, majd a '70-es években a szomszédos Felső-Lugason (Lugaşu de Sus) folytatódtak (VENCZEL 1998). A több mint tíz éven keresztül tartó gyűjtéseket a nagyváradi múzeum munkatársa, JURCSÁK Tibor végezte, és eredményeit több rövid közleményben is publikálta (JURCSÁK 1975, 1976, 1978, 1988). Bár a leletanyag döntően izolált csontmaradványokból áll, jó megtartású csontok, fogak, állkapcsok és olykor még részleges koponyák is előkerültek, melyek alapján egy igen diverz, döntően tengeri gerinces fauna egykori jelenléte rajzolódott ki. Halak fossziliái mellett dominánsan tengeri hüllők, köztük Nothosauriák (*I. ábra A*), Placodontiák, Ichthyosauriák és korai teknősök csontjai, továbbá a felettebb különleges *Tanystropheus* rendkívül megnyúlt nyaki csigolyái (*I. ábra C*) képviselik a leletanyagot (JURCSÁK 1973, 1975, 1976, 1977, 1978, 1982, 1988; HUZA et al. 1987; POPA et al. 1996). A tengeri gerinces leletek mellett egy izolált fog ad hírt szárazföldi ragadozók jelenlétéről az egykori partvidéken (HUZA et al. 1987). A bihari triász gerinces-leletanyag rendkívül fontos a triász időszaki gerincesek diverzitása és állatföldrajzi értelmezése szempontjából. A leletek revíziója időszerű lenne, ám a nagyváradi Körösvidéki Múzeumban őrzött leletanyag költözési és egyéb munkálatok miatt már hosszú ideje nem hozzáférhető.

A Tiszai főegység Villány-Bihari egységén belül szerencsés módon nem csak Nagyváradi környékéről ismerünk triász időszaki csontokat. Az 1980-as években a villányi siklóbevágás területén feltáruló ladin korú Templomhegyi Dolomit és karni korú Mészhegyi Formáció rétegeinek dokumentálása során RÁLISHNÉ FELGENHAUER Erzsébet néhány töredékes csontleletet talált (RÁLISH-FELGENHAUER 1981). A felfedezés azonban nem az első területen: már LÖRENTHEY (1907) hallgatói terepgyakorlati gyűjtések után csontokat említ a villányi vasútállomással szemben található kőfejtő rétegeiből. A Villány triász időszaki rétegei tehát ott hordozták magukban a lehetőséget egy komolyabb leletanyag felfedezésére, ami végül 2012-ig váratott magára. A siklóbevágástól mintegy 300 m-re nyugatra a Somssich-hegy lábánál egy akkor éppen aktív építkezési területen apró, vöröses színű csontokat talált POZSGAI Emília, a Pécsi Tudományegyetem akkori doktorandusza. A felfedezést az

ELTE Lendület Dinoszaurusz Kutatócsoport gyűjtései és évenkénti, többhetes ásatásai követték, melynek eredményeként mára egy több ezer leletből álló, partközeli, sekélytengeri környezetben létezett diverz tengeri gerinces faunát

ismertünk meg (ŐSI et al. 2013, BOTFALVAI et al. 2019). A leletanyagot főként porcos és csontos halfogak és pikkelyek ezrei (SZABÓ et al. 2019), Placodontia (GERE et al. in press) és Nothosauria (SEGESDI & ŐSI beküldve) őshüllők kopó-



nyái, állkapcsai (1. ábra B) és postcranialis csontelemei alkotják. Ezek mellett a Biharból már említett, hosszú nyakú *Tanystropheus* 20 cm-t meghaladó nyaki csigolyái, továbbá más, részben szárazföldi Archosauromorpha őshüllők fogai gazdagítják a villányi triász gerinces leletanyagot (ŐSI et al. 2020). A villányi leletanyag jelentősége abban áll, hogy a Biharból származó leletekkel együtt a középső- és felső-triász Tethys-óceán északi partjának egy olyan vidékéről adnak információt a sekélytengeri-szárazföldi gerincesekre vonatkozóan, amelynek faunájáról korábban jöszereivel semmit sem tudtunk.

Jura

A jura időszakból származó legkorábbi (hettangi) gerinces leletek a Kárpát-medencében a mecseki dinoszaurusz lábnyomok. Az első példányaik még az 1960-as években kerültek elő (TASNÁDI KUBACSKA 1967), ezek elég rossz megtartásúak voltak. A '80-as évek elején további lábnyomok láttak napvilágot a Mecsek területén (KORDOS 1981), melyek alapján KORDOS (1983) *Komlosaurus carbonis* néven publikálta azokat. Az 1988-as nagy felfedezéseknek köszönhetően ugrott meg jelentősen a lábnyomos felületek száma. Míg a pécsbányai külfejtés területén az ELTE geológus hallgatói és oktatói, addig a vasasi külfejtésben a Magyar Állami Földtani Intézet munkatársai fedeztek fel és gyűjtöttek be több száz, lábnyomokkal teli kőlapot, melyeket aztán Budapestre szállítottak. Míg a Földtani Intézet által gyűjtött példányok egy részét KORDOS (1989, 2005) dolgozta fel, az egyetemisták által gyűjtött, mintegy 75 lábnyomot tartalmazó, két hatalmas kőfelület darabjai csak 23 évvel később kerültek részletes dokumentálásra (HIPS et al. 1988, ŐSI et al. 2005a, 2011b). Érdekes, hogy bár nyomok a Mecseki Kőszén Formáció több rétegéből is előkerültek, a nyomokat hátrahagyó állatok csontjai vagy egyáltalán bármilyen szárazföldi gerinces maradványa nem ismert e rétegekből. Mint ismeretes, a Mecseki Kőszén Formáció legalsó rétegei még a triász időszak legvégén, édesvízi körülmények között rakódtak le, majd felfelé haladva és már a jurába átérve egyre inkább erősödött a tengeri behatás. Érdekes volna tudni, hogy vajon a triász-jura határ alatti rétegben lehetnek-e ilyen lábnyomok, vagy esetleg ott másfajta lábnyomokat találhatnánk. Hiszen, ha hasonló lábnyomok ott is előfordulnának, akkor ezek a két lábnyom, 2–2,5 méteres testhosszúságú, feltehetően korai Theropoda dino-

szauruszok a szó szoros értelmében átsétáltak a triász-jura határon!

A mecseki dinoszaurusz lábnyomokat leszámítva a többi jura időszaki gerinces lelet szórványos maradványnak tekinthető hazánkban, és mind tengeri állatoktól származik. Ismerünk közel teljes halfossziliákat a mecseki Réka-völgy anoxikus eseményt jelző, toarci lemezes mészkő rétegeiből és a szintén toarci korú, úrkúti mangánércben található foszfátgumókból (SZABÓ & PÁLFY 2020), továbbá izolált halfogak leletegyütteseit több különböző jura időszaki kőzetrétegekből (SZABÓ 2020).

1996-ban került elő egy krokodil részleges csontváza a gerecsei Pisznice-hegy alsó-jura (toarci) vörös, gumós mészkő és márgarétegeiből (Kisgerecsei Marga Formáció), melynek részletes vizsgálata egy új, a tengeri krokodilok evolúciója szempontjából rendkívül fontos átmeneti formát igazolt. Felfedezőjéről, FITOS Attiláról a lelet a *Magyarosuchus fitosi* nevet kapta (ŐSI et al. 2018).

A *Magyarosuchus* csontvázával közel azonos rétegtani szintben, csak a Gerecse egy másik kőfejtőjében került elő egy részleges Ichthyosauria csontváza, melynek feldolgozása folyamatban van (DUNAI 2012).

Kréta

A kréta időszak már sokkal gazdagabb és izgalmasabb a gerinces leletek tekintetében. Míg egyes lelőhelyeket a véletlennek köszönhetően fedeztek fel, másokat a tudatos kutatás hozott napvilágra. Akárhogyan is, mára a kréta időszaknak három különböző periódusából is van diverz, értékelhető gerinces fauna a Kárpát-medencéből.

A legidősebb közülük a Bihar hegységben található Cornet egykori bauxitbányainak berriázi leletegyüttese. Itt az első leleteket az 1970-es években fedezték fel, méghozzá egészen kivételes körülmények között, bauxitból kerültek elő csontmaradványok. Ezt követően további gyűjtések történtek, melynek eredményeként végül több mint tízezer csontlelet látott napvilágot. Rossz megtartásuknak köszönhetően azonban taxonómiai szempontból csak néhány száz lelet értékelhető. A leletekkel elsőként a már korábban említett JURCSÁK Tibor, továbbá ELISABETA POPA és KESSLER JENŐ foglalkoztak, később ERIKA POSMOŠANU a nagyváradi Körösvidéki Múzeum munkatársa, majd külföldi kollégák kapcsolódtak be a leletek vizsgálatába (DYKE et al. 2011).

A leletanyag a hasonló korú kontinentális gerinces fau-

← 1. ábra. Gerinces leletek a Kárpát-medence mezozoikumi rétegeiből.

A) Nothosauria-koponya a Bihar-hegység középső-triász rétegeiből (Segesdi M. felvétele). B) Nothosauria-mandibula Villány középső-triász rétegeiből. C) *Tanystropheus* nyaki csigolya a Bihar-hegység középső-triász rétegeiből. D) Mesoeucrocodylia indet. krokodilfog az albai korú Alsóperei Bauxitból. E) Ankylosauria-páncélelem a Káptalanfa-2 fúrás mélyén harántolt, santoni korú Ajkai Kőszén rétegeiből. F) *Hungarosaurus* páncélos dinoszaurusz részleges csontváza a santoni Csehbányai Formációból Iharkútról. G) A növényevő *Iharkutosuchus makadii* holotípus koponyája a santoni Csehbányai Formációból, Iharkútról. H) Az azhdarchid repülő hüllő, *Bakonydraco galaczi* holotípus alsó állkapcsa a santoni Csehbányai Formációból, Iharkútról. I) *Barbatodon transylvanicus* multituberculata ősemlemlő alsó állkapcsa az erdélyi Hátszegi-medence maastrichti rétegeiből (Csiki-Sava Z. felvétele). J) *Zalmoxes robustus* alsó állkapcsa az erdélyi Hátszegi-medence maastrichti rétegeiből (Csiki-Sava Z. felvétele)

← Figure 1. Vertebrate finds from the Mesozoic beds of the Carpathian Basin

A) Nothosauria skull from the Middle Triassic of the Bihar Mountains (photo by M. Segesdi). B) Nothosauria mandibula from the Middle Triassic of Villány. C) Cervical vertebra of *Tanystropheus* from the Middle Triassic of the Bihar Mountains. D) Mesoeucrocodylia indet. crocodile tooth from the Albian Alsóperei Bauxit. E) Ankylosaurian armor from the Santonian Ajkai Coal layers of the Káptalanfa-2 borehole. F) A partial skeleton of an armored dinosaur from *Hungarosaurus* from the Santonian Csehbánya Formation of Iharkút. G) The skull of the herbivore *Iharkutosuchus makadii* holotype from the Santonian Csehbánya Formation of Iharkút. H) The lower jaw of the azhdarchid flying reptile, *Bakonydraco galaczi* holotype from the Santonian Csehbánya Formation of Iharkút. I) *Barbatodon transylvanicus* multituberculata mammal lower jaw from the Maastrichtian of Hateg Basin, Transylvania (photo by Z. Csiki-Sava). J) Lower jaw of *Zalmoxes robustus* from the Maastrichtian of Hateg Basin, Transylvania (photo by Z. Csiki-Sava)

nákkal ellentétben eléggé szokatlan összetételű: Ankylosauria, Ornithopoda, nem madár Theropoda dinoszauruszok, madarak és különféle repülő hüllők töredékes csontjai kerültek elő (JURCSÁK & POPA 1978, 1979, 1983, 1984; JURCSÁK 1982; PATRULIUS et al. 1983; KESSLER 1984; KESSLER & JURCSÁK 1984a, b, 1986; JURCSÁK & KESSLER 1986, 1987, 1991; MARINESCU 1989; BENTON et al. 1997; POSMOȘANU & COOK 2000; POSMOȘANU 2003a, b, c; DYKE et al. 2010). Bár az ostracodák és csigák részben édesvízi környezetre utalnak, a szinte minden hasonló korú lelőhelyről ismert kétélűtek, teknősök és krokodilok maradványai innen nem kerültek elő, ami talán összefügghet a csontok felhalmozási körülményeivel (POSMOȘANU & COOK 2000).

Néhány millió évet előre ugorva az időben, meg kell említeni az albai korú alsóperei bauxitos agyagban talált csontokat Olaszfalu határából. Bauxitkutatás során az egyik kutatógödörben NOSZKY Jenő egy töredékes fogat (*I. ábra D*) és néhány fehéres színű, apró csonttöredéket fedezett fel. A fog részletesebb vizsgálata alapján KRETZOI & NOSZKY (1951) azt egy krokodil fogának azonosította. A recézett, lapított fog évtizedekkel későbbi újrvizsgálata megerősítette a krokodilokhoz való tartozást, és a csoporton belül két lehetséges klád jelenlétére szűkítette a rokonságot (ŐSI et al. 2015). Néhány évvel ezelőtt megindult az Olaszfalu határában található Boszorkány-hegy bauxitkutató gödreinek újrvizsgálata és gerinces leletek keresése. A kutatások eredményesnek bizonyultak, és további maradványok, köztük hal- és krokodilfogak és csonttöredékek kerültek napvilágra (MAKÁDI et al. 2019).

A hazai mezozoikumi gerinces lelőhelyek közül talán a legismertebb és legváltozatosabb a 2000-ben felfedezett iharkúti ősgerinces lelőhely. A lelőhelyen a csonttartalmú kőzetrétegek a felső-kréta bauxit fedőjében a santoni korú, folyóvízi, ártéri környezetben képződött Csehbányai Formáció homokköves, agyagos rétegsorában találhatók. Az elmúlt 20 év ásatásainak eredményeként mára közel százezer csontmaradvány, köztük részleges csontvázak, koponyák, állkapcsok kerültek elő, melyek legalább 40 különféle gerinces állatról tanúskodnak. Halak (SZABÓ et al. 2016a, b; SZABÓ & ŐSI 2017), farkos és farkatlan kétélűtek (SZENTESI & VENCZEL 2010, 2012; SZENTESI et al. 2013), vízi és szárazföldi teknősök (RABI et al. 2012), szárazföldi gyíkok (MAKÁDI 2006, 2013a, b), édesvízi moszaszauruszok (MAKÁDI et al. 2012), növényevő (ŐSI et al. 2007, *I. ábra G*) és ragadozó krokodilok (RABI & SEBŐK 2015), repülő hüllők (ŐSI et al. 2005b, 2011a, *I. ábra H*), valamint különféle növényevő (*I. ábra F*) és ragadozó dinoszauruszok (ŐSI 2005, ŐSI et al. 2010a, b, 2012, 2019), továbbá madarak (ŐSI 2008, DYKE & ŐSI 2010) alkotják a különleges faunát (ŐSI et al. 2012). A leletegyüttest gazdag tojásbéj (PRONDAI et al. 2017) és koprolit (SEGESDI et al. 2017) anyag egészíti ki, melyek — a sok-sok növénymaradvánnyal egyetemben — nagyban hozzájárulnak az egykori környezet paleoökológiai értékeléséhez (BODOR & BARANYAI 2012, BOTFALVAI et al. 2015).

Az iharkúti gerinces lelőhely szedimentológiai vizsgálata (BOTFALVAI et al. 2016) és az egyes faunaelemek részletes dokumentálása többségében megtörtént. A megtalált

leletek az európai kréta időszaki szigetfaunának egy új, ismeretlen világába nyújtanak bepillantást, és santoni korukkal nagymértékben hozzájárulnak a kréta ősszállatföldrajz pontosabb felderítéséhez (CSIKI et al. 2015). Bár a hazai leletanyag család szinten nagy arányban megegyezik a többi késő-kréta gerinces lelőhelyekével, a hosszú távú elszigetelt fejlődést jól mutatja a számos új, sok esetben egészen különleges forma megjelenése. Ezek között említhető a páncélos dinoszauruszok között szokatlanul filigrán felépítésű, kurzoriális mozgású *Hungarosaurus* vagy az egyedi, sok kúpot viselő őrlőfogakkal rendelkező, növényevő krokodil, az *Iharkutosuchus*.

Az iharkúti lelőhely mellett az Ajka környékén előforduló, szintén felső-kréta (santoni) Ajkai Kőszén kutatása is megkezdődött, és komoly, értékelhető leletanyag került elő (ŐSI et al. 2016). A maradványok döntő többsége mikrogerinces lelet, de ismert közel egy tucat nagyobb méretű csontlelet is. A leletek egy része fúrásokból (*I. ábra E*), más része a meddőhányókról származó kőzetdarabokból, és nagy többségük a csinger-völgyi Bocskor-árok területén felszínre bukkanó Ajkai Kőszén rétegek iszapolásából származik. Halak és krokodilok fogai a leggyakoribb leletek, emellett ritkábban moszaszaurusz és dinoszaurusz fogak és csontelemek is előkerültek. Bár az Ajkai Kőszén és a Csehbányai Formáció képződési környezete eltérő volt, az egykori lápi, mocsári környezetben lerakodott ajkai kőszenes rétegek fauna-összetétele kevésbé diverz, és az Iharkútról megismert faunaelemek fordulnak csak elő.

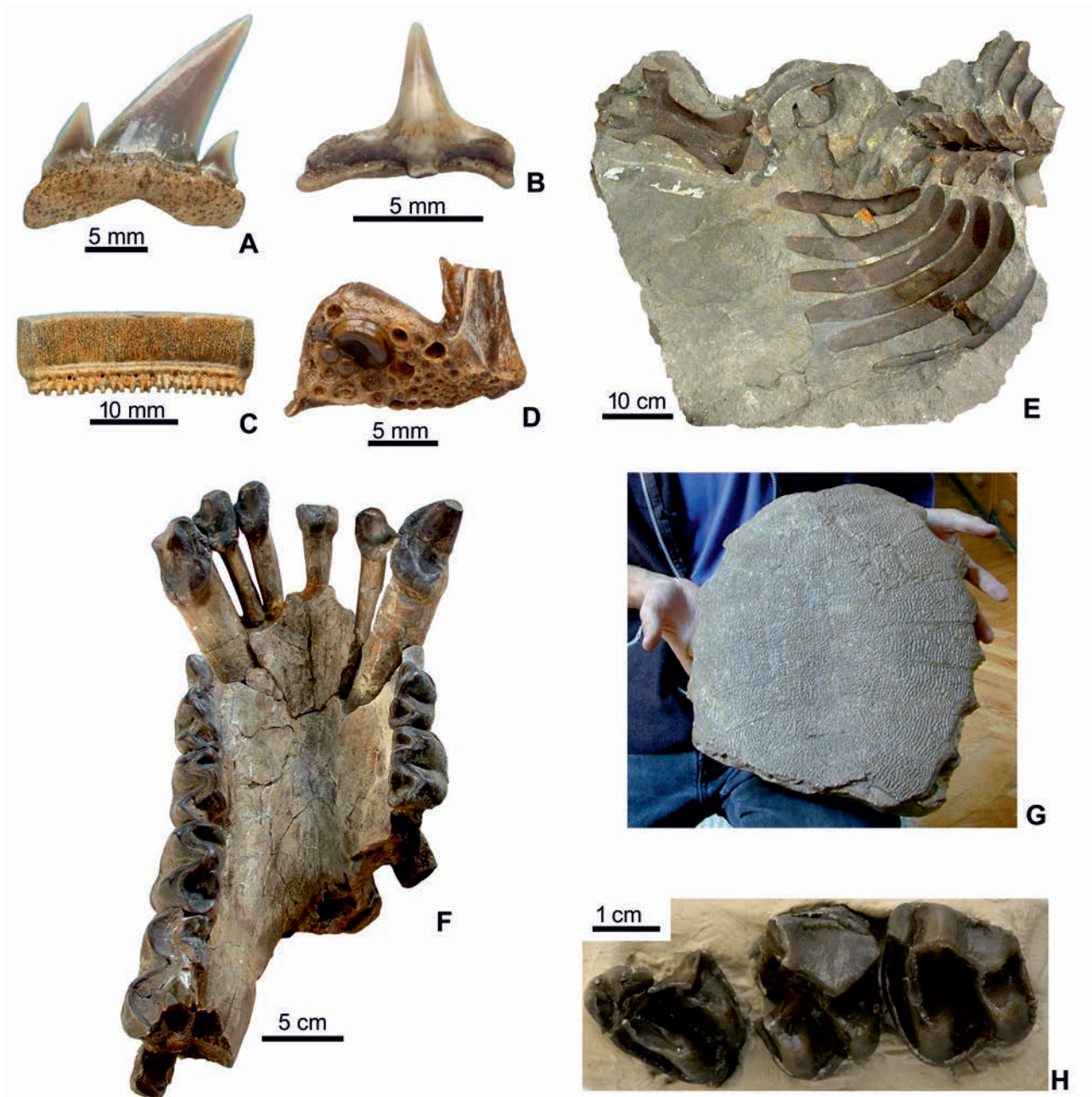
Végül a legfiatalabb mezozoikumi gerinces maradványok az Erdélyi-medence területéről származnak. Ennek a hatalmas és rendkívül diverz, döntően maastrichti korú leletegyüttesnek az első darabjait báró Nopcsa Ferenc húga, NOPCSA Ilona fedezte fel éppen 125 évvel ezelőtt, melyeket aztán a báró számos, azóta is sokszor hivatkozott munkájában publikált (pl. NOPCSA 1902, 1915, 1929). Nopcsa 1933-as halálát követően néhány évtizedig nem kutattak gerinces leletek után ezen a területen, mígnem a román kollégák a '60-as és '70-es években vették fel újra a fonalat. Az azóta eltelt évtizedek alatt többek között a bukaresti, dévai és kolozsvári kollégák dolgoztak és dolgoznak az újabb felfedezéseken (*I. ábra I, J*), melyek jócskán kibővítették és új megvilágításba helyezték az erdélyi késő-kréta ősgerincekről alkotott képünket (lásd pl. WEISHAMPEL et al. 1991, 2003; GRIGORESCU & HAHN 1987; GRIGORESCU et al. 1985, 1990, 2010; CSIKI & GRIGORESCU 1998, 2000; CSIKI et al. 2010a, b, c; BENTON et al. 2010; VREMIR et al. 2013, 2015; VENCZEL & CODREA 2019).

Paleogén

A Kárpát-medence paleocén gerinces élővilágáról szinte semmit nem tudunk. Egyetlen jelentés az erdélyi Zsibó (Jibou) környékéről szól, ahol a ma Róna Mésző Formációként ismert rétegekből KOCH (1900) édesvízi teknős-csontokat írt le. A leletek revízióját VREMIR & CODREA (1996) majd VREMIR (2004) végezte el, és a *Palaeochelys* nemzetségbe sorolták.

Az eocén és oligocén korokhoz kapcsolódóan jórészt csak szórvány lelőhelyek maradtak fent. Áttekintő munkájában KORDOS (1978) 19 eocén és 20 oligocén lelőhelyet sorol fel hazánk területéről, amelyek közül 36 mindössze egyetlen meghatározható leletet szolgáltatott. A Kárpát-medence egészére nézve a leggyakoribb gerinces maradványok a hal-, azon belül is cápafogak, melyek igen nagy változa-

tosságot mutatnak (CIOBANU 2002). Néhány lelőhelyről, például Nyírespusztáról (ŐSI 2001), Iszkaszentgyörgyről vagy Kolozsvár (Cluj-Napoca) környékéről (LŐRENTHEY 1903, BRASSÓI FUCHS 1994, VREMIR 2004) határozható teknősmaradványok (2. ábra G) kerültek elő, hírt adva többféle, főként édesvízi csoportról. Jóval gyakoribbak a tengeri tehének (KORDOS 1977) vagy cetek csontjai (KORDOS 1992),



2. ábra. A-D, Halfogak és állkapocs

A) *Carcharoides caticus*, B) *Squatina* sp., C) *Rhinoptera studei*, D) Sparidae indet. az Úny-Máriaalom melletti oligocén homokbányából (Szabó M. felvételei). E) Szíren részleges csontváza a tatabányai középső-eocénből (Főzy I. felvétele). F) *Brachydiastematherium transylvanicum* alsó állkapcsa a Kolozsvár melletti felső-eocénből (Főzy I. felvétele). G) *Trionyx* sp. hátpáncélja a kolozsvári eocénből (Főzy I. felvétele). H) *Hyrachyus* cf. *stehlini* fogai a csordakúti eocénből (Főzy I. felvétele)

Figure 2. A-D, Fish teeth and jaw element

A) *Carcharoides caticus*, B) *Squatina* sp., C) *Rhinoptera studei*, D) Sparidae indet. from the Oligocene sand mine near Úny-Máriaalom (photo by M. SZABÓ). E) a partial skeleton of a siren from the Middle Eocene of Tatabánya (photo by I. Főzy). F) lower jaw of *Brachydiastematherium transylvanicum* from the Upper Eocene near Cluj-Napoca (photo by I. Főzy). G) *Trionyx* sp. carapax from the Eocene of Cluj-Napoca (photo by I. Főzy). H) *Hyrachyus* cf. *stehlini* teeth from the Eocene of Csordakút (photo by I. Főzy)

melyek között akadnak koponya- és fogazatdarabokat is tartalmazó részleges csontvázak is (2. ábra E). A vízi gerincesek leletei mellett elvétve szárazföldi állatok maradványai, leginkább fogak, állkapocs- és végtagsont töredékek (BÖCKH 1875, KOC SIS 2002, KORDOS 1992) is előfordulnak (2. ábra F, H).

Az oligocén jellegzetes, sok esetben laminált kőzeteiből (Kiscelli Agyag és Tardi Agyag Formációk) szép halfaunák ismertek (2. ábra A-D) a Kárpát-medence több lelőhelyéről, melyek gyakran teljes csontvázakat megőrző leletekből állnak (WEILER 1933; PAUCĀ 1934; BÖHM 1941, 1942; SOLT 1988; SZABÓ et al. 2017). E leletek taxonómiai revíziója és paleoökológiai értékelése időszerű és az egykori környezet pontosabb megértése szempontjából igen hasznos volna.

A szárazföldi gerinces leletek között ismert néhány informatív szórványlelet, köztük a KOCH Antal által 1891-ben felfedezett és KRETZOI (1943) által leírt *Kochictis centenii* koponyatöredékei, továbbá széndisznók (*Anthracoherium*), orrszarvúfélék és tapírok maradványai (KRETZOI 1940, 1941; CODREA 2000).

Az oligocén halfossziliák és szórványleletek mellett csak néhány diverz fauna került elő ebből az időszakból. Ilyen például a felső-oligocén máriahalmi leletegyüttes (RABI & BOTFALVAI 2008), ahonnan igen érdekes ragadozómaradványok is származnak (RABI et al. 2018). Hasonlóan gazdag az oligocén bodajki kismélsőanyag (KRETZOI 1956a), amelynek a tudományos feldolgozása mindmáig nem történt meg.

Alsó- és középső-miocén

Az ipolytarnóci a legkorábbi neogén lelőhelyünk, amely tudományos szempontból és a nagyközönség részéről egyaránt kitüntetett érdeklődésre tarthat igényt. A csaknem kétszáz éve felfedezett lelőhely több területen is kiemelkedő leleteket adott a hazai paleontológiának. Itt találták meg a világon a legnagyobb megkövült fatörzset, és ez a világ egyik leggazdagabb, őslábnyomos lelőhelye (3. ábra A). Ezenfelül növényi és porcoshülleletek is nagy számban kerültek elő Ipolytarnócról.

A lábnyomok alsó-miocén folyóvízi környezetben képződött szürke homokkő felületén maradtak fenn. A korabeli homokos felszín a Kárpát-medence kora-miocén trópusi tengerpartjának közelében lehetett, ahol jelentős vízfolyások futottak a tenger felé. Az édesvízi itatóhelyre vagy a vízparti táplálékforráshoz érkező állatok lábnyomai kiválóan megőrződtek a homokban, mert 17,4 millió évvel ezelőtt egy hatalmas vulkánkitörés vastag hamuréteggel temette be őket (PÁLFY et al. 2007).

A lábnyomos homokkővet az akkor már híres, óriási kovás fatörzs vizsgálata során, 1900-ban találta meg BÖCKH Hugó selmecbányai akadémiai tanár és TUZSON János botanikus. BÖCKH János a Földtani Intézet akkori igazgatója az 1900. évről szóló jelentésében részletes leírást ad a lábnyomos homokkőről. Az ezt követő évtizedekben a kutatómunka — elsősorban TASNÁDI KUBACSKA András vezetésével — több szakaszban zajlott. A több mint 1000 négyzetméternyi

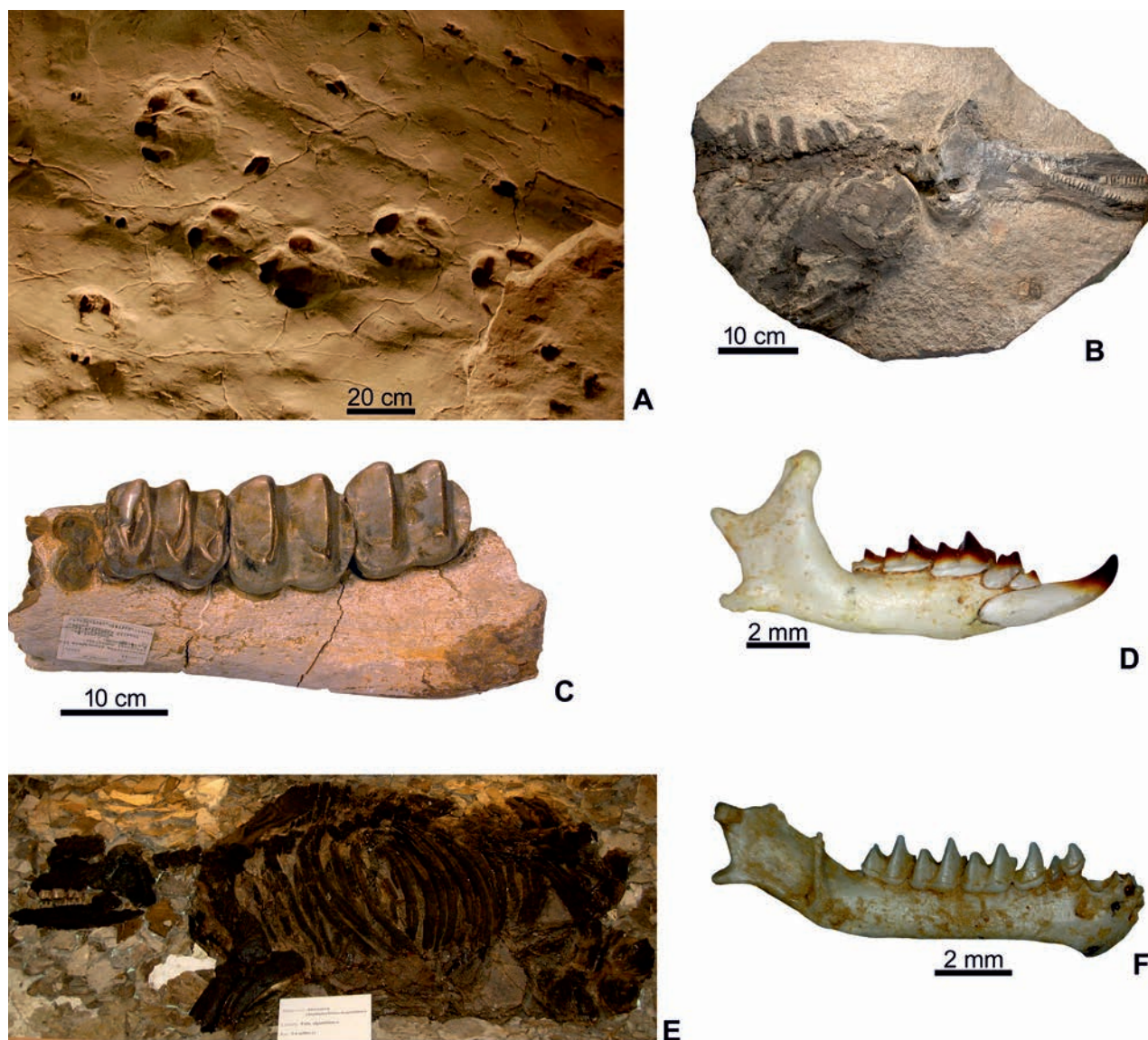
homokkő felületen azonosított lábnyomok mennyisége meghaladta a háromezret, amivel Ipolytarnóc már ebben az időszakban is a világ leggazdagabb lábnyomos lelőhelyének számított. Ugyanakkor a felismert fajok száma (4 madár, 4 ragadozó, 2 párosujjú patás, 1 orrszarvú) a felfedezés óta alig változott. Amikor KORDOS László az 1980-as évektől bekapcsolódott a kutatásokba, a korszerű taxonómiai revízió alapján a következő fajok szerepeltek a faunalistában: *Rhinoceripeda tasnadyi*, *Rh. tasnadyi* (juvenilis), *Pecoripeda cf. amalphaea*, *Megapecoripeda miocaenica*, *Ornithotarnocia lambrechtii*, *Avidactyla media*, *Mustelipeda punctata*, bizonytalan nyomok (Proboscidea?), *Bestiopedia sp.*, azonosíthatatlan nyomok, *Tetraornithopedia tasnadii*, *Passeripeda ipolyensis*, *Carnivoripeda nogradensis*, *Bestiopedia maxima* (KORDOS 1985a).

A *Bestiopedia maxima* volt a lelőhely talán legérdekesebb faja. Ez egy hatalmas ragadozó lábnyoma, amelyet a grizzly méretű „medvekytyával” (*Amphicyon*) azonosítanak a kutatók.

2014-ben a kutatásoknak egy teljesen új fejezete nyílt meg, amikor KORDOS László és MÉSZÁROS Ildikó optikai és digitális módszerekkel újrajvizgálták a már eddig ismert homokkő felületeket és további ásatásokat is végeztek. Az innovatív megközelítés segítségével sok ezer új lábnyomot mutattak ki, és legalább harminc új fajt azonosítottak (KORDOS, személyes közlés). Az új lábnyomok nemcsak taxonómiai szempontból jelentősek, hanem azért is, mert a most felfedezett állatok főként a vízben éltek (pl. krokodilok, teknősök, békák), és ökológiai szempontból jelentősen hozzájárulnak annak az ökoszisztémának a teljesebb rekonstruálásához, amelynek eddig csak az itatóhelyre járó szárazföldi tagjait ismertük.

A lábnyomos lelőhellyel szomszédos vízmosás cápafogas rétegeit elsőként KOCH Antal paleontológus tárta fel 1903-ban. A szárazföldi képződmények fekéjében, egyes kora-miocén (eggenburgi) tengeri homokkő rétegekből gazdag porcoshal (cápa, rája) fauna került elő (KOCH 1903). A leletek korszerű újraértékelését, újabb gyűjtésekkel is kiegészítve KOC SIS László (2007) végezte el, aki a taxonómiai revízió felül geokémiai vizsgálatokat is folytatott az anyagon (KOC SIS et al. 2009).

A cápa fogak roszs megtartási állapota, töredezettsége, kopottsága azt sugallja, hogy ezek lerakódásuk után akár többszörösen is áthalmazódhattak, illetve erős áramlások által szállíthatódtak, koptatódtak. A fauna igen változatos: 19 cápanem képviselői kerültek elő a rétegekből, köztük a *Carcharias* és *Carcharhinus* nemek dominálnak. Ezekre a meleg mérsékelt és trópusi elterjedés, illetve elsősorban a partközeli, sekélyebb környezet jellemző. A fauna tartalmaz néhány kifejezetten trópusi (*Hemipristis*), illetve boreális (*Squalus*) alakot is. Ritkábban előfordulnak nyílt (*Isurus*, *Alopias*) és mélyebb (*Mitsukurina*, *Odontaspis*, *Isistius*, *Centrophorus*) vízi taxonok is. Az oxigénizotópos adatok általában összhangban vannak a fauna általánosan meleg mérsékelt, szubtrópusi, de kissé kevert összetételével. A stronciumizotópos adatok 18.5 ± 0.5 millió évet adnak, ami késő-eggenburgi — kora-ottnangi kornak felel meg (KOC SIS 2016).



3. ábra. A) Miocén őssorrszarvú lábnyomok Ipolytarnócról (Főzy I. felvétele). B) *Heterodelphis* csontváza a szentmargitbányai badeni korú Lajta Mészakőből (Főzy I. felvétele). C) *Deinotherium* alsó állkapcsa kőbányai pannóniai rétegekből (Főzy I. felvétele). D) A Kárpát-medence egyik emblemikus kisemlőse a *Beremendia fissidens* „óriáscickány” jobb alsó állkapcsa a pleisztocén Beremend-14 lelőhelyről. E) Pliocén őssorrszarvú egyik csontváza a pulai alginitbányából (Futó J. felvétele). F) *Myotis daubentoni* denevérfaj jobb alsó állkapcsa Beremend-16 lelőhelyről, amely a pleisztocénben hűvös, nedves éghajlatot jelez

Figure 3. A) Miocene rhinocerotid footprints from Ipolytarnóc (photo by I. Főzy). B) Skeleton of *Heterodelphis* from the Badenian Lajta Limestone of Szentmargitbánya (photo by I. Főzy). C) *Deinotherium* lower jaw from Pannonian beds of Kőbánya (photo by I. Főzy). D) Lower jaw of the *Beremendia fissidens* from the Pleistocene Beremend-14. E, a skeleton of a Pliocene rhinocerotid from the alginite mine of Pula (Hungary) (photo by J. Futó). F, Right lower jaw of the bat species *Myotis daubentoni* from Beremend 16 site

A középső-miocén vízi gerinceseket (3. ábra B) is szolgáltató lelőhelyek közül ki kell emelnünk a mecseki homokrétegeket. Ezek jórészt pannon képződmények, de az áthalmazódások miatt badeni és szarmata gerincesek maradványait is tartalmazzák. A mecseki lelőhelyek első irodalmi említése KRETZOI Miklóstól (1955) származik. A leletek az ezt követő évtizedekben folyamatosan gyarapodtak (KORDOS & SOLT 1984), és az 1990-es évek végére a kutatók és a magánygyűjtők több ezer csontmaradványt gyűjtöttek be.

A lelőhelyek közül a danitzpusztai homokbánya a legjelentősebb. A homokból kivételes gazdagságban kerültek elő

badeni, szarmata és későbbi (pannon) tengeri tehének, fókák és cetek maradványai (KAZÁR et al. 2007). Ezek az izolált csontok az áthalmazódás miatt erősen koptatottak, teljes csontváz nem fordult elő. Ugyanakkor, a nagyszámú lelet számos, a cetek taxonómiájának körében írt publikáció alapjául szolgált (pl. CSERPÁK 2018; KAZÁR 2005, 2006).

A szárazföldi középső-miocénből a 20. század végéig viszonylag kevés leletanyag állt rendelkezésre. Ezen maradványok korszerű kutatásában KORDOS László tette meg az első lépéseket a hasznosi és a szentendrei lelőhelyek leírásával (KORDOS 1986). Az utóbbi három évtizedben HÍR

János számos új faunát tárt fel és több, már régebben felfedezett lelőhelyet kutatott újra. Ezek közül a legjelentősebbek Sámsonháza, Mátraszőlős és Hasznos, ahonnan elsősorban gazdag kisemlősfauna került leírásra (Hír 2006, Hír & MÉSZÁROS 2002, PRIETO et al. 2015), de a kétéltű, hüllő és madármaradványok is jelentősek (pl. VENCZEL & Hír 2013). Hír János és VENCZEL Márton olyan határon túli területeken is folytatott feltáró munkálatokat, mint például Kománfalva (Comănești) vagy Tasád (Tășad) (VENCZEL & Hír 2008). A felső-miocén szárazföldi lelőhelyek általában mocsári, tavi, vagy lagúnafelelmezések, és legtöbbször meleg és nedves, szubtrópusi klímát jelző faunát szolgáltatottak.

Felső-miocén

A rudabányai vasércbánya *Rudapithecus hungaricus* leletei és gazdag késő-miocén életközössége miatt hazánk talán legjelentősebb kainozoikumi gerinces lelőhelye. Az ősmaradványokban gazdag rétegek a vasércbánya egyik meddőként felhagyott területén található. Mintegy 10 millió éve ez a terület a Pannon-tó partvidékén helyezkedett el (BERNOR et al. 2004). A vöröses színű vasérces dolomit- és mészkő szirtek között a partra kifutó tó és mocsár vizében 6–10 m vastag, sárgászöldes–szürke színű mocsári tarkaagyag, majd meszes agyagok és lignitrétegek halmozódtak fel, amelyből világszerte páratlan gazdagságú flóra és fauna maradványai — köztük az ősmajmok csontjai — kerültek elő (KORDOS 2015).

A rendszeres őslénytani ásatások néhány évvel a *Rudapithecus* 1965-ös felfedezése után, 1971-ben indultak meg Rudabányán, ahol a vasércbányászat még 1985-ig folyt. Eközben az első *Rudapithecus* lelőhelye 1972-ben egy földcsuszamlással gyakorlatilag megsemmisült. A rudabányai fauna legnagyobb része a közeli II. számú lelőhely alig 800 négyzetméternyi felületű és 2–3 m vastag üledékéből került elő (KORDOS 2015).

A kezdeti évtized munkálatait — amikor a leletmentés és a leletek minél többirányú őslénytani feldolgozása volt jellemző — KRETZOI Miklós (2002) vezette. Az 1980-as évektől KORDOS László vette át az irányítást, és ezt követően a kutatások már a napjainkig használt négyzethálós dokumentációs rendszerben történtek, valamint a kutatásokat a bánya és környékének többi lelőhelyére is kiterjesztették. Az 1992 és 1996 közötti magyar–amerikai multidiszciplináris kutatások a világ számos országából érkező specialisták bevonásával folytak (BERNOR et al. 2004), és a gazdag gerinces fauna átfogó rendszertani értékelése mellett a pontos földtani kort, a tafonómiai–szedimentációs, és paleoökológiai hátteret is felderítették (KORDOS 2015). A későbbiekben több nemzetközi együttműködés keretében folyt feltáró munka a lelőhelyen (BEGUN 2007), és jelenleg is egy külföldi csoport végzi a kutatásokat David BEGUN irányításával (BEGUN 2020, GUNZ et al. 2020).

A lelőhely története tehát az első főemlőslelettel indult, amelyet 1965-ben talált meg HERNYÁK Gábor, a bánya geológusa. Az emberszerű ősmajom állkapocstörredékét KRET-

ZOI Miklós *Rudapithecus hungaricus*-nak nevezte el és felfedezését a Magyar Nemzet című napilapban tette közzé 1967. október 10-én. Azóta közel háromszáz főemlős maradványa került elő Rudabányáról. Közülük a legjelentősebbek koponyaleleteket is tartalmaznak: 1975-ben egy hím egyed, 1985-ben egy idős nőstény, 1999-ben egy fiatal nőstény koponyáját, majd 2006 és 2009 között ugyanennek az egyednek az állkapcsát, medence- és combcsontpárját, valamint további végtagsontjait tárták fel a kutatók. Az elsőnek felfedezett fajon kívül *Anapithecus*-maradványok is képviselik a korabeli ősmajmokat (KORDOS 2015). A „*Rudapithecus*” leleteket a szakirodalom ma leginkább a *Dryopithecus brancai* SCHLOSSER, 1901 fajba sorolja (BERNOR et al. 2004), de a vele kapcsolatban kialakult nevezéktani viták korántsem tekinthetők lezártak, és lehetséges, hogy a konklúzió az lesz, hogy a KRETZOI által adott név az érvényes. A rudabányai főemlős-maradványok a taxonómiai bizonytalanságtól függetlenül jelentős paleoantropológiai jelentőséggel bírnak, mert az emberré válás korai szakaszáról nemcsak alapvető morfológiai és filogenetikai (KORDOS & BEGUN 2001, GUNZ et al. 2020), hanem jelentős ősföldrajzi és paleoökológiai információkat is nyújtanak (EASTHAM et al. 2016).

KORDOS (2015) áttekintő tanulmánya szerint a rudabányai mocsári-tavi és folyóvízi üledékek az egykori Pannon-tóba benyúló keskeny félsziget völgyeiben rakódtak le. Az éghajlat akkortájt a mai szubtrópusi és közepesen mérsékelt éghajlatú területek határán uralkodónak felelt meg. Az alacsonyabb térszíneken (közvetlenül a partokon) vízkedvelő fák nőttek, a hegyeket pedig dús, szubtrópusi erdők borították. Az évi középhőmérséklet 11–17 °C, az évi csapadékmennyiség 1100–1200 mm körüli lehetett.

Az ásatások sok ezer csontmaradványából több mint 100 gerinces fajt mutattak ki. A nagyemlősök között a növényevőket és a mindenevőket az ormányosok, orrszarvúak, háromujjú ősllovak, kérődzők, disznófélék, tapírok és az óriási termetű chalicotheriumok képviselték. Ragadozó-fossziliák a többi csoporthoz képest kevesebben vannak, de előkerültek a vidrafélék, a medvefélék és hiénák maradványai. Az ipolytarnócról ismert hatalmas méretű ragadozó, az *Amphicyon* ennek a faunának is részét képezte. A kis termetű emlősök (rágcsálók és rovarévők) magas diverzitást mutatnak, és repülő emlősök (denevérek és repülőmókusok) is előfordultak itt. A madárkövületek ritkák a lelőhely anyagában. A mocsárban alig élt hal, de sok volt a béka és farkos kétéltű faj. A hüllőket nagyszámú kígyó és teknős képviselte (KORDOS 2015, BERNOR et al. 2004, EASTHAM et al. 2016).

Rudabánya nem csak a világszinten jelentős paleoantropológiai leletei miatt említésre méltó. Ez a lelőhely nyitja meg a felső-miocén leletgyűtesek sorát, amelyek páratlanul gazdag „Hipparion-faunát” szolgáltatottak a pannon időszakból. A pannon folyamán a jelentős ősföldrajzi és éghajlati átalakulások, valamint faunavándorlások következtében a szubtrópusi, dús vegetációjú élővilág fokozatosan eltűnik, majd megjelenik a későbbi, nyíltabb, leginkább a mai szavannákra emlékeztető közösség. Közülük itt csak néhányuk bemutatására van lehetőségünk.

Az alsótelekesi fauna még a szubtrópusi, melegkedvelő életközösségekhez tartozik. A KORDOS László vezetésével 1993-ban megkezdett ásatások kiderítették, hogy a Rudabányához közeli Alsótelekes egykori gipszbányájának fedőrétegében az előbbi lelőhellyel egykorú, azzal összefüggő, ősmaradványokban gazdag mocsári-tavi-folyóvízi rétegek vannak. Ezekből 1997-ben a *Rudapithecus*sal egy időben élt *Anapithecus* ősmajom fogát is sikerült kimutatni (KORDOS 1997, MÉSZÁROS 1999b). A gyepüfűzesi (Kohfidisch) és a götzendorfi fauna időben és az ökológiai jellegzetességek tekintetében egyaránt átmenetet képez Rudabánya és a későbbi lelőhelyek között (BACHMAYER & SZYNDLAR 1985, BERNOR et al. 1991).

A Sümeg-gerinci karszthasadék-kitöltés már klasszikus Hipparion-faunát szolgáltatott. KRETZOI (1984) nagy számban írt le innen kételtűeket, gyököket, teknősöket, rovarrevőket, denevéreket, rágcsálókat, Hipparion-féléket, orrszarvúakat és más patásokat, hiénákat és macskaféle ragadozókat. BERNOR et al. (1999) a sümegi Hipparionok fogzománc mikrokoptatottság-vizsgálatával pontosította a fauna élőhelyéről alkotott képünket. Így ma már tudjuk, hogy ez a közösség még ebben az időben sem teljesen nyílt füves pusztákon, hanem kevert vegetációjú ökoszisztémában élt. A rovarrevők a sümegi maradványok meglepően nagy hányadát (25%) teszik ki (MÉSZÁROS 1999b), és jelentősen hozzájárultak a korabeli ökoszisztéma meghatározásához. KRETZOI (1954) az előzőnél valamivel fiatalabb, de még annál is gazdagabb Hipparion-faunát írt le a csákvári Esterházy-barlang üledékeiből.

A felső-miocén szárazföldi ökoszisztémákban lezajlott globális környezetváltozások valódi hatásai a 7–8 millió éves béraltavári lelőhelyen mutathatók ki egyértelműen. A Kárpát-medencében ekkorra már nemcsak a szubtrópusi erdők tűntek el, hanem az erdős szavannára emlékeztető növényzet is visszaszorult. A hegységperem felől a medence belseje felé siető folyók üledéke egyre inkább feltöltötte a Pannon-tavat, és a kialakuló szárazulatokon füves puszták, sőt kifejezetten arid területek is megjelentek. Béraltavár Szőlő-hegyének homokjából a 19. század közepe óta kerülnek elő az őssallatok erről tanúskodó csontjai. A Hipparion-félék mellett kardfogú tigrisek, kapafogú őselefantok, orrszarvúfélék, hiénák, különféle ősi patások és a korabeli élővilág számos más jellemző faja tanúskodott a hajdani eseményekről. Az 1860-tól több jelentős ásatás is zajlott a területen. Csak KORMOS Tivadar (mindössze három hétig tartó) 1913-as munkája során több mint 1000 leletet tárt fel és ezek alapján négy új fajt írt le (KORMOS 1914). Legutóbb 2000–2001-ben — magyar–amerikai tudományos együttműködés keretében — KORDOS László és Ray BERNOR vezetésével, már pontos környezetrekonstrukciót is tartalmazó, korszerű kutatások folytak a területen (KORDOS 2003).

A béraltavárihoz hasonló korú tardosbányai gerinces maradványok a Gerece jura mészkőében kialakult karsztos hasadék agyagkitöltéséből kerültek elő, amelyet a kőfejtő munkálatai tártak fel. A leleteket JÁNOSSY Dénes gyűjtötte be, és miután előzetes faunalistát készített róluk,

elhelyezte őket a MÁFI (ma: Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat) gyűjteményében. A gazdag kisemlősanyagnak eddig a rovarrevő és bizonyos rágcsáló fajait dolgozták fel részletesebben (KORDOS 1985b, 1987; MÉSZÁROS 1998).

A Polgárdi határában húzódó Kőszár-hegy vonulata nagyrészt devon kristályos mészkőből áll (Polgárdi Mészkő Formáció). A jó minőségű kőzetet a rómaiak kora óta bányásszák, és az intenzív művelés során számos olyan karsztosodott hasadék és barlang került elő, amelyek nemzetközi viszonylatban is gazdag, kitűnő megtartású faunát tartalmaztak. 1909 óta öt fossziliatartalmú karsztüregkitöltést fedeztek fel (FREUDENTHAL & KORDOS 1989), amelyek közül a 2. számú a „klasszikus” polgárdi lelőhely (KORMOS 1911), de ez — bár számottevő mennyiségű ősmaradványt szolgáltatott, gazdagságában össze sem mérhető a 4-es és 5-ös leletegyüttes anyagával. A páratlan anyag gazdagságát és kivételes megtartási állapotát jól érzékelteti, hogy MÉSZÁROS (1999a) csak a cickányfajok feldolgozása közben 3000 körüli minimum egyedszámú mintával (zömében ép koponyák és állkapcsok) dolgozhatott. A statisztikus mennyiségben jelenlevő és a legtöbb morfológiai karaktert épen tartalmazó példányok számos új taxon felfedezését tették lehetővé (pl. ANGELONE & ČERMÁK 2015). Innen került leírásra a KORDOS László tiszteletére elnevezett rovarrevő genus, a *Kordosia* is (MÉSZÁROS 1997). Ennek a — családjában hatalmas méretűnek számító — „óriáscickánynak” a megtalálása nagy jelentőségű volt a ma is élő Anourosoricini csoport filogenetikai viszonyainak tisztázásában, és hozzájárult a Pannon-medence ősföldrajzi kapcsolatainak felállításához is.

Pliocén

A pliocén lelőhelyek közül — különleges felhalmozódási körülményei miatt — mindenképpen említést érdemel a pulai alginitbánya. A Pula melletti, alginittel feltöltődött csaknem 4 millió éves vulkáni krátertavat 1973-ban fedezték fel. A bányaművelés során több szintből kerültek elő levél- és ízeltlábú-kövületek, halak és emlősök maradványai (KATONA et al. 2014). A legjelentősebb leletek a rendkívül jó megtartású orrszarvúcsontvázak (3. ábra E). A szenzációs maradványegyüttes a Bakonyi Természettudományi Múzeumba került, és azóta számos specialista szakember végzett kutatásokat a példányokon (KOVÁCS et al. 2020). Vulkanikus krátert őrizte meg az ajnácskői (Hajnačka) „csontosárkok” leleteit is (VASS et al. 2000). 1863-óta tapírok, orrszarvúk, masztodonok, hódok, majmok és számos más állat csontjai kerültek elő az árkokból (KORMOS 1917). A fauna jelentőségét növeli, hogy Ajnácskő az MN16-os Zóna típuslelőhelye. Ivánháza (Ivanovce) egy másik meghatározó felvidéki lelőhely, amelynek karsztüregkitöltéseiből az 1950-es években pliocén nagy- és kisemlősök gazdag együttesét tártak fel (FEJFAR et al. 2012).

A „hagyományos” felhalmozódású pliocén lelőhelyek közül a csarnóitai karsztüregkitöltésekben a 20. század kezdete óta KORMOS Tivadar, majd JÁNOSSY Dénes és KRETZOI Miklós 4 lelőhelyet tárt fel (KRETZOI 1962). Az 1., 2. és 3.

számú leletegyüttes a pliocén „Csarnótai” biosztratigráfiai egységhez sorolható, míg a 4. számú fauna valamivel fiatalabb (már pleisztocén) korú (SZENTESI et al. 2015). Ökológiailag egy nedves, erdős környezet után egy szárazabb, füves, nyílt növényzetű élőhely megjelenését tanúsítják az állatok maradványai.

Csarnótához hasonlóan a legjelentősebb pliocén lelőhelyek — Beremend és Osztramos — leginkább „határ-képződményeknek” tekinthetők. Klasszikus értelemben véve ugyanis nem lelőhelyek, hanem inkább lelőhelycsoportok, amelyek számos karsztüregükben különböző, a pliocéntól a pleisztocén idősebb szakaszaikig korolható faunákat tartalmaznak. Példaképpen az osztramosi mészkőbányát szeretnénk részletesebben bemutatni.

Az Osztramos (vagy más néven Esztramos) hegy, a Rudabányai-hegység legészakibb jelentős tagja, Tornaszentandrás és Bódvarákó között emelkedik. Fő tömegét triász, ladin korú, világos színű Wettersteini Mészkő alkotja, a Bódva felőli meredek letörésének alján pedig alsó-anisusi Gutensteini Dolomit és Mészkő van. Az Osztramoson a középkortól az 1950-es évek elejéig hematit, sziderit és okker, majd kohászati adalékanyagként mészkő bányászat volt, és eközben kerültek feltárára, majd nagyrészt megszűntek a gerinces maradványokat szolgáltató hasadékok és barlangok (JÁNOSSY & KORDOS 1977).

Az Osztramos őslénytani feltárásai főként JÁNOSSY Dénes vezetésével folytak 1967 és 1973 között, amelyek eredményeként 14, a kora pliocéntól a középső pleisztocénig (4,2–1,0 millió év) datált gerinces lelőhelyet azonosítottak. Noha ezen feltárások többségét később a bányászati tevékenység elpusztította, az összegyűjtött anyagot jelenleg a Magyar Természettudományi Múzeum és a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat gyűjteményében őrzik.

Az 1, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 14-es lelőhelyek anyaga tektonikus hasadékkitöltésből, a 2, 3, 6, 9, 13-asé pedig különféle barlangkitöltésekből származik. Ezekből az üregekből Európában egyedülálló leletegyüttes került elő, amely korban igen széles skálát ölel fel, és rendkívüli újdonságokkal szolgált mind rendszertani szempontból (több tucat új taxon leírása), mind a rétegtan és a paleoökológia számára. Rétegtanilag szerencsésen egészíti ki a Villányi-hegység hasonló korú klasszikus sorozatát, és földrajzilag éppen annyira tér el attól, hogy összevetésükkel a klímaváltozások regionális különbségeit is tanulmányozni lehessen.

Az egyes lelőhelyeket a következő korokba lehetett sorolni: középső-pliocén (1, 10-es lelőhely); plio-pleisztocén határ (7-es lelőhely); alsó-pleisztocén (3, 6, 11-es lelőhely); alsó-pleisztocén vége (2, 8, 12, 14-es lelőhely), középső-pleisztocén (4, 5, 12/a lelőhely).

A rendkívül gazdag kétéltű, hüllő, rovarévó, denevér, rágcsáló, nyúlalakú, ragadozó és patás faunáról a legteljesebb áttekintést JÁNOSSY & KORDOS (1977) nyújtotta, de az egyes rendszertani csoportokról azóta is számos részletes taxonómiai tanulmány született (pl. GODAWA 1993; HÍR 1996; REUMER 1984; TOPÁL 1989; VENCZEL 1997, 2001).

A beremendi Szőlő-hegy pliocén–pleisztocén gerinces faunát a 19. század közepe óta ismerik. A maradványokat

először PETÉNYI Salamon János írta le 1864-ben. Később összesen 26 helyet fedeztek fel, amelyeket a környező mészkő folyamatos kitermelése miatt elpusztítottak. Több helyről származó tudományos anyag azonban innen is a Magyar Természettudományi Múzeum és a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat gyűjteményébe került. A legfontosabb ásatásokat itt is JÁNOSSY Dénes vezette. A beremendi lelőhelyek revíziója napjainkban is zajlik (pl. PAZONYI et al. 2016).

Negyedidőszak

Pleisztocén faunák olyan gazdagságban kerültek elő a Kárpát-medencéből, hogy bemutatásuk önmagában nagyobb terjedelmet igényelne, mint az összes idősebb lelőhely együttvéve. Maradékaltan leírásokra ezért itt nem vállalkozhatunk, de ez talán nem is szükséges, mert a témát tudományos (JÁNOSSY 1979) és ismeretterjesztő (GASPARIK & MEDZIHRADSKY 2016) monográfiák kiválóan feldolgozták. Csak néhány olyan lelőhelyet szeretnénk példaként megemlíteni, amelyek jól reprezentálják a faunák páratlan gazdagságát és nemzetközi jelentőségét. Jelentőségüket bizonyítja, hogy a Kárpát-medence pleisztocén faunáira alapuló biokronológiai egységeket (Villányium, Biharium), valamint a KRETZOI Miklós és JÁNOSSY Dénes által bevezetett faunaszinteket a nemzetközi szakirodalom is használja (KRETZOI & PÉCSI 1982).

A felvidéki pleisztocén lelőhelyek közül feltétlenül meg kell említenünk a Gombaszög (Gombasek) barlang- és egyéb karsztüreg-kitöltéseiből 1930 óta, több periódusban feltárt gazdag kis- és nagyemlős faunát (GASPARIK & WAGNER 2014).

Erdélyből az 1900-as évek elején felfedezett betfiai lelőhely szolgáltatta a legjelentősebb negyedidőszaki faunagyűttest. Az elmúlt több mint 100 év ásatásai eredményeként a betfiai lelőhelyek száma 14-re emelkedett. Az azonosított kétéltű-, hüllő-, madár- és emlősfajok mennyisége megközelíti a kétszázat, közülük több tucatot innen írtak le először. A páratlan faunáról már eddig is taxonómiai szócikkek hosszú sora jelent meg, de a lelőhelyek kiaknázása és fosszilis faunáinak teljes feldolgozása még távolról sem tekinthető befejezettnek. A kilencvenes évek elejétől például VENCZEL Márton és HÍR János a IX. számú lelőhelyen végzett jelentős anyaggyűjtést (VENCZEL 1998). Betfia a Bihari emelet típuslelőhelye.

A magyarországi pleisztocénből JÁNOSSY Dénes (1979) monográfiája több mint 100 lelőhelyet sorol fel. Ez legalább másfélszer ennyi faunát jelent, hiszen némelyik lelőhelyen több különböző korú és ökológiai összetételű közösséget lehetett azonosítani. A maradványok kisebb hányada folyóvízi vagy eolikus üledékekből származik, legnagyobb részük azonban karsztos üregek (barlangok, hasadékok, kőfülkék) üledékköltéseiből került elő. A középső-pleisztocéntól a Kárpát-medencében is uralkodóvá váló „jégkori faunák” a negyedidőszaki éghajlat glaciális és interglaciális állapotait, valamint a kisebb klímaingadozásokat egyaránt jól tükrözik. Ez részben a tipikus jégkorszaki nagyemlősök (mamut, gyapjas orrszarvú, barlangi medve, barlangi hiéna, barlangi oroszlán, rénszarvas stb.) megjelenésével vagy

visszaszorulásával mutatható ki. De a klíma- és ökoszisztéma-rekonstrukciókban ennél is nagyobb szerepet játszik a statisztikus mennyiségben megjelenő kisméretű (denevér, rovarvő, rágcsáló) fauna összetétele (3. ábra D, F). A paleoökológiai változásokról több korszerű, átfogó munka is készült (pl. PAZONYI 2004).

A kora-pleisztocén villányi korszakot a szárazabbá váló klímán és nyíltabb vegetációjú területeken a pockok (Arvicolinae) evolúciós robbanása kísérte. Ebben az időszakban még sok pliocén reliktum faj élt, de már számos új elem is megjelent a faunában. Így a háromujjú ősllovak (*Hipparion*) mellett feltűntek az egyujjú lovak (*Equus*), a kardfogúak (Machairodontidae) mellett megjelentek az ősrorszlánok (*Panthera*). Új bevándorló volt például a déli mamut (*Mammuthus meridionalis*), vagy a valódi medvék (*Ursus*) és a farkasok (*Canis*) első képviselői. A kora-bihari idején a glaciális időszakok jelentősebb lehűlést okoztak, és a sztyeppék még nagyobb területen terjedtek el. A gyökeres fogú pockok visszaszorultak, és ettől kezdve dominálnak a gyökértelen fogú formák. Sok reliktum faj eltűnésével, a ma élő genusok többségének megjelenésével és a már itt élőkhöz elterjedésével „modern fauna” alakult ki.

A középső-pleisztocénben a megmaradt harmadidőszaki reliktum fajok (a ma is élő kevés kivételtől eltekintve) eltűntek a faunából, és a meglevő genusokon (*Panthera*, *Canis*, *Ursus*, *Bison*, *Capreolus*, *Cervus*, *Mammuthus*, *Sorex*, *Arvicola*, *Microtus*, *Lagopus*) belül kialakult új fajokkal jellegzetes „jégkori” élővilágot figyelhetünk meg.

A késő-pleisztocén klímaingadozásait a rendelkezésünkre álló nagy mennyiségű adat alapján viszonylag pontosan ismerjük. A KORDOS (1992) által kidolgozott módszerrel 10 jellemző pocok- és lemmingfaj dominanciaviszonyai alapján a hazai késő-pleisztocénre részletes biosztratigráfiai tagolás adható. A klímarekonstrukciók és a korbesorolás elkészítésénél más kisméretű csoportok (pl. hörcsögök, cickányok, denevérek) fajösszetételét is felhasználhatjuk. A legjellegzetesebb nagyemlősfajok ebből az időszakból: gyapjas mamut (*Mammuthus primigenius*), gyapjas orrszarvú (*Coelodonta antiquitatis*), sztyeppi bölény (*Bison priscus*), őstulok (*Bos primigenius*), modern ősllovak és vadszamar (*Equus* fajok), barlangi medve (*Ursus spelaeus*), barlangi hiéna (*Crocota crocuta spelaea*), barlangi oroszlán (*Panthera leo spelaea*), rénszarvas (*Rangifer tarandus*), óriásszarvas (*Megaloceros giganteus*) stb. (GASPARIK & MEDZIHRADSKY 2016).

Az ősi emberfélék leletei is előkerültek számos helyről. A Gerecse déli lábánál fekvő Vértesszőlős határában a középső-pleisztocén édesvízi mészkő a *Homo heidelbergensis* 250-300 ezer éves maradványait őrizte meg számunkra. A *Homo erectus*-ből Európában kifejlődött faj legismertebb hazai lelete az 1965-ben felfedezett, Sámuel névre keresztelt nyakszirtcsont (os occipitale). Az 1960-as években VÉRTES László ősrégész vezetésével végzett ásatások gazdag, viszonylag enyhe klímát jelző növény- és állatvilágot tártak fel. Ezek tanúsága szerint a mészkövet felhalmozó forrás közelében dúsabb, nedvességkedvelő közösség élt, távolabb pedig nagyobb erdőfoltokkal tarkított sztyepp terület el (KRETZOI & DOBOSI 1990).

A Cserépfalutól északra, a Bükk mészkövében (Hörvölgy) nyíló Subalyuk üledékéből a neandervölgyi ember (*Homo neanderthalensis*) több csontját tárták fel a kutatók, amelyeket elsősorban DANCZA János és KADIĆ Ottokár irányított. A lelőhelyen sok állati csontot is találtak, amelyek arra utalnak, hogy az ősemberek egy hidegebb periódus idején éltek itt, mintegy 60 ezer éve (BARTUCZ et al. 1938).

A mai ember (*Homo sapiens sapiens*) leletei számos barlangból előkerültek (VÉRTES 1965). Az istállóskői (Bükk hegység) leletek azt bizonyítják, hogy közvetlen őseink már 35 ezer évvel ezelőtt — európai bevándorlásukkal egy időben — megjelentek a Kárpát-medencében (PATOU-MATHIS et al. 2016).

JÁNOSSY (1979) részletesen bemutatja és elemzi a hazai pleisztocén gerinces faunák összetételét. A monográfia megjelenése óta azonban több lelőhelyen is jelentős kutatások folytak, amelyek eredményei még nem jelenhettek meg a könyvben. Ilyen volt például a Villányi-hegységben a Somssich-hegy (PAZONYI et al. 2018), a Gerecsében Süttő (PAZONYI et al. 2014) és Tokod (GASPARIK 1993), a Bükkben pedig a Vaskapu-barlang (VIRÁG et al. 2013, MÉSZÁROS 2013). Ezek a lelőhelyek a teljes faunára kiterjedő taxonómiai vizsgálatokat tafonómiai, geokémiai és egyéb korszerű elemzésekkel is kiegészítették.

A pleisztocén lelőhelyek egy részének teljes spektrumú kutatása tehát ma is zajlik. Mostanában azonban egyre inkább az egyes csoportok taxonómiai, filogenetikai és paleogeográfiai kapcsolatainak tisztázását célzó szakértői vizsgálatok kerülnek előtérbe. A gazdag gerinces anyagot őrző gyűjtemények rendkívüli lehetőséget nyújtanak erre a hazai és a számos más országból érkező specialisták számára. A leletanyag taxonómiai jelentőségét támasztja alá például, hogy KORDOS & PAZONYI (2012) monográfiája 60 olyan fajt vagy alfajt sorol fel a pleisztocén tagolásában kulcsszerepet játszó pocokfélék (Arvicolinae) közül, amelynek típuspéldányát a Kárpát-medencéből írták le.

A barlangkitöltések fiatalabb rétegeiből előkerült kisméretű faunák lehetőséget nyújtottak a holocén időszak finomsztratigráfiai tagolásának elkészítéséhez (KORDOS 1982) és jelentősen hozzájárultak a földtörténeti közelmúlt ökológiai változásainak felderítéséhez is (PAZONYI 2009).

Hol érdemes még kutatni?

A most összefoglaltak alapján tehát világosan látszik, hogy a magyarországi preneogén üledékes kőzetek, bár nem bővelkednek gerincesek fossziliáiban, mindig van új a nap alatt, és tudatos, célzott kutatás révén értékelhető és őslénytani, földtani szempontból fontos gerinces leletanyagok fedezhetők fel. Újabb oldási technikák, izapolási eljárások és szisztematikus keresés révén olyan területeken is megtalálhatjuk, ha mást nem, mikrogerincesek fossziliáit, ahol korábban ilyenek nem kerültek elő. Ezek között is van néhány olyan terület és földtani képződmény, melyek potenciálisan lehetnek jelentősebb gerinces fossziliák szempontjából is.

Időrendi sorrendben haladva a Füle település határában található Fülei Konglomerátum Formáció felső-karbon homokkő-aleurolit rétegeit említhetjük először. A település határában található Kő-hegy kis kőfejtőiben évtizedekkel ezelőtt számos jó megtartású, makroszkopikus növénymaradvány került elő (MIHÁLY 1980), és mivel az ott látható rétegek folyóvízi körülmények között rakódtak le, van esély akár kételtűek és hullók leleteire is bukkanni.

A mezozoikumi rétegsorokat illetően a Mecseki Karolina-völgy, felső-triász, karni homokkő rétegeit kell megemlíteni, melyek alapvetően folyóvízi körülmények között rakódtak le. Ezek a rétegek a gerinces élővilág történetének azon periódusát reprezentálják, amikor a legkorábbi dinoszauruszok, krokodilok és repülő hullók éltek. Bár a Karolina-völgy területén a feltárt rétegsor jelentős része igen kemény kőzetekből épül fel, kitarító munkával megvan az esély rá, hogy gerincesek fossziliáira bukkanjunk.

A paleogén rétegeket illetően is volna még mit kutatni. Lábatlan határában a Bersek-hegy területén található a jól ismert és mára rendkívül alaposan tanulmányozott márgafejtő alsó-kréta korú rétegsora. A feltárás legfelső részén diszkordánsan középső-eocén édesvízi kavics, homokkő és mészkő rétegek fedik a kréta időszaki rétegeket. Középső-eocén üledékes kőzetek viszonylag nagy területen fordulnak elő a Dunántúli-középhegység területén, ám ezek döntően brakkvízi-normálsóvízi körülmények között rakódtak le, és a transzgressziót megelőző édesvízi-brakkvízi, szenes rétegek vagy csak nagyon kis vastagságban, vagy mélyen a felszín alatt érhetők el. Ezekből a rétegekből akár tengeri (pl. szirének), akár szeimaquatikus- szárazföldi (pl. krokodilok, növényevő és ragadozó emlősök) gerincesek további fossziliáinak felfedezése nagyban hozzájárulhat a Dunántúli-középhegység utolsó nagy tengerelöntését megelőzően létezett gerinces élővilág megismeréséhez.

A neogén és kvarter folyóvízi, mocsári és tavi üledékes kőzetek is rejthetnek újabb fosszilis anyagokat, valamint újabb karsztüregkitöltések is kerülhetnek elő, elsősorban a mészkőbányászat során. Ebből az időből azonban olyan nagy mennyiségű, begyűjtött, de még feldolgozatlan anyag várakozik a gyűjteményekben a szakértők munkájára, hogy várhatóan ezek laboratóriumi feldolgozása is jelentős újdonságokkal szolgál majd.

Konklúzió

A Kárpát-medence területéről ismert több száz millió évet átfogó gerinces őslénytani rekord és a leletanyagokat dokumentáló 150 évnyi publikációs tevékenység rendkívül fontos szerepet játszott Eurázsia és egyáltalán földünk gerinces élővilágának megismerésében. Különösen igaz ez az abban a viszonylatban, hogy a Kárpát-medencét alkotó kisebb-nagyobb szerkezeti egységek mozgalmas múltra tekintenek vissza, mely folyamatosan befolyásolta az egykori területeken kialakult környezetek változását. Ezekhez a változásokhoz az élővilág többi szereplőjéhez hasonlóan a gerincesek is alkalmazkodtak, és leleteik árulkodnak őszállatföldrajzi kapcsolataikról is. A hazai gerinces leletek fontos szerepet játszanak a mezozoikumi Európa déli peremén élt tengeri faunák megismerésében, és meghatározóak a kréta időszaki európai szigetvilág négydimenziós faunafejlődésének megértésében. Szórványleletekkel hozzájárulnak a paleogén medencék tengeri emlőseinek és a medenceperemi szárazulatokon élő gerinces csoportok pontosabb megismeréséhez. A neogén és pleisztocén faunákat illetően pedig, különösen a szárazföldi leletegyüttesek tekintetében, nagyhatalomnak számítunk a régióban: regionális korok, faunaszintek és új taxonok tucatjai kerültek leírásra a Kárpát-medencéből, melyek nem utolsósorban híret vitték e leletanyagoknak és kutatóiknak szerte a nagyvilágban.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük MAGYAR Jánosnak (ELTE Dinoszaurusz Kutatócsoport) a kézirat szerkesztésében nyújtott segítségét. Hálásak vagyunk FŐZY Istvánnak (Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest), CSIKI-SAVA Zoltánnak (Bukarest Románia), SZABÓ Mártonnak (ELTE Dinoszaurusz Kutatócsoport, Budapest) és FUTÓ Jánosnak az ábrákhoz használt képanyag biztosításáért. Köszönjük VENCZEL Márton (Nagyvárad) és egy anonim bíráló értékes tanácsait a kézirattal kapcsolatban. A kutatást a NKFIH K 131597 számú projekt támogatta.

Irodalom — References

- ANGELONE, C. & ČERMÁK, S. 2015: Two new species of *Prolagus* (Lagomorpha, Mammalia) from the Late Miocene of Hungary: taxonomy, biochronology, and palaeobiogeography. — *Paläontologische Zeitschrift* **89/4**, 1023–1038. <https://doi.org/10.1007/s12542-014-0247-z>
- BACHMAYER, F. & SZYNDLAR, Z. 1985: Ophidians (Reptilia: Serpentes) from the Kohfidisch fissures of Burgenland, Austria. — *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien, Serie A* **87**, 79–100.
- BARABÁSNÉ STUHL, Á. 1975: Adatok a dunántúli újpaleozóos képződmények biosztratigráfiájához. — *Földtani Közlemények* **105**, 320–334.
- BARTUCZ L., DANCZA J., HOLLENDONNER F., KADIĆ O., MOTT L., PATAKI V., PÁLOS E., SZABÓ J., VENDL A. 1938: A cserépfalui Mussolini-barlang (Subalyuk). — *Geologica Hungarica, Series Palaeontologica* **14**, 320 p.
- BEGUN, D. R. 2007: Fossil Record of Miocene Hominoids. — In: HENKE, W., ROTHE, H. & TATTERSALL, I. (eds): *Handbook of Palaeoanthropology Vol. 2.: Primate Evolution and Human Origins*. — Springer, Berlin, 921–977.
- BEGUN, D. R. 2020: 50 years of fossil catarrhines from Rudabanya: sympatry and social organization. — *American Journal of Physical Anthropology* **171/S69**, p. 23. <https://doi.org/10.1002/ajpa.24023>

- BENTON, M. J., COOK, E., GRIGORESCU, D., POPA, E. & TALLODI, E. 1997: Dinosaurs and other tetrapods in an Early Cretaceous bauxite-filled fissure, northwestern Romania. — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **130/1–4**, 275–292. [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(96\)00151-4](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(96)00151-4)
- BENTON, M. J., CSIKI, Z., GRIGORESCU, D., REDELSTORFF, R., SANDER, P. M., STEIN, K. & WEISHAMPEL, D. B. 2010: Dinosaurs and the island rule: The dwarfed dinosaurs from Hațeg Island. — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **293**, 438–454. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2010.01.026>
- BERNOR, R. L., KAISER, T. M., KORDOS, L. & SCOTT, R. S. 1999: Stratigraphic context, systematic position and paleoecology of *Hippotherium sumegense* Kretzoi, 1984 from MN 10 (Late Vallesian of the Pannonian Basin). — *Mitteilung der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie* **39**, 1–35.
- BERNOR, R. L., MITTMANN, H. W., & RÖGL, F. 1991: Systematics and Chronology of the Götzenhof „Hipparion” (Late Miocene, Pannonian F, Vienna Basin). — *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien, Serie A* **95**, 101–120
- BERNOR, R. L., KORDOS, L., ROOK, L., AGUSTÍ, J., ANDREWS, P., ARMOUR-CHELU, M., BEGUN, D. R., CAMERON, D. W., DAMUTH, J., DAXNER-HÖCK, G., DE BONIS, L., FEJFAR, O., FESSAHA, N., FORTELIUS, M., FRANZEN, J., GASPARIK, M., GENTRY, A., HEISSIG, K., HERNYAK, N., KAISER, T., KOUFOS, G. D., KROLOPP, E., JÁNOSSY, D., LLENAS, M., MESZÁROS, L., MÜLLER, P., RENNE, P., ROCEK, Z., SEN, S., SCOTT, R., SZYNDLAR, Z., TOPÁL, GY., UNGAR, P. S., UTECHER, T., VAN DAM J. A., WERDELIN, L. & ZIEGLER, R. 2004: Recent advances on multidisciplinary research at Rudabánya, Late Miocene (MN9), Hungary: a compendium. — *Palaeontographia Italica* **89**, 3–36.
- BÖCKH J. 1875: *Brachydiastematherium transilvanicum*, egy új Pachyderma nem Erdély eocén rétegeiből. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* **4**, 1–21.
- BODOR, E. R. & BARANYAI, V. 2012: Palynomorphs of the Normapolles group and related plant meso fossils from the Iharkút vertebrate site, Bakony Mountains (Hungary). — *Central European Geology* **55**, 259–292. <https://doi.org/10.1556/CEuGeol.55.2012.3.3>
- BODOR E. R. & MAKÁDI L. 2016: Triász szórványleletek az MFGI gyűjteményéből. — 19. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés. — *Program, előadáskivonatok, kirándulásvezető*, Kozárd, 8–9.
- BONTÓ L. 2019: A mi kavicsfogóink. *Placochelys placodonta*, a Veszprémben felfedezett kavicsfogó álteknős. — *Veszprémi Szemle* **21**, 6–64.
- BOTFALVAI, G., HAAS, J., MINDSZENTY, A. & ÓSI, A. 2016: Facies architecture and paleoenvironmental implications of the Upper Cretaceous (Santonian) Csehbánya Formation at the Iharkút vertebrate locality (Bakony Mountains, northwestern Hungary). — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **441/4**, 659–678. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2015.10.018>
- BOTFALVAI, G., ÓSI, A. & MINDSZENTY, A. 2015: Taphonomic and paleoecologic investigations of the Late Cretaceous (Santonian) Iharkút vertebrate assemblage (Bakony Mts, Northwestern Hungary). — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **417**, 379–405. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2014.09.032>
- BOTFALVAI, G., GYÓRI, O., POZSGAI, E., FARKAS, I. M., SÁGI, T. & SZABÓ, M. 2019: Sedimentological characteristics and paleoenvironmental implication of Triassic vertebrate localities in Villány (Villány Hills, Southern Hungary). — *Geologica Carpathica* **70/2**, 135–152. <https://doi.org/10.2478/geoca-2019-0008>
- BÖHM, B. 1941: Die Fossilien Fische von Kovászna und Kommandó in Siebenbürgen. — *Mitteilungen aus dem Jahrbuch der Kgl. ungarischen Geologischen Anstalt* **35**, 179–203.
- BÖHM, B. 1942: Beiträge zur tertiären Fischfauna Ungarns: Adatok a magyarországi harmadkori halfaunához. — *Geologica Hungarica, Series Palaeontologica* **19**, 3–42.
- BRASSÓI FUCHS H. 1994: Adatok a kolozsvári (Cluj, Románia) felsőeocénből leírt „*Euclastes*” *kochi* Lórenthey, 1903 (Testudinata, Cheloniidae?) faj pontosabb ismeretéhez. — *Földtani Közlöny* **124/4**, 479–482.
- CIOBANU, R. 2002: *Selacienii paleogeni din România*. — Editura Universităţii Lucian Blaga, Sibiu, 216 p.
- CODREA, V. 2000: *Rinoceri i tapiri terfiari din România*. — Editura Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca, 174 p.
- CSERPÁK F. 2018: Középső-miocén sziláscet (Cetacea: Mysticeti) humerusok a Pécs, danitzpusztai homokbányából. — *Földtani Közlöny* **148/3**, 255–255. <https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2018.148.3.255>
- CSIKI, Z. & GRIGORESCU, D. 1998: Small theropods of the Late Cretaceous of the Hațeg Basin (Western Romania) — an unexpected diversity at the top of the food chain. — *Oryctos* **1**, 87–104.
- CSIKI, Z. & GRIGORESCU, D. 2000: Teeth of multituberculate mammals from the Late Cretaceous of Romania. — *Acta Palaeontologica Polonica* **45**, 85–90.
- CSIKI, Z., CODREA, V., JIPA-MURZEA, C. & GODEFROIT, P. 2010a: A partial titanosaur (Sauropoda, Dinosauria) skeleton from the Maastrichtian of Nălaț-Vad, Hațeg Basin, Romania. — *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen* **258**, 297–324. <https://doi.org/10.1127/0077-7749/2010/0098>
- CSIKI, Z., GRIGORESCU, D., CODREA, V. & THERREIN, F. 2010b: Taphonomic modes in the Maastrichtian continental deposits of the Hațeg Basin, Romania.— Palaeoecological and palaeobiological inferences. — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **293/3–4**, 375–390. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2009.10.013>
- CSIKI, Z., VREMIR, M., BRUSATTE, S. L. & NORELL, M. A. 2010c: An aberrant island-dwelling theropod dinosaur from the Late Cretaceous of Romania. — *Proceedings of the National Academy of Sciences* **107**, 15357–15361. <https://doi.org/10.1073/pnas.1006970107>
- CSIKI-SAVA, Z., BUFFATEUT, E., ÓSI, A., PEREDA-SUBERBIOLA, X. & BRUSATTE, S. L. 2015: Island life in the Cretaceous-faunal composition, biogeography, evolution, and extinction of land-living vertebrates on the Late Cretaceous European archipelago. — *ZooKeys* **469**, p. 1. <https://doi.org/10.3897/zookeys.469.8439>
- DUNAI M. 2012: *Temnodontosaurus trigonodon* lelet a gerecsei alsó jurából. — 15. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés. — *Program, előadáskivonatok, kirándulásvezető*, Uzsa, p. 11.
- DYKE, G. & ÓSI, A. 2010: A review of Late Cretaceous fossil birds from Hungary. — *Geological Journal* **45**, 434–444. <https://doi.org/10.1002/gj.1209>

- DYKE, G. J., BENTON, M. J., POSMOSANU, E. & NAISH, D. 2011: Early Cretaceous (Berriasian) birds and pterosaurs from the Cornet bauxite mine, Romania. — *Palaeontology* **54/1**, 79–95. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4983.2010.00997.x>
- EASTHAM, L. C., FERANEC, R. S. & BEGUN, D. R. 2016: Stable isotopes show resource partitioning among the early Late Miocene herbivore community at Rudabánya II: Paleoenvironmental implications for the hominoid, *Rudapithecus hungaricus*. — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **454**, 161–174. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2016.04.036>
- FEJFAR, O., SABOL, M. & TÓTH, C. 2012: Early Pliocene vertebrates from Ivanovce and Hajnáčka (Slovakia). VIII. Ursidae, Mustelidae, Tapiridae, Bovidae and Proboscidea from Ivanovce. — *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie–Abhandlungen* **264/2**, 95–115.
- FENNINGER, A. & NIEVOLL, J. 1983: Der erste Nachweis einer phylloodonten Zahnplatte aus dem oberen Perm des Bükkgebirges (Ungarn). — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1981. évről*, 201–207.
- FÓZY I. & SZENTE I. 2007. *A Kárpát-medence ősmaradványai*. — Gondolat Kiadó, Budapest, 456 p.
- FREUDENTHAL, M. & KORDOS, L. 1989: *Cricetus polgardiensis* sp. nov. and *Cricetus kormosi* SCHAUB, 1930 from the Late Miocene Polgárdi localities (Hungary). — *Scripta Geologica* **89**, 71–100.
- FÜLÖP J. 1990: *Magyarország geológiája. Paleozoikum I.* — Magyar Állami Földtani Intézet, kiadványa, Budapest, 325 p.
- GASPARIK, M. 1993: Late Pleistocene gastropod and vertebrate fauna from Tokod (NE Transdanubia, Hungary). — *Fragmenta Mineralogica et Palaeontologia* **16**, 89–116.
- GASPARIK, M. & WAGNER, J. 2014: Research history of Pleistocene faunas in Gombasek quarry (Slovakia), with comments to the type specimen and the type locality of *Ursus deningeri gombaszogensis* Kretzoi, 1938. — *Fragmenta Palaeontologica Hungarica* **31**, 125–143. <https://doi.org/10.17111/FragmPalHung.2014.31.125>
- GASPARIK M. & MEDZIGRADSKY Zs. 2016: *A mi jégkorszakunk. Pleisztocén élővilág a Kárpát-medencében*. — Magyar Természettudományi Múzeum, Herman Ottó Intézet, Budapest, 208 p.
- GERE, K., SCHEYER, T. M., MAKÁDI, L. & ŐSI, A. in press: Placodont remains (Sauropsida, Sauropterygia) from the Triassic of Hungary (Transdanubian Range and Villány Mountains). — *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*.
- GODAWA, J. 1993: Pliocene bats of the genus *Myotis* (Mammalia: Chiroptera) from Podlesice (Poland) and Osztramos 9 and 13 (Hungary). — *Acta Zoologica Cracoviensia* **36/2**, 241–250.
- GRIGORESCU, D. & HAHN, G. 1987: The first multituberculate teeth from the Upper Cretaceous of Europe (Romania). — *Geologica et Palaeontologica* **21**, 237–241.
- GRIGORESCU, D., HARTENBERGER, J. L., RĂDULESCU, C., SAMSON, P. & SUDER, J. 1985: Découverte de mam-mifères et dinosaures dans le Crétacé supérieur de Pui (Roumanie). — *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. Série 2, Mécanique, Physique, Chimie, Sciences de l'univers, Sciences de la Terre* **301**, 1365–1368.
- GRIGORESCU, D., ŞECLĂMAN, M., NORMAN, D. B. & WEISHAMPEL, D. B. 1990: Dinosaur eggs from Romania. — *Nature* **346/6283**, p. 417. <https://doi.org/10.1038/346417a0>
- GRIGORESCU, D., GARCIA, G., CSIKI, Z., CODREA, V. & BOJAR, A. V. 2010: Uppermost Cretaceous megaloolithid eggs from the Haţeg Basin, Romania, associated with hadrosaur hatchlings: Search for explanation. — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **293**, 360–374. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2010.03.031>
- GUNZ, P., KOZAKOWSKI, S., NEUBAUER, S., LE CABEC, A., KULLMER, O., BENAZZI, S., HUBLIN J. J. & BEGUN, D. R. 2020: Skull reconstruction of the late Miocene ape *Rudapithecus hungaricus* from Rudabánya, Hungary. — *Journal of Human Evolution* **138**, 102687. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2019.102687>
- HIPS K., JOZSA S., NAGY Á. & PATAKI Zs. 1988: Óshüllők nyomában. — *Természet Világa* **120**, 108–111.
- HÍR, J. 1996: *Cricetinus janossyi* sp. n. (Rodentia, Mammalia) from the Pliocene fauna of Osztramos 7. (N Hungary). — *Fragmenta Mineralogica et Palaeontologia* **18**, 79–90.
- HÍR, J. 2006: Late Astaracian (Late Sarmatian) Lagomorphs and Rodents from Felsőtárkány–Felnémet (Northern Hungary). — *Beiträge zur Paläontologie* **30**, 155–173.
- HÍR, J. & MÉSZÁROS, L. GY. 2002: Middle Miocene insectivores and rodents (Mammalia) from Sámsonháza (Northern Hungary). — *Fragmenta Palaeontologica Hungarica* **20**, 9–23.
- HUZA, R. R., JURCSÁK, T. & TALLÓDI, E. 1987: Fauna de reptile triasice din Bihor. — *Crisia* **17**, 571–578.
- JAEKEL, O. 1902: Ueber *Placochelys* n.g. und ihre Bedeutung für die Stammesgeschichte der Schildkröten. — *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie* **1**, 127–144.
- JAEKEL, O. 1907: *Placochelys placodonta* aus der Obertrias des Bakony. — In: LÓCZY, L. (ed.): *Resultate der wissenschaftlichen Erforschung des Balatonsees. I. Band. Physische Geographie des Balatonsees und seiner Umgebung. 1. Theil. Geographische Beschreibung der Balatonsee-Umgebung, sammt deren Orographie und Geologie. Paläontologische Anhang*, 1–90. Budapest: Balatonsee-Commission der Ungarischen geographischen Gesellschaft.
- JÁNOSSY D. 1979: *A magyarországi pleisztocén tagolása gerinces faunák alapján*. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 207 p.
- JÁNOSSY D. & KORDOS J. 1977: Az Osztramos gerinces lelőhelyeinek faunisztikai és karsztmorfológiai áttekintése. — *Fragmenta Mineralogica et Palaeontologia* **8**, 39–72.
- JURCSÁK, T. 1973: Date noi asupra reptilelor mezozoice din Transilvania. — *Nymphaea* **1**, 245–261.
- JURCSÁK, T. 1975: *Tanytropheus biharicus* n. sp., une nouvelle espèce pour la faune triasique de Roumanie. — *Nymphaea, Oradea* **3**, 45–52.
- JURCSÁK, T. 1976: Noi descoperiri de reptile fosile în triasicul de la Aleşd. — *Nymphaea* **4**, 67–105.
- JURCSÁK, T. 1977: Contributii noi privind placodonteale și sauropterigienii din triasicul de la Aleşd (Bihor, România). — *Nymphaea* **5**, 5–30.
- JURCSÁK, T. 1978: Rezultate noi în studiul saurienilor fosili de la Aleşd. — *Nymphaea* **6**, 15–60.
- JURCSÁK, T. 1982: Occurrences nouvelles des sauriens mésozoïque de Roumanie. — *Vertebrata Hungarica* **21**, 175–185.

- JURCSÁK, T. 1988: Triassic reptilian fauna from Bihar, Romania. — In: CURRIE, P. M. & KOSTER, E. H. (eds): *Fourth symposium on mesozoic terrestrial ecosystems*. — Drumheller, 125–128.
- JURCSÁK, T. & KESSLER, R. 1986: Evolutia avifaunei pe teritorul României. I. — *Nymphaea* **16**, 577–615.
- JURCSÁK, T. & KESSLER, R. 1987: Evolutia avifaunei pe teritorul României. II. Morfologia speciilor fosile. — *Nymphaea* **17**, 583–609.
- JURCSÁK, T. & KESSLER, R. 1991: The Lower Cretaceous paleofauna from Cornet, Bihar County, Romania. — *Nymphaea* **21**, 5–32.
- JURCSÁK, T. & POPA, E. 1978: Resturi de dinozaurieni în bauxitele de la Cornet (Bihar). — *Nymphaea* **6**, 61–64.
- JURCSÁK, T. & POPA, E. 1979: Dinozaurieni ornitopozi din bauxitele de la Cornet (Muntii Padurea Craiului). — *Nymphaea* **7**, 37–75.
- JURCSÁK, T. & POPA, E. 1983: La faune de dinosaures du Bihar (Roumanie). — In: BUFFETAUT, E., MAZIN, J. M. & SALMON, E. (eds): *Actes du Symposium paléontologique G. Cuvier, Montbéliard*. — Ville de Montbéliard, Paris, 325–388.
- JURCSÁK, T. & POPA, E. 1984: Pterosaurs from the Cretaceous of Cornet, Roumania. — In: REIF, W. E. & WESTPHAL, F. (eds): *Third symposium on Mesozoic terrestrial ecosystems, short papers*. — Attempto, Tübingen, 259 p.
- KADIĆ O. 1915: A Szeleta barlang kutatásának eredményei. — *A Földtani Intézet Évkönyve* **23**, 151–278.
- KADIĆ O. & KORMOS T. 1934: A háromi Puskaporos és faunája Borsodmegyében. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **19/3**, 117–163.
- KADIĆ O. & MOTTL M. 1944: Az északnyugati Bükk barlangjai. — *Barlangkutatás* **17**, 1–84.
- KASZAP A. 1968: *Korynichium spaerodactylum* (Pabst) a balatonrendesi permében. — *Földtani Közlöny* **98/3–4**, 429–433.
- KATONA, L. T., KUTASI, C., PAPP, B. & TÓTH, S. 2014: Further remarkable palaeontological finds at the alginite quarry in Pula. — *Annales historico-naturales Musei nationalis hungarici* **106**, 117–140.
- KAZÁR, E. 2005: A new kentriodontid (Cetacea: Delphinoidea) from the middle Miocene of Hungary. — *Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde in Berlin, Geowissenschaftliche Reihe* **8**, 53–73. <https://doi.org/10.1002/mmng.200410004>
- KAZÁR, E. 2006: Odontocete periotics (Mammalia: Cetacea) from the Carpathian Basin, Middle Miocene (Badenian and Sarmatian Stages), including the Vienna Basin, Austria. — *Beiträge zur Paläontologie* **30**, 269–292.
- KAZÁR E., KORDOS L. & SZÓNOKY M. 2007: Danitz-pusztá. — In: PÁLFY J. & PAZONYI P. (szerk.): *Őslénytani kirándulások Magyarországon és Erdélyben*. — Hantken Kiadó, Budapest, 131–132.
- KESSLER, E. 1984: Lower Cretaceous birds from Cornet (Romania). — In: REIF, W. E. & WESTPHAL, F. (eds): *Third symposium on Mesozoic terrestrial ecosystems, short papers*. — Attempto, Tübingen, 259 p.
- KESSLER, E. & JURCSÁK, K. T. 1984a: Fossil bird remains in the bauxite from Cornet (Padurea Craiului Mountains — Romania). — *75 Years Laboratory of Paleontology Special Volume*. University of Bucharest, 129–134.
- KESSLER, E. & JURCSÁK, K. T. 1984b: Fossil bird remains in the bauxite from Cornet (Romania, Bihar county). — *Travaux du Muséum d'Histoire naturelle Grigore Antipa* **25**, 393–401.
- KESSLER, E. & JURCSÁK, K. T. 1986: New contributions to the knowledge of Lower Cretaceous bird remains from Cornet (Romania). — *Travaux du Muséum d'Histoire naturelle Grigore Antipa* **28**, 289–295.
- KOCH A. 1900: A Magyar Korona Országai kövült gerincesállat maradványainak rendszeres átnézete. — *Magyar Orvosok és Természetvizsgálók Vándorgyűléseinek Munkálatai* **30**, 526–560.
- KOCH A. 1903: Tarnóc Nógrád megyében, mint kövült czápafogaknak új gazdag lelőhelye. — *Földtani Közlöny* **33**, 22–44.
- KOCSIS, L. 2002: Middle Eocene *Hyrachyus* cf. *stehlini* (Mammalia, Perissodactyla) from the Gerecse Hills, Hungary. — *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte* **11**, 649–658. <https://doi.org/10.1127/njgpm/2002/2002/649>
- KOCSIS, L. 2007: Central paratethyan shark fauna (Ipolytarnóc, Hungary). — *Geologica Carpathica* **58/1**, 27–40.
- KOCSIS L. 2016: Újabb eredmények az ipolytarnóci cápafogas rétegről, illetve annak faunájáról. — In: GUBA S. & SZARVAS I. (szerk.): *Ősmaradványok nyomában: Ipolytarnóc földtani megismerése I.* — Bükk Nemzeti Park Igazgatóság, Eger, 53–76.
- KOCSIS, L., VENNEMANN, T. W., HEGNER, E., FONTIGNIE, D. & TÜTKEN, T. 2009: Constraints on Miocene oceanography and climate in the Western and Central Paratethys: O-, Sr-, and Nd-isotope compositions of marine fish and mammal remains. — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **271**, 117–129. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2008.10.003>
- KORDOS L. 1977: Új felsőeocén sziréna (*Paralitherium tarkanyense* n.g. n.sp.) Felsőtárkányból (A New Upper Eocene Sirenian (*Paralitherium tarkanyense* n.g. n.sp.) from Felsőtárkány, NE Hungary.) — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1977*, 349–367.
- KORDOS L. 1978: Magyarország eocén, oligocén és miocén ősgerinces lelőhelyei. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1976. évről*, 291–295.
- KORDOS L. 1981: Újabb sárkánygyík lábnyom Komlóról. — *Élet és Tudomány* **25**, 796.
- KORDOS, L. 1982: Evolution of the Holocene vertebrate fauna in the Carpathian Basin. — *Zeitschrift für geologische Wissenschaften* **10/7**, 963–970.
- KORDOS L. 1983: Fontosabb szórványleletek a MÁFI gerinces-gyűjteményében (8. közlemény). Dinosaurus lábnyomok (*Komlosaurus carbonis* n. g. n. sp.) a mecseki liaszából. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1981. évről*, 503–511.
- KORDOS, L. 1985a: Footprints in the Lower Miocene sandstone of Ipolytarnóc. — *Geologica Hungarica, Series Palaeontologica* **46**, 257–415.
- KORDOS, L. 1985b: Lower Turolian (Neogene) *Anomalospalax* gen. n. from Hungary and its phylogenetic position. — *Fragmenta Mineralogica et Palaeontologica* **12**, 27–42.
- KORDOS L. 1986: A hasznosi és szentendrei felső-miocén hörcsögök (Cricetidae, Mammalia) rendszertani és rétegani vizsgálata. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1984. évről*, 523–553.
- KORDOS, L. 1987: *Karstocricetus skofleki* gen. n., sp. n. and the evolution of the Late Neogene Cricetidae in the Carpathian Basin. — *Fragmenta Mineralogica et Palaeontologica* **13**, 65–88.
- KORDOS L. 1989: Dinoszaurusz-lelet a Mecsekben. — *Tudomány* **5/2**, 17–18.
- KORDOS L. 1992: Magyarország harmad- és negyedidőszaki emlősfajának fejlődése és biokronológiája. — *Kézirat*, Akadémiai doktori értekezés, Budapest, 104 p.

- KORDOS, L. 1997: Environmental and Hominoid History in the Carpathian Basin During late Miocene. — In: *Climatic and Environmental Change in the Neogene of Europe*. — ESF Workshop, Siena, 13–14.
- KORDOS L. 2003: Baltavár és a felső-miocén globális környezetváltozás. — 6. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés. — *Program, kirándulásvezető, előadáskivonatok*, Zirc, p. 19.
- KORDOS L. 2005: Óshüllők lábnyomai a Mecsekben. — In: FAZEKAS I. (szerk.): *A komlói térség természeti és kultúrtörténeti öröksége*. — Regiografo Bt. Komló, 75–90.
- KORDOS L. 2015: *Rudapithecus hungaricus*: Egy nemzeti érték ötven éve. — *Magyar Tudomány* **10**, 1226–1235.
- KORDOS L. 2018: Misztikus őssálatnyomok a Balaton körül. — *Természet Világa* **149**, 242–245.
- KORDOS, L. & BEGUN, D. R. 2001: A new cranium of *Dryopithecus* from Rudabánya, Hungary. — *Journal of Human Evolution* **41/6**, 689–700. <https://doi.org/10.1006/jhev.2001.0523>
- KORDOS L. & SOLT P. 1984: A magyarországi miocén tengeri gerinces faunaszintek vázlata. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1982. évről*, 347–354.
- KORDOS L. & PAZONYI P. 2012: *A magyar Arvicolinae típusok katalógusa. Catalogue of the Hungarian Arvicolinae Types*. — SZTE TTIK Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport, Szeged, 105 p.
- KORMOS T. 1911: A Polgárdi pliocén csontlelet. — *Földtani Közlöny* **41/1**, 48–64.
- KORMOS T. 1914: Az 1913. évben végzett ásatásaim eredményei. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1913. évről*, 506–523.
- KORMOS T. 1917: Az ajnácskői pliocén rétegek és faunájuk. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1915. évről*, 582–654.
- KORMOS T. 1925: A süttöi forrasmésző-komplexum faunája. — *Állattani Közlemények* **22/3–4**, 159–175.
- KORMOS, T. 1937: Zur Frage der Abstammung und Herkunft der quartären Säugetier-Fauna Europas. — *Festschr. 60. Geburtstag v. Prof. Dr. Embrik Strand* **3**, 287–328.
- KOVÁCS, J., NÉMETH, K., SZABÓ, P., KOCSIS, L., KERESZTURI, G., ÚJVÁRI, G. & VENNEMANN, T. 2020: Volcanism and paleoenvironment of the Pula maar complex: A pliocene terrestrial fossil site in Central Europe (Hungary). — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **537**, 109398. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2019.109398>
- KOZUR, H. 1984: New biostratigraphical data from the Bükk, Uppony, and Mecsek Mts., and their tectonical implications. — *Acta Geologica Hungarica* **27/3–4**, 307–319.
- KOZUR, H. & MOCK, R. 1977: On the age of the Paleozoic of the Uppony Mountains (North Hungary). — *Acta Mineralogica et Petrographica* **23/1**, 91–107.
- KRETZOI, M. 1940: Alttertiäre Perissodactylen aus Ungarn. — *Annales Musei nationali hungarici* **33**, 87–97.
- KRETZOI M. 1941: Ősemősmaradványok Betfiáról. — *Földtani Közlöny* **71**, 235–261.
- KRETZOI M. 1943: *Kochictis centennii* n. g. n. sp. az egeresi felső oligocénből. — *Földtani Közlöny* **73/1–3**, 10–17.
- KRETZOI M. 1954: Befejező jelentés a Csákvári barlang őslénytani feltárásáról. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1952. évről*, 37–69.
- KRETZOI M. 1955: *A hazai emlőssálatok fejlődéstörténete. Útmutató a TIT előadói számára*. — Társadalom- és Természettudományi Ismeretterjesztő Társulat, Budapest, 23 p.
- KRETZOI M. 1956a: A Bodajk-kajmáti kőfejtő katti faunája. — *Kézirat*, Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat Adattára.
- KRETZOI M. 1956b: A Villányi hegység alsó-pleisztocén gerinces-faunái. — *Geologica Hungarica, Series Palaeontologica* **27**, 1–264.
- KRETZOI M. 1962: A csarnótai fauna és faunaszint. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1959. évről*, 297–343.
- KRETZOI M. 1984: A Sümeg-gerinci fauna és faunaszakasz. — *Geologica Hungarica, Series Geologica* **20**, 214–222.
- KRETZOI, M. 2002: *The Fossil Hominoids of Rudabánya (Northeastern Hungary) and Early Hominization*. — Hungarian National Museum, Budapest, 287 p.
- KRETZOI, M., & DOBOSI, V. T. (eds.) 1990: *Vértesszőlős: Site, man and culture*. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 555 p.
- KRETZOI M. & NOSZKY J. 1951: Saurius-fog a bakonyi bauxitképződményből. — *Földtani Közlöny* **81**, p. 333.
- KRETZOI M. & PÉCSI M. 1982: A Pannóniai-medence pliocén és pleisztocén időszakának tagolása. — *Földrajzi Közlemények* **30/4**, 300–326.
- LELKES-FELVÁRI GY., KOVÁCS S. & MAJOROS GY. 1984: Alsó-devon pelágikus mészkő a Kékkút 4. sz. fúrásban (Lower Devonian pelagic limestone in borehole Kékkút-4, Bakony Mts.). — *Annual Report of the Hungarian Geological Institute 1982*, 289–315.
- LŐRENTHEY I. 1903: Két új teknősfaj a kolozsvári eocén képződményekből. — *Földtani Közlöny* **23/5–6**, 193–208.
- LŐRENTHEY I. 1907: Vannak-e juraidőszaki rétegek Budapesten? — *Földtani Közlöny* **37**, 359–368.
- MAKÁDI, L. 2006: *Bicuspidon* aff. *hatzegiensis* (Squamata: Scincomorpha: Teiidae) from the Upper Cretaceous Csehbánya Formation (Hungary, Bakony Mts.). — *Acta Geologica Hungarica* **49**, 373–385. <https://dx.doi.org/10.1556/AGeol.49.2006.4.5>
- MAKÁDI, L. 2013a: A new polyglyphanodontine lizard (Squamata: Borioteiioidea) from the Late Cretaceous Itharkút locality (Santonian, Hungary). — *Cretaceous Research* **46**, 166–176. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2013.08.001>
- MAKÁDI, L. 2013b: The first known chamopsiid lizard (Squamata) from the Upper Cretaceous of Europe (Csehbánya Formation; Hungary, Bakony Mts.). — *Annales de Paléontologie* **99**, 261–274. <https://doi.org/10.1016/j.annpal.2013.07.002>
- MAKÁDI, L., CALDWELL, M. W. & ŐSI, A. 2012: The first freshwater mosasauroid (Upper Cretaceous, Hungary) and a new clade of basal mosasauroids. — *PLoS ONE* **7/12**, e51781. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051781>
- MAKÁDI L., BOTFALVAI G., GALAMBOS CS., MAGYAR J., SZABÓ M. & ŐSI A. 2019: Alsó-kréta (albai) kontinentális gerincesek a Bakonyból. — 22. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés. — *Program, előadáskivonatok, kirándulásvezető*, Döbrönte, 25–26.
- MAJOROS GY. 1964: Óshüllő-lábnyom a balatonrendesi perméből. — *Földtani Közlöny* **94/2**, 243–245.
- MARCHETTI, L., TESSAROLLO, A., FELLETTI, F. & RONCHI, A. 2017: Tetrapod footprint paleoecology: behavior, taphonomy and ichnofauna disentangled. a case study from the Lower Permian of the Southern Alps (Italy). — *Palaios* **32/8**, 506–527. <https://doi.org/10.2110/palo.2016.108>
- MARINESCU, F. 1989: Lentila de bauxita 204 de la Brusturi Cornet (Jud. Bihor), zacam nt fosilifer cu dinozauri. — *Ocotirea Naturii si a Mediuului Inconjurator, Academia Română* **33**, 125–133.

- MÉSZÁROS, L. GY. 1997: *Kordosia*, a new genus for some Late Miocene Amblycoptini shrews (Mammalia, Insectivora). — *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte* **1997/2**, 65–78. <https://doi.org/10.1127/njgpm/1997/1997/65>
- MÉSZÁROS, L. GY. 1998: Late Miocene Soricidae (Mammalia) fauna from Tardosbánya (Western Hungary). — *Hantkeniana* **2**, 103–125.
- MÉSZÁROS, L. GY. 1999a: An exceptionally rich Soricidae (Mammalia) fauna from the upper Miocene localities of Polgárdi (Hungary). — *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae Sectio Geologica* **32**, 5–34.
- MÉSZÁROS, L. GY. 1999b: Some insectivore (Mammalia) remains from the Late Miocene locality of Alsótelekes (Hungary). — *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae Sectio Geologica* **32**, 35–47.
- MÉSZÁROS, L. 2013: Review of the Late Pleistocene Soricidae (Mammalia) fauna of the Vaskapu Cave (North Hungary). — *Hantkeniana* **8**, 163–169.
- MIHÁLY S. 1980: Felső-karbon növénymaradványok a fülei Kő-hegyről. — *Veszprém Megyei Múzeumok Közleményei* **15**, 21–28.
- NOPCSA, F. 1902: Dinosaurierreste aus Siebenbürgen (Schädelreste von *Mochlodon* mit einem Anhang: Zur Phylogenie der Ornithopodiden). Mit einem Anhang: Zur Phylogenie der Ornithopodiden. — *Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse* **72**, 149–175.
- NOPCSA, F. 1915: Die Dinosaurier der Siebenbürgischen Landesteile Ungarns. — *Mitteilungen aus dem Jahrbuch der Ungarischen Geologischen Reichsanstalt* **23**, 1–24.
- NOPCSA, F. 1929: Dinosaurierreste aus Siebenbürgen V. — *Geologica Hungarica, Series Palaeontologica* **4**, 1–76.
- ORAVECZ J. 1964: Szilur képződmények Magyarországon. — *Földtani Közlöny* **94/1**, 3–9.
- ŐSI A. 2001: Középső-eocén teknősleletek Nyíres-pusztáról (Déli-Bakony) — *Földtani Közlöny* **131/3–4**, 353–360.
- ŐSI, A. 2005: *Hungarosaurus tormai*, a new ankylosaur (Dinosauria) from the Upper Cretaceous of Hungary. — *Journal of Vertebrate Paleontology* **25**, 370–383. [https://doi.org/10.1671/0272-4634\(2005\)025\[0370:htanad\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1671/0272-4634(2005)025[0370:htanad]2.0.co;2)
- ŐSI, A. 2008: Enantiornithine bird remains from the Late Cretaceous of Hungary. — *Oryctos* **7**, 55–60.
- ŐSI A. 2012: A kavicsfogó álteknős, Laczkó Dezső leghíresebb őslénytani lelete. — *Természet Világa* **143/4**, 180–183.
- ŐSI A., BARACKA M. & SZENTE I. 2005a: *Dino-ösvény: kora-jura dinoszaurusz lábnyomok a Mecsekben*. — Hantken Press, Budapest, 31 p.
- ŐSI, A., WEISHAMPEL, D. B. & JIANU, C. M. 2005b: First evidence of azhdarchid pterosaurs from the Late Cretaceous of Hungary. — *Acta Palaeontologica Polonica* **50/4**, 777–787.
- ŐSI, A., CLARK, J. M. & WEISHAMPEL, D. B. 2007: First report on a new basal eusuchian crocodyliform with multicusped teeth from the Upper Cretaceous (Santonian) of Hungary. — *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen* **243**, 169–177. <https://doi.org/10.1127/0077-7749/2007/0243-0169>
- ŐSI, A., APESTEGUÍA, S. & KOWALEWSKI, M. 2010a: Non-avian theropod dinosaurs from the early Late Cretaceous of Central Europe. — *Cretaceous Research* **31/3**, 304–320. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2010.01.001>
- ŐSI, A., BUTLER, R. J. & WEISHAMPEL, D. B. 2010b: A Late Cretaceous ceratopsian dinosaur from Europe with Asian affinities. — *Nature* **465/7297**, 466–468. <https://doi.org/10.1038/nature09019>
- ŐSI, A., BUFFETAUT, E. & PRONDAI, E. 2011a: New pterosaurian remains from the Late Cretaceous (Santonian) of Hungary (Iharkút, Csehbánya Formation). — *Cretaceous Research* **32/4**, 456–463. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2011.01.011>
- ŐSI, A., PÁLFY, J., MAKÁDI, L., SZENTESI, Z., GULYÁS, P., RABI, M., BOTFALVAI, G. & HIPS, K. 2011b: Hettangian (Early Jurassic) Dinosaur Tracksites from the Mecsek Mountains, Hungary. — *Ichnos* **18/2**, 79–94. <https://doi.org/10.1080/10420940.2011.573603>
- ŐSI, A., RABI, M., MAKÁDI, L., SZENTESI, Z., BOTFALVAI, G. & GULYÁS, P. 2012: The Late Cretaceous continental vertebrate fauna from Iharkút (western Hungary, Central Europe): a review. — In: GODEFROIT, P. (ed.): *Bernissart dinosaurs and Early Cretaceous terrestrial ecosystems*. — Indiana University Press, Bloomington, 532–569.
- ŐSI, A., POZSGAI, E., BOTFALVAI, G., GÖTZ, A. E., PRONDAI, E., MAKÁDI, L., HAJDU, ZS., CSENGÓDI, D., CZIRJÁK, G., SEBE, K. & SZENTESI, Z. 2013: First report of Triassic vertebrate assemblages from the Villány Hills (Southern Hungary). — *Central European Geology* **56/4**, 297–335. <https://doi.org/10.1556/CEuGeol.56.2013.4.2>
- ŐSI, A., RABI, M. & MAKÁDI, L. 2015: An enigmatic crocodyliform tooth from the bauxites of western Hungary suggests hidden mesoeucrocodylian diversity in the Early Cretaceous European archipelago. — *PeerJ* **3**, e1160. <https://doi.org/10.7717/peerj.1160>
- ŐSI, A., BODOR, E. R., MAKÁDI, L. & RABI, M. 2016: Vertebrate remains from the Upper Cretaceous (Santonian) Ajka Coal formation, western Hungary. — *Cretaceous Research* **57**, 228–238. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2015.04.014>
- ŐSI, A., YOUNG, M. T., GALÁ CZ, A. & RABI, M. 2018: A new large-bodied thalattosuchian crocodyliform from the Lower Jurassic (Toarcian) of Hungary, with further evidence of the mosaic acquisition of marine adaptations in Metriorhynchoidea. — *PeerJ* **6**, e4668. <https://doi.org/10.7717/peerj.4668>
- ŐSI, A., BOTFALVAI, G., ALBERT, G. & HAJDU, ZS. 2019: The dirty dozen: taxonomical and taphonomical overview of a unique ankylosaurian (Dinosauria: Ornithischia) assemblage from the Santonian Iharkút locality, Hungary. — *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments* **99/2**, 195–240. <https://doi.org/10.1007/s12549-018-0362-z>
- ŐSI, A., SZABÓ, M. & BOTFALVAI, G. 2020: *Tanystropheus* and other archosauromorph reptile remains from the Middle and Late Triassic of Villány (Villány Hills, Hungary). — *Geologica Carpathica* **71/3**, 264–273.
- PÁLFY, J., MUNDIL, R., RENNE, P. R., BERNOR, R. L., KORDOS, L. & GASPARIK, M. 2007: U–Pb and ⁴⁰Ar/³⁹Ar dating of the Miocene fossil track site at Ipolytarnóc (Hungary) and its implications. — *Earth and Planetary Science Letters* **258/1–2**, 160–174. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2007.03.029>
- PATRULIUS, D., MARINESCU, F. & BALTERS, A. 1983: Dinosauriens ornithopodes dans les bauxites Néocomiennes de l'Unitéde Bihar (Monts Apuseni). — *Anuarul Institutului de Geologie si Geofizica* **59**, 109–117.
- PAUCÁ, M. 1934: Über die fossile Fischgattung *Mrazecia* Paucá. — *Notationes Biologicae* **2/3**, 90–91.
- PAZONYI, P. 2004: Mammalian ecosystem dynamics in the Carpathian Basin during the last 27,000 years. — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **212/3–4**, 295–314. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2004.06.008>

- PAZONYI P. 2009: A Kárpát-medence felső-pliocén és kvarter emlősfauna közösségeinek paleoökológiai vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **139/3**, 283–304.
- PAZONYI, P., KORDOS, L., MAGYARI, E., MARINOVA, E., FÜKÖH, L. & VENCZEL, M. 2014: Pleistocene vertebrate faunas of the Süttő travertine complex (Hungary). — *Quaternary International* **319**, 50–63. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.02.031>
- PAZONYI, P., MÉSZÁROS, L., HÍR, J. & SZENTESI, Z. 2016: Pleistocene rodent and soricid (Mammalia) fauna from The lowermost Beremend 14 locality (South Hungary) and its biostratigraphical and palaeoecological implications. — *Fragmenta Palaeontologica Hungarica* **33**, 99–134. <https://doi.org/10.17111/FragmPalHung.2016.33.99>
- PAZONYI, P., VIRÁG, A., GERE, K., BOTFALVAI, G., SEBE, K., SZENTESI, Z., MÉSZÁROS, L., BOTKA, D., GASPARIK, M. & KORECZ, L. 2018: Sedimentological, taphonomical and palaeoecological aspects of the late early Pleistocene vertebrate fauna from the Somssich Hill 2 site (South Hungary). — *Comptes Rendus Palevol* **17/4–5**, 296–309. <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2017.06.007>
- PATOU-MATHIS, M., VERCOUTÈRE, C., LENGYEL, G., SZOLYÁK, P. & MESTER, Z. 2016: New interpretation of the upper Palaeolithic human occupations at the Istállóskő cave (Bükk Mountains, Hungary). — *Eurasian Prehistory* **13/1–2**, 77–90.
- POPA, E., TALLÓDI, E., HUZA, R. R. & MAZIN, J. M. 1996: Les sites Triasiques de Peştiş et de Lugaş, Bihor, Roumanie. Historique et perspectives. — *Nymphaea* **22**, 43–51.
- POSZOSANU, E. 2003a: Iguanodontian dinosaurs from the lower Cretaceous Bauxite site from Romania. — *Acta Palaeontologica Romaniae* **4**, 431–439.
- POSZOSANU, E. 2003b: Revision of the Early Cretaceous dinosaur (Ornithopoda) collection from the bauxite deposit lens 204 — Cornet, Romania. — *Nymphaea* **30**, 25–38.
- POSZOSANU, E. 2003c: New data on Lower Cretaceous dinosaurs from Romania. — *European Association of Vertebrate Palaeontologists, 1st Meeting, Abstract of Papers and Posters*, Basel, 49 p.
- POSZOSANU, E. & COOK, E. 2000: Vertebrate taphonomy and dinosaur palaeopathology from a Lower Cretaceous bauxite lens, North West Romania. — *Oryctos* **3**, 39–51.
- PRIETO, J., VAN DEN HOEK OSTENDE, L. W., HÍR, J. & KORDOS, L. 2015: The Middle Miocene insectivores from Hasznos (Hungary, Nógrád County). — *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments* **95/3**, 431–451. <https://doi.org/10.1007/s12549-015-0193-0>
- PRONDAI, E., BOTFALVAI, G., STEIN, K., SZENTESI, Z. & ŐSI, A. 2017: Collection of the thinnest: A unique eggshell assemblage from the Late Cretaceous vertebrate locality of Iharkút (Hungary). — *Central European Geology* **60/1**, 73–133. <https://doi.org/10.1556/24.60.2017.004>
- RABI, M. & BOTFALVAI, G. 2008: A preliminary report on the Late Oligocene vertebrate fauna from Máriahalom, Hungary. — *Hantkeniana* **6**, 177–185.
- RABI, M. & SEBŐK, N. 2015: A revised Eurogondwana model: Late Cretaceous notosuchian crocodyliforms and other vertebrate taxa suggest the retention of episodic faunal links between Europe and Gondwana during most of the Cretaceous. — *Gondwana Research* **28/3**, 1197–1211. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2014.09.015>
- RABI, M., TONG, H. & BOTFALVAI, G. 2012: A new species of the side-necked turtle *Foxemys* (Pelome-dusoides: Bothremydidae) from the Late Cretaceous of Hungary and the historical biogeography of the Bothremydini. — *Geological Magazine* **149**, 662–674. <https://doi.org/10.1017/S0016756811000756>
- RABI, M., BASTL, K., BOTFALVAI, G., EVANICS, Z. & PEIGNÉ, S. 2018: A new carnivoran fauna from the late Oligocene of Hungary. — *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments* **98/3**, 509–521. <https://doi.org/10.1007/s12549-017-0308-x>
- RÁLISCH-FELGENHAUER E. 1981: Templomhegyi Dolomit Formáció (Templomhegy Dolomite Formation). — *MÁFI Jelentés villányi-hegységi alapszelvények vizsgálatáról (Geological Institute of Hungary report about the study of key sections of the Villány Hills)*. MÁFI, Budapest, 40 p.
- REUMER, J. W. F. 1984: Ruscinian and early Pleistocene Soricidae (Insectivora, Mammalia) from Tegelen (The Netherlands) and Hungary. — *Scripta Geologica* **73**, 1–173.
- RIEPEL, O. 2001: Cranial anatomy of *Placochelys placodonta* Jaekel, 1902, and a review of the Cyamodontoida (Reptilia, Placodonta). — *Fieldiana: Geology, New Series* **45**, 1–104. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.3449>
- SCHOCH, R. R. 2014: *Amphibian Evolution: The Life of Early Land Vertebrates*. — Wiley, New York, 280 p.
- SEGEDI, M. & ŐSI, A.: Sauropterygian remains from the Middle Triassic of Villány, Hungary — new information on the aquatic reptile fauna of Tisza Megaunit (Triassic southern Eurasian shelf region). — Submitted to *Paleodiversity and Paleoenvironments*.
- SEGEDI, M., BOTFALVAI, G., BODOR, E. R., ŐSI, A., BUCZKÓ, K., DALLOS, Zs., TOKAI, R. & FÖLDES, T. 2017: First report on vertebrate coprolites from the Upper Cretaceous (Santonian) Csehbánya Formation of Iharkút, Hungary. — *Cretaceous Research* **74**, 87–99. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2017.02.010>
- SOLT, P. 1988: *Odontaspis (Synodontaspis) divergens* n. sp. from the Oligocene of Csillaghegy. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1986-os évről*, 519–533.
- SUES, H. D. 2019: *The Rise of Reptiles: 320 Million Years of Evolution*. — Johns Hopkins University Press, Baltimore, 385 p.
- SZABÓ, M. 2020: A Late Jurassic (Kimmeridgian–early Tithonian) fish fauna of the Eperkés-hegy (Olaszfalú, Bakony Mts., Hungary): the oldest record of Notidanodon Cappetta, 1975 and a short revision of Mesozoic Hexanchidae. — *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments* **100**, 151–170. <https://doi.org/10.1007/s12549-018-00368-x>
- SZABÓ, M. & ŐSI, A. 2017: The continental fish fauna of the Late Cretaceous (Santonian) Iharkút locality (Bakony Mountains, Hungary). — *Central European Geology* **60/2**, 230–287. <https://doi.org/10.1556/24.60.2017.009>
- SZABÓ, M. & PÁLFY, J. 2020: *Dapedium* sp. from the Toarcian (Lower Jurassic) Úrkút Manganese Ore Formation (Bakony Mts., Hungary) and an overview of diversity of dapediidiform fishes. — *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments* **100**, 179–195. <https://doi.org/10.1007/s12549-019-00390-7>

- SZABÓ, M., GULYÁS, P. & ÓSI, A. 2016a: Late Cretaceous (Santonian) pycnodontid (Actinopterygii, Pycnodontidae) remains from the freshwater deposits of the Csehbánya Formation, (Iharkút, Bakony Mountains, Hungary). — *Annales de Paléontologie* **102/2**, 123–134. Elsevier Masson. <https://doi.org/10.1016/j.annpal.2016.04.001>
- SZABÓ, M., GULYÁS, P. & ÓSI, A. 2016b: Late Cretaceous (Santonian) *Atractosteus* (Actinopterygii, Lepisosteidae) remains from Hungary (Iharkút, Bakony Mountains). — *Cretaceous Research* **60**, 239–252. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2015.12.002>
- SZABÓ, M., BOTFALVAI, G., KOCSIS, L., CARNEVALE, G., SZTANÓ, O., EVANICS, Z. & RABI, M. 2017: Upper Oligocene marine fishes from nearshore deposits of the Central Paratethys (Máriaalom, Hungary). — *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments* **97/4**, 747–771. <https://doi.org/10.1007/s12549-017-0285-0>
- SZABÓ, M., BOTFALVAI, G. & ÓSI, A. 2019: Taxonomical and palaeoecological investigations of the chondrichthyan and osteichthyan fish remains from the Middle–Late Triassic deposits of the Villány Hills (Southern Hungary). — *Geobios* **57**, 111–126. <https://doi.org/10.1016/j.geobios.2019.10.006>
- SZENTESI, Z. & VENCZEL, M. 2010: An advanced anuran from the Late Cretaceous (Santonian) of Hungary. — *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* **256**, 291–302. <https://doi.org/10.1127/0077-7749/2010/0054>
- SZENTESI, Z. & VENCZEL, M. 2012: A new discoglossid frog from the late Cretaceous (Santonian) of Hungary. — *Cretaceous Research* **34**, 327–333. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2011.11.012>
- SZENTESI, Z., GARDNER, J. D. & VENCZEL, M. 2013: Albanerpetontid amphibians from the Late Cretaceous (Santonian) of Iharkút, Hungary, with remarks on regional differences in Late Cretaceous Laurasian amphibian assemblages. — *Canadian Journal of Earth Sciences* **50**, 268–281. <https://doi.org/10.1139/e2012-024>
- SZENTESI, Z., PAZONYI, P. & MÉSZÁROS, L. 2015: Albanerpetontidae from the late Pliocene (MN 16A) Csarnóta 3 locality (Villány Hills, South Hungary) in the collection of the Hungarian Natural History Museum. — *Fragmenta Palaeontologica Hungarica* **32**, 49–66. <http://dx.doi.org/10.17111/FragmPalHung.2015.32.49>
- TASNÁDI-KUBACSKA A. 1967: Dinoszaurusz lábnyomok hazánkban. — *Élet és Tudomány* **24**, 1118–1121.
- TOPÁL, Gy. 1989: Tertiary and Early Quaternary remains of *Corynorhinus* and *Plecotus* from Hungary (Mammalia, Chiroptera). — *Vertebrata Hungarica* **23**, 33–55.
- VASS, D., KONECNY, V., TUNYI, I., DOLINSKÝ, P., BALOGH, K., HUDÁCKOVÁ, N., KOVÁCOVÁ-SLÁMKOVÁ, M. & BELÁCEK, B. 2000: Origin of the Pliocene vertebrate bone accumulation at Hajnáčka, southern Slovakia. — *Geologica Carpathica* **51/2**, 69–82.
- VENCZEL, M. 1997: Amphibians and reptiles from the lower Pleistocene of Osztramos (Hungary). — *Nymphaea* **23**, 77–88.
- VENCZEL, M. 1998: Gerinces ősmaradványok kutatása Biharban. — *Állattani Közlemények* **83**, 129–134.
- VENCZEL, M. 2001: Anurans and squamates from the Lower Pliocene (MN 14) Osztramos I locality (Northern Hungary). — *Fragmenta Palaeontologica Hungarica* **19**, 79–90.
- VENCZEL, M. & CODREA, V. A. 2019: A new *Theriosuchus*-like crocodyliform from the Maastrichtian of Romania. — *Cretaceous Research* **100**, 24–38. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2019.03.018>
- VENCZEL, M. & HÍR, J. 2008: Középső-miocén gerincesfaunák Partiumból. — *Földtani Közlöny* **138/4**, 339–344.
- VENCZEL, M. & HÍR, J. 2013: Amphibians and squamates from the Miocene of Felsőtárkány Basin, N Hungary. — *Palaeontographica, Abteilung A* **300**, 117–158. <https://doi.org/10.1127/pala/300/2013/117>
- VÉRTES L. 1965: *Az őskor és az átmeneti kőkor emlékei Magyarországon*. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 385 p.
- VIRÁG, A., SZENTESI, Z., CSÉFÁN, T. & KELLNER, L. M. 2013: The Late Pleistocene microvertebrate fauna of the Vaskapu Cave (North Hungary) and its taphonomical, biostratigraphical and palaeoecological implications. — *Hantkeniana* **8**, 151–161.
- VREMIR, M. 2004: Fossil turtle found in Romania—overview. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2002*, 143–152.
- VREMIR, M. & CODREA, V. 1996: *Palaeochelys* sp. (Testudines; Emydidae) from the Paleocene of the Transylvanian depression: outcrops from Rona and Jibou (Salaj country, Romania). — *Studii si Certetari (St. Naturii)* **2**, 75–81.
- VREMIR, M., KELLNER, A. W. A., NAISH, D. & DYKE, G. J. 2013: A new azhdarchid pterosaur from the Late Cretaceous of the Transylvanian Basin, Romania: implications for azhdarchid diversity and distribution. — *PLoS ONE* **8/1**, e54268. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054268>
- VREMIR, M., WITTON, M., NAISH, D., DYKE, G., BRUSATTE, S. L., NORELL, M. & TOTOIANU, R. 2015: A medium-sized robust-necked azhdarchid pterosaur (Pterodactyloidea: Azhdarchidae) from the Maastrichtian of Pui (Hațeg Basin, Transylvania, Romania). — *American Museum Novitates* **3827**, 1–16. <https://doi.org/10.1206/3827.1>
- VOIGT, S. 2005: *Die tetrapoden ichnofauna des kontinentalen oberkarbon und perm im thüringer Wald-ichnotaxonomie, paläoökologie und biostratigraphie*. — PhD thesis, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Cuvillier Verlag Göttingen, 308 p.
- WEILER, W. 1933: Zwei oligozäne Fischfaunen aus dem Königreich ungar. — *Geologica Hungarica, Series Paleontologica* **11**, 1–54.
- WEISHAMPEL, D. B., GRIGORESCU, D. & NORMAN, D. B. 1991: The dinosaurs of Transylvania. — *National Geographic Research & Exploration* **7/2**, 196–215.
- WEISHAMPEL, D. B., JIANU, C. M., CSIKI, Z. & NORMAN, D. B. 2003: Osteology and phylogeny of *Zalmoxes* (n.g.), an unusual euornithopod dinosaur from the latest Cretaceous of Romania. — *Journal of Systematic Palaeontology* **1**, 65–123. <https://doi.org/10.1017/S1477201903001032>

Kézirat beérkezett: 2020. 05. 31.

Mikrobialitok jellegzetességei: a biofilmek szerepe a karbonátkiválásban

HIPS Kinga¹, HAAS János¹, SZILÁGYI Zsanett^{1,2}

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

²The University of Sydney, Geocoastal Research Group, 2006 NSW Camperdown, Madsen Building F09, Australia

Characteristic features of microbialites: role of biofilms in the carbonate precipitation

Abstract

Microbialite is a type of organosedimentary deposits where the presence of organic matrix of a microbial biofilm plays predominant role in petrogenesis. This study reviews previous researches on microbial-induced carbonate deposits, microbe–mineral interaction in carbonate precipitation, and sedimentary and petrographic features of these deposits. It also presents modern deposits and some case studies from Hungary. The activity of the bacterial biofilm communities has a significant effect on their environment and can initiate crystal nucleation and growth. The mineral precipitation can be both biologically induced and influenced wise, in contrast with biologically-controlled biomineralisation that is common in organisms with internal or external calcareous skeletons. The mineralization in the biofilms is related to the increasing alkalinity and the released Ca^{2+} ions, which elevates the carbonate saturation level of the pore water, or to increasing pH level. Previous studies showed that mineral precipitation takes places in several stages. Firstly, there is an increase in local alkalinity in the extracellular polymeric substance (EPS) that favors the formation of amorphous CaCO_3 gel. Secondly, nanospheres appear in the matrix that provide substrates for mineral nucleation. Carbonate minerals that form in the realm of diagenesis have a specific petrographic features. Clotted micrite as well as the presence of calcimicrobes and fenestral pores are the microscopic components that define the microbialite. In addition to the microscopic fabric, microbialites also have various macroscopic fabric and structures that place them into four categories: laminated stromatolite, blotchy thrombolite, bush-like dendrolite, and structureless leiolite. Biofilm originated crusts can form in cavities of reef frameworks that also belong to the term of microbialite. Microbialites can compose microbial reefs or layered, stratiform sheets that are defined by the shape of the deposits and facies connections.

Keywords: microbial reef, stratiform microbialite, microbial crust, clotted micrite, calcimicrobe, fenestral pore

Összefoglalás

A mikrobialit az üledékes kőzeteknek egy olyan típusa, ahol a mikrobák alkotta biofilm szerves anyagának jelenléte meghatározó a kőzetképződési folyamatokban. A jelen tanulmány a biofilmek elmeszesedésével létrejött mészkőfajták kutatástörténetét, szedimentológiai és petrográfiai sajátosságait, továbbá a karbonátkiválási folyamatokra vonatkozó kutatásokat tekinti át, emellett bemutat egy negyedidőszaki és néhány hazai esettanulmányt. A mészvízzel nem rendelkező mikrobák élettevékenysége közvetlen környezetükre jelentős befolyással van, ami ásványkicsapódási folyamatokat indíthat el. A kristálykiválás tehát biológiai folyamatok által kiváltott vagy befolyásolt, szemben a mészvízű élőlények csoportjára jellemző kiválasztásra, ami az élőlények metabolizmusa által szabályozott biomineralizáció, azaz biológiai folyamatok által kontrollált. A biofilmekben a karbonátkiválás az alkalinitás növekedéséhez és a Ca^{2+} ionok felszabadulásához, azaz összességében a karbonátásványokra a pórúsvíz telítettségének növekedéséhez vagy a pH növekedéséhez kapcsolható. A megfigyelések szerint az ásványkiválás több lépésben történik, azaz lokális alkalinitásnövekedés következik be a sejten kívüli polimer mártixban, majd az amorf CaCO_3 gél képződését követően nanoszférák jelennek meg, amikén kristálycsírák képződnek. A diagenézis tartományában képződött karbonátásványoknak sajátos petrográfiai megjelenése van. A csomós mikrit szövet, valamint a kalcimikrobák és a fenesztrális pórusok azok a mikroszkópban megfigyelhető definitív bélyegek, amelyek alapján a mikrobialitok felismerhetők. A szabad szemmel megfigyelhető szerkezeti jellegek alapján elkülöníthető a lemezes sztromatolit, a foltos trombolit, a bokorszerűen elágazó dendrolit és a szerkezet nélküli leiolit. Zátonytestek elzárt üregeiben is képződhetnek biofilm eredetű kérgék, amiket szintén a mikrobialitokhoz lehet sorolni. A kőzettestek alakja és fációs kapcsolatai alapján a mikrobialitok alkothatnak mikrobazátonyokat vagy réteggötegekből álló sztratiform lepleket.

Kulcsszavak: mikrobazátony, sztratiform mikrobialit, mikrobakéreg, csomós mikrit, kalcimikroba, fenesztrális pórus

Bevezetés

A 20. század utolsó évtizedeiben a karbonátos kőzetek képződési viszonyainak értelmezését illetően jelentős hangsúlyeltolódás következett be. A korábbi évtizedekben az általános elképzelés az volt, hogy a mészüledékek döntő hányada szervezetek mészvázáiból, valamint azok aprózódásával keletkezik. Még a mésziszap (illetve az abból létrejött mikrit) képződését is elsősorban erre vezették vissza. Bár felismerték a mikrobák szerepét egyes speciális kőzetfajtáknál, például a sztramatolitok esetében (WALTER 1976), de azt kivételesnek tekintették. Az utóbbi évtizedekben azonban a szedimentológusok és a mikrobiológusok együttműködésének köszönhetően olyan eredmények születtek, amelyek arra utalnak, hogy a mikrobák szerepe jóval általánosabb és sokkal jelentősebb a karbonátos üledékképződésben és a diagenezisben is, mint azt korábban vélték. Jelen cikk a mikrobák közreműködésével folyó mészkőképződés legfontosabb elemeit tekinti át.

A mikrobialit a mészköveknek egy olyan típusa, amelyeknél a biofilm szerves anyagának jelenléte meghatározó a kőzetképződési folyamatokban (BURNE & MOORE 1987; STOLZ 2000, 2017). A biofilm felszínhez rögzült mikroorganizmusok közössége (pl. O'TOOLE et al. 2000). Biológusok és geológusok is kutatják, hogy a mikrobák élettevékenysége milyen szerepet kap az autigén karbonátkiválási folyamatokban, de nagyon sok kérdésre még nincs egyértelmű válasz. Biomineralizációnak definiált az eukarióta élőlények mészvázának képződése, ami az élőlények metabolizmusa által szabályozott folyamat, vagyis biológiai folyamatok által meghatározott ásványkiválasztás (ADDADI & WEINER 1992). A kutatások szerint a mészvázal nem rendelkező mikrobák élettevékenysége közvetlen környezetükre jelentős befolyással van, ami ásványkiválási folyamatokat indukálhat. Az ily módon történő mészkiválást biológiai folyamatok által kiváltottnak vagy befolyásolttnak nevezik (DUPRAZ et al. 2009, RISGAARD-PETERSEN et al. 2012). Az így létrejövő karbonát-ásványok sajátos szöveti megjelenést és geokémiai jellegzetességeket mutatnak (pl. BIRGEL et al. 2015). Nemcsak karbonátásványok kiválására vannak hatással a mikrobák, hanem vas-, mangán-, foszfát-, kén-, szelénásványokra, továbbá agyagásványokra is (ezeket nem tárgyaljuk).

Majdnem minden baktérium képes sejten kívüli polimer anyagot (*extracellular polymeric substances*, EPS) kiválasztani, amely mátrixként szolgál a biofilmekben a sejtek befogadásához (FLEMMING & WINGENDER 2010). Az így létrejött együttműködő mikrobaközösségekben (*synergistic microconsortia*) az EPS mátrixnak sajátos szerkezete van, és a mikrokörnyezet hosszú távú stabilizálásán túl még számos funkciót (sejtek védelme, tápanyagok elosztása, toxinok kiválasztása stb.) ellát (DECHO 1990, 2010; COSTERTON & LAPPIN-SCOTT 1995). Mindezek mellett nutriensforrásul is szolgál, így mint minden más biopolimer esetében, egyes komponensei lassan bomlanak le.

Üledékes környezetekben a mikrobák alkotta biofilmek az aljzathoz, szemcsékhez vagy más élőlények felszínéhez tapadhatnak. A karbonátásványok kiválásában a prokarióta

szervezeteknek, az archaeáknak és a baktériumoknak van meghatározó szerepe (pl. ALLEN et al. 2009). Ehhez a mikrokörnyezethez leginkább az algák és a gombák csoportjába tartozó szervezetek társulhatnak (RIDING 2000). A biofilmekben a karbonátkiválás és -oldódás komplex folyamatok eredménye és az előbbi evolúciós előnyhöz vezethető, például az eredményesebb helyhez rögzítéssel vagy a mikrokörnyezeti paraméterek fenntartásával (MERZ-PREISS 2000). A földtörténet során és a mai környezetekben is tengerekben és tavakban képződtek/képződnek mikrobák közreműködésével jelentősebb kiterjedésű karbonátos testek, de kisebb kiterjedésben létrejöttek/lelőjönnek folyóvízi, barlangi környezetekben és egyes talajokban is.

Kiemelt figyelmet érdemelnek a mikrobialitok azért is, mert a földi élet megjelenésének közvetlen dokumentumai (NUTMAN et al. 2016). A földtörténet legkorábbi szakaszait illetően, az egykori élővilág rekonstruálásánál a mai extrém környezetekben előforduló mikrobák tanulmányozásán túl, geokémiai markerekből és a mikrobialitokra vonatkozó adatokból tudunk kiindulni (DONG & YU 2007). Kürtők, kémények, kis dómok vagy konkréciónok formájában őrződtek meg azok a karbonáttestek, amelyeknek a képződése a legősibb típusú mikrobákra alapuló közösségekhez kapcsolható (pl. AGIRREZABALA 2009). Hasonlóakat a mai mélytengerek aljzatán és vetőzónák menti hidrotermás kiszivárgásoknál fedeztek fel (BEAUCHAMP & VON BITTER 1992, VARGAS et al. 1998, COLÍN-GARCÍA et al. 2016). Az elméleti földtudomány szempontjából meghatározó jelentőségű, hogy a fotoszintetizáló cianobaktériumok megjelenése az oxigén felszabadításával döntő hatással volt a Föld redox állapotára, az ősléggör átalakulására és ezáltal az élővilág további fejlődésére (EHRlich 1998, KNOLL 2003). A legrégebbi olyan kőzet, amelyben mikrobialitok jelenlétét egyértelműen bizonyítottak tartják 3,45 milliárd éves és Nyugat-Ausztráliában található. A Towers Formációban sztramatolitokat találtak (LOWE 1980), és a kőzet kovásodott részeiben baktériumokra jellemző filamentumokat is megfigyeltek (AWRAMIK et al. 1983). Az archaikum valamivel fiatalabb kőzeteiben több mint 30 sztramatolitelfordulást írtak le. A késő-archaikumtól a középső-proterozoikumig (2,8–1,0 Md év) terjedő időintervallumból — amit a mikrobialitok virágkorának tekintenek — pedig a Föld számos pontjáról váltak ismertté változatos alakú és belső szerkezetű mikrobialitok (HOFMANN 2000). Egyes típusaik árapálysíkságokon, mások sekélytengeri platformokon, ismét mások mélytengeri környezetekben képződhettek (pl. HOFFMAN 1974, GROTZINGER 1989). Bár a késő-proterozoikumiban a mikrobialitok elterjedtsége és változatosága a korábbihoz képest jelentősen csökkent, a mikrobaközreműködéssel folyó karbonátképződés szerepe a fiatalabb földtörténeti szakaszokban is lényeges maradt (RIDING 2006). A fanerozoikum idején gyakran mészvázú metazoákkal együtt és esetenként önállóan is bioépítményeket, azaz zátonyokat alkottak. A mikrobaközösségek a fanerozoikumi hanyatlásuk során stresszkörnyezetekbe kiszorulva hoztak létre a prekambriumi kőzettestekhez képest csekélyebb méretű karbonátos képződményeket.

A mikrobialitok gyakorlati jelentősége is figyelemre méltó. Egyes típusaikat a történelmi idők óta kezdve építőköként és díszítőköként használják. Helyenként értelepek befogadó kőzetei. Manapság azonban a mikrobák közreműködésével képződött kőzetek a szénhidrogén-kutatásban is fontossá váltak. A világ számos részén vannak olyan szénhidrogéntelepek, amelyek tárolókőzete mikrobialit, vagy olyan karbonátos kőzet, amelyek képződésében a mikrobák jelentős szerepük volt, és amelyeknél a képződési körülmények döntő hatással voltak a rezervoárok jellegére (WRIGHT & RODRIGUEZ 2018).

A mikrobialitok kutatásának mérföldkövei

A mikrobák szerepét a karbonátos kőzetek képződésében néhány kutató már az 1910-es években felvetette. E koncepció úttörőjének tekinthető DREW, aki 1911-ben közzölt munkájában beszámolt a mikrobaközösségeknek a karbonátkiválasztásban való közreműködésére vonatkozó megfigyeléseiről, és hangsúlyozta a mikrobák szerepének fontosságát egyes karbonátos kőzetek képződésében. Nem sokkal ezután már a laboratóriumi kísérletek is elkezdődtek, amelyek eredményei arra utaltak, hogy különböző baktériumok valóban szerepet játszanak a karbonátkiválasztásban (KELLERMAN & SMITH 1914). Laboratóriumi vizsgálatai alapján NADSON (1928) azt is felvetette, hogy a mikrobáknak nem csupán a mészkiválasztásban, de a dolomitképződésben is lényeges szerepük lehet, bár ezt kísérletileg nem tudta igazolni.

A „Stromatolith” terminust KALKOWSKY (1908) vezette be a szakirodalomba olyan lemezes szerkezetű karbonátképződményekre, amelyeket biogén eredetűnek vélt. PIA (1926) ezeket az „Oncolith”-tal együtt nemzetségként a Spongiosstromata csoportba sorolta be. Később az onkolit terminust a gumókból álló sztomatolitokra használták. PIA (1926) a Porostromata-csoportba sorolta a csőszerű, illetve csövek kötegéből felépülő meszes mikrofoszfiliákat.

Az 1930-as években BLACK (1933) úttörő aktuálgeológiai kutatásai világtítottak rá arra, hogy a sztomatolitok mikrobák, elsősorban „kékeszöld-algák” (mai megnevezés szerint cianobaktériumok) közreműködésével képződnek. A Bahama-szigetcsoporthoz tartozó Andros-sziget árapálysíkát borító lemezes karbonátüledékekről megállapította, hogy azt „kékeszöld-algák” szövedéke által stabilizált mészszip alkotja. Azt is leírta, hogy mikroszkopikus méretű kerekded (coccooid) és szálszerű (fonalas) „algákból” álló közösségekről van szó, ahol 15 fajt azonosított. Ezek egyfajta ragacsos anyagot hoznak létre, amely az üledékszemszék befogására is képes (BLACK 1933).

Az 1950-es években kezdődött el a jelenkori karbonátos üledékképződési környezetek rendszeres aktuálgeológiai kutatása, és ez igen fontos szerepet játszott a karbonátszedimentológia tudományterületének létrejöttében. Ennek során az árapálysíkagok üledékképződésének részletes vizsgálatára is sor került, amelyek BLACK (1933) megfigyeléseit és következtetéseit kiegészítették, pontosították (GINSBURG

& LOWENSTAM 1958; LOGAN 1961; MONTY 1965, 1967; GEBELIN 1969). Árapályöv alatti zónákból a biofilmek vizsgálataival kiderítették, hogy ezek törmelék szemcséket köntnek meg (NEUMANN et al. 1970). A mikrobaközösségekben MONTY (1967) szerint a domináns „kékeszöld-algák” mellett diatomák, zöldalgák, dinoflagelláták és baktériumok is jelen vannak. Megállapította továbbá, hogy a CaCO_3 -kiválasztás a fotoszintetizáló „kékeszöld-algák” aktivitásához köthető, a sejteken kívül történik, ahol mikrokristályos, nagy Mg-tartalmú kalcit képződik, amit csomós mikritnek (*clotted micrite*) nevezett. Más megfigyelések arra utaltak, hogy baktériumok közreműködésével is kicsapódik aragonit, kalcit és dolomit (LALOU 1957). A kutatások nyomán arra a következtetésre jutottak, hogy a mikrobák közreműködésével létrejött képződmények megnevezésére nem alkalmazható az őslénytani nevezéktan (jóllehet számos ilyen név szerepelt már akkor a szakirodalomban). LOGAN et al. (1964) a sztomatolitokra alaki jellegeiken alapuló rendszerezést javasolt. AITKEN (1967) a sztomatolithoz hasonló alakzatokat képező, és —értelmezése szerint— mikroba közreműködéssel képződött, de lemezes belső szerkezet nélküli képződmények megnevezésére a trombolit (*thrombolite*) terminust vezette be. BATHURST (1971) korszakos jelentőségű kézikönyvében a sztomatolitok képződésének megismerését célzó aktuálgeológiai vizsgálatok eredményeinek átfogó összegzését adta.

A FOLK (1959) által kidolgozott, aktuálgeológiai kutatásokra és karbonátos kőzetek vékonycsiszolatos vizsgálataira alapozott szöveti rendszer, amely hosszú ideig a karbonátpetrográfiai munkák alapját képezte, a mikrobák közreműködésével létrejött kőzetek leírására kevésbé alkalmas. A rendszer azt a szemléletet tükrözi, hogy a karbonátos kőzetek uralkodó hányadát átülepített (allokém) szemcsék építik fel, amihez mikrit mátrix és vízből kémiai kicsapódással keletkezett pátkristályos cement (ortokém komponensek) társulnak. Önálló kategóriát képeztek a biolititnek nevezett autochton keletkezésű biogén vázszerkezetű kőzetek, ide sorolva a sztomatolitokat is.

A mikrokristályos kalcit, azaz a mikrit képződésének megítélése azonban kezdettől fogva viták tárgyát képezte, ahogy a mikritből álló, mikroszkopikus méretű, kerekded szöveti elemek, a peloidok képződésének értelmezése is. Az aktuálgeológiai megfigyelések alapján az 1970-es évek elejére az az álláspont vált általánossá, hogy a mikrit tengeri mészvázú szervezetek (elsősorban aragonitvázú zöldalgák) mechanikai aprózódásával létrejött mészszipból keletkezik (STOCKMAN et al. 1967). Azt is megfigyelték, hogy a helyi vízáramlási viszonyok az iszap lokális felhalmozódásához vezethetnek, és eredetileg ezeket a felhalmozódásokat nevezték el iszapdomboknak (*mud mound*; GINSBURG & LOWENSTAM 1958). Később viszont MONTY (1967) rámutatott arra, hogy a földtörténeti múltban létrejött, uralkodóan finomkristályos karbonátból álló, egykoron az aljatról kiemelkedést formált képződmények a jelenkori sztomatolitok esetében már dokumentált csomós mikritből állnak. Erre a szövetre a kriptalgás (*cryptalg*) terminust vezette be. KRUMBEIN (1979) a homogén mikrit

esetében azt feltételezte, hogy baktériumsejtek elmeszesedésével is képződhet.

A peloidok eredetével kapcsolatos vita is az 1960-as évek végén lángolt fel. Sokan úgy vélték, hogy iszapfaló szervezetek ürülékéről van szó (pl. MACINTYRE et al. 1968). Mások úgy vélekedtek, hogy ezek a konszolidálódott mésziszapból felszakadt apró törmelékszemcsék (JAMES et al. 1976), esetleg lehetnek még meszesedett alga-fonal eredetűek is (SCHROEDER 1972). Az is felmerült, hogy képződésük baktériumok tevékenységével állhat kapcsolatban (MACINTYRE & VIDETICH 1979). CHAFETZ & FOLK (1984), CHAFETZ (1986) és CHAFETZ & BUCZYNSKI (1992) a jelenkori tenger-aljzat cementált mintáin végzett vizsgálatai olyan következtetésre vezettek, hogy a csomós mikrit (*grumeux* vagy *grumeleuse fabric*, CAYEUX 1935) képződése baktériumok életműködéséhez köthető. Ez utóbbiból következett, hogy a szerves anyagban kicsapódott csomós mikrit nem rokonítható a törmelékes eredetű peloidszemcsékkel.

A terminológiát illetően az 1980-as évek lényeges fejleménye, hogy a biológusok a génsorrendre alapozott új filogenetikai rendszert dolgoztak ki, amelyben a sejtmag nélküli szervezetek, a prokarioták, így a korábban kékeszöldalgának nevezettek is, a baktériumok csoportjába kerültek (BROCK et al. 1994, HOUSE et al. 2003, OREN & TINDALL 2005). Ezt követően ezeket a mikrobialitok képződésében kiemelkedő szerepet játszó szervezeteket cianobaktérium (*cyanobacteria*) néven említi a földtani szakirodalom is. Az 1980-as évek végére egyre több adat gyűlt össze arra vonatkozóan, hogy a karbonátos kőzetek számottevő részének képződésében a mikrobák jelentős szerepet játszanak. BURNE & MOORE (1987) mindezen képződmények megnevezésére gyűjtőfogalomként a mikrobialit (*microbialite*) terminus bevezetését javasolta, és ez az elnevezés rövid időn belül meg is honosodott a szakirodalomban.

Az 1980-as és '90-es évek kutatásainak egyik fontos területe a biofilm elmeszesedésének tanulmányozása volt. Ebben fontos szerep jutott az édesvízi környezetben képződött mikrobialitok vizsgálata során szerzett tapasztalatoknak is. Megállapították, hogy a biofilm meszesedését elsősorban az alkalinitás növekedése határozza meg (KRUMBEIN 1979, KNORRE & KRUMBEIN 2000). Mások mellett érveltek, hogy a szerves anyag nukleációs felszínként szolgál, ahol a Ca^{2+} felszabadulása/dúsulása a lebomlási folyamatok során elősegíti a kristályképződést (pl. MORITA 1980, DUPRAZ & VISSCHER 2005). A kettő, azaz az anionok és a Ca^{2+} ionok koncentrációja együttesen adja a telítettségi indexet, ami döntő az ásványkiválás tekintetében (STUMM & MORGAN 1996). Az oxigéntermelő és anoxigenikus (oxigént nem termelő) fototróf szervezetek CO_2 -megkötése nem jár alkalinitásnövekedéssel, de a folyamat során nő a pH, ami karbonátkiválást eredményez (PENTECOST & RIDING 1986, MERZ 1992). Azt is kimutatták, hogy a biofilm egyes részein is kialakulhat olyan alkalinitás-gradiens, amely elmeszesedést eredményez (PENTECOST 1985, BELTRÁN et al. 2016). Bizonyos környezeti feltételek mellett azonban, pl. nagy szalinitású vagy alkáli tavakban a fototrófok CO_2 -felvétele nem elégséges a karbonátkiváláshoz, és az EPS Ca^{2+} -meg-

kötő kapacitása is gátolja a kristálykiválást (WESTBROEK et al. 1994; ARP et al. 1999a, b; 2001). A szerves anyag bakteriális lebontási sebességének függvényében, a pH változásának megfelelően karbonátkiválás vagy karbonátoldódás történik (BEN YAAKOV 1973, KRUMBEIN et al. 1977). A gyors lebomlási folyamatok esetében mikrokristályos karbonátkiválást figyeltek meg (VISSCHER & STOLZ 2005), míg a kis reakciósebesség karbonátoldódáshoz vezethet (pl. CANFIELD et al. 1991, DECHO 2010). Természetes környezetben kísérleti módszerekkel elemezték a mikrobák katalitikus hatását (KANDIANIS 2007). Azt is megállapították, hogy nemcsak baktériumok, de gombák közreműködése során is történhet karbonátkiválás — ez főleg talajokban jellemző, de sztromatolitoknál is említik (SCHMITTNER & GIRESSÉ 1999, VERRECCHIA et al. 2003, KOLO et al. 2015). Kétségtelen, hogy az abiotikus környezeti paraméterek is lényeges hatással lehetnek a kristályképződési folyamatokra (RIVADENEYRA et al. 1985, 1994).

A következő jelentős lépést az elmeszesedés folyamatának tanulmányozásában a biológusokkal közösen végzett vizsgálatok adták. Fluoreszcens in situ hibridizációs (FISH) és lézer megvilágítású konfokális pásztázó mikroszkópos módszert alkalmazva lehetővé vált a mikrobaközösségek 3 dimenziós vizsgálata. Így az is megjeleníthetővé vált, hogy egy biofilmben csapdázódott üledékes szemcsék és az autochton kiválású karbonátkristályok milyen szöveti kapcsolatban vannak a mikrobaközösséggel és az EPS mátrixszal (BAUMGARTNER et al. 2006). Ezek alátámasztották azt a korábbi felvetést, hogy bár a karbonátkiválás folyamatát sok tényező befolyásolja, a heterotróf baktériumok kulcsszerepet játszhatnak benne (pl. CASTANIER et al. 1999, VISSCHER et al. 2000). Az utóbbi évtizedben elterjedté vált molekuláris mikrobiológiai módszer (polimeráz láncreakció, *polymerase chain reaction*, PCR) alkalmazásával a korábban leírtaknál számottevően nagyobb diverzitású közösségeket mutattak ki a biofilmekből, és azt is felvetették, hogy speciális mikrobaközösségek játszhatnak szerepet a karbonátkiválásban (pl. ALLEN et al. 2009).

Az 1990-es években a karbonátszedimentológusok érdeklődésének homlokterébe kerültek a mikrobialitok. A részletes terepi megfigyelések, a laboratóriumi kutatási módszerek fejlődése, továbbá a mikrobiológusokkal, szerves geokémikusokkal való intenzív együttműködés eredményeként igen jelentős volt a fejlődés a folyamatok megértését illetően. Nagyszámú részletes esettanulmány készült több témában is, egyrészt a fanerozoos mikrobazátonyokról, amiket korábban iszapdombokként írtak le (pl. JAMES & GRAVESTOCK 1990, BEAUCHAMP & SAVARD 1992, BOURQUE & BOULVAIN 1993, LEES & MILLER 1995, BOSENCE & BRIDGES 1995), másrészt a kemotróf baktériumok közreműködésével létrejött karbonátképződményekről (pl. BEAUCHAMP & VON BITTER 1992 szerkesztette tematikus kötet). Ezek demonstrálták a mikrobák által termelt szerves anyag jelenlétében történő karbonátképződés sajátosságait és sokféleségét, továbbá új képződési modellek megalkotásához vezettek (FLAJS et al. 1995). Körvonalazódott, hogy a mikrokristályos karbonátkiválásban milyen szerep jut a

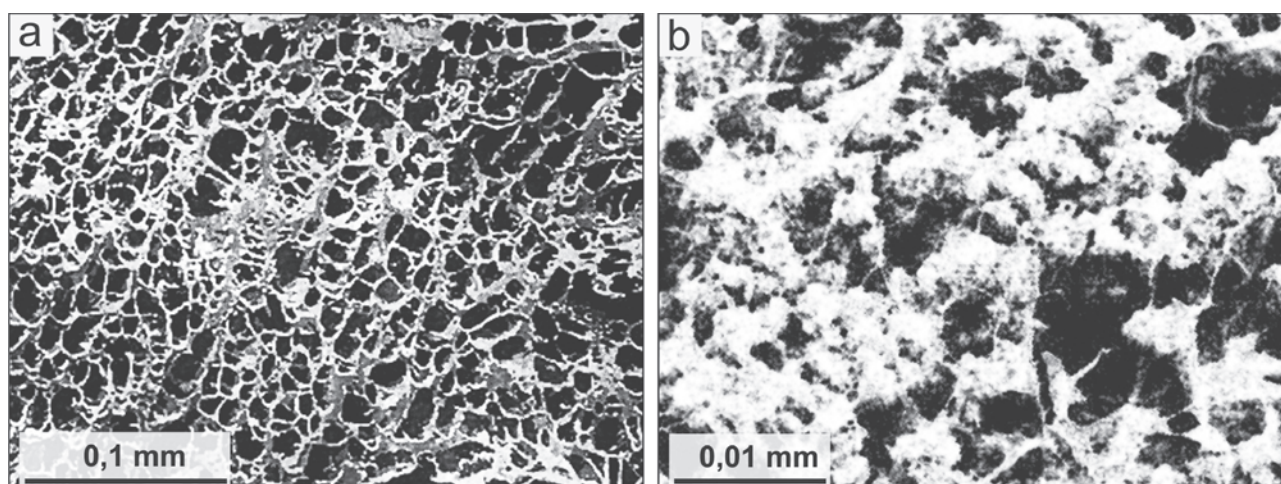
mikrobák által kiváltott vagy befolyásolt folyamatoknak és a szerves anyag bomlásának (MONTY et al. 1995, REITNER et al. 1995, NEUWEILER et al. 2000). Az organomineralizációnak nevezett folyamatsor (TRICHET & DEFARGE 1995, NEUWEILER et al. 2003) eredményeként a szerves anyagban kicsapódott mikrokristályos karbonátra az automikrit terminust javasolták (REITNER 1993, REITNER et al. 1995). Az ezredforduló idején RIDING (1999, 2000) foglalta össze a sztromatolitokra és a mikrobialitokra vonatkozó ismereteket. Áttekintő cikke tárgyalja a biofilmet meghatározó és ezekhez társuló szervezeteket, az EPS jelentőségét, a karbonátkiválási folyamatokat, a mikrobialitok makroszerkezeti és mikroszvetei jellegeit, valamint a mikrobialitok gyakoriságának és diverzitásának változását a földtörténet során. Ezzel egy időben jelent meg a mikrobaközreműködéssel létrejövő üledékes kőzetek jellegeit és a képződés folyamatait átfogóan bemutató RIDING & AWRAMIK (2000) által szerkesztett tematikus cikkgyűjtemény. Ezt számos hasonló tematikájú gyűjteményes kötet követte (pl. KRUMBEIN et al. 2003, CAMOIN & GAUTRET 2006, SECKBACH & OREN 2010, TEWARI & SECKBACH 2011). A mikrobák közreműködésével végbemenő karbonátképződés jelentőségét és sajátos jellegét hangsúlyozva, SCHLAGER (2003) önálló karbonátképződési rendszer (*carbonate factory*) bevezetését javasolta: a korábban általánosan elfogadott sekélytengeri trópusi (T) és hidegvízi (C) rendszerek mellé a mikrobás (M) rendszert, amelyet alapvetően az „iszapdombokra” (*mud mound*) vonatkoztatott.

Karbonátkiválás biofilmekben

A mikrobialit kőzetek képződéséhez vezető karbonátkiválás vizsgálatának fontos állomása volt, amikor pleisztocén és holocén zátonyokból gyűjtött mintákon pásztázó

elektronmikroszkópos (SEM) vizsgálatokkal megállapították, hogy nagyon finom kristályokból álló csomók/rögök keletkeznek a biofilmek szerves anyagában baktériumok jelenlétében (CHAFETZ 1986). Hasonló szöveti elemeket észleltek a már nem élő cianobaktérium-szálakat burkoló szerves anyag felületén és az EPS mátrixban is (CHAFETZ & BUCZYNSKI 1992). Az általuk vizsgált mintákban ezeknek a 20–60 µm átmérőjű csomóknak a felületét kémiai kiválással képződött, euhedrális mikropátcement kristályai burkolták be. Fagyasztott minták SEM-vizsgálatával arra is fény derült, hogy az EPS mátrix alveoláris struktúrája határozza meg a finomkristályos csomók szöveti eloszlását (DEFARGE et al. 1996, KAZMIERCZAK et al. 1996). Az EPS mátrix vázszerkezetet ad a finomkristályok nukleációjához, majd a kristálycsomók növekedéséhez (1. ábra).

DUPRAZ et al. (2004, 2009) recens biofilmmel fedett és mikrobaközösséget tartalmazó üledékből vett fagyasztott mintákon tanulmányozták az elmeszesedés stádiumait, és vertikális metszetben vizsgálták az élő mikrobaközösséget az üledék felszínén és a belsejében is. Mikroszkópos és SEM-vizsgálatokkal igazolták, hogy a kristálycsírák az EPS mátrixban jönnek létre és ezt az elmeszesedés folyamata során fokozatosan helyettesíti a kicsapódott karbonát. A polimer mátrix alveoláris szerkezete és diszkontinuitása idézi elő azt, hogy a kristálycsírák csoportosulásával kristályaggregátumok (rögök/csomócskák) képződnek, amik idővel egyre nagyobbak lesznek és össze is érnek (2. ábra). Ezáltal a polimer mátrix alveoláris pórusai megőrződnek és a meszesedést követően fenestrális pórusokként maradnak fenn (vö. DEFARGE et al. 1996, TRICHET et al. 2001). A sejtkötegeket burkoló kerekded kapszula vagy hosszúkas hüvely belsejében nem észleltek kiválást, ami a sejtek savas lebomlásával magyarázható. Megállapították továbbá, hogy az élő sejteket tartalmazó kapszula/hüvely felületén sem jelentek meg kristályok. Nagy felbontású műszerekkel vizs-

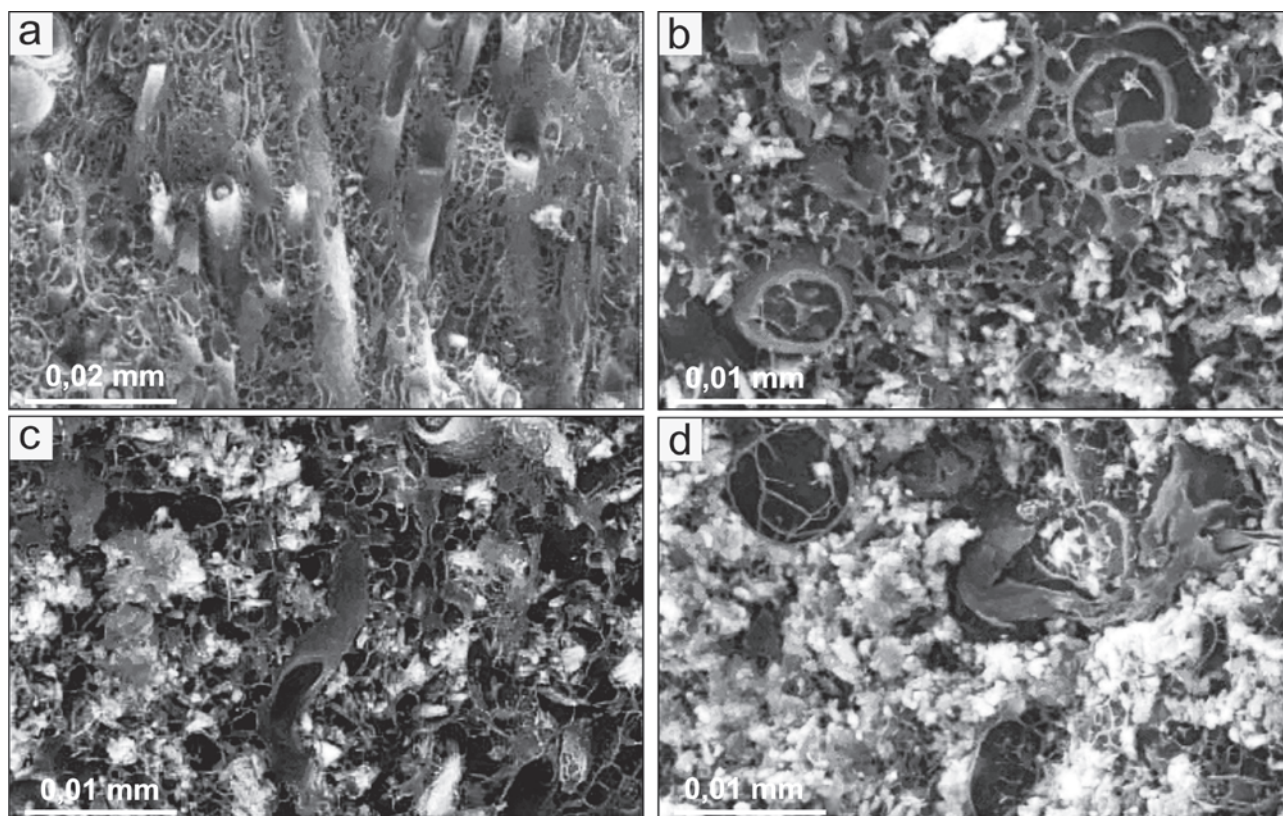


1. ábra. Biopolimer mátrix és a kicsapódott karbonátásványok szöveti kapcsolata recens sztromatolítból vett mintán (DEFARGE et al. 1996. krio-SEM-felvétel alapján FotoSketcher programmal készített rajz)

a) Sejten kívüli biopolimer mátrix (EPS) alveoláris szerkezete. b) Az EPS vázon kicsapódott, halmazokat alkotó karbonátkristályok

Figure 1. Fabric relation of biopolymer matrix and the precipitated carbonate crystals in samples from recent stromatolite (FotoSketcher drawing based on cryo-SEM images from DEFARGE et al. 1996)

a) Alveolar structure of biopolymer matrix. b) Clusters of carbonate crystals precipitated within the EPS framework



2. ábra. Biofilm elmeszesedésének stádiumai és a csomósmikrit-szövet kialakulása recens sztratiform mikrobiaalit több szintjéből vett mintákon (DUPRAZ et al. 2004. SEM felvétele alapján FotoSketcher programmal készített rajz). a) és c) szálás sejtek alkotta biofilm részlete, b) és d) coccoid sejtekből álló biofilm részlete a) A sejteket burkoló hüvelyek függőleges kötegekbe rendeződtek az EPS alveoláris szerkezetében. b) A coccoid sejteket burkoló kapszulák hintett elrendeződése az alveoláris szerkezetű szerves mátrixban. A karbonátkristályok (pici fehér foltok) kis csomócskákban váltak ki a szerves mátrixban. c) és d) Az elmeszesedett lemezekben kristálycsomók vannak jelen hintetten, illetve összefüggően a mikrobiaalit mélyebb rétegeiben. A szerves mátrixot részben, illetve szinte teljesen helyettesítették a karbonátkristályok

Figure 2. Stages of biofilm calcification and formation of clotted micrite fabric in samples collected from several horizons of recent stratiform microbialite (FotoSketcher drawing based on SEM images from DUPRAZ et al. 2004). a) and c) Progressive calcification in filamentous-dominated community. b) and d) The same succession for coccoid-dominated community.

a) Vertical arrangement of filamentous sheaths within EPS having alveolar structure. b) Biofilm with spherical sheaths of coccoid cells scattered within alveolar matrix. Attached carbonate crystals (white spots) forming small clots within the organic matrix. c) and d) In the deeper horizons, scattered and densely attached carbonate clots partly or almost entirely replaced the organic matrix, respectively

gálva a kicsapódott karbonátokat azt találták, hogy ezek 200–500 nm méretű, gömbszerű (szferoid) aggregátumokból vagy kristálylapokkal határolt, 2 µm-nél kisebb egykristályokból állnak (DUPRAZ et al. 2004). Más nano- és mikroformákat is leírtak, főleg pálcika, legyező, gömb és súlyzó alakokat (BUCZYNSKI & CHAFETZ 1991, FOLK 1993, DEFARGE et al. 1996, FREYTET & VERRECCHIA 1998).

DUPRAZ et al. (2004, 2009) a kiválási folyamat nyomon követésével kimutatta, hogy a kezdeti stádiumot követően a coccoid és fonalas baktériumok sejtjeit burkoló kapszulák és hüvelyek felületén is megjelennek a kicsi kristályok. Ez olyan jellegzetes formák leképezéséhez vezetett, amik megfeleltethetők a fosszilis mészkövekből régóta ismert Porostromata-csoport képviselőivel (PRATT 1984, RIDING 1991a, KAZMIERCZAK & KEMPE 1992, CHAFETZ & GUIDRY 1999, STEPHENS & SUMNER 2002), azaz az egyes földtörténeti szakaszokból taxonként, különböző nevekkkel leírt formákkal, pl. *Angusticellularia*, *Renalcis*, *Ortonella-Cayeuxia* stb. (RIDING 2000, FLÜGEL 2004). A meszesedési folyamat későbbi stádiumában az EPS mátrix szerkezete meg bomlik,

miközben a szerves anyag lebomlása is előrehalad. Ezáltal nagyobb méretű zsugorodási pórusok is keletkezhetnek a szerves anyagban, amelyek szintén fenestrális pórusokként őrződnek meg a kőzetekben.

Az így létrejött képződmény „szivacszerűen” porózus vagy teljesen tömör is lehet. A következő komponensekből áll: (1) változatos nagyságú és alakú fenestrális pórusok, (2) finomkristályos, kb. 20–50 µm nagyságú, részlegesen vagy teljesen érintkező aggregátumok/csomók és (3) finomkristályos, belül pórusos, fonalas vagy gömbszerű szabályos/jellegzetes formák, azaz kalcimikrobák. Ezek azok a definitív szöveti elemek, amelyek alapján az in situ kiválással a biofilmekben képződött karbonátok felismerhetők (vö. RIDING 2000). A karbonátkiválás és -oldódás folyamata az üledéklerakódást követően a betemetődés során, azaz a diagenézis tartományában történik. A biofilmek mikrobaközössége, továbbá az üledékes környezetből átörökölt pórusvíz kémiai összetétele és paraméterei határozzák meg azokat a kapcsolt biotikus és abiotikus reakciókat, amik a karbonátkiváláshoz vezetnek (pl. VISSCHER & STOLZ 2005). Az

ásványok (aragonit, kalcit, nagy Mg-tartalmú kalcit, monohidrokalcit, vaterit, Ca-dolomit és hidromagnezit) a pórusvízzel egyensúlyban válnak ki, de kiválásukat az EPS-t alkotó biopolimer tulajdonságai is befolyásolják (BRAITHWAITE & ZEDEF 1996, DUPRAZ et al. 2009).

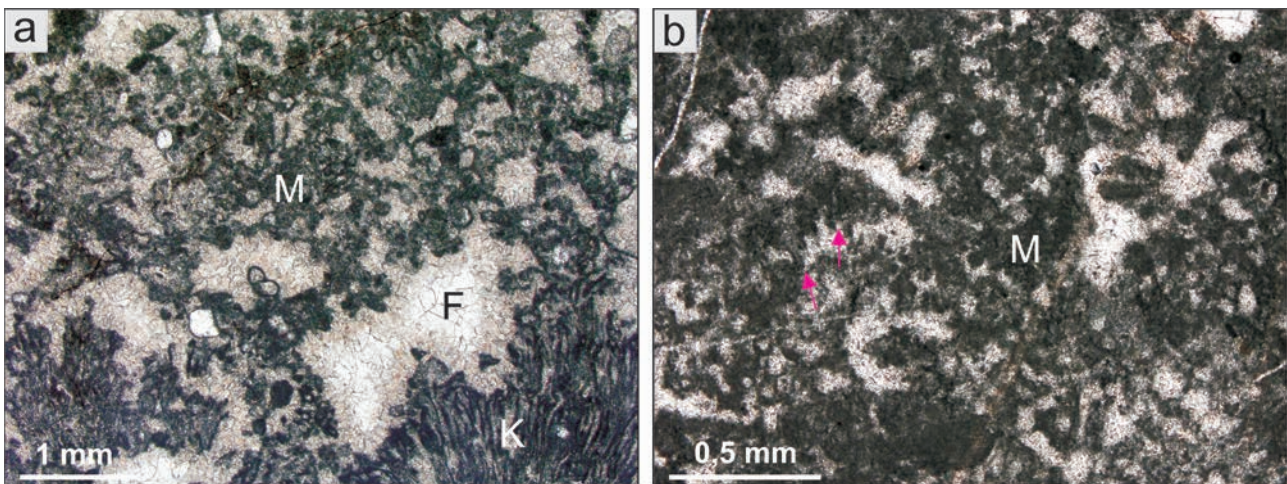
ZAVARZIN (2002) foglalta össze az ásványkiválás lépéseit, egyszerűsítve ezek a következők: (1) lokális alkalinitásnövekedés az EPS mártixban, (2) amorf CaCO_3 gél, majd nanoszférák képződése, amiken (3) a kristálycsírák képződnek. Baradla-barlangi biofilmek vizsgálatával ENYEDI et al. (2020) is igazolták, hogy az EPS-ben jelenlévő amorf kalciumkarbonát prekursor fontos szerepet játszik a kristályos ásványok kiválásában. A kőzetek vizsgálata során különböző geokémiai markerek alkalmazhatóak a biogén befolyás alatt kicsapódott ásványok kimutatására. Ezek közül fontosak a lipid markerek, a szén és a kén stabil izotópjainak aránya, nyomelemek (V és Cr dúsulása), a ritkaföldfémek frakcionációjára és a megőrződött EPS maradványok kimutatására (pl. PAULL et al. 1992, THIEL et al. 1997, SUMMONS 2004, WEBB & KAMBER 2004, DUPRAZ et al. 2009).

A mikrobialitokat leíró szöveti rendszer

A mikrobialitok alapvető jellegzetességeinek (üledékszerkezetek, kőzettest térbeli elterjedése és fácieskapcsolatai, mikrofaciési és petrográfiai sajátosságai) felderítéséhez a szedimentológia és a diagenézis vizsgálati módszerei alkalmasak, amit geokémiai paraméterek mérésével lehet kiegészíteni. RIDING (1991b, 2000) az addigi ismeretanyagra alapozva összefoglalta a mikrobialitokat meghatározó szöveti elemeket és osztályozásukat. A biofilmben kicsapó-

dott finomkristályos karbonát és a többnyire megjelenő fenesztrális pórusok tekinthetők definitív bélyegekknek. Társulhatnak ezekhez a biofilmben csapódott üledékszemszék, vagy közbetelepülésként üledéklencsék, zsinórok, vagy lemezek, a szinszediment és a korai diagenézis során képződött cementek, ásványkiválások és pórusok (RIDING 1991b). Mindezek figyelembevételével (1) kőzettest méretű, (2) makroszkópos és (3) mikroszkópos osztályozási rendszert alakítottak ki (RIDING 2000, LEINFELDER & SCHMID 2000, SCHLAGER 2003). A leíró rendszerben SHIXING & HUINENG (1992) és RIDING & SHARMA (1998) nyomán elkülönítik a kőzet komponenseinek szöveti elrendeződését (*fabric*), és ezen szövetítípusokból létrejött szerkezetet (*structure*).

A mikrobialitok definitív komponensei csiszolatos mikroszkópos vizsgálatokkal azonosíthatóak. Ezek a mikrocso-mók, kalcimikrobák és a fenesztrális pórusok (3. ábra). A finomkristályos elemek laza kapcsolódása jellegzetes mikroszöveti (*microfabric*) formákat mutat vertikálisan egymásra ránőtt kalcimikrobákkal vagy kupac- és bokorszerűen elrendeződött kristályhalmazok csoportjaival/klaszterei-vel (*clot clusters*). Az előbbire a kalcimikrobás szövet (régebbi terminus szerint porostromata), míg az utóbbira a csomós szövet (*clotted fabric*, régebbi szóhasználatlaltal spongiostromata) használata terjedt el. Előfordul, többnyire vékony zsinórok formájában, szerkezet nélküli, tömör változat is (pl. MACINTYRE et al. 2000, VISSCHER et al. 2000). Azt is kimutatták, hogy a szöveti típusok változatosságát főleg a kristályok kiválási sebessége és a szerves mátrix tafonómiai jellegei befolyásolják (3. ábra b; pl. TURNER et al. 2000). Mikrofaciésbesorolásuk a helyben képződött kőzettestekre alkalmazott biolitit, illetve mikrobás bound-



3. ábra. Mikroba boundstone jellegzetes komponensei (mikroszkópos fotók)

a) Kalcimikroba (kötetekbe rendezett szálak; K), csomós mikrit (M) és változatos méretű és alakú fenesztrális pórusok (F). A pórusokat radiaxiális rostos kalcitcement tölti ki. b) Kalcimikroba rövid szálai (nyílak) vertikálisan egymás felett rendeződtek, nem alkotnak folytonos szöveti elemet, ami jelzi, hogy a szerves anyag lebomlási folyamata előrehaladottabb volt a kristályok kiválásának idején (vö. 2. ábra c). Csomós mikrit (M) halmazai felfelé szétágazó szöveti elemet formálnak köztük cementtel kitöltött fenesztrális pórusok. a) és b) Mikrobazátony, Dachsteini F. Remetehegyi T., Nézsza

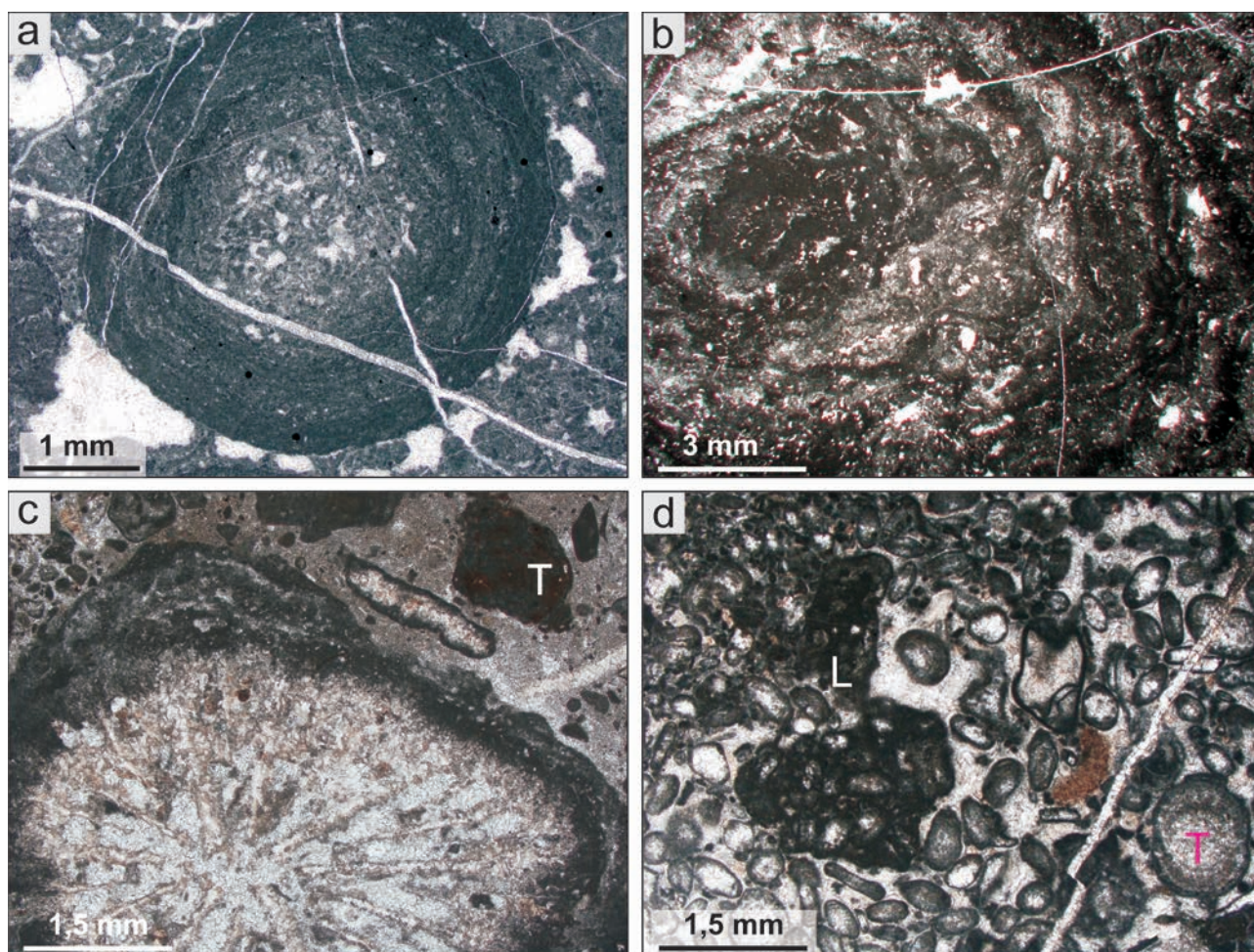
Figure 3. Typical components of microbial boundstone (photomicrographs)

a) Calcimicrobe (bundles of filaments; K), clotted micrite (M) and fenestral pores (F) in various sizes and shapes. The pores are occluded by radiaxial fibrous calcite cement. b) Short filaments of calcimicrobes (arrows) are arranged vertically; they are dissected that indicates progressive decomposition of organic matrix during the crystal precipitation (cf. Figure 2c). Clusters of clotted micrite (M) forms upward branching elements and fenestral pores occur among them. a)-b) Microbial reef, Dachstein Fm, Remetehegy Mb, Nézsza

stone. Szemcsevázú üledékben, ahol meghatározó a mikrobák jelenléte, a betemetődés (diagenézis) kezdeti stádiumában a szemcsék közötti biofilmekben finomkristályos cement képződik (HILLGÄRTNER et al. 2001). Az onkolit kőzetek egy fajtája — ahol az első szemcseközi cementgeneráció finomkristályos, így a kőzet onkoidos grainstone vagy onkoidos boundstone mikrofaciésú — képződése szerint besorolható a mikrobiaiitok közé (4. ábra a). Az onkoidok olyan bekérgezett szemcsék, amelyek képződésében a mikroba biofilm meghatározó szerepet játszik. A hullámzás és árapályáramlás által mozgatott árapályöv alatti környezetben a biofilm nem tud az aljzathoz

rögzülni, így homok vagy kavics méretű szemcséket burkol be, vagy csak a biofilm önmagában görgetődik az aljzaton (4. ábra b). Esetenként komplexebb, filamentumos és/vagy csomós mikrit szövetű kéreg is megjelenhet a szemcséken (4. ábra c; pl. WEBB et al. 1999). Több szemcse beburkolásával jönnek létre az aggregált szemcsék (grapestone), illetve előrehaladottabb stádiumban ezek mikrites átalakításával a „lump” szemcsék (4. ábra d). A szemcseközi finomkristályos cement elősegíti a sekélytengeri keményfelszín (hardground) kialakulását (FOLK & LYNCH 2001).

A szabad szemmel megfigyelhető jellegeken alapuló osztályozás a kőzet komponenseinek szerkezeti elrendeződ-



4. ábra. Mikrobák közreműködésével képződött szemcsék. a), b) és c) onkoid, d) szemcseaggregátum (mikroszkópos fotók)

a) Koncentrikus héjszerkezetű onkoid, ahol a mag is biofilm eredetű. Az onkoidos boundstone-ban a szemcsék közötti első cementgeneráció biofilm eredetű csomós mikrit. Mikroba: Dachsteini F. Remetehegyi T., Nézsza. b) Biofilm gomolyagból képződött onkoid, ahol tekervényes, szálal calcimikrobák és csomós mikrit alkotják a koncentrikus héjszerkezetet. Veszprémi Márga F. Buchinvölgyi Breccsa T., Veszprém. c) Koralltöredéken tekervényes, szálal calcimikroba és csomós mikrit-bekérgezés, illetve a bioklaszt széle mikritesedett (onkoidos-bioklasztos-peloidos wackestone). T: Tubiphytes. Sándorhegyi F. Barnagi T., Balatonfüred. d) Több szemcséből, mikrit és csomós mikrit által összeállt szemcseaggregátumok (grapestone) és ezeknek mikritesedéssel átalakult változata („lump”; L), ahol a szemcsék között az első cementgeneráció mikrit, illetve a szövet egy része csomós mikritből és fenesztrális pórusokból áll (bal felső sarok); bioklasztos-peloidos grainstone/boundstone. A szemcseösszetétel, mikritcement és a szövet a lagúna és az árapályosság átmeneti zónájára jellemző. T: Triassina. Dachsteini F., Magyarpolány Mp-37 fúrás

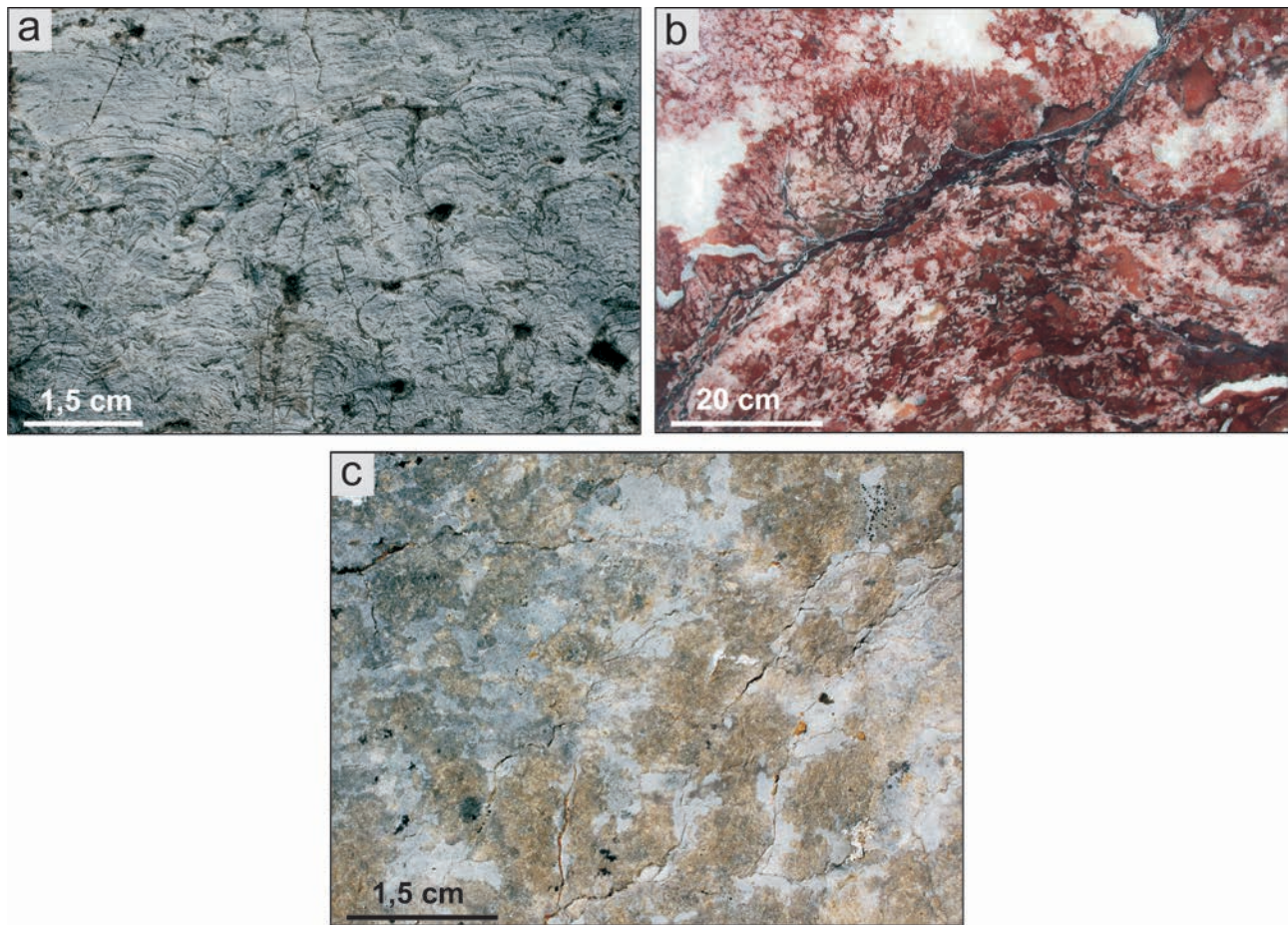
Figure 4. Microbially formed sedimentary grains. a), b) and c) oncolids, d) aggregate grain (photomicrographs)

a) Oncoid with cortex composed by concentric laminae and the core originates from biofilm. In the boundstone, the first cement generation among the grains is clotted micrite precipitated within biofilm. Microbial reef, Dachstein Fm, Remetehegy Mb, Nézsza. b) Oncoid originates from rolled biofilm, in which curved filamentous calcimicrobes and clotted micrite form the concentric cortex. Veszprém Fm, Buchinvölgy Mb, Veszprém. c) Encrustation on a coral fragment consisting of curved filamentous calcimicrobes and clotted micrite, additionally the margin of the coral fragment was micritized (oncoloidal-bioclastic wackestone). T: Tubiphytes. Sándorhegy Fm, Barnag Mb, Balatonfüred. d) Aggregate grains (grapestone) consisting of several grains and micrite as well as clotted micrite, and lump grains (L), which originates from micritization of grapestones. In the intergranular pores, the first cement generation is micrite, and in mottles (upper left), the clotted micrite fabric includes fenestral pores; bioclastic-peloidal grainstone/boundstone. The grain composition, the micrite cement and the fabric are characteristic for transitional zone between lagoon and tidal flat. T: Triassina. Dachstein Fm, Magyarpolány Mp-37 core

dését veszi alapul. A lemezes szerkezetű a sztromatolit, a szabálytalan foltszerű alakzatokat tartalmazó a trombolit, a vertikális elrendeződésű, bokorszerűen elágazó alkotórészeket tartalmazó a dendrolit és a szerkezet nélküli a leiolit (5. ábra; RIDING et al. 1991, RIDING 2000, SHAPIRO 2000). Ezekben belül alosztályokat is elkülönített RIDING (2000), de a gyakorlatban ezek nem terjedtek el. A sztromatolit lemezes szerkezete leggyakrabban a csapdázott üledékszemsék ciklusosan változó mennyiségére vezethető vissza, így a mikrobás lemezek üledékszemsékben gazdag lemezekkel váltakoznak. DUPRAZ et al. (2006), az általuk „biokémiai motor”-nak nevezett számítógépes szimulációval bemutatták, hogy a természetből leírt sztromatolitváltozatokat két csoportba sorolt paraméterek változtatásával létre lehet hozni. Az egyik csoport a belső faktorokat foglalja magába, vagyis a mikroba biofilm biotikus folyamatait írja le, míg a másik csoport a külső, abiotikus faktorokat, azaz a környezeti paramétereket tartalmazza. Ezek kombinációjával előállították a recens és a földtörténeti múltból ismert összes,

korábban sztromatolit „taxonként” leírt, mikrobialit változatot. ANDRES & REID (2006) és JAHNERT & COLLINS (2013) a fenti modellt alátámasztották azzal, hogy recens sztromatolitok vizsgálatával a környezeti paraméterek és a biofilm sajátosságainak függvényében demonstráltak a morfológiai változatosságot. A mikrobialitok speciális kifejlődésének tartják a zátonyok elzárt üregeiben képződött biofilmek elmeszesedésével létrejött mikrobakérgeket is (*cryptic microbial carbonates*; pl. RIDING 1991b, REITNER et al. 2000, CABIOCH et al. 2006). Szabad szemmel is jól felismerhető, nagyon jellegzetes pórustípusok társulhatnak a finomkristályos karbonátokhoz. Ilyenek a gázbuborékok formálta, közel azonos méretű és kerekded pórusok sokasága és a sztromatiktisz néven emlegetett, gyakran összefüggő rendszert alkotó pórustípus (pl. REITNER et al. 2005, ZHOU & PRATT 2019).

BATHURST (1980) sztromatiktiszra vonatkozó publikációját követően PRATT (1982) összegezte és hívta fel a figyelmet arra, hogy a korábban változatos terminusokkal (pl. kriptalgás mészkő, sztromatolit, trombolit) leírt karbonáto-



5. ábra. Mikrobialit típusai

a) Dómos felépítésű sztromatolit hullámos lemezes szerkezete, sztratiform kőzettest, felső-triász Dolomia Principale F., Dolomitok, Passo Falzarego. b) Foltos szerkezetű trombolit vertikálisan elágazó dendrolit részekkel, kambriumi Archaeocyatha-mikrobázaton, Dél-Spanyolország, a Göttingeni Egyetem gyűjteményében. c) Trombolit foltos megjelenése, sztratiform kőzettest, alsó-triász Kokarkuyu F., Törökország

Figure 5. Types of microbialite

a) Stromatolite showing crinkle lamination, stratiform body, Upper Triassic Dolomia Principale Fm, Dolomites, Passo Falzarego. b) Thrombolite showing blotchy structure with dendrolite exhibiting upward branching elements, Cambrian, Archaeocyatha-microbial reef, South Spain, from collection of Göttingen University. c) Blotchy appearance of thrombolite, stratiform body, Lower Triassic Kokarkuyu Fm, Turkey

kat iszapdombokból (*mud mound*) is észlelték. Így az ilyen jellegű kőzettestek mind egy csoportba tartoznak, és megnevezésükre a mikrobazátóny javasolható (FLÜGEL et al. 1993, WEBB 1996, BOURQUE 2001, WOOD 2001). Ez a terminus alkalmazható az édesvízi mészkő (pl. PORTMAN et al. 2005) és a kemotróf biofilmekhez kapcsolt mészkő (pl. PECKMANN et al. 1999) egyes fáciestípusaira is. Bár a földtörténet különböző szakaszaiból a mikrobazátónyok nagyszámú előfordulását írták le (BOSENCE & BRIDGES 1995, FLAJS et al. 1995, NEUWEILER et al. 1997, LEINFELDER & SCHMID 2000, HIPS et al. 2011), a jelenkori tengerekben kevés ilyen képződmény ismert, például a Bahamákról említették (DILL et al. 1986, RIDING et al. 1991). A zátony fogalmának korábbi definíciója is átértékelődött, ma már magában foglalja a mikrobialitok egyik jellegzetes fáciestípusát is. A jelenlegi definíció szerint tehát a zátony olyan karbonátos kőzettest, mely szesszilis élőlények által jött létre és a képződés helyén in situ megőrződött, továbbá feltehetően a képződés idején topográfiai kiemelkedést alkotott (vö. RIDING 2002). A másik fáciestípushoz az árapálysíkságon képződött, rétegzett, sztratifórm mikrobialitok sorolhatók. Ezek hazánkban is jól ismertek elsősorban egyes triász formációkból (Wettersteini Mészkő és Dachsteini Mészkő).

Aktuálgeológiai kutatások korallzátonyokon

A modern zátonyrendszereket felépítő korallok és algák mellett megjelenő mikrobakérgék szerepe és fontossága még ma is kevésbé ismert, jóllehet az elsődleges vázalkotók mellett jelentős mennyiségű karbonáttal járulnak hozzá a zátonyrendszerek felépítéséhez (RIDING 1991a, PERRY & HEPBURN 2008). Legfőképpen bevonatok formájában vannak jelen, amelyek létrejöttében a biológiai folyamatok által befolyásolt mészkiválásnak, valamint az üledékszemszék befogásának és megkötésének van meghatározó szerepe. Jelentős mértékben járulnak hozzá a zátonyszerkezet stabilitásának kialakításához (PERRY & HEPBURN 2008, BELTRÁN et al. 2016). A nagy Mg-tartalmú kalcitból álló mikrobakérgéket a szakirodalom korábban többféle változatban is említi, úgymint mikritcement, mikrobás karbonátok, sztramatolitok és mikrobialitok (JONES & HUNTER 1991, RIDING 1991b, MONTAGGIONI & CAMOIN 1993, CAMOIN et al. 1999, RIDING & TOMÁS 2006, RIDING 2011, SEARD et al. 2011, RIDING et al. 2014, BELTRÁN et al. 2016). Az indopacifikus és karibi térség negyedidőszaki zátonyrendszereiben is megfigyeltek mikrobakérgéket, amelyek általában a korallok elhalása után képződtek a zátonyok fejlődéstörténetének utolsó fázisában. A zátony elsődleges vázüregeiben vagy a zátonyok közti törmelékkel borított területeken a szemcséken bevonatként jelenhetnek meg (MONTAGGIONI & CAMOIN 1993, CAMOIN et al. 1999, BRAGA et al. 2019). A korallzátonyokon mélyített fúrások tanúsága szerint mind szerkezetileg, mind térfogatukat tekintve a zátonyok igen jelentős alkotóelemét képviselhetik. A fúrómagokban az arányuk a kőzet 80%-át is elérheti (MONTAGGIONI & CAMOIN 1993, CAMOIN et al. 1999, SEARD

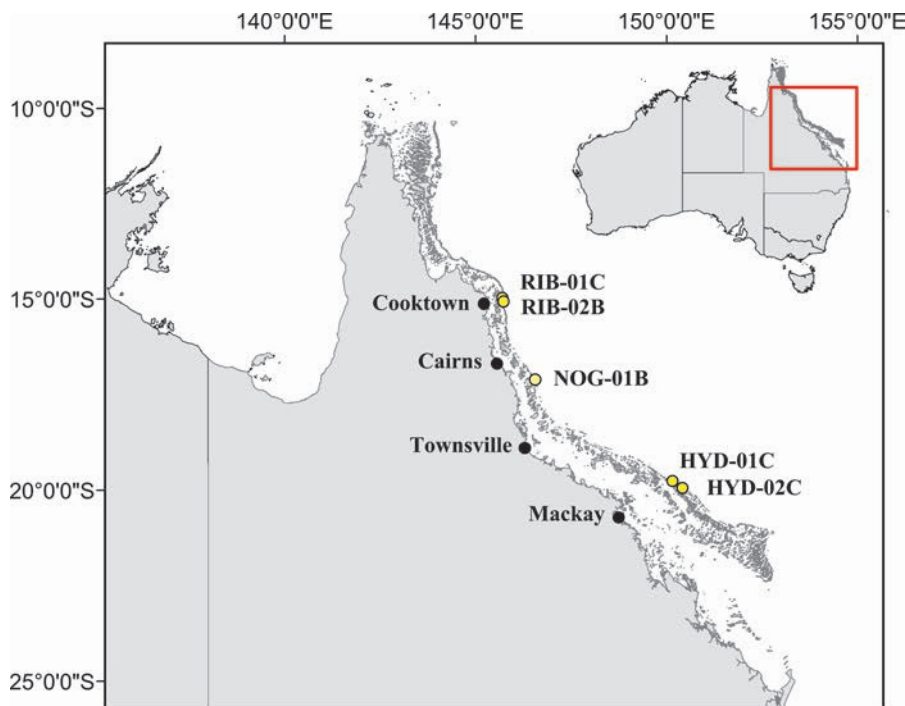
et al. 2011, BELTRÁN et al. 2016). Gyakran mészvázú vörösalgákkal együtt alkotnak stabil aljzatot, amely a további zátonyépítő szervezetek megtelepedését biztosítja (RIDING 1991b, BELTRÁN et al. 2016).

Korábbi kutatások kimutatták, hogy a korallzátonyokhoz társult biofilmek mikrobaközösségei valószínűleg kevésbé érzékenyek a fény és mélységbeli viszonyok változására, mint a zátonyépítő korallok. A környezetben bekövetkezett változások hatására a mikrobakérgék a zátonyszerkezetben belül vastagság- és elterjedésmélységi különbségeket mutatnak (CAMOIN & MONTAGGIONI 1994, RIDING et al. 2014). A pleisztocén zátonyrendszerekben az elterjedésük nagyobb volt, mint a holocén sekélytengeri zátonykörnyezetekben (HEINDEL et al. 2010). Vanuatu szigetein (Óceánia) végzett kutatások alapján a 24 és 6 ezer év közötti időintervallumban észlelt nagyarányú előfordulásuk feltehetően a nutriensgazdagabb környezethez és a gyors tengerszint-emelkedéshez köthető (CABIOCH et al. 2006). Az Atlanti-, az Indiai- és a Csendes-óceán területén (Tahiti, Belize és Maldív-szigetek) végzett kutatások szerint jelentősebb elterjedésük a vulkáni kőzetek mállásához köthető nutriensgazdagsággal hozható kapcsolatba. A vulkáni alapkőzetre épült zátonyegységekben vastagabb mikrobareteget figyeltek meg, és ezt a vulkáni kőzetek mállása során felszabaduló foszfor, magnézium, kalcium és vas tengervízbe kerülésének tulajdonították (HEINDEL et al. 2009, 2010, 2012).

WEBB & KAMBER (2000) szerint a mikrobialitok ritka földfém (RFF) tartalma megbízható információt nyújt az óceánok egykori oxidációs állapotáról, a szárazföldi törmelékbeszállításról és a felhalmozódási környezetről, tehát az őskörnyezet jelzőjének tekinthető (paleoproxi). RIDING et al. (2014) vizsgálatai alapján a mikrobakérgék vastagsága függ a pH-tól, a tengervíz karbonáttelítettségi szintjétől és a zátony vázszerkezetében létrejött vázüregek nagyságától, de leginkább a vízkémiai változásoktól. Megfigyeléseik szerint vastagabb kérgék jelentek meg a korallzátonyokon a glaciális és az azt követő átmeneti időszakokban, mivel akkor a karbonáttelítettségi szint magasabb volt, és a felszíni tengervíz lúgosabb lehetett. Ezzel ellentétben magasabb tengervízszint idején, leginkább az interglaciális szakaszokban vékonyabb kéreg képződött a savasabb környezet és az alacsonyabb karbonáttelítettségi szint miatt. Összességében, ezen modell szerint a mikrobialitok érzékenyek az óceánban bekövetkező vízkémiai változásokra és pH-paleoproxiékné is alkalmazhatóak az egykori savasodási periódusok kimutatására.

Mikrobakérgék tér- és időbeli elterjedése az elmúlt 30 ezer évben: esettanulmány a Nagy-korallzátonyon, Ausztrália

A Nemzetközi Mélytengeri Fúrási Program (IODP) 325. expedíciójának 2010-ben mélyített fúrásai igen nagyszámú adatot szolgáltatottak a Nagy-korallzátony elmúlt 30 ezer éves fejlődéséről. A fúrások a zátonyperem három helyszínén (Hydrographer's átjáró, Noggin-hát és Ribbon-zátony) mélyültek (6. ábra). A kutatás fő célja a tengerfelszín víz hő-



6. ábra. A Nemzetközi Mélytengeri Fúrési Program (IODP) 325. expedíciójának helyszínei (WEBSTER et al. 2011). RIB-01C és RIB-02B: Ribbon-zátóny (Cooktown part mentén); NOG-01B: Noggin-hát (Cairns part mentén); HYD-01C és -02C: Hydrographer's átjáró (Mackay part mentén)

Figure 6. Integrated Ocean Drilling Program (IODP) Expedition 325, Great Barrier Reef, Australia, transects location (WEBSTER et al. 2011). RIB-01C and 02B: Ribbon Reef (Offshore Cooktown); NOG-01B: Noggin Pass (Offshore Cairns); HYD-01C and 02C: Hydrographer's Passage (Offshore Mackay)

mérsékletének és a tengervízszint változásának rekonstrukciója az utolsó glaciális maximum (UGM) és az azt követő átmeneti időszak idején, továbbá ezeknek és egyéb környezeti változások hatásának nyomozása a Nagy-korallzátony fejlődésére. A rekonstrukciók során 30 és 9 ezer év között 5 fő zátonyépítési szakaszt azonosítottak (WEBSTER et al. 2011, 2018; YOKOYAMA et al. 2011, 2018). A fúrómagokból 6 különböző korallgyüttest dokumentáltak (WEBSTER et al. 2018, HUMBLET et al. 2019), és mind a zátonyon (*reefal*), mind a zátonyelőtérben (*fore-reef*) mikrobakérgeket írtak le (BRAGA et al. 2019). Keletkezésüket az UGM és korai átmeneti időszakban megtelepült biofilmek anoxikus környezetben előforduló szulfátredukáló baktériumok aktivitásához köthették. Előfordulásuk szerint a mikrobakérgek két típusát különböztették meg: (1) a zátonytest vázüregeiben létrejött és (2) a zátonyelőtér aljzatán bioklasztkok és bekérgező korallak által létrehozott üregekben képződött kérgeket (BRAGA et al. 2019).

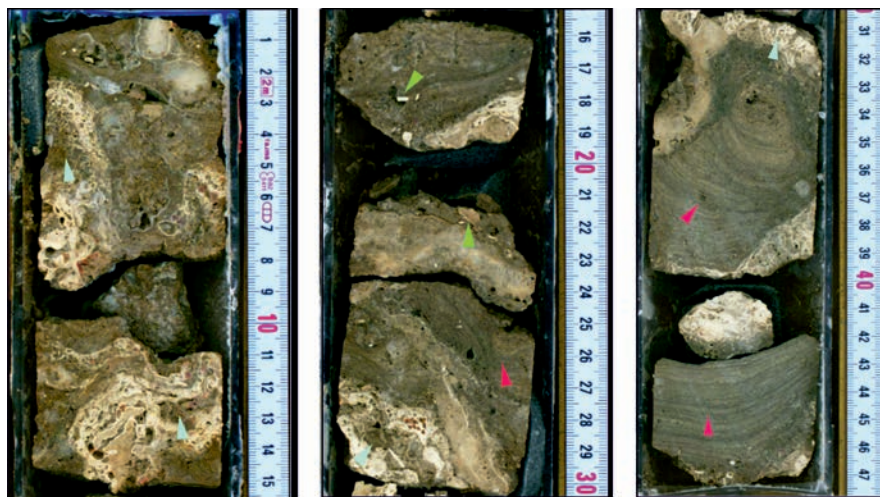
SZILÁGYI et al. (2020) a fúrómagok (NOG-01B és HYD-01C) feldolgozásánál 2D és 3D technikát alkalmazva kerestek összefüggéseket a mikrobakérgek tér- és időbeli elterjedése és a környezeti paraméterek között. Az eredmények globális kiterjesztéséhez figyelembe vették az azonos időintervallumból származó, 17 egyéb zátonygyüttesből korábban leírt mikrobakérgeket is. Fúrómagrészletekről készült CT-felvételeken az AVIZO szoftver segítségével 3D-ben elemezték a mikrobakérgek elterjedését és térfogatát (7.

ábra). Ezen adatokat a korábban készített 2D technika eredményeivel vetették össze, amely során nagy felbontású képeken vizsgálták a mikrobakérgék felületi elterjedését és vastagságát. A két módszer eredményeinek összevetése során megállapítást nyert, hogy a gyorsabban kivitelezhető 2D módszer hatékony és pontos technika a zátonykomponensek térfogati becsléséhez (a hibahatár átlaga $9,45 \pm 4,5\%$). Az eredmények arra is rávilágítottak, hogy a mélyebb vízi vázszerkezetekben jelentősebb mennyiségű mikrobakérgék képződött. Korall, alga és mikrobakérgéken mért radiokarbon koradatok felhasználásával megállapítást nyert, hogy ezek a zátonykomponensek együtt képződtek mind a sekély, mind a mélyebb vízi környezetekben. Néhány sekély vízi zátonytestnél azonban előfordult, hogy a korall-együttesek elhalása után utolsóként jelentek meg a bekérgező komponensek.

A Nagy-korallzátonyon jellegzetes trend mutatható ki a mikrobakérgék vastagságának változásában: az UGM csúcspontjái a vastagság növekedése, majd az átmeneti időszakban és a holocén idején csökkenése jellemző. A vastagságadatokat összevetése a környezeti paraméterek, azaz a felszíni tengervíz hőmérséklet, tengervízszint, nutriensellátottság, üledékbeszállítás, vízkémiai jellegek változásával rávilágítottak a mikrobakérgék növekedését befolyásoló tényezőkre. Az adatok leginkább a vízkémiában bekövetkező változásokkal, úgy mint a csökkenő pH és karbonáttelítettségi szinttel, illetve a növekvő parciális CO_2 -szinttel mutattak korrelációt. Ezek alapján megállapítható volt, hogy az egyéb környezeti paraméterekkel való lineáris korreláció hiánya miatt a mikrobakérgék növekedésére leginkább a vízkémiai változások voltak hatással.

Mikrobialitok a hazai földtani képződményekben

A földtani kutatások során számos hazai képződményben figyeltek meg a mikrobialit kategóriába sorolható kőzetfajtákat. A kőzetek jellegeit ismertető leírások elsősorban sztratomalitok és onkoidok jelenlétét említik. A makroszkópos megfigyeléseket sok esetben mikroszkópos vizsgálatok is kiegészítették, de a mikrobialitok részletes vizsgálatára és a képződési viszonyok pontosabb tisztázását célzó értelmezésére jóval kevesebb esetben került sor.



7. ábra. Reprezentatív zátony fűrómag, az IODP Exp. 325. NOG-01B helyszín, 54B lyuk, 4. fűrása (M00054B-4R1; forrás: IODP Exp. 325 Core Depository Proceedings; WEBSTER et al. 2011). A mag a tengervízszint alatt 125,33–125,81 m közötti szakaszból származik. BRAGA et al. (2019) által leírt néhány zátonyon megjelenő mikrobialit típus azonosítható benne. Kék nyíl jelzi az üregeket kitöltő, piros a lemezes és réteges mikrobialitot, míg a zöld nyíl a mikrobakéreg által bevont törmeléket

Figure 7. A representative reef core section from the IODP Exp. 325 NOG-01B transect, hole 54B, run 4 (M00054B-4R1; source: IODP Exp. 325 Core Depository Proceedings; WEBSTER et al. 2011). The core extends from 125.33 to 125.81 meter below sea level (mbsl). Three types of reefal microbialites can be identified by using the description of BRAGA et al. (2019). Reef framework pore-filling microbialite (blue arrowhead), laminated microbialite (red arrowhead), and microbial coated debris (green arrowhead)

Az alábbiakban rövid áttekintést adunk a mikrobialitok fontosabb hazai előfordulásairól, majd néhány esettanulmányt mutatunk be a részletesebben vizsgált triász sztromatolitokról, valamint az utóbbi évtizedben hazánkban is felismert és vizsgált mikrobazátonyokról.

Sztromatolit- és onkoidelőfordulások

Hazánkban ismert legidősebb sztromatolit-előfordulásnak a Polgárdi melletti Szárhegy kőfejtőjében feltárt, devonba sorolt Polgárdi Mészke tekinthető. A kisköki metamorfózist szenvedett vastagpados mészkő okkersárga lemezes és világosszürke rétegek váltakozásából áll. A lemezes szerkezetű padok makroszkópos jellegei és csiszolatos vizsgálatai is sztromatolitra utalnak, de a metamorfózis a szöveti jellegek egyértelmű azonosítását nem teszi lehetővé (FÜLÖP 1990).

Számos triász időszaki karbonátos kőzetből írtak le mikrobialitot. Nemzetközi viszonylatban is kiemelkedő jelentőségű a Bükkben ismertté vált, a perm-triász határán lezajlott globális környezeti krízist követően létrejött sztromatolit, ezért vizsgálatának eredményeit lentebb részletesebben tárgyaljuk. A középső- és a késő-triász karbonátplatformok és rámpák belső, védett részén a tengerszint oszcillációja következtében periodikusan biofilmmel borított árapálysík alakultak ki, ami sztromatolitpadok képződését eredményezte. Ilyen előfordulások ismertek a Bükk (VELLEDITS et al. 1999, 2004), az Aggteleki-karszt (PIROS 2002, KOVÁCS et al. 2004) és a Dunántúli-középhegység (HAAS et al. 2004), valamint a Mecsek és a Villányi-hegység területén (TÖRÖK 1997, 1998; BÉRCZINÉ MAKK et al. 2004;

LUKOCZKI et al. 2020). A Keszthelyi-hegység környékén a karni Edericsi Mészke több mint 100 m vastagságú onkoidos grainstone kifejlődése ismert (GÓCZÁN et al. 1993). Az Aggteleki-karszton a szintén karni korú Hallstatti Mészke Szádvársai Tagozatában ismert onkoidos mészkő képződése a Wettersteini karbonátplatform lezökkenéséhez és karbonátplató kialakulásához köthető, amit az onkoidok magjában is megjelenő brachiopodák jeleznek (KOVÁCS et al. 1993). A mecseki felső-anisusi Kozári Mészkeben kagyló- és csigahéjak mikrobás bekérgezésével létrejött, több centiméteres onkoidok tömegét tartalmazó padok figyelhetők meg (TÖRÖK 1997).

A Bakonyban a Dachsteini Mészke fedőjét képező hettangi, sekélytengeri Kardosréti Mészke egyes rétegei uralkodóan 3–5 mm, de olykor 1–1,5 cm átmérőjű onkoidokból állnak (HAAS et

al. 1984, VÖRÖS & GALÁCS 1998). A Dunántúli-középhegység északkeleti részén nyomozható, hogy a Dachsteini platform megfulladását követően a jura sekély pelágikus karbonátüledékek lerakódása csak a hettangi késői szakaszban indult meg (Tata környéke). A rétegsor több centiméteres onkoidokat, mikrobabekérgezéses ammoniteszeket tartalmazó paddal kezdődik (FÜLÖP 1975, HAAS & BUDAI 1995).

A Villányi-hegység üledékhézagokkal tagolt jura rétegsorában, a pliensbachi rétegeket lezáró keményfelszín fölött kondenzált (néhány deciméter vastagságú), drapp-sárga-sötétvörös színű, bath-callovi mészkőrétegek települnek (VÖRÖS 1972, 2010). Az 1960-as években lengyel kutatók ismerték fel és írták le, hogy e háromszatú rétegcsoport középső részén 5 cm vastag sztromatolitréteg figyelhető meg. A sztromatolit alatt és felett a mészkő mikrit alapanyagába 5–10 cm átmérőjű onkoidok ágyazódnak, melyek magját többnyire ammoniteszek vagy belemnitesz rostrumok képezik (RADWAŃSKY & SZULCZEWSKI 1965, 1966). A későbbi vizsgálatok azt is megállapították, hogy ezek nem karbonátonkoidok, hanem vasásványokból állnak, valamint foraminifera és más mészvázú taxonok is társulnak a filamentumokhoz (GRADZIŃSKI et al. 2004). Ez utóbbi kutatásokkal összhangban VÖRÖS (2010) szerint a vasas mikrobakérgeket és az onkoidokat nem fototróf szervezetek, hanem valamilyen más mikroorganizmusok hozhatták létre. Tata környékén a felső-jura–alsó-kréta rétegek egyenlőtlen felszínére jelentős üledékhézaggal települt Tatai Mészke bázisán max. 20 cm vastag foszforitsztromatolit és onkoidok is találhatóak (FÜLÖP 1975, SZIVES et al. 2007).

A Villányi-hegységben az alsó-kréta Nagyharsányi

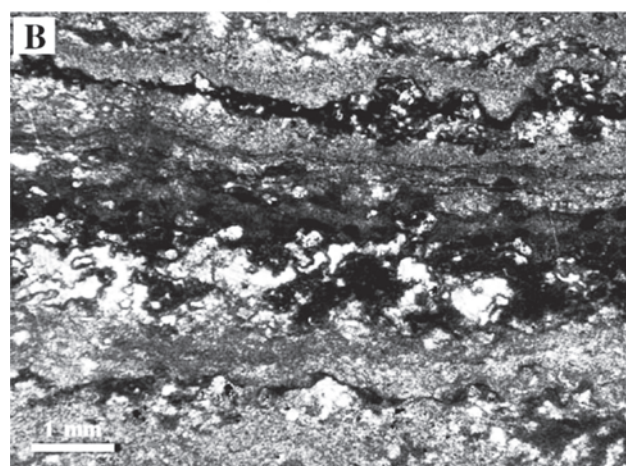
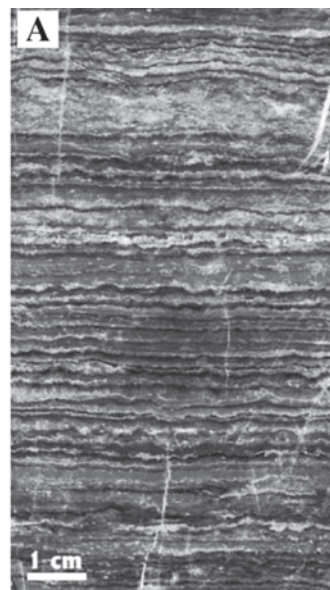
Mésző legalsó részén tavi, árapálysíksági, majd sekélytengeri környezetben létrejött kőzetek ciklusos váltakozásából álló rétegsor figyelhető meg. Az árapálysíkságon keletkezett rétegcsoport jellemzően feketedett litoklasztokat is tartalmazó breccsával indul, amelyre néhány deciméter vastagságú, sík vagy enyhén hullámos sztromatolitrétegek települnek (CSÁSZÁR 2002).

Mélyebb rámpakörnyezetben keletkezett
sztromatolit a triász bázisán a
Bükki-parautochton rétegsorában

A Tethys nyugati elvégződésében kialakult széles, sekély selfet a perm végén karbonátos üledékek borították. A kihalási eseményt követően — amit a rétegsorban a kb. 1 m vastag meszes aleuolitréteg képvisel — a finomszemcsés karbonátos üledékképződés folytatódott (HAAS et al. 2007). RIDING & LIANG (2005) tanulmánya szerint a fanerozoikum során a nagyobb kihalási eseményeket követően elterjedté váltak a mikrobialitok, amit alapvetően a metazoák hiánya és a tengervíz telítettségi szintjének növekedése idézhetett elő. A bükki triász rétegsor bázisán a 0,5 m vastag, vékony réteges, bioturbált mudstone felett egy kb. 8 m vastag síklemezes sztromatolitszakasz települ (8. ábra; HIPS & HAAS 2006). A leggyakoribb mikrofaciális-komponensek a finomkristályos mikritbe ágyazott, üreges belsejű, gömbszerű elemek halmaza, a csomós mikrit, a rétegzéssel párhuzamosan rendeződött filamentumok kötegei és a peloidok. Mindezek a komponensek az aljzatot beborító biofilm elmeszesedésével jöhettek létre, a peloidok pedig az elmeszesedést követően felszakadt és áthalmazott szemcsék. A síklemezes szerkezet egyrészt az elmeszesedett biofilmekből, másrészt az ezek épülését megszakító, áthalmazott detritális szemcsékben gazdag üledékes réteglemezek váltakozásával jött létre. A sztromatolit belső mikroszövege alapján egyszerű és komplexebb összetételű, vagyis különböző fejlettségű biofilmek feltételezhetők. A faciális korrelációja alapján a sztromatolit az árapályöv alatti zónában, a viharbázis környékén keletkezhetett. A perm végi kihalás nyomait megőrzött szakaszok felett települő mikrobialitrétegek számos tethysi szelvényből ismertek (XIE & KERSHAW 2012). Az elterjedt mikrobialitok mellett a geokémiai markerekben kimutatott eltolódások alátámasztják azt a feltételezést, hogy a perm végén és a kora-triászban jelentősebb változás történt a tengervíz kémiai paramétereiben.

A Dachsteini platform árapálysíkságán képződött
mikrobialitok a Dunántúli-középhegységben

A késő-karni idején a Neotethys-óceán rendkívül széles és topográfiailag kiegyenlített peremvidékén hatalmas kiterjedésű karbonátplatform-rendszer alakult ki. A Dunántúli-középhegységi szerkezeti egység a Neotethys passzív peremének egy szegmensét képezte, északkeleti része a platformmedencékkel tagolt külső részéhez, míg középső és délnyugati része védett belső övezetéhez tartozott (HAAS et al. 1995, HAAS & BUDAI 1995, HAAS 2002). Az utóbbi övezetben 2,5–3 km vastagságú, ciklusos felépítésű, karbonátos kőzetből álló rétegsor képződött (HAAS 1988). A tengerszint



8. ábra. Síklemezes sztromatolit. Gerennavári F., Bálvány Ki szelvény (HIPS & HAAS 2006)

A) Finoman redőzött lemezesség. B) A jellegzetes mikroszerkezetet az elmeszesedett biofilm lemezek (sűrű és csomós mikrit fenesztrális pórusokkal) és a detritális lemezek váltakozása adja. Mikroszkópos fotó

Figure 8. Stromatolite with planar lamination. Gerennavár Fm, section Bálvány E (HIPS & HAAS 2006)

A) Crinkle lamination. B) Typical structure is formed by alternation of calcified biofilm (dense and clotted micrite with fenestral pores) and lighter detrital laminae. Photomicrograph

periodikus oszcillációja következtében létrejött eróziós felszínnel határolt, méter nagyságrendű peritidális ciklusok az árapálysíksági és a sekély árapályöv alatti környezetben létrejött kőzetfajtákból állnak. Az összlet alsóbb része (felsőkarni–középső-nori Földolomit Formáció) közvetlenül a lerakódás után dolomitosodott. Ebben a szemiarid klímának lehetett meghatározó szerepe (BALOG et al. 1999; HAAS et al. 2012, 2015). A középső-nori késői szakaszában a klíma fokozatosan humidabbá válása részleges dolomitosodást eredményezett, majd lényegében megszűnt (középső-nori-rhaeti Dachsteini Formáció). Így a cikluson belül a záró rétegtagok jellegei megváltoztak, a dolomitosodást a kalktrétképződés váltotta fel.

A karbonátplatformok belső övezetében létrejött ciklu-

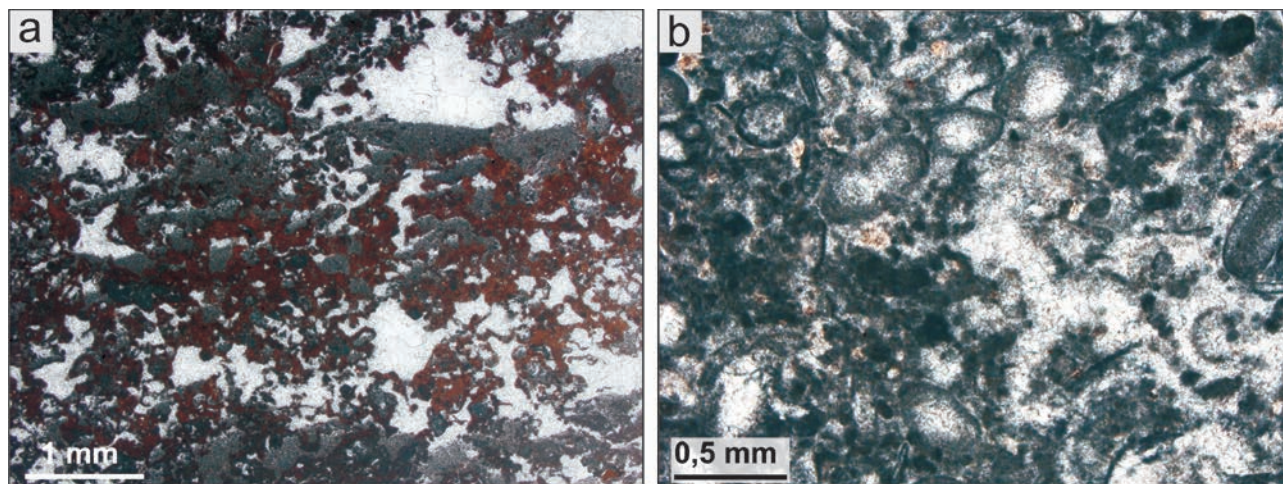
soknak a Dachsteini Mészköből leírt típusát FISCHER (1964) nyomán Lofer-ciklusnak nevezik. A sztromatolit, ami a B-tagként jelölt fácies (FISCHER 1964), a ciklusok árapálysíkságon képződött egysége. A Fődolomit esetében a sztromatolitzakaszok vastagsága gyakran a ciklus teljes vastagságának a felét is eléri, és olykor meg is haladhatja azt. Megjelennek a ciklusok bázisán, de a ciklusok felső részén is (HAAS 2004). Nem csak sík lemezes lehet, ritkábban néhány milliméteres–centiméteres dómos szerkezetet is formálhatnak. Száradási repedések gyakoriak, ritkábban indián sátorhoz (*teepee*) hasonlító alakzatot formáló szerkezetek figyelhetők meg (HAAS et al. 2015). A sztromatolitpadok felső részén gyakori a breccsásodás, és sztromatolit-litoklasztok gyakran a sztromatolitpad fölötti, árapályöv alatti sekélytengeri eredetű réteg alsóbb részén is megjelennek. A sztromatolitpadokat jellemzően finomkristályos karbonát, csomós mikrit, valamint a rétegzéssel párhuzamosan rendeződött, néhány milliméteres vagy annál kisebb átmérőjű, belső üledékekkel és cementtel kitöltött fenestrális pórusok alkotják (HAAS et al. 2015).

A Lofer-ciklusos Dachsteini Mészkö esetében a mikrobialitpadok (B-tag) a meteorikus diagenézis során képződött vöröses vagy zöldes színű agyagos kalkrét breccsásodott rétegei (A-tag) felett jelennek meg a ciklus alsó részén vagy olykor a ciklus legfelső egységeként is (HAAS 1991). A mikrobialitpadok vastagsága a formáció alsóbb részén több deciméter, de esetenként az egy métert is meghaladja. A formáció felsőbb részén azonban többnyire csupán 1–2 deciméter. A mikrobialitrétegek szürkésfehér, halványszürke színűek, olykor sárgás vagy rózsaszínes árnyalattal, ez

utóbbit a biofilmben csapdázódott, eolikusan szállított karbonátszilt adja (9. ábra). Szöveti jellegeik alapvetően megegyeznek a Fődolomit Formációnál leírttal. Csomós mikrit szövet gyakori az árapálysíksági és a bioklasztos lagúna litofaciesek átmeneti zónájában (9. ábra). Ritkán mikropátcementtel kitöltött finomkristályos, szálas szöveti elemeket, kalcimikrobákat is meg lehetett figyelni (HAAS 2004). A fenestrális pórusokat általában kalcitcement tölti ki, de a formáció részlegesen dolomitosodott alsó tagozatában a pórusok falát apró dolomitkristályok szegélyezik, míg belsejüket kalcitpát tölti ki. Gyakori a pórusok egyesülése, ezáltal rétegzéssel párhuzamos lemezrepedések kialakulása, amelyeket részben belső üledék, részben kalcitcement tölt ki (HAAS 2004). A mikrobialitpadok felső részén gyakoriak a száradási repedések és a száradáshoz, illetve kalkrétképződéshez köthető breccsásodás, továbbá az így képződött litoklasztok átülepítés utáni beágyazódása is sok esetben megfigyelhető a közvetlen fedő sekélytengeri pad (C-tag) alsó részén (HAAS 2004).

Mikrobazátonyok, sajátos sztromataktisz előfordulások és édesvízi mikrobialit kőzettestek

A jelenleg használt terminusrendszer alapján hazánk területén néhány mikrobazátony és szivacs-mikrobazátony ismert. Ezek közül a legidősebb karbon korú, és a Bükkben fordul elő. A Mályinkai Formáció Berenási Tagozatában palába települt mészkötestek több szintben nagy méretű lencsesorokat képeznek (FÜLÖP 1994). A Csikorgónál feltárt lencsékben a *Chaetetes*-féle szivacsok csomós mikrit

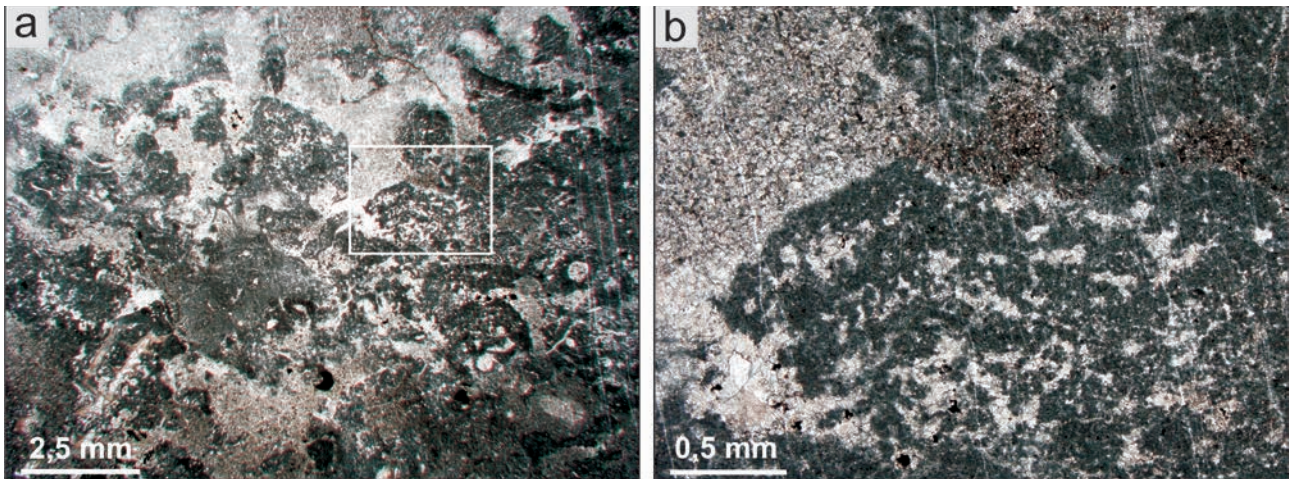


9. ábra. Az árapálysíkság különböző zónáiban képződött, eltérő típusú mikrobás boundstone a Dachsteini Mészköből (mikroszkópos fotók)

a) Hintetten csomós mikrit (sötétszürke foltok) között változó méretű fenestrális pórusok, amiket geopetális szerkezetben belső üledék (középszürke) és kalcitpát cement (fehér) tölt ki. A detritális eredetű, eolikusan szállított karbonátszilt (vörös) a biofilmben csapdázódott, és így a csomós mikrit komponenshez kötődik a szövetben. A nagyobb fenestrális pórusokra jellemző a felfelé csúcsosodó és elágazó alakzat, ami a szerves anyag lebomlása során keletkező gázok eltávozásával jöhetett létre. Képződése az árapályzóna felső részén volt. Porva Po-89 fúrás. b) Mikritcsomók kis klasztereket alkotnak, ahol a csomók részlegesen összeérnek. Ebbe a szövetbe ágyazódnak foraminiferák és más bioklasztok, köztük kalcitcement kitöltésű fenestrális pórusok. Képződése az árapálysíkság és a lagúna határán volt, a bioklasztok a hullámzással és az árapályáramlással áthalmozódtak és a biofilmbé beágyazódtak. Magyarpolány Mp-37 fúrás

Figure 9. Various microbial boundstone, which were formed in different zones of tidal flat, Dachstein Fm (photomicrographs)

a) Fabric is composed by clotted micrite (dark grey), fenestral pores in various sizes, occluded by internal sediment (grey), and calcite spar cement (white). Detrital carbonate silt (reddish) was eolian transported and trapped in biofilm, thus it is related to clotted micrite. Conical form of larger fenestral pores was likely formed by escaping gas bubbles that was originated from decomposition of organic matrix. Upper zone of tidal flat. Core Porva Po-89. b) Fabric is characterised by clot clusters that includes foraminifers, bioclasts and fenestral pores occluded by calcite cement. In the transitional zone between the lagoon and tidal flat, the bioclast were redeposited by tidal currents and trapped by biofilm. Core Magyarpolány Mp-37



10. ábra. Mikroba boundstone a bükki karbon lencséből, Mályinkai F. Berenási T., Nagyvisnyó (mikroszkópos fotók)

a) Csomós mikrit szövet átalakult, kristályos foltokkal. b) Az a) ábrának egy részlete (négyyszög), ahol a mikritcsomók felfelé elágazó halmazokba rendeződtek, illetve *Renalcis* kalcimikrobára emlékeztető, vese alakú elemeket formálnak (középen fölül)

Figure 10. Microbial boundstone from Carboniferous limestone lenses, Bükk Mountains, Mályinka Fm, Berenás Mb, Nagyvisnyó (photomicrographs)

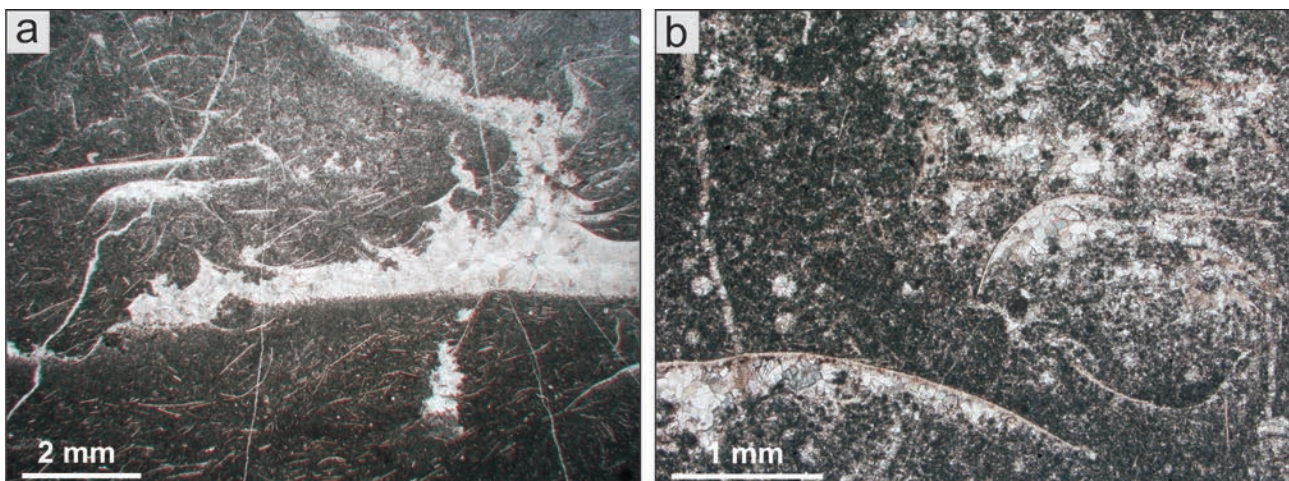
a) Clotted micrite fabric with crystalline mottles. b) A detail of the fabric from a) (rectangle), where clots are formed upward branching clusters, and clusters of hollow reniform bodies resemble *Renalcis clacimicrobe* (top middle)

szövetben jelennek meg, míg a Nagyvisnyó–Putnok vasútvonal mentén feltárt lencsékben a mikrobás csomós mikrit szövetéhez *Fenestella*-félékhez tartozó bryozoák és filloid algák társulnak (10. ábra).

Sajátos sztromataktisz szerkezetek ismertek triász (HORVÁTH & HIPS 2015) és jura (BARTUS 2014) hemipelágikus és pelágikus környezetben lerakódott karbonátos kőzettestekből. A belső üledékekkel és cementtel kitöltött üregek, vagy a több üregből összekapcsolódott üregrendszerek, alul szélesebb és felfelé keskenyedő, elnyúló alakot formálnak, ami arra utal, hogy az üledékben felhalmozódott gázoknak

volt szerepe ezen szerkezetek kialakulásában (11. ábra). Az Aggteleki-karszton előforduló triász Nádaskai Mészke Formációban ez esetenként jellegzetes csomós mikrit szövettel is társul. A hintett automikrit jelenlétére utal a nagy méretű üregek megőrződése.

A Gerecsében a süttöi édesvízi mészkőben a csomós mikrit szövet alapján definiálták a mikrobiális litofációt, amit biofilmből való kalcitkiválásként értelmeztek (TÖRÖK et al. 2017). Az egerszalóki hőforrás környezetében kivált édesvízi mészkő boundstone mikrofaciésében a szálal kalcimikroba és a csomós mikrit szöveti komponensek a jel-



11. ábra. Jellegzetes, cementtel kitöltött pórusok bioklasztos mészkőben (Nádaskai Mészke F., Szőlőszárd Szől-1 fúrás; mikroszkópos fotók)

a) Sztromataktisz szerkezet (HORVÁTH & HIPS 2015). Az üreg alsó része lapos, míg a felső része hegyesen felnyúlik és alágazik. A pórust geopotális szerkezetben mikrit belső üledék és kalcitcement tölti ki. b) Bioklasztos boundstone, ahol az automikrit sűrűn és csomókban is megfigyelhető vékony héjú kagylókkal és átalakult radioláriákkal együtt. Kalcitpát cement kitöltésű védett pórusok és sajátos fenesztrális jellegű pórusrendszer jellemzi

Figure 11. Characteristic pores in bioclastic limestone (Nádaska Fm, Core Szőlőszárd Szől-1; photomicrographs)

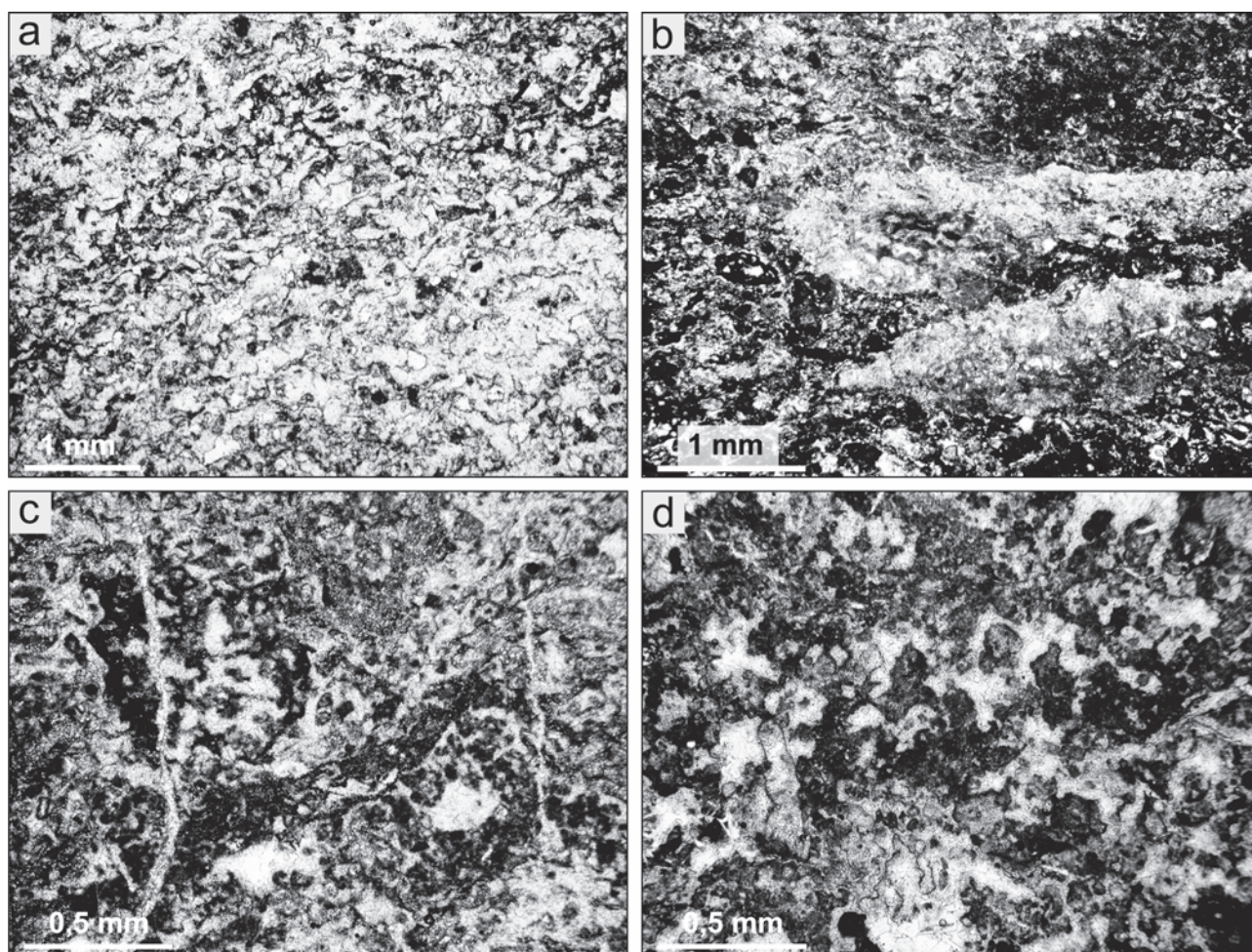
a) Stromatactis structure (HORVÁTH & HIPS 2015). Horizontally elongated void that has an upward-directed and branching protrusion. The pore is occluded by finely crystalline internal sediment and calcite spar cement. b) Bioclastic boundstone, in which dense automikrite and clotted micrite occur together with thin-shelled bivalves and radiolarians. Shelter pores and fenestral-like pore-system are occluded by calcite spar cement

lemzőek. A kapcsolódó biofilmekből pedig extrémofil archaeákat azonosítottak (KELE et al. 2008).

Középső-triász szivacs-mikrobazátonyok a perm végi kihalást követően

A középső-triász kezdetén kialakult elzárt intraplatform medencében lerakódott karbonátüledékekből jött létre a Gutensteini Mésző rétegsora. A formáció alsó szakaszán lemezes és vékonyréteges mudstone települ, esetenként lemezes bioklasztos packstone, a felső szakasza változatos szövetű mésző és dolomitrétegekből épül fel (Hips 2003, 2007). A medencében jelentős ökológiai és üledékföldtani változások a szivacsok és a mikroba biofilmek megjelenéséhez köthetők. A sötétszürke, finomkristályos karbonátrétegsorban a szivacs-mikroba boundstone és az ehhez kapcsolódó fáciestípusok ciklusos, felfelé sekélyesedő tendenciát

tükröznek, ahol jellegzetes az ooidos–onkoidos grainstone, a keresztarétegzett és keresztlemezes bioklasztos–peloidos packstone–grainstone, a vékonyréteges bioklasztos wackestone, a gipsz utáni pseudomorfózákat tartalmazó, lemezes és breccsás dolomit, valamint a pizoidos és finomkristályos dolokrét. A szivacs-mikrobazátonytestek vastagsága 0,5 és 5 m között változik. A párhuzamos rétegfelszínek alapján a finomkristályos karbonát lapos, lencseszerű testeket alkotott, amelyek nem rendelkeztek jelentősebb topográfiai kiemelkedéssel. Mikrofaciésének fontos eleme a szabálytalan, kúpos formákat alkotó bekérgező szivacs, amihez csomós mikrit szövetű komponensek társulnak (12. ábra). Ezek leginkább a szivacson kérgeket, a bioklasztokon kisebb kupacokat vagy klasztereket, és *Tubiphytes*-szel pedig gumószerű összenövéseket képeznek. A formáció legfelső szakaszán a csomós mikrit szövetű mikroba boundstone képez vastagpados kifejlődést (12. ábra d). Szöveti jellegi



12. ábra. Szivacs-mikrobazátony boundstone mikrofaciés típusai, Gutensteini F. (mikroszkópos fotók)

a) Bekérgező szivacsokra jellemző, kalcitpát kristályokból álló kúpos formák (világos), vékony mikrit vagy nagyobb foltokban csomós mikrit-kéreggel (sötét). b) Peloid és bioklasztokat tartalmazó, heterogén felépítésű csomós mikrit szövetbe lencseszerűen beágyazott mikrit–mikropát alkotta kérgek. c) Bekérgező szivacs kúpos formáival összenőtt, vertikálisan elágazó formákat alkotó csomós mikrit klaszterek. d) Csomós mikrit-halmazok cement kitöltésű fenesztrális pórusokkal. a), b) és c) Baradla-barlang; d) Kóhorog-oldal, Jósvalfőtől északra

Figure 12. Types of sponge-microbe boundstone, Gutenstein Fm (photomicrographs)

a) Characteristic cuneiform shape of encrusting sponge consisting of calcite spars (light) preserved by micrite and clotted micrite crusts (dark). b) Heterogenous clotted micrite fabric includes peloidal and bioclastic grains and lense-shaped micrite-microspar crusts. c) Framework of cuneiform encrusting sponge with clusters of micrite clots. d) Clusters of clotted micrite with cement-filled fenestral pores. a), b) and c) Baradla Cave; d) Kóhorog roadcut, north of Jósvalfő

fokozatos átmenetet mutatnak a fedő Steinalmi Formáció onkoidos sztramatolit fáciesé felé. Az Északi-Mészkőalpok, a Nyugati-Kárpátok és a Dinaridák rétegsorában is megjelennek ezek a sötétszürke, finomkristályos mikrobialitok, ahol jellegzetes szöveti elem a klasztereket alkotó csomós mikrit (HIPS 2007). A perm végi kihalást követően az élővilág evolúciójának jelentős lépcsőfoka volt ez a középső-triász szakasz, mely megelőzte a jelentősebb metazoa zátonyok kialakulását.

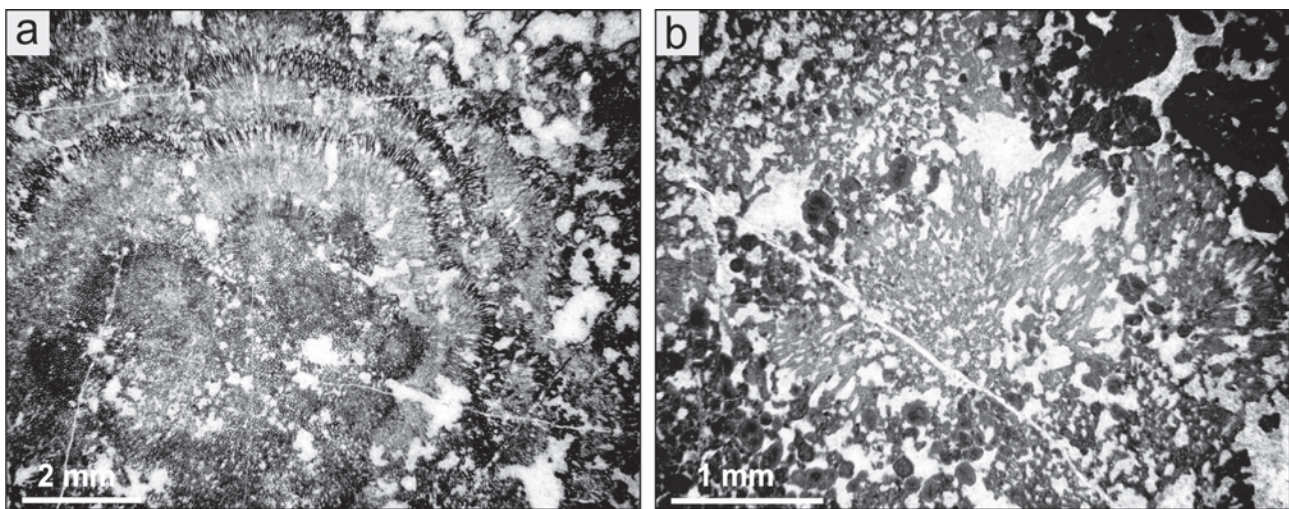
Mikrobazátonyok a Dachsteini platform külső övezetében

A Dunántúli-középhegységi-egység északkeleti részének üledéklerakódási területe a késő-triász idején a Dachsteini platformrendszer intraplatform medencékkel tagolt külső övezetét képezte. Ezek a képződmények a Budai-hegyekben, valamint a Duna-balparti-rögök területén vannak feltárva. Itt a Dachsteini Mészkő kifejlődése a belső platformra jellemző Lofér-ciklusos rétegsorokétól jelentősen eltér. A tagolatlan, 5–6 m vastagságot is elérő padokat uralkodóan onkoidszemcsék alkotják. A Budai-hegyekben, a Remete-hegy térségében ismert, ősmaradványokban gazdag előfordulásról ezt a képződményt Remetehegyi Tagozatként különítették el (HAAS & BUDAI 2014).

A típusterület rétegsorainak mikrofácies vizsgálata arra az eredményre vezetett, hogy a vastag padokat litofácies-típusokba sorolható mészkőfajták építik fel. Ezek uralkodó hányadának képződésében a mikrobák meghatározó szerepet játszhattak (HORVÁTH & HAAS 2014). A padok bázisán olykor kis vastagságban sztramatolit jelenik meg. A többi boundstone mikrofácies a kalcimikrobás, szemcseaggregá-

tumos és onkoidos, valamint a bioklasztos litofáciesekbe sorolhatóak. A kalcimikrobás litofáciesben, a régi terminus szerinti Porostromata-csoportba (FLÜGEL 2004) tartozó *Cayeuxia* és *Ortonella* ismerhető fel (13. ábra). Ezek a fonalas kalcimikroba formák a jelenkori tavi környezetekből ismert *Rivularia* kalcimikroba típussal azonosíthatóak (DRAGASTAN et al. 1996). Ezekkel együtt gyakran szabálytalan alakú vagy lencseszerű *Thaumatoporellák* is megjelennek. Az onkoidos litofácies esetében az onkolit kőzet uralkodóan több milliméteres onkoidszemcsékből áll, melyekben a bekérgezett szemcsék magjaként kalcimikroba-töredékek, továbbá különböző szervezetek mészvázának töredékei jelennek meg. Szinte valamennyi litofácies-típusban jelen vannak a néhány milliméteres szemcseaggregátumok, amelyek csomós mikrittel/automikrittel cementált apró karbonát-szemcsékből állnak, de van olyan fáciestípus is, amelyben ezek az összetett szemcsék kőzetalkotó mennyiségben vannak jelen.

A fent említett litofácies-típusok esetében a szemcsék között általában csomós mikrit figyelhető meg, ami helyben, a biofilmmátrixban történt kiválásra utal. A kalcimikrobák és a drúzás kalcitpát cementtel kitöltött makroszkópos fenesztrális pórusok jelenléte a több méter vastagságot elérő rétegzetlen/tagolatlan boundstone padokban arra utal, hogy ez a képződmény mikrobazátonyként értelmezhető. Hasonló mikrobazátony ismert a Dachsteini Mészkő szerbiai előfordulásából (HIPS et al. 2011). A boundstone típusú kőzetek mellett erősebben mozgott sekélytengeri környezetben lerakódott grainstone és gyenge vízmozgású védett környezetben képződött pelletes wackestone litofáciesek is jelen vannak a rétegsorban. Ezek a



13. ábra. Kalcimikrobák a mikrobazátony boundstone mikrofáciesekben, Dachsteini F. Remetehegyi T., Nézsa (mikroszkópos fotók)

a) Félgömböt formáló, fonalas szerkezetű kalcimikroba keresztmetszetben, radiaxiális rostos kalcitcement-kitöltésű fenesztrális pórusokkal. Szintekben sötétebb és világosabb sávok jelzik a kicsapódott karbonát eltérő kristályméretét, ami a kristálycsíra-képződésnek és a szerves mátrix szerkezeti megőrzésének függvénye. b) Fonalas kalcimikroba klaszterek (középen) kapcsolódása a csomós mikrit szövettel (balra fent), onkoidokkal (jobbra fent) és kalcitcement kitöltésű fenesztrális pórusokkal

Figure 13. Calcimicrobes in microbial reef boundstone, Dachstein Fm, Remetehegy Mb, Nézsa (photomicrographs)

a) Cross section through filamentous calcimicrobe forming half-sphere and fenestral pores occluded by radiaxial fibrous calcite cement. Darker and lighter bands refers to various crystal sizes that were formed in the function of crystal nucleation and preservation of structure of organic matrix. b) Clusters of filamentous calcimicrobe (middle), clotted micrite (upper left), onkoids (upper right) and fenestral pores occluded by calcite spars

típusok a mikrobazátonyok körzetében képződtek, térben és időben változó környezeti feltételek mellett (HORVÁTH & HAAS 2014).

Zárógondolatok

A karbonátos kőzetek jelentős szerepet játszanak a litoszféra legfelső részének felépítésében. Hatalmas hegységvonulatok uralkodó hányadát alkotják, kiterjedt fennsíkokat építenek fel, medencék aljzatát képezik. Ennek ellenére a 20. század derekáig igen csekély megalapozott ismerettel rendelkezünk e kőzetfajták képződésének körülményeiről. Az első áttörést ezen a téren a múlt század '50-es éveiben megkezdődött aktuálgeológiai vizsgálatok jelentették, amelyek eredményei szinte azonnal beépültek a karbonátos szénhidrogén-tárolók éppen ekkor felfutó kutatásainak gyakorlatába. A következő áttörést a mélytengerek kutatását célzó fúrás programok adták, amelyek a mélytengeri karbonátos kőzetek képződésének megértéséhez nyitották meg a kaput.

A harmadik jelentős fordulatra a múlt század utolsó évtizedeiben került sor, amikor felismerték azt, hogy a mikrobáknak sokkal nagyobb a szerepük a mészkövek képződésében és a mészüledékek közzé válásában, mint azt korábban feltételezték. Ez sok tekintetben megváltoztatta a kutatók szemléletét, a kutatások módszereit és esetenként a korábbi képződési modellek számottevő módosulásához, nem

egyszer gyökeres megváltozásához vezettek. A felismerés háttérét a mikrobiológus és szedimentológus csoportok által végzett kiterjedt aktuálgeológiai kutatási programok mellett a laboratóriumi kísérleti lehetőségek, továbbá az anyagvizsgálati módszerek rendkívül gyors fejlődése adta.

A mikrobák szerepe a mészkő képződésében nem korlátozódik csupán a mikrobialit kőzetfajták létrehozására. Ennél sokkal több mikrobák közreműködésével végbemenő folyamat ismert, amely más mészkőfajták, dolomitok vagy egyéb kőzetek diagenézisében lényeges szerepet játszik. A rövid áttekintésből is kitűnik, hogy a hazai mészkőfajták között is jelentős számban vannak a mikrobialitok csoportjába sorolhatóak. Ezek közül néhány esetében már megkezdődtek az új szemlélettel, módszerekkel és korszerű anyagvizsgálati eszközökkel folyó kutatások. Kétségtelen azonban, hogy igen sok tennivaló van ezen a téren. Ismereteink bővítése, korábbi megcsontosodott nézeteink felülvizsgálata, a képződési modellek újragondolása és mindenek előtt új célirányos kutatások szükségesek ahhoz, hogy a magyarországi karbonátos rétegsorok vizsgálatában követni tudjuk a karbonátszedimentológia ez irányú nagy ütemű nemzetközi fejlődését.

Köszönetnyilvánítás

Hálás köszönetünket fejezzük ki a cikk lektorainak, PIROS Olgának és MOHR Emőkének javaslataikért.

Irodalom — References

- ADDADI, L. & WEINER, S. 1992: Control and design principles in biological mineralization. — *Angewandte Chemie International Edition in English* **31/2**, 153–169. <https://doi.org/10.1002/anie.199201531>
- AGIRREZABALA, L. M. 2009: Mid Cretaceous hydrothermal vents and authigenic carbonates in a transform margin, Basque Cantabrian Basin (western Pyrenees): a multidisciplinary study. — *Sedimentology* **56/4**, 969–996. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2008.01013.x>
- AITKEN, J. D. 1967: Classification and environmental significance of cryptalgal limestones and dolomites, with illustrations from the Cambrian and Ordovician of southwestern Alberta. — *Journal of Sedimentary Research* **37/4**, 1163–1178. <https://doi.org/10.1306/74D7185C-2B21-11D7-8648000102C1865D>
- ALLEN, M. A., GOH, F., BURNS, B. P. & NEILAN, B. A. 2009: Bacterial, archaeal and eukaryotic diversity of smooth and pustular microbial mat communities in the hypersaline lagoon of Shark Bay. — *Geobiology* **7/1**, 82–96. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4669.2008.00187.x>
- ANDRES, M. S. & REID, R. P. 2006: Growth morphologies of modern marine stromatolites: a case study from Highborne Cay, Bahamas. — *Sedimentary Geology* **185/3–4**, 319–328. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2005.12.020>
- ARP, G., REIMER, A. & REITNER, J. 1999a: Calcification in cyanobacterial biofilms of alkaline salt lakes. — *European Journal of Phycology* **34/4**, 393–403. <https://doi.org/10.1080/09670269910001736452>
- ARP, G., THIEL, V., REIMER, A., MICHAELIS, W. & REITNER, J. 1999b: Biofilm exopolymers control microbialite formation at thermal springs discharging into the alkaline Pyramid Lake, Nevada, USA. — *Sedimentary Geology* **126/1–4**, 159–176. [https://doi.org/10.1016/S0037-0738\(99\)00038-X](https://doi.org/10.1016/S0037-0738(99)00038-X)
- ARP, G., REIMER, A. & REITNER, J. 2001: Photosynthesis-induced biofilm calcification and calcium concentrations in Phanerozoic oceans. — *Science* **292/5522**, 1701–1704. <https://doi.org/10.1126/science.105720>
- AWRAMIK, S. M., SCHOPF, J. W. & WALTER, M. R. 1983: Filamentous fossil bacteria from the Archean of Western Australia. — *Developments in Precambrian Geology* **7**, 249–266. [https://doi.org/10.1016/S0166-2635\(08\)70251-2](https://doi.org/10.1016/S0166-2635(08)70251-2)
- 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/10.1306/D42689CD-2B26-11D7-8648000102C1865D>
- BARTUS G. 2014: A gerecsei tithon hierlatz típusú mészkő képződési környezete szedimentológiai és paleoökológiai vizsgálatok alapján. Szakdolgozat, Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, Eötvös Loránd Tudományegyetem.
- BATHURST, R. G. C. 1971: Carbonate sediments and their diagenesis — *Developments in Sedimentology* **12**, 620.

- BATHURST, R. G. C. 1980: Stromatactis—Origin related to submarine-cemented crusts in Paleozoic mud mounds. — *Geology* **8/3**, 131–134. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1980\)8<131:SRTSCI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1980)8<131:SRTSCI>2.0.CO;2)
- BAUMGARTNER, L. K., REID, R. P., DUPRAZ, C., DECHO, A. W., BUCKLEY, D. H., SPEAR, J. R., PRZEKOP, K. M. & VISSCHER, P. T. 2006: Sulfate reducing bacteria in microbial mats: changing paradigms, new discoveries. — *Sedimentary Geology* **185/3–4**, 131–145. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2005.12.008>
- BEAUCHAMP, B. & SAVARD, M. 1992: Cretaceous chemosynthetic carbonate mounds in the Canadian Arctic. — *Palaios* **7/4**, 434–450. <https://doi.org/10.2307/3514828>
- BEAUCHAMP, B. & VON BITTER, P. 1992: Chemo What? — *Palaios* **7/4**, 337.
- BELTRÁN, Y., CERQUEDA-GARCÍA, D., TAŞ, N., THOMÉ, P. E., IGLESIAS-PRIETO, R. & FALCÓN, L. I. 2016: Microbial composition of biofilms associated with lithifying rubble of *Acropora palmata* branches. — *FEMS Microbiology Ecology* **92/1**, <https://doi.org/10.1093/femsec/fiv162>
- BEN YAAKOV, S. 1973: pH buffering of pore water of recent anoxic marine sediments. — *Limnology and Oceanography* **18/1**, 86–94. <https://doi.org/10.4319/lo.1973.18.1.0086>
- BÉRCZINÉ MAKK A., KONRÁD GY., RÁLISCHNÉ FELGENHAUER E. & TÖRÖK Á. 2004: Tiszai egység. — In: HAAS J. (szerk.): *Magyarország geológiája. Triász*. 303–360 ELTE Eötvös Kiadó.
- BIRGEL, D., MEISTER, P., LUNDBERG, R., HORATH, T. D., BONTOGNALI, T. R. R., BAHNIUK, A. M., DE REZENDE, C. E., VASCONCELOS, C. & MCKENZIE, J. A. 2015: Methanogenesis produces strong ¹³C enrichment in stromatolites of Lagoa Salgada, Brazil: a modern analogue for Palaeo/Neoproterozoic stromatolites? — *Geobiology* **13/3**, 245–266. <https://doi.org/10.1111/gbi.12130>
- BLACK, M. 1933: The algal sediments of Andros Island, Bahams Bank. — *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B* **222**, 165–192.
- BOSENCE, D. W. J. & BRIDGES, P. H. 1995: A review of the origin and evolution of carbonate mud mounds. — In: MONTY, C. L. V., BOSENCE, D. W. J., BRIDGES, P. H. & PRATT, B. R. (eds): *Carbonate mud mounds: Their origin and evolution*. Number **23**, 1–9. Special Publication of the International Association of Sedimentologists and Blackwell Science Ltd.
- BOURQUE, P. A. 2001: Mud-mounds: do they still constitute an enigma? — *Géologie Méditerranéenne* **28/1**, 27–32. <https://doi.org/10.3406/geolm.2001.1683>
- BOURQUE, P.-A. & BOULVAIN, F. 1993: A model for the origin and petrogenesis of the red stromatactis limestone of Paleozoic carbonate mounds. — *Journal of Sedimentary Research* **63/4**, 607–619. <https://doi.org/10.1306/D4267B8B-2B26-11D7-8648000102C1865D>
- BRAGA, J. C., PUGA-BERNABÉU, Á., HEINDEL, K., PATTERSON, M. A., BIRGEL, D., PECKMANN, J., SÁNCHEZ-ALMAZO, I. M., WEBSTER, J. M., YOKOYAMA, Y. & RIDING, R. 2019: Microbialites in Last Glacial Maximum and deglacial reefs of the Great Barrier Reef (IODP Expedition 325, NE Australia). — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **514**, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2018.10.007>
- BRAITHWAITE, C. J. R. & ZEDEF, V. 1996: Hydromagnesite stromatolites and sediments in an alkaline lake, Salda Golu, Turkey. — *Journal of Sedimentary Research* **66/5**, 991–1002. <https://doi.org/10.1306/D426845F-2B26-11D7-8648000102C1865D>
- BROCK, T. D., MADIGAN, M. T., MARTINKO, J. M. & PARKER, J. 1994: Biology of Microorganisms. — *Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersey* **648**, 650.
- BUCZYNSKI, C. & CHAFETZ, H. S. 1991: Habit of bacterially induced precipitates of calcium carbonate and the influence of medium viscosity on mineralogy. — *Journal of Sedimentary Research* **61/2**, 226–233. <https://doi.org/10.1306/D42676DB-2B26-11D7-8648000102C1865D>
- BURNE, R. V. & MOORE, L. S. 1987: Microbialites; organosedimentary deposits of benthic microbial communities. — *Palaios* **2/3**, 241–254. <https://doi.org/10.2307/3514674>
- CABIOCH, G., CAMOIN, G., WEBB, G. E., LE CORNEC, F., MOLINA, M. G., PIERRE, C. & JOACHIMSKI, M. M. 2006: Contribution of microbialites to the development of coral reefs during the last deglacial period: case study from Vanuatu (South-West Pacific). — *Sedimentary Geology* **185/3–4**, 297–318. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2005.12.019>
- CAMOIN, G. F. & MONTAGGIONI, L. F. 1994: High energy corallgal stromatolite frameworks from Holocene reefs (Tahiti, French Polynesia). — *Sedimentology* **41/4**, 655–676. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.1994.tb01416.x>
- CAMOIN, G. & GAUTRET, P. 2006: Microbialites and microbial communities: Biological diversity, biogeochemical functioning, diagenetic processes, tracers of environmental changes. — *Sedimentary Geology* **185**, 127–130. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2005.12.007>
- CAMOIN, G. F., GAUTRET, P., MONTAGGIONI, L. F. & CABIOCH, G. 1999: Nature and environmental significance of microbialites in Quaternary reefs: the Tahiti paradox. — *Sedimentary Geology* **126/1–4**, 271–304. [https://doi.org/10.1016/S0037-0738\(99\)00045-7](https://doi.org/10.1016/S0037-0738(99)00045-7)
- CANFIELD, D. E., RAISWELL, R., ALLISON, P. A. & BRIGGS, D. E. G. 1991: Carbonate precipitation and dissolution: its relevance to fossil preservation. — *Taphonomy: Releasing the data locked in the fossil record* **9**, 412–453.
- CASTANIER, S., LE MÉTAYER-LEVREL, G. & PERTHUISOT, J.-P. 1999: Ca-carbonates precipitation and limestone genesis—the microbiogeologist point of view. — *Sedimentary Geology* **126/1–4**, 9–23. [https://doi.org/10.1016/S0037-0738\(99\)00028-7](https://doi.org/10.1016/S0037-0738(99)00028-7)
- CAYEUX, L. 1935: *Les roches sédimentaires de France: roches carbonatées*. — Masson-Paris.
- CHAFETZ, H. S. 1986: Marine peloids; a product of bacterially induced precipitation of calcite. — *Journal of Sedimentary Research* **56/6**, 812–817. <https://doi.org/10.1306/212F8A58-2B24-11D7-8648000102C1865D>
- CHAFETZ, H. S. & BUCZYNSKI, C. 1992: Bacterially induced lithification of microbial mats. — *Palaios* **7/4**, 277–293. <https://doi.org/10.2307/3514973>
- CHAFETZ, H. S. & FOLK, R. L. 1984: Travertines; depositional morphology and the bacterially constructed constituents. — *Journal of Sedimentary Research* **54/1**, 289–316. <https://doi.org/10.1306/212F8404-2B24-11D7-8648000102C1865D>
- CHAFETZ, H. S. & GUIDRY, S. A. 1999: Bacterial shrubs, crystal shrubs, and ray-crystal shrubs: bacterial vs. abiotic precipitation. — *Sedimentary Geology* **126/1–4**, 57–74. [https://doi.org/10.1016/S0037-0738\(99\)00032-9](https://doi.org/10.1016/S0037-0738(99)00032-9)
- COLÍN-GARCÍA, M., HEREDIA, A., CORDERO, G., CAMPRUBÍ, A., NEGRÓN-MENDOZA, A., ORTEGA-GUTIÉRREZ, F., BERARDI, H. &

- RAMOS-BERNAL, S. 2016: Hydrothermal vents and prebiotic chemistry: a review. — *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* **68/3**, 599–620.
- COSTERTON, J. W. & LAPPIN-SCOTT, H. M. 1995: Introduction to microbial biofilms. — In: LAPPIN-SCOTT, H. M. & COSTERTON, J. W. (eds): *Microbial biofilms* 1–11. Cambridge: Cambridge University Press.
- CSÁSZÁR, G. 2002: Urgon formations in Hungary. — *Geologica Hungarica Series Geologia* **25**, 1–209.
- DECHO, A. W. 1990: Microbial exopolimer as a structuring agent for heterogeneity within microbial biofilms. — In: RIDING, R. & AWRAMIK, S. M. (eds): *Microbial Sediments* 9–15. Heidelberg: Springer-Verlag.
- DECHO, A. W. 2010: Overview of biopolymer-induced mineralization: what goes on in biofilms? — *Ecological Engineering* **36/2**, 137–144. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2009.01.003>
- DEFARGE, C., TRICHET, J., JAUNET, A.-M., ROBERT, M., TRIBBLE, J. & SANSONE, F. J. 1996: Texture of microbial sediments revealed by cryo-scanning electron microscopy. — *Journal of Sedimentary Research* **66/5**, 935–947. <https://doi.org/10.1306/D4268446-2B26-11D7-8648000102C1865D>
- DILL, R. F., SHINN, E. A., JONES, A. T., KELLY, K. & STEINEN, R. P. 1986: Giant subtidal stromatolites forming in normal salinity waters. — *Nature* **324/6092**, 55–58.
- DONG, H. & YU, B. 2007: Geomicrobiological processes in extreme environments: A review. — *Episodes* **30/3**, 202. <https://doi.org/10.18814/epiugs/2007/v30i3/003>
- DRAGASTAN, O., GOLUBIC, S. & RICHTER, D. K. 1996: Rivularia haematites: a case of the recent versus fossil morphology. Taxonomical considerations. — *Revista Espanola de Micropaleontologia* **28**, 43–74.
- DREW, G. H. 1911: The action of some denitrifying bacteria in tropical and temperate seas, and the bacterial precipitation of calcium carbonate in the sea. — *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **9/2**, 142–155. <https://doi.org/10.1017/S0025315400073318>
- DUPRAZ, C. & VISSCHER, P. T. 2005: Microbial lithification in marine stromatolites and hypersaline mats. — *Trends in Microbiology* **13/9**, 429–438. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2005.07.008>
- DUPRAZ, C., VISSCHER, P. T., BAUMGARTNER, L. K. & REID, R. P. 2004: Microbe–mineral interactions: early carbonate precipitation in a hypersaline lake (Eleuthera Island, Bahamas). — *Sedimentology* **51/4**, 745–765. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2004.00649.x>
- DUPRAZ, C., PATTISINA, R. & VERRECCHIA, E. P. 2006: Translation of energy into morphology: simulation of stromatolite morphospace using a stochastic model. — *Sedimentary Geology* **185/3–4**, 185–203. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2005.12.012>
- DUPRAZ, C., REID, R. P., BRAISSANT, O., DECHO, A. W., NORMAN, R. S. & VISSCHER, P. T. 2009: Processes of carbonate precipitation in modern microbial mats. — *Earth-Science Reviews* **96/3**, 141–162. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2008.10.005>
- EHRlich, H. L. 1998: Geomicrobiology: its significance for geology. — *Earth-Science Reviews* **45/1–2**, 45–60. [https://doi.org/10.1016/S0012-8252\(98\)00034-8](https://doi.org/10.1016/S0012-8252(98)00034-8)
- ENYEDI, N. T., MAKK, J., KÓTAI, L., BERÉNYI, B., KLÉBERT, S., SEBESTYÉN, Z., MOLNÁR, Z., BORSODI, A. K., LEÉL-ŐSSY, S. & DEMÉNY, A. 2020: Cave bacteria-induced amorphous calcium carbonate formation. — *Scientific Reports* **10/8696**, 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-65667-w>
- FISCHER, A. G. 1964: The Lofer cyclothem of the Alpine Triassic In. — In: *Symposium on cyclic sedimentation. Kansas State Geological Survey Bulletin* **169/1**, 107–149.
- FLAJS, G., VIGENER, M., KEUPP, H., MEISCHNER, D., NEUWEILER, F., PAUL, J., REITNER, J., WARNKE, K., WELLER, H. & DINGLE, P. 1995: Mud mounds: a polygenetic spectrum of fine-grained carbonate buildups. — *Facies* **32/1**, 1–69. <https://doi.org/10.1007/BF02536864>
- FLEMMING, H.-C. & WINGENDER, J. 2010: The biofilm matrix. — *Nature Reviews Microbiology* **8/9**, 623–633. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2415>
- FLÜGEL, E. 2004: *Microfacies analysis of carbonate rocks Berlin: Analysis, Interpretation and Application*. — Springer.
- FLÜGEL, E., HILLMER, G. & SCHOLZ, J. 1993: Microbial carbonates and reefs. An introduction. — *Facies* **29**, 1–2. <https://doi.org/10.1007/BF02536914>
- FOLK, R. L. 1959: Practical petrographic classification of limestones. — *AAPG Bulletin* **43/1**, 1–38.
- FOLK, R. L. 1993: SEM imaging of bacteria and nannobacteria in carbonate sediments and rocks. — *Journal of Sedimentary Research* **63/5**, 990–999. <https://doi.org/10.1306/D4267C67-2B26-11D7-8648000102C1865D>
- FOLK, R. L. & LYNCH, F. L. 2001: Organic matter, putative nannobacteria and the formation of ooids and hardgrounds. — *Sedimentology* **48/2**, 215–229. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3091.2001.00354.x>
- FREYDET, P. & VERRECCHIA, E. P. 1998: Freshwater organisms that build stromatolites: a synopsis of biocrystallization by prokaryotic and eukaryotic algae. — *Sedimentology* **45/3**, 535–563. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3091.1998.00155.x>
- FÜLÖP J. 1975: Tatai mezozoós alaphegység rögök. — *Geologica Hungarica Series Geologia* **16**, 225.
- FÜLÖP J. (szerk.) 1990: *Magyarország geológiája. Paleozoikum I.* — Budapest: Magyar Állami Földtani Intézet.
- FÜLÖP J. (szerk.) 1994: *Magyarország geológiája, Paleozoikum II.* — Budapest: Akadémiai Kiadó.
- GEBELIN, C. 1969: Distribution, morphology and accretion rate of recent subtidal algal stromatolites, Bermuda. — *Journal of Sedimentary Petrology* **39**, 49–69. <https://doi.org/10.1306/74D71BE0-2B21-11D7-8648000102C1865D>
- GINSBURG, R. N. & LOWENSTAM, H. A. 1958: The influence of marine bottom communities on the depositional environment of sediments. — *The Journal of Geology* **66/3**, 310–318. <https://doi.org/10.1086/626507>
- GÓCZÁN F., HAAS J., LÓRINCZ H. & ORAVECZNÉ SCHEFFER A. 1993: Keszthelyi-hegységi karni alapszelvény faciológiai és rétegtani értékelése (Hévíz–6. sz. fúrás). — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1981-ről*, 263–293.
- GRADZIŃSKI, M., TYSZKA, J., UCHMAN, A. & JACH, R. 2004: Large microbial-foraminiferal oncoids from condensed Lower–Middle Jurassic deposits: a case study from the Tatra Mountains, Poland. — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **213/1–2**, 133–151. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2004.07.010>

- GROTZINGER, J. P. 1989: Facies and evolution of Precambrian carbonate depositional systems: emergence of the modern platform archetype. — In: CREVELLO, P. D., WILSON, J. L., SARG, J. F. & READ, J. F. (eds): *Controls on Carbonate Platform and Basin Development* **44**, 79–106. Special Publications of SEPM.
- HAAS, J. 1988: Upper Triassic carbonate platform evolution in the Transdanubian Mid-Mountains. — *Acta Geologica Hungarica* **31/3–4**, 299–312.
- HAAS, J. 1991: A basic model for Lofer cycles. — In: EINSELE, G., RICKEN, W. & SEILACHER, A. (eds): *Cycles and events in stratigraphy* 722–732. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin.
- HAAS, J. 2002: Origin and evolution of Late Triassic backplatform and intraplatform basins in the Transdanubian Range, Hungary. — *Geologica Carpathica* **53/3**, 159–178.
- HAAS, J. 2004: Characteristics of peritidal facies and evidences for subaerial exposures in Dachstein-type cyclic platform carbonates in the Transdanubian Range, Hungary. — *Facies* **50/2**, 263–286. <https://doi.org/10.1007/s10347-004-0021-x>
- HAAS, J. & BUDAI, T. 1995: Upper Permian – Triassic facies zones in the Transdanubian Range. — *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* **101/3**, 249–266. <https://doi.org/10.13130/2039-4942/8587>
- HAAS, J. & BUDAI, T. 2014: A Dunántúli-középhegység felső-triász képződményeinek rétegtani- és fácieskérdései. — *Földtani Közlöny* **144/2**, 125–142.
- HAAS, J., JOCHA-EDELÉNYI E., GIDAI L., KAISER M. & KRETZOI M. 1984: Sümeg és környékének földtani félépítése. — *Geologica Hungarica Series Geologica* **20**, 1–353.
- HAAS, J., KOVÁCS, S., KRYSZYN, L. & LEIN, R. 1995: Significance of Late Permian – Triassic facies zones in terrane reconstructions in the Alpine-North Pannonian domain. — *Tectonophysics* **242/1–2**, 19–40. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(94\)00157-5](https://doi.org/10.1016/0040-1951(94)00157-5)
- HAAS, J., BUDAI, T., HIPS, K. & KRIVÁNNÉ HORVÁTH Á. 2004: *Magyarország geológiája. Triász*. — Budapest, ELTE Eötvös Kiadó.
- HAAS, J., DEMÉNY, A., HIPS, K., ZAJZON, N., WEISZBURG, T. G., SUDAR, M. & PÁLFI, J. 2007: Biotic and environmental changes in the Permian–Triassic boundary interval recorded on a western Tethyan ramp in the Bükk Mountains, Hungary. — *Global and Planetary Change* **55/1–3**, 136–154. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2006.06.010>
- 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., 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>
- HEINDEL, K., WISSHAK, M. & WESTPHAL, H. 2009: Microbioerosion in Tahitian reefs: a record of environmental change during the last deglacial sea level rise (IODP 310). — *Lethaia* **42/3**, 322–340. <https://doi.org/10.1111/j.1502-3931.2008.00140.x>
- HEINDEL, K., BIRGEL, D., PECKMANN, J., KUHNERT, H. & WESTPHAL, H. 2010: Formation of deglacial microbialites in coral reefs off Tahiti (IODP 310) involving sulfate-reducing bacteria. — *Palaios* **25/10**, 618–635. <https://doi.org/10.2110/palo.2010.p10-032r>
- HEINDEL, K., BIRGEL, D., BRUNNER, B., THIEL, V., WESTPHAL, H., GISCHLER, E., ZIEGENBALG, S. B., CABIOCH, G., SJÖVALL, P. & PECKMANN, J. 2012: Post-glacial microbialite formation in coral reefs of the Pacific, Atlantic, and Indian Oceans. — *Chemical Geology* **304**, 117–130. <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2012.02.009>
- HILLGÄRTNER, H., DUPRAZ, C. & HUG, W. 2001: Microbially induced cementation of carbonate sands: are micritic meniscus cements good indicators of vadose diagenesis? — *Sedimentology* **48/1**, 117–131. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3091.2001.00356.x>
- HIPS, K. 2003: Gutensteini Formáció a Szilicei takaró Aggteleki fáciesében. (Gutenstein Formation in the Aggtelek facies of the Silica nappe). — *Földtani Közlöny* **133/4**, 445–468.
- HIPS, K. 2007: Facies pattern of western Tethyan Middle Triassic black carbonates: The example of Gutenstein Formation in Silica Nappe, Carpathians, Hungary, and its correlation to formations of adjoining areas. — *Sedimentary Geology* **194/1–2**, 99–114. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2006.05.001>
- HIPS, K. & HAAS, J. 2006: Calcimicrobial stromatolites at the Permian–Triassic boundary in a western Tethyan section, Bükk Mountains, Hungary. — *Sedimentary Geology* **185/3–4**, 239–253. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2005.12.016>
- HIPS, K., HAAS, J., VIDO, M., BARNA, Z., JOVANOVIĆ, D., SUDAR, M. N. & SIKLOS, Z. 2011: Selective blackening of bioclasts via mixing zone aragonite neomorphism in Late Triassic limestone, Zlatibor Mountains, Serbia. — *Sedimentology* **58/4**, 854–877. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2010.01186.x>
- HOFFMAN, P. 1974: Shallow and deepwater stromatolites in Lower Proterozoic platform–to–basin facies change, Great Slave Lake, Canada. — *AAPG Bulletin* **58/5**, 856–867. <https://doi.org/10.1306/83D914A7-16C7-11D7-8645000102C1865D>
- HOFMANN, H. J. 2000: Archean stromatolites as microbial archives. — In: RIDING, R. & AWRAMIK, S. M. (eds): *Microbial sediments* 315–327. Heidelberg: Springer.
- HORVÁTH, B. & HIPS, K. 2015: Microfacies associations of Middle and Upper Triassic slope and basin carbonates deposited along the Neo-Tethyan margin, NE Hungary. — *Austrian Journal of Earth Sciences* **108/1**, 34–49. <https://doi.org/10.17738/ajes.2015.0003>
- HORVÁTH, R. & HAAS, J. 2014: A Dachsteini Mész-kő szedimentológiai jellegei és képződésének körülményei a Budai-hegységben. — *Földtani Közlöny* **144/1**, 143–154.
- HOUSE, C. H., RUNNEGAR, B. & FITZ GIBBON, S. T. 2003: Geobiological analysis using whole genome based tree building applied to the Bacteria, Archaea, and Eukarya. — *Geobiology* **1/1**, 15–26. <https://doi.org/10.1046/j.1472-4669.2003.00004.x>
- HUMBLET, M., POTTS, D. C., WEBSTER, J. M., BRAGA, J. C., IRYU, Y., YOKOYAMA, Y., BOURILLOT, R., SÉARD, C., DROXLER, A. & FUJITA, K. 2019: Late glacial to deglacial variation of corallgal assemblages in the Great Barrier Reef, Australia. — *Global and Planetary Change* **174**, 70–91. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2018.12.014>
- JAHNERT, R. J. & COLLINS, L. B. 2013: Controls on microbial activity and tidal flat evolution in Shark Bay, Western Australia. — *Sedimentology* **60/4**, 1071–1099. <https://doi.org/10.1111/sed.12023>

- JAMES, N. P. & GRAVESTOCK, D. I. 1990: Lower Cambrian shelf and shelf margin buildups, Flinders Ranges, South Australia 1. — *Sedimentology* **37/3**, 455–480. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.1990.tb00147.x>
- JAMES, N. P., GINSBURG, R. N., MARSZALEK, D. S. & CHOQUETTE, P. W. 1976: Facies and fabric specificity of early subsea cements in shallow Belize (British Honduras) reefs. — *Journal of Sedimentary Research* **46/3**, 523–544. <https://doi.org/10.1306/212F6FDC-2B24-11D7-8648000102C1865D>
- JONES, B. & HUNTER, I. G. 1991: Corals to rhodolites to microbialites: a community replacement sequence indicative of regressive conditions. — *Palaios* **54**–66. <https://doi.org/10.2307/3514953>
- KALKOWSKY, E. 1908: Oolith und Stromatolith im norddeutschen Buntsandstein. — *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft* **68**–125.
- KANDIANIS, M. T. 2007: *Modeling Departures From Abiotic Expectations During the Calcium Carbonate Precipitation Process*. — University of Illinois at Urbana-Champaign.
- KAZMIERCZAK, J. & KEMPE, S. 1992: Recent cyanobacterial counterparts of Paleozoic Wetheredella and related problematic fossils. — *Palaios* **294**–304. <https://doi.org/10.2307/3514974>
- KAZMIERCZAK, J., COLEMAN, M. L., GRUSZCZYNSKI, M. & KEMPE, S. 1996: Cyanobacterial key to the genesis of micritic and peloidal limestones in ancient seas. — *Acta Palaeontologica Polonica* **41/4**, 319–338.
- KELE, S., DEMÉNY, A., SIKLÓSY, Z., NÉMETH, T., TÓTH, M. & KOVÁCS, M. B. 2008: Chemical and stable isotope composition of recent hot-water travertines and associated thermal waters, from Egerszalók, Hungary: Depositional facies and non-equilibrium fractionation. — *Sedimentary Geology* **211/3–4**, 53–72. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2008.08.004>
- KELLERMAN, K. F. & SMITH, N. R. 1914: Bacterial precipitation of calcium carbonate. — *Journal of the Washington Academy of Sciences* **4/14**, 400–402.
- KNOLL, A. H. 2003: The geological consequences of evolution. — *Geobiology* **1/1**, 3–14. <https://doi.org/10.1046/j.1472-4669.2003.00002.x>
- KNORRE, H. & KRUMBEIN, W. E. 2000: Bacterial calcification. — In: RIDING, R. & AWRAMIK, S. M. (eds): *Microbial Sediments* 25–31. Heidelberg: Springer-Verlag.
- KOLO, K., KONHAUSER, K., PRIAN, J.-P. & PRÉAT, A. 2015: Probable fungal colonization and carbonate diagenesis of neoproterozoic stromatolites from South Gabon, Western Congo Basin. — In: DE WIT, M., GUILLOCHEAU, F. & DE WIT, M. (eds): *Geology and Resource Potential of the Congo Basin* 77–96. Berlin, Heidelberg: Regional Geology Reviews. Springer.
- KOVÁCS S., LESS GY., PIROS O., RÉTI ZS. & RÓTH L. 1993: Aggtelek–Rudabányai egység. — In: HAAS, J. (szerk.): *Magyarország litosztrágráfiai alapegységei. Triász*. 155–221. Budapest, A Magyar Állami Földtani alkalmi kiadványa.
- KOVÁCS S., LESS GY., HIPS K., PIROS O. & JÓZSA S. 2004: Aggteleki–rudabányai egységek. — In: HAAS, J. (szerk.): *Magyarország geológiája. Triász*. 197–288. Budapest, A Magyar Állami Földtani alkalmi kiadványa.
- KRUMBEIN, W. E. 1979: Calcification by bacteria and algae. — In: TRUDINGER, P. A. & SWAINE, D. J. (eds): *Biogeochemical cycling of mineral-forming elements* **3**, 47–68 Elsevier Amsterdam.
- KRUMBEIN, W. E., COHEN, Y. & SHILO, M. 1977: Solar Lake (Sinai). 4. Stromatolitic cyanobacterial mats. — *Limnology and Oceanography* **22/4**, 635–656. <https://doi.org/10.4319/lo.1977.22.4.0635>
- KRUMBEIN, W. E., BREHM, U., GERDES, G., GORBUSHINA, A. A., LEVIT, G. & PALINSKA, K. A. 2003: Biofilm, biodictyon, biomat microbialites, oolites, stromatolites geophysiology, global mechanism, parahistology. — In: KRUMBEIN, W. E., PATERSON, D. M. & ZAVARZIN, G. A. (eds): *Fossil and Recent biofilms* 1–27. Dordrecht: Springer.
- LALOU, C. 1957: Studies on bacterial precipitation of carbonates in sea water. — *Journal of Sedimentary Research* **27/2**, <https://doi.org/10.1306/74D706A0-2B21-11D7-8648000102C1865D>
- LEES, A. & MILLER, J. 1995: Waulsortian Banks. — In: MONTY, C., BOSENCH, D., BRIDGES, P. & PRATT, B. (eds): *Mud Mounds*. **23**, 191–271. IAS Special Publication.
- LEINFELDER, R. R. & SCHMID, D. U. 2000: Mesozoic reefal thrombolites and other microbolites. — In: RIDING, R. & AWRAMIK, S. M. (eds): *Microbial Sediments* 289–294. Heidelberg: Springer-Verlag.
- LOGAN, B. W. 1961: Cryptozoon and associate stromatolites from the recent, Shark Bay, Western Australia. — *The Journal of Geology* **69/5**, 517–533. <https://doi.org/10.1086/626769>
- LOGAN, B. W., REZAK, R. & GINSBURG, R. N. 1964: Classification and environmental significance of algal stromatolites. — *The Journal of Geology* **72/1**, 68–83. <https://doi.org/10.1086/626965>
- LOWE, D. R. 1980: Stromatolites 3,400-myr old from the Archean of Western Australia. — *Nature* **284/5755**, 441–443. <https://doi.org/10.1038/284441a0>
- 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* **109**, 1051–1070. <https://doi.org/10.1007/s00531-020-01851-7>
- MACINTYRE, I. G. & VIDETICH, P. E. 1979: Pseudostalactites from Submarine Cave Near Columbus Cay, Belize Barrier-Reef Complex—Evidence of Extensive Submarine Lithification. — *AAPG Bulletin* **63/3**, 489.
- MACINTYRE, I. G., MOUNTJOY, E. W. & D'ANGLEJAN, B. F. 1968: An occurrence of submarine cementation of carbonate sediments off the west coast of Barbados, W. I. — *Journal of Sedimentary Research* **38/2**, 660–664. <https://doi.org/10.1306/74D71A19-2B21-11D7-8648000102C1865D>
- MACINTYRE, I. G., PRUFERT BEBOUT, L. & REID, R. P. 2000: The role of endolithic cyanobacteria in the formation of lithified laminae in Bahamian stromatolites. — *Sedimentology* **47/5**, 915–921. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3091.2000.00327.x>
- MERZ-PREISS, M. 2000: Calcification in cyanobacteria. — In: RIDING, R. & AWRAMIK, S. M. (eds): *Microbial Sediments* 50–56. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin.

- MERZ, M. U. E. 1992: The biology of carbonate precipitation by cyanobacteria. — *Facies* **26/1**, 81–101. <https://doi.org/10.1007/BF02539795>
- MONTAGGIONI, L. F. & CAMOIN, G. F. 1993: Stromatolites associated with coralline communities in Holocene high-energy reefs. — *Geology* **21/2**, 149–152. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1993\)021<0149:SAWCCI>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1993)021<0149:SAWCCI>2.3.CO;2)
- MONTY, C. L. V. 1965: Recent algal stromatolites in the windward lagoon, Andros Island, Bahamas. — *Annales de la Société géologique de Belgique* **88**, 268–276.
- MONTY, C. L. V. 1967: Distribution and structure of recent stromatolitic algal mats, eastern Andros Island, Bahamas. — *Annales de la Société géologique de Belgique* **1966**, 55–100.
- MONTY, C. L. V., BOSENCE, D. W. J., BRIDGES, P. H. & PRATT, B. R. 1995: Carbonate Mud-Mounds: Their Origin and Evolution: Special Publication of the International Association of Sedimentologists, **23**, Blackwell Science Ltd, Oxford.
- MORITA, R. Y. 1980: Calcite precipitation by marine bacteria. — *Geomicrobiology Journal* **2/1**, 63–82. <https://doi.org/10.1080/01490458009377751>
- NADSON, G. A. 1928: Beitrag zur Kenntnis der bakteriogenen Kalkablagerungen. — In: THIENEMANN, A. U. G. (ed.): *Archiv für Hydrobiologie, Organ der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*. **19**, 154–164 Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.
- NEUMANN, A. C., GEBELEIN, C. D. & SCOFFIN, T. P. 1970: The composition, structure and erodability of subtidal mats, Abaco, Bahamas. — *Journal of Sedimentary Research* **40/1**, 274–297. <https://doi.org/10.1306/74D71F2D-2B21-11D7-8648000102C1865D>
- NEUWEILER, F., REITNER, J., MONTY, C., FELDMANN, M., AWRAMIK, S., BOURQUE, P.-A., CIRILLI, S., GAUTRET, P., MARCOUX, J. & PLAZIAT, J. C. 1997: Biosedimentology of Microbial Buildups IGCP Project No. 380 Proceedings of 2nd Meeting, Göttingen/Germany 1996. — *Facies* **36/1**, 195–284. <https://doi.org/10.1007/BF02536885>
- NEUWEILER, F., RUTSCH, M., GEIPEL, G., REIMER, A. & HEISE, K.-H. 2000: Soluble humic substances from in situ precipitated microcrystalline calcium carbonate, internal sediment, and spar cement in a Cretaceous carbonate mud-mound. — *Geology* **28/9**, 851–854. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(2000\)28<851:SHSFIS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(2000)28<851:SHSFIS>2.0.CO;2)
- NEUWEILER, F., D'ORAZIO, V., IMMENHAUSER, A., GEIPEL, G., HEISE, K.-H., COCOZZA, C. & MIANO, T. M. 2003: Fulvic acid-like organic compounds control nucleation of marine calcite under suboxic conditions. — *Geology* **31/8**, 681–684. <https://doi.org/10.1130/G19775.1>
- NUTMAN, A. P., BENNETT, V. C., FRIEND, C. R. L., VAN KRANENDONK, M. J. & CHIVAS, A. R. 2016: Rapid emergence of life shown by discovery of 3,700-million-year-old microbial structures. — *Nature* **537/7621**, 535–538. <https://doi.org/10.1038/nature19355>
- O'TOOLE, G., KAPLAN, H. B. & KOLTER, R. 2000: Biofilm formation as microbial development. — *Annual Reviews in Microbiology* **54/1**, 49–79. <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.54.1.49>
- OREN, A. & TINDALL, B. J. 2005: Nomenclature of the cyanophyta/cyanobacteria/cyanoprokaryotes under the International Code of Nomenclature of Prokaryotes. — *Algological Studies* **117/1**, 39–52. <https://doi.org/10.1127/1864-1318/2005/0117-0039>
- PAULL, C. K., CHANTON, J. P., NEUMANN, A. C., COSTON, J. A., MARTENS, C. S. & SHOWERS, W. 1992: Indicators of methane-derived carbonates and chemosynthetic organic carbon deposits: examples from the Florida Escarpment. — *Palaeos* 361–375. <https://doi.org/10.2307/3514822>
- PECKMANN, J., THIEL, V., MICHAELIS, W., CLARI, P., GAILLARD, C., MARTIRE, L. & REITNER, J. 1999: Cold seep deposits of Beauvoisin (Oxfordian; southeastern France) and Marmorito (Miocene; northern Italy): microbially induced authigenic carbonates. — *International Journal of Earth Sciences* **88/1**, 60–75. <https://doi.org/10.1007/s005310050246>
- PENTECOST, A. 1985: Association of cyanobacteria with tufa deposits: identity, enumeration, and nature of the sheath material revealed by histochemistry. — *Geomicrobiology Journal* **4/3**, 285–298. <https://doi.org/10.1080/01490458509385936>
- PENTECOST, A. & RIDING, R. 1986: Calcification in cyanobacteria. — In: LEADBEATER, S. C. & RIDING, R. (eds): *Biom mineralization in lower plants and animals*, **30**, 73–90 Systematics Association.
- PERRY, C. T. & HEPBURN, L. J. 2008: Syn-depositional alteration of coral reef framework through bioerosion, encrustation and cementation: taphonomic signatures of reef accretion and reef depositional events. — *Earth-Science Reviews* **86/1–4**, 106–144. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2007.08.006>
- PIA, J. 1926: *Pflanzen als Gesteinsbildner*. — Berlin, Gebrüder Borntraeger.
- PIROS, O. 2002: Anisian to Carnian carbonate platform facies and dasycladacean biostratigraphy of the Aggtelek Mts, Northeastern Hungary. — *Acta Geologica Hungarica* **45/2**, 119–151.
- PORTMAN, C., ANDREWS, J. E., ROWE, P. J., LEEDER, M. R. & HOOGWERFF, J. 2005: Submarine spring controlled calcification and growth of large *Rivularia* bioherms, Late Pleistocene (MIS 5e), Gulf of Corinth, Greece. — *Sedimentology* **52/3**, 441–465. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2005.00704.x>
- PRATT, B. R. 1982: Stromatolitic framework of carbonate mud-mounds. — *Journal of Sedimentary Research* **52/4**, 1203–1227. <https://doi.org/10.1306/212F80FD-2B24-11D7-8648000102C1865D>
- PRATT, B. R. 1984: Epiphyton and Renalcis; diagenetic microfossils from calcification of coccooid blue-green algae. — *Journal of Sedimentary Research* **54/3**, 948–971. <https://doi.org/10.1306/212F853F-2B24-11D7-8648000102C1865D>
- RADWAŃSKY, A. & SZULCZEWSKI, M. 1965: Stromatolitok a Villányi-hegység jura rétegeiben. — *Földtani Közlöny* **95/4**, 418–422.
- RADWAŃSKY, A. & SZULCZEWSKI, M. 1966: Jurassic stromatolithes of the Villány Mountains (Southern Hungary). — *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sectio Geologica* **9 (1965)** 87–107.
- REITNER, J. 1993: Modern cryptic microbialite/metazoan facies from Lizard Island (Great Barrier Reef, Australia) formation and concepts. — *Facies* **29/1**, 3–39. <https://doi.org/10.1007/BF02536915>
- REITNER, J., GAUTRET, P., MARIN, F. & NEUWEILER, F. 1995: Automicroites in a modern microbialite-Formation model via organic matrices (Lizard Island, Great Barrier Reef, Australia). — *Bull. Inst. oceanogr. Monaco, num. spec* **14**, 1–26.

- REITNER, J., THIEL, V., ZANKL, H., MICHAELIS, W., WÖRHEIDE, G. & GAUTRET, P. 2000: Organic and biogeochemical patterns in cryptic microbialites. — In: RIDING, R. & AWRAMIK, S. M. (eds): *Microbial Sediments* 149–160. Berlin, Heidelberg: Springer.
- REITNER, J., PECKMANN, J., BLUMENBERG, M., MICHAELIS, W., REIMER, A. & THIEL, V. 2005: Concretionary methane-seep carbonates and associated microbial communities in Black Sea sediments. — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **227/1–3**, 18–30. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2005.04.033>
- RIDING, R. 1991a: Calcified Cyanobacteria. — In: RIDING, R. (ed.): *Calcareous Algae and Stromatolites* 55–87. Berlin, Heidelberg: Springer.
- RIDING, R. 1991b: Classification of microbial carbonates. — In: RIDING, R. (ed.): *Calcareous Algae and Stromatolites* 21–51. Berlin: Springer.
- RIDING, R. 1999: The term stromatolite: towards an essential definition. — *Lethaia* **32/4**, 321–330. <https://doi.org/10.1111/j.1502-3931.1999.tb00550.x>
- RIDING, R. 2000: Microbial carbonates: the geological record of calcified bacterial–algal mats and biofilms. — *Sedimentology* **47**, 179–214. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3091.2000.00003.x>
- RIDING, R. 2002: Structure and composition of organic reefs and carbonate mud mounds: concepts and categories. — *Earth-Science Reviews* **58/1–2**, 163–231. [https://doi.org/10.1016/S0012-8252\(01\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0012-8252(01)00089-7)
- RIDING, R. 2006: Cyanobacterial calcification, carbon dioxide concentrating mechanisms, and Proterozoic–Cambrian changes in atmospheric composition. — *Geobiology* **4/4**, 299–316. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4669.2006.00087.x>
- RIDING, R. 2011: Reefal microbial crusts. — In: HOPLEY, D. (ed.): *Encyclopedia of Modern Coral Reefs: Structure, Form and Process* 911–915. Dordrecht: Encyclopedia of Earth Science Series, Springer.
- RIDING, R. & AWRAMIK, S. M. 2000: *Microbial Sediments*. — Heidelberg: Springer-Verlag Berlin.
- RIDING, R. & LIANG, L. 2005: Geobiology of microbial carbonates: metazoan and seawater saturation state influences on secular trends during the Phanerozoic. — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **219/1–2**, 101–115. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2004.11.018>
- RIDING, R. & SHARMA, M. 1998: Late Palaeoproterozoic (1800–1600 Ma) stromatolites, Cuddapah Basin, southern India: cyanobacterial or other bacterial microfabrics? — *Precambrian Research* **92/1**, 21–35. [https://doi.org/10.1016/S0301-9268\(98\)00065-5](https://doi.org/10.1016/S0301-9268(98)00065-5)
- RIDING, R. & TOMÁS, S. 2006: Stromatolite reef crusts, Early Cretaceous, Spain: bacterial origin of in situ precipitated peloid microspar? — *Sedimentology* **53/1**, 23–34. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2005.00751.x>
- RIDING, R., AWRAMIK, S. M., WINSBOROUGH, B. M., GRIFFIN, K. M. & DILL, R. F. 1991: Bahamian giant stromatolites: microbial composition of surface mats. — *Geological Magazine* **128/3**, 227–234. <https://doi.org/10.1017/S001675680002207X>
- RIDING, R., LIANG, L. & BRAGA, J. C. 2014: Millennial scale ocean acidification and late Quaternary decline of cryptic bacterial crusts in tropical reefs. — *Geobiology* **12/5**, 387–405. <https://doi.org/10.1111/gbi.12097>
- RISGAARD-PETERSEN, N., REVIL, A., MEISTER, P. & NIELSEN, L. P. 2012: Sulfur, iron-, and calcium cycling associated with natural electric currents running through marine sediment. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **92**, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.gca.2012.05.036>
- RIVADENEYRA, M. A., RAMOS-CORMENZANA, A. & GARCÍA-CERVIGÓN, A. 1985: Étude de l'influence du rapport Mg/Ca sur la formation de carbonate par des bactéries telluriques. — *Canadian Journal of Microbiology* **31/3**, 229–231. <https://doi.org/10.1139/m85-044>
- RIVADENEYRA, M. A., DELGADO, R., DEL MORAL, A., FERRER, M. R. & RAMOS-CORMENZANA, A. 1994: Precipitation of calcium carbonate by *Vibrio* spp. from an inland saltern. — *FEMS Microbiology Ecology* **13/3**, 197–204. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.1994.tb00066.x>
- SCHLAGER, W. 2003: Benthic carbonate factories of the Phanerozoic. — *International Journal of Earth Sciences* **92/4**, 445–464. <https://doi.org/10.1007/s00531-003-0327-x>
- SCHMITTNER, K. E. & GIRESSE, P. 1999: Micro environmental controls on biomineralization: superficial processes of apatite and calcite precipitation in Quaternary soils, Roussillon, France. — *Sedimentology* **46/3**, 463–476. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3091.1999.00224.x>
- SCHROEDER, J. H. 1972: Calcified filaments of an endolithic alga in Recent Bermuda reefs. — *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte* **1**, 16–33.
- SEARD, C., CAMOIN, G., YOKOYAMA, Y., MATSUZAKI, H., DURAND, N., BARD, E., SEPULCRE, S. & DESCHAMPS, P. 2011: Microbialite development patterns in the last deglacial reefs from Tahiti (French Polynesia; IODP Expedition 310): Implications on reef framework architecture. — *Marine Geology* **279/1–4**, 63–86. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2010.10.013>
- SECKBACH, J. & OREN, A. 2010: *Microbial mats: Modern and Ancient Microorganisms in Stratified Systems* **14**, — Springer Science+Business Media B.V.
- SHAPIRO, R. S. 2000: A comment on the systematic confusion of thrombolites. — *Palaios* **15/2**, 166–169. [https://doi.org/10.1669/0883-1351\(2000\)015<0166:ACOTSC>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1669/0883-1351(2000)015<0166:ACOTSC>2.0.CO;2)
- SHIXING, Z. & HUINENG, C. 1992: Characteristics of Palaeoproterozoic stromatolites in China. — *Precambrian Research* **57/1–2**, 135–163. [https://doi.org/10.1016/0301-9268\(92\)90097-8](https://doi.org/10.1016/0301-9268(92)90097-8)
- STEPHENS, N. P. & SUMNER, D. Y. 2002: Renalcids as fossilized biofilm clusters. — *Palaios* **17/3**, 225–236. [https://doi.org/10.1669/0883-1351\(2002\)017<0225:RAFBC>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1669/0883-1351(2002)017<0225:RAFBC>2.0.CO;2)
- STOCKMAN, K. W., GINSBURG, R. N. & SHINN, E. A. 1967: The production of lime mud by algae in south Florida. — *Journal of Sedimentary Research* **37/2**, 633–648. <https://doi.org/10.1306/74D7173A-2B21-11D7-8648000102C1865D>
- STOLZ, J. F. 2000: Structure of microbial mats and biofilms. — In: RIDING, R. & AWRAMIK, S. M. (eds): *Microbial Sediments* 1–8. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin.
- STOLZ, J. F. 2017: Gaia and her microbiome. — *FEMS Microbiology Ecology* **93/2**, fiw247. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiw247>
- STUMM, W. & MORGAN, J. J. 1996: Chemical equilibria and rates in natural waters. — *Aquatic Chemistry* **1022**.
- SUMMONS, R. E. 2004: Lipids, biomarkers and the history of life. — *Microbiology Australia* **25/1**, 32–33. <https://doi.org/10.1071/MA04132>

- SZILÁGYI, Z., WEBSTER, J. M., PATTERSON, M. A., HIPS, K., RIDING, R., FOLEY, M., HUMBLET, M., YOKOYAMA, Y., LIANG, L., GISCHLER, E., MONTAGGIONI, L., GHERARDI, D. & BRAGA, J. C. 2020: Controls on the spatio-temporal distribution of microbialite crusts on the Great Barrier Reef over the past 30,000 years. — *Marine Geology* **429**, 106312. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2020.106312>
- SZIVES, O., CSONTOS, L., BUJTOR, L. & FÓZYS, I. 2007: Aptian-Campanian ammonites of Hungary. — *Geologica Hungarica series Palaeontologica* **57**, Magyar Állami Földtani Intézet.
- TEWARI, V. & SECKBACH, J. 2011: *Stromatolites: interaction of microbes with sediments* **18** — Springer Science+Business Media B.V.
- THIEL, V., MERZ-PREISS, M., REITNER, J. & MICHAELIS, W. 1997: Biomarker studies on microbial carbonates: extractable lipids of a calcifying cyanobacterial mat (Everglades, USA). — *Facies* **36/1**, 163–172. <https://doi.org/10.1007/BF02536882>
- 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., MINDSZENTY, A., CLAES, H., KELE, S., FODOR, L. & SWENNEN, R. 2017: Geobody architecture of continental carbonates: “Gazda” travertine quarry (Süttö, Gerecse Hills, Hungary). — *Quaternary International* **437**, 164–185. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.09.030>
- TRICHET, J. & DEFARGE, C. 1995: Non-biologically supported organomineralization. — *Bulletin de l’Institut Océanographique de Monaco, Numero Special* 203–236.
- TRICHET, J., DEFARGE, C., TRIBBLE, J., TRIBBLE, G. & SANSONE, F. 2001: Christmas Island lagoonal lakes, models for the deposition of carbonate–evaporite–organic laminated sediments. — *Sedimentary Geology* **140/1–2**, 177–189. [https://doi.org/10.1016/S0037-0738\(00\)00177-9](https://doi.org/10.1016/S0037-0738(00)00177-9)
- TURNER, E. C., JAMES, N. P. & NARBONNE, G. M. 2000: Taphonomic control on microstructure in Early Neoproterozoic reefal stromatolites and thrombolites. — *Palaios* **15/2**, 87–111. [https://doi.org/10.1669/0883-1351\(2000\)015<0087:TCOMIE>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1669/0883-1351(2000)015<0087:TCOMIE>2.0.CO;2)
- VARGAS, M. A., RODRIGUEZ, H., MORENO, J., OLIVARES, H., DEL CAMPO, J. A., RIVAS, J. & GUERRERO, M. G. 1998: Biochemical composition and fatty acid content of filamentous nitrogen fixing cyanobacteria. — *Journal of Phycology* **34/5**, 812–817. <https://doi.org/10.1046/j.1529-8817.1998.340812.x>
- VELLEDITS F., BÉRCZINÉ MAKK A. & PIROS O. 1999: A Kisfennsíki Mészke (Bükk hegység) fáciese és kora. — *Földtani Közlöny* **129**, 573–592.
- VELLEDITS F., PELIKÁN P., HIPS K., HARANGI S., HAAS J., JÓZSA S. & KOVÁCS S. 2004: Bükki egység. — In: HAAS, J. (szerk.): *Magyarország geológiája. Triász*. 139–196. ELTE Eötvös Kiadó.
- VERRECCHIA, E. P., LOISY, C., BRAISSANT, O. & GORBUSHINA, A. A. 2003: The Role of Fungal Biofilm and Networks in the Terrestrial Calcium Carbonate Cycle. — In: KRUMBEIN, W. E., PATERSON, D. M. & ZAVARZIN, G. A. (eds): *Fossil and Recent Biofilms* 363–369. Dordrecht, Springer.
- VISSCHER, P. T. & STOLZ, J. F. 2005: Microbial mats as bioreactors: populations, processes, and products. — In: *Geobiology: Objectives, Concepts, Perspectives* 87–100. Elsevier.
- VISSCHER, P. T., REID, R. P. & BEBOUT, B. M. 2000: Microscale observations of sulfate reduction: correlation of microbial activity with lithified micritic laminae in modern marine stromatolites. — *Geology* **28/10**, 919–922. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(2000\)028<0919:MOOSRC>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(2000)028<0919:MOOSRC>2.3.CO;2)
- VÖRÖS A. 1972: A Villányi-hegység alsó- és középső-jura képződményeinek üledékföldtani vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **102**, 12–28.
- VÖRÖS A. 2010: A villányi mezozoos rétegsor: visszatekintés új nézőpontból. — *Földtani Közlöny* **140/1**, 3–30.
- VÖRÖS, A. & GALÁCS, A. 1998: Jurassic palaeogeography of the Transdanubian Central Range (Hungary). — *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* **104/1**.
- WALTER, M. R. (ed.) 1976: *Stromatolites*. — Elsevier, 789 p.
- WEBB, G. E. 1996: Was Phanerozoic reef history controlled by the distribution of non enzymatically secreted reef carbonates (microbial carbonate and biologically induced cement)? — *Sedimentology* **43/6**, 947–971. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.1996.tb01513.x>
- WEBB, G. E. & KAMBER, B. S. 2000: Rare earth elements in Holocene reefal microbialites: a new shallow seawater proxy. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **64/9**, 1557–1565. [https://doi.org/10.1016/S0016-7037\(99\)00400-7](https://doi.org/10.1016/S0016-7037(99)00400-7)
- WEBB, G. E. & KAMBER, B. S. 2004: Biogenicity inferred from microbialite geochemistry. — *Microbiology Australia* **25/1**, 34–35. <https://doi.org/10.1071/MA04134>
- WEBB, G. E., JELL, J. S. & BAKER, J. C. 1999: Cryptic intertidal microbialites in beachrock, Heron Island, Great Barrier Reef: implications for the origin of microcrystalline beachrock cement. — *Sedimentary Geology* **126/1–4**, 317–334. [https://doi.org/10.1016/S0037-0738\(99\)00047-0](https://doi.org/10.1016/S0037-0738(99)00047-0)
- WEBSTER, J. M., YOKOYAMA, Y. & COTTERILL, C. 2011: Proceedings of the Integrated Ocean Drilling Program Volume 325 Expedition Reports Great Barrier Reef Environmental Changes. <https://doi.org/10.2204/iodp.proc.325.2011>
- WEBSTER, J. M., BRAGA, J. C., HUMBLET, M., POTTS, D. C., IRYU, Y., YOKOYAMA, Y., FUJITA, K., BOURILLOT, R., ESAT, T. M. & FALLON, S. 2018: Response of the Great Barrier Reef to sea-level and environmental changes over the past 30,000 years. — *Nature Geoscience* **11/6**, 426. <https://doi.org/10.1038/s41561-018-0127-3>
- WESTBROEK, P., BUDDEMEIER, B., COLEMAN, M., KOK, D. J. & FAUTIN, D. 1994: Strategies for the study of climate forcing by calcification. — *Bulletin de l’Institut Océanographique de Monaco* 37–60.
- WOOD, R. 2001: Are reefs and mud mounds really so different? — *Sedimentary Geology* **145/3–4**, 161–171. [https://doi.org/10.1016/S0037-0738\(01\)00146-4](https://doi.org/10.1016/S0037-0738(01)00146-4)
- WRIGHT, P. & RODRIGUEZ, K. 2018: Reinterpreting the South Atlantic pre-salt ‘microbialite’ reservoirs: Petrographic, isotopic and seismic evidence for a shallow evaporitic lake depositional model. — *First Break* **36/5**, 71–77. <https://doi.org/10.3997/1365-2397.n0094>

- XIE, S. & KERSHAW, S. 2012: Microbes and paleoenvironments. — *Geobiology* **10/1**, 1–2. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4669.2011.00311.x>
- YOKOYAMA, Y., WEBSTER, J. M., COTTERILL, C., BRAGA, J. C., JOVANE, L., MILLS, H., MORGAN, S. & SUZUKI, A. 2011: IODP Expedition 325: Great Barrier Reefs Reveals Past Sea-Level, Climate and Environmental Changes Since the Last Ice Age. — *Scientific Drilling* **12**. <https://doi.org/10.2204/iodp.sd.12.04.2011>
- YOKOYAMA, Y., ESAT, T. M., THOMPSON, W. G., THOMAS, A. L., WEBSTER, J. M., MIYAIRI, Y., SAWADA, C., AZE, T., MATSUZAKI, H. & OKUNO, J. 2018: Rapid glaciation and a two-step sea level plunge into the Last Glacial Maximum. — *Nature* **559/7715**, 603–607. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0335-4>
- ZAVARZIN, G. A. 2002: Microbial geochemical calcium cycle. — *Microbiology* **71/1**, 1–17. <https://doi.org/10.1023/A:1017945329951>
- ZHOU, K. & PRATT, B. R. 2019: Composition and origin of stromatolites bearing mud mounds (Upper Devonian, Frasnian), southern Rocky Mountains, western Canada. — *Sedimentology* **66/6**, 2455–2489. <https://doi.org/10.1111/sed.12595>

Kézirat beérkezett: 2020. 07. 09.

Javaslat az időrétegtani (kronosztratigráfiai) egységek magyar elnevezésére és írásmódjára

PÁLFY József^{1,2}, GERCSÁK Gábor³, HEGYESI Eszter⁴

¹Eötvös Loránd Tudományegyetem, Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C, e-mail: palfy@elte.hu

²MTA–MTM–ELTE Paleontológiai Kutatócsoport, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C

³Eötvös Loránd Tudományegyetem, Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A, e-mail: gercsak@map.elte.hu

⁴Eötvös Loránd Tudományegyetem, Földtudományi Központ, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C, e-mail: eszterbernadett@gmail.com

Recommended Hungarian names and orthography of chronostratigraphic units

Abstract

The geological time scale, officially compiled and maintained by the International Commission on Stratigraphy and published as the International Chronostratigraphic Chart, constitutes a fundamental standard used in the geological sciences, especially in stratigraphy. Here a translated Hungarian version of the chart is presented and a unified usage and orthography of stratigraphic names is proposed. The given Hungarian terms are primarily derived from their English equivalents, following a loosely defined principle of “consistent inconsistency with exceptions”. This practice acknowledges that in the 21st century the dominant language of scientific literature is English and thus terminology in other languages is also heavily influenced by prevailing English usage. Minor changes are recommended with respect to names previously in use in the Hungarian stratigraphic vocabulary. During the nearly 20 years since the publication of the last similar Hungarian guide, several new names have been introduced to the time-scale for stratigraphic units which previously were without a widely-used Hungarian name. Adherence to the recommendations made here would promote unified and proper use of stratigraphic terms in the Hungarian geological literature.

Keywords: International Commission on Stratigraphy, stratigraphic chart, geological time scale, terminology

Összefoglalás

A földtan, azon belül különösen a rétegtan alapvető nemzetközi standardja a földtörténeti időskála, hivatalosan a Nemzetközi Rétegtani Bizottság által közreadott időrétegtani (más néven kronosztratigráfiai) táblázat. Ennek magyar fordításával a táblázatban szereplő egységek magyar elnevezésére és írásmódjára teszünk javaslatot. Mivel a 21. századi tudomány nemzetközi szakirodalmában túlnyomóan angol nyelvű, a magyar névhasználatot is az angol nevekből vezetjük le a „következetes következetlenség kivételekkel” elve alapján. A hazai szakirodalomban gyakori használatban lévő nevek némelyikénél kisebb változtatás indokolt. A korábbi hasonló útmutató kiadása óta eltelt közel két évtizedben számos új egységet is bevezettek az időskálába, melyeknek korábban nem volt elterjedten használt magyar neve. Javaslataink követése elősegítheti a szaknyelvi nyelvhasználat helyességét és egységességét.

Kulcsszavak: Nemzetközi Rétegtani Bizottság, rétegtani táblázat, földtörténeti időskála, szaknyelvi nevezéktan

Bevezetés

A földkéreg képződményeinek rétegtani tagolása és a földtörténeti idő szakaszolása a földtudományok művelésében kiemelkedő jelentőségű. A globális tudomány számára ezért nélkülözhetetlen standardot jelent az International Chronostratigraphic Chart (COHEN et al. 2013), azaz a nemzetközi időrétegtani (kronosztratigráfiai) táblázat, melyet szokás földtörténeti időskálának is nevezni. A kétféle név oka az a kettősség, hogy a skála egységei egyazon néven, egyszerre jelentik a földtörténeti idő egy szeletét (azaz geo-

kronológiai egységeket) és az ez idő alatt képződött kőzetek összességét (kronosztratigráfiai egységeket). Ez a gyakorlat az egységesítő törekvések (ZALASIEWICZ et al. 2004) ellenére mindmáig elfogadott. Az egységek alsó határát a modern kronosztratigráfiai gyakorlat GSSP-k, globális standard sztratotípuszelvek és pontok kijelölése alapján rögzíti (COWIE et al. 1986, REMANE et al. 1996, SMITH et al. 2014). Ezek kijelölése az IUGS (International Union of Geological Sciences, Geológiai Tudományok Nemzetközi Uniója) alá tartozó ICS (International Commission on Stratigraphy, Nemzetközi Rétegtani Bizottság) feladata, amelyet annak

albizottságaiban és azok munkacsoportjaiban folyó, tudományos konszenzusra törekvő munka és szabályozott módon történő szavazások útján valósít meg. Ehhez a nemzetközi standardhoz a magyar szakmai közösségnek is kötelező igazodnia, és ezt segítőként készült el a „Nemzetközi időrégtegtani táblázat” az ICS „International Chronostratigraphic Chart” magyar fordításaként.

A táblázat magyar változata (1. ábra) az ICS honlapján (www.stratigraphy.org) érhető majd el az eddig megjelent 18 különböző nyelvű fordításhoz hasonlóan, és reményeink szerint hasznosan fogja szolgálni a földtudomány foglalkozó hazai kutatói, oktatói, hallgatói szakmai közösséget és a tudományra nyitott nagyközönséget egyaránt. Mivel a rétegtani egységek nevei a magyar földtudományi szaknyelv kritikusan fontos elemei, ebben a rövid tanulmányban összefoglaljuk azokat az elveket és megfontolásokat, amelyek alapján összeállítottuk a táblázat fordításakor használt névkészletet. Korábban hasonló céllal készült CSÁSZÁR (2002) munkája, azonban részben a nemzetközi táblázatba azóta bevezetett nevek megjelenése, részben a magyar névhasználat pontosításának és következetesebbé tételének igénye szükségessé tette annak frissítését. Az itt alkalmazott szaknyelvi helyesírási megközelítésünk alapját egyfelől a mindennapi rétegtani kutatói, oktatói, szerzői és szerkesztői gyakorlat szempontjai, másfelől a Magyar Tudományos Akadémia Magyar Nyelvi Osztályközi Állandó Bizottságában, illetve a Földrajzinév-bizottságban szerzett tapasztalat adja. Javaslatunkat a Magyar Tudományos Akadémia Földtudományok Osztálya szervezetébe tartozó Rétegtani Albizottság véleményezte és támogatja.

Alapelvek és megfontolások

Számos kérdést vetett fel a táblázatban használt magyar rétegtani nevek alakja és írásmódja, mert azok nem minden esetben vezethetők le egyértelműen a magyar helyesírás szabályaiból (MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA 2015). Ezért a szaknyelvi nyelvhasználat és helyesírás körébe tartoznak. Fontosnak tartjuk, hogy a helyes magyar nevek használata közösségi elfogadáson alapuljon. Ennek érdekében az alábbiakban pontokba szedve foglaljuk össze a névhasználati javaslatunk elvi és gyakorlati alapjait. Több esetben érvelünk úgy, hogy nincs jelenleg egyedüli helyes megoldás, ezért a javasolt magyar név mellett elfogadhatónak tartunk más írásmódú változatot is. Alternatívák esetén a hagyományokkal rendelkező írásmód azonnali megszűnését nem tartjuk sem elvárhatónak, sem erőltethetőnek. Sokkal inkább véljük azt, hogy a javasolt és előnyben részesített névváltozat elterjedése az alábbi érvrendszer szerint követi a szaknyelv természetes evolúcióját.

A nevek eredetének forrását elsődlegesen a Geologic Time Scale 2004 (GRADSTEIN et al. 2004), ill. a Geologic Time Scale 2012 (GRADSTEIN et al. 2012) referenciamunkák közlik. A 2012 után bevezetett egységek neveinek forrását az Episodiban vagy más nemzetközi folyóiratban közölt releváns cikkek adják meg (pl. WALKER et al. 2018).

A javasolt magyar elnevezések alapelve megfogalmazható úgy, mint a *következetes következetlenség kivételekkel*. A 21. századi tudomány művelői számára kézenfekvő a rétegtani nevek angol alakját alapul venni még akkor is, ha azok képzése nem minden esetben következetes. Nem szerencsés, bár nyelviileg megvalósítható lenne a visszatérés az etimologizáló megoldáshoz és az elnevezések eredetének megfelelően helyes (vagy helyesnek vélt) képzéshez. Feltételezzük azonban, hogy az időrégtegtani elnevezésekkel leggyakrabban a ma már uralkodóan angol nyelvű nemzetközi szakirodalomban találkozók a magyar szakmai felhasználók többsége is, ezért törekszünk az angol írásmódtól való eltérések mint kivételek számának a minimalizálására. Rámutatva az angol elnevezések esetleges következetlenségére is azt valljuk, hogy ezeknek egy következetes szabályrendszer alapján történő magyarra ültetése eredményezi a leginkább felhasználóbarát névrendszert.

Az elnevezések javasolt képzése a fenti alapelven túl az alábbi megfontolásokon alapul (a felsorolásban a felvetett kérdések a magasabb rendű egységektől az alacsonyabb rendűek felé következnek):

1. A két legmagasabb rendű kategória egységei, azaz az eonotémák és eonok, valamint az ératémák és érák neveinek végződése -ikum. A legidősebb eon a *hadeikum*; nevének eredete a görög Hadész, az alvilág istenének mitológiai neve.

2. A proterozoikum rendszerei és időszakai az utolsó kettő kivételével a magyar szaknyelvben szinte alig használatosak, de a nemzetközi szakirodalomban sem elterjedtek. A földrajzi névi eredetű *ediacarai* képzése az alábbi 5., 8. és 9. pontokat követi. A többi név eredete görög köznévi, melléknévi vagy igei szótőre vezethető vissza. Az angol -ean végződésű alakok mintájára -i képzős magyar neveket javasolunk (lásd 5. pont), többnyire az angol írásmód megtartásával. Kivételt képez a *kriogéni* (vagy szintén elfogadható változatban *kriogén*), ahol mind a krio- előtag, mind a -gén utótag más összetételekben fonetikus magyar írásmóddal meghonosodott.

3. A fanerozoikum rendszereinek és időszakainak nevei olyan mértékben meghonosodtak a szaknyelvben, valamint viszonylag széles körben használatosak az erre épülő tágabb nyelvi környezetben (pl. tankönyvek, társtudományok, ismeretterjesztő és egyéb média), hogy változtatásuk nem indokolt, illetve a nyelvi vagy helyesírási következetesség érdekében esetleg javasolható változtatások meggyökeresedése kétséges lenne.

4. A sorozatok és korok nevei a kainozoikumban a meghonosodott -cén végződést viselik. Az ICS által még hivatalosan be nem vezetett, így a táblázatban nem szereplő, de a szak- és köznyelvben már gyökeret vert legfiatalabb egység az *antropocén* (ZALASIEWICZ et al. 2017). Az idősebb, két-, illetve háromszótagú egységeken belül egyes esetekben általános formában alsó / középső / felső, illetve kora / középső / késő előtag járul a bennfoglaló rendszer és időszak nevéhez, míg más esetekben -i képzővel toldalékolt neveket használunk az alacsonyabb rendű egységek képzési szabályaival azonos módon. Különösen a szilur alegységeinek elneve-

→ 1. ábra. A Nemzetközi időrégtegtani táblázat magyar változata

→ Figure 1. Hungarian version of the International Chronostratigraphic Chart

NEMZETKÖZI IDŐRÉTEGTANI TÁBLÁZAT

www.stratigraphy.org v 2020/03

eozén / eon		idő / idő		rendszerek / időszakok		számszerű kor (Ma)		számszerű kor (Ma)		számszerű kor (Ma)		
emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	
kretác	berriasi	berriasi	alsó/kora	mississippi	terreneuvi	fortuni	541,0 ± 1,0	541,0 ± 1,0	541,0 ± 1,0	541,0 ± 1,0	635	
	valangini	valangini	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	~ 139,8	529	529	529	~ 720	
	hauterivi	hauterivi	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	~ 129,4	521	521	521	1000	
	barremi	barremi	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	~ 125,0	514	514	514	1200	
kretác	albai	albai	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	~ 113,0	509	509	509	1400	
	cenomani	cenomani	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	93,9	509	509	509	1600	
	turon	turon	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	100,5	509	509	509	1800	
	coniaci	coniaci	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	89,8 ± 0,3	509	509	509	2050	
felső/késő	santoni	santoni	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	83,6 ± 0,2	509	509	509	2300	
	campani	campani	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	72,1 ± 0,2	509	509	509	2500	
	maastrichti	maastrichti	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	66,0	509	509	509	2800	
	dániái	dániái	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	61,6	509	509	509	3000	
paleocén	seland	seland	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	59,2	509	509	509	3200	
	thaneli	thaneli	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	56,0	509	509	509	3600	
	ypresi	ypresi	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	47,8	509	509	509	4000	
	luteitai	luteitai	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	41,2	509	509	509	~ 4600	
eocén	bartoni	bartoni	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	37,71	509	509	509		
	rupeli	rupeli	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	33,9	509	509	509		
	priabonai	priabonai	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	27,82	509	509	509		
	katti	katti	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	23,03	509	509	509		
oligocén	aquitaniai	aquitaniai	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	20,44	509	509	509		
	burdigaliái	burdigaliái	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	15,97	509	509	509		
	langhei	langhei	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	13,82	509	509	509		
	serravallei	serravallei	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	11,63	509	509	509		
miocén	ortonai	ortonai	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	7,246	509	509	509		
	messinai	messinai	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	5,333	509	509	509		
	zancleai	zancleai	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	3,600	509	509	509		
	piacenzai	piacenzai	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	2,58	509	509	509		
pilocén	gelai	gelai	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	1,80	509	509	509		
	calabiai	calabiai	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	0,774	509	509	509		
	csibai	csibai	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	0,129	509	509	509		
	napföldi	napföldi	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	0,0117	509	509	509		
pleisztocén	holocén	holocén	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	0,0002	509	509	509		
	meghalajai	meghalajai	alsó/kora	terreneuvi	terreneuvi	terreneuvi	~ 14,0	509	509	509		
	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok
	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok	emlétek / korszakok

Bármely rendű egység alsó határának kijelölése globális határpont-személy és pont (GSSP) alapján történik. A határpont-személy és pont (GSSP) azonosítását a Nemzetközi Stratigráfiai Bizottság (ICS) végzi. A határpont-személy és pont (GSSP) azonosítását a Nemzetközi Stratigráfiai Bizottság (ICS) végzi. A határpont-személy és pont (GSSP) azonosítását a Nemzetközi Stratigráfiai Bizottság (ICS) végzi.

A számszerű korok új kormeghatározási eredmények alapján változtathatók, de a fennmaradó egységek és az eddigieknek a definíciójában nem szerepelnek. A táblázat GSSP-vel vagy meghatározott számszerű korral nem rendelkező fennmaradó egységeit közeli számszerű kor (-) szerepel.

A táblázat alacsonyabbrendű részleteit lásd a (középső) és a (alsó) kora. A számszerű korok forrása Gradstein et al. (2012) és a Geologic Time Scale 2012, c. műve, kivéve a kvarter, késő paleocén, kretác, triász, perm és prekambrium egységeit, melyekhez a Nemzetközi Rétegtani Bizottság (ICS) által megadott adatok vonatkoznak.

Az ICS az International Chronostratigraphic Chart. Episodes 36: 199-204. Weboldala: <http://www.stratigraphy.org/ICSChart/ChronostratChart2020-03.htm>

Magyar fordítás és grafikus: Pálfi, Ildikó; Gencsik Csaba; Hegyesi Eszter; MTA Rétegtani Alkotmányos (https://földtan.hu/mta)



zésénél nem követjük a toldalékolatlan angol szokást, hanem ellátjuk az -i képzővel (*ludlowi, wenlocki, llandoveryi*).

5. Az -i képző a földtudományi szaknyelvben időrétegtani egységek (leginkább emeletek és korszakok) képzőjeként önálló szerepet is betölt. Ekképpen nem vonatkoznak rá szükségszerűen és szigorúan a földrajzi névből helyhatározói jelző képzésének szabályai, bár azokat irányadónak tekintjük, mivel az időrétegtani egységek neveinek többsége is földrajzi névből képzett.

6. Lényeges eltérés, hogy időrétegtani értelemben az -i képzőt kötőjel nélkül kapcsoljuk. Egybeírva toldalékolunk olyan esetben is, ha az eredeti földrajzi név néma magánhangzóra végződik: ilyenkor a javasolt alakokban a szótó végi néma magánhangzó kiesik (pl. az eddigi gyakorlatnak megfelelően *barremi, hauterivi*, csakúgy, mint a korábbi írásmódtól eltérően *kimmeridgi*).

7. Az y-ra végződő földrajzi nevek esetén az -yi végződést az y elhagyásával -i-re egyszerűsítjük, ha a név eredete nem közsímet és az angol névben az y kiesett (pl. *kati, sandbi*). Ha azonban az angol rétegtani elnevezés y-ra végződik, követjük az általános képzési szabályt (MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA 2015, ld. 215.) (pl. *llandoveryi*).

8. További használatra nem javasolt, de a régóta bevett voltuk miatt elfogadottak, azaz hibásnak nem tekinthetők egyes -i képző nélkül használt, földrajzi eredetű elnevezések (pl. *bath, cenoman, turon*, lásd *elektronikus melléklet EI. ábra*). Várható az általános szabályt követő, elsődlegesen javasolt alakok (pl. *bathi, cenomani, turoni*) fokozatos térhódítása.

9. Ékezetet csak olyan esetben használunk, ha az eredeti földrajzi nevet a magyar térképi névanyagban is ékezetel írjuk (pl. *ciszuráli*). Pusztán fonetikai okokból ékezet alkalmazását vagy egyes hangzók magyar átírását (pl. k, cs) nem javasoljuk (pl. *burdigaliai, rupeli, lutetiai, cenomani, callovi, lochkovi*).

10. Kerüljük egyes egységek elnevezésében a magyar rétegtani szakirodalomban egykor használatos, magyarosított vagy magyar fonetikus írásmódot, amely félreértésre adhat okot a korábban a modern definícióval nem egyezően alkalmazott nevek esetében (pl. *torton, akvitán, burdigál*).

11. Amennyiben az eredeti földrajzi névnek létezik magyar vagy magyarosított formájú megfelelője, a rétegtani egység elnevezése annak alapján történik (pl. *dániai, grönlandi, moszkvai, prágai*).

12. Az angol névben a kiejtés könnyítése érdekében betoldott hangzót elhagyjuk, így a magyar névben a földrajzi név eredeti alakját toldalékoljuk (pl. *gelai, tournai*, ill. hasonló megfontolásból *northgripi*).

13. A korábbi gyakorlattól eltérően a nem földrajzi névből (pl. nép vagy népcsoport nevéből, illetve mitológiai névből) származó elnevezéseket is -i képzővel toldalékoljuk (pl. *tithoni, ladini*). A régóta bevett voltuk miatt elfogadott, azaz hibásnak nem tekinthető az elnevezések -i képző nélkül használt alakja is (pl. *tithon, ladin*, l. *elektronikus melléklet EI. ábra*). Várható és támogatandó azonban az általános szabályt követő formák fokozatos térhódítása, mivel a nevek eredete nem széles körben ismert.

14. Különleges nehézséget okoznak a nem latin betűs nyelvek (görög, orosz, japán, kínai) földrajzi neveiből származó elnevezések (l. a 15–18. pontokat), ahol többnyire az angol átírási szokás követését javasoljuk, de megfontolva és néhány esetben előnyösebbnek tartva a magyar átírás alkalmazását.

15. Görög földrajzi nevek latin közvetítéssel mai olaszországi helynevekkel kapcsolatos eredetben fordulnak elő. Bár lehetséges lenne történelmi helynevek magyar átírását alkalmazni (*zankléi, gélai*), előnyben részesítjük az ehhez közel álló angol írásmódból származtatást (*zanclei, gelai*).

16. Történelmi okokból a cirill betűs orosz nevek magyar átírási módja közismert, ezért ezekben az esetekben az angol átírási mód követése idegenül hatna a fonetikushoz közeli magyarral szemben. Javasolt tehát az eddig is követett átírási gyakorlat megőrzése (pl. *olenyoki, gzseli, kaszimovi, szerpuhovi*).

17. Az egyetlen japán eredetű névnél magyar fonetikus átírást javaslunk (*csibai*).

18. A kínai nevek átírása három különféle módon történhet. Mivel az eredeti kínai helynevek nem széles körben ismertek, a magyar átírás alkalmazása az angol (Wade–Giles-féle), illetve nemzetközi pinjin átírástól való eltérése miatt többnyire zavart okozna. Bár a magyar fordítás alapjául szolgáló táblázat nevei között egyaránt található angol és nemzetközi átírásúakat is, az eredeti következetlenség megszüntetése felesleges terhet róna a magyar felhasználókra a helyesírásban. Követjük tehát főszabályként a nemzetközi táblázatban bevett írásmódú szótó megtartását (pl. *jiangshani, wuchiapingi, changshingi*).

19. Az eddigi helyesírási gyakorlatnak megfelelően valamennyi magyar időrétegtani elnevezést kis kezdőbetűvel írjuk (ellentétben az angol nagy kezdőbetűs írásmóddal).

20. Általánosan tagolható két-, illetve háromszatú geokronológiai egységek esetében kora / középső / késő, illetve kronosztratigráfiai egységeknél alsó / középső / felső előtag járul a bennfoglaló egység nevéhez. Ezeket mint minőségjelzős szókapcsolatokat a magyar nyelv általános szabályainak megfelelően különírjuk (pl. *kora triász, középső jura, késő kréta*). Ez a javaslat változást jelent a CSÁSZÁR (2002) által javasolt kötőjeles szakmai írásmódhoz képest, de összhangban van a geokronológiaihoz hasonló értelmű kifejezésekben a történettudományban is bevett gyakorlattal (pl. kora bronzkor, késő reneszánsz).

Bízunk benne, hogy a hazai földtudományi közösség elfogadja a fentieket tükröző javaslatokat (*I. ábra*), és követésükkel a rétegtani szakmai nyelvhasználat egységesebbé és helyesebbé válik.

Köszönetnyilvánítás

A fordítás alapjául szolgáló angol eredeti táblázat legfrissebb digitális verziójának rendelkezésre bocsátásáért, a magyar változat támogatásáért és szakmai kérdések tisztázásáért köszönet illeti Kim COHENT és David HARPET, a

Nemzetközi Rétegtani Bizottság vezetőségi tagját és elnökét. Hálásak vagyunk BUDAI Tamásnak, PIROS Olgának és SELMECZI Ildikónak a kézirat lektorálásáért és jobbító szándékú kritikai észrevételeikért, PAPP Gábornak és SZTANÓ Or-

solyának további szerkesztői megjegyzéseikért, valamint az MTA Rétegtani Albizottságnak javaslataink megvitatásáért. Ez a tanulmány az MTA–MTM–ELTE Paleontológiai Kutatócsoport 322. publikációja.

Irodalom — References

- COHEN, K., FINNEY, S., GIBBARD, P. & FAN, J. 2013: The ICS International Chronostratigraphic Chart. — *Episodes* **36**, 199–204. <https://doi.org/10.18814/epiiugs/2013/v36i3/002>
- COWIE, J. W., ZIEGLER, W., BOUCOT, A. J., BASSETT, M. G. & REMANE, J. 1986: Guidelines and Statutes of the International Commission on Stratigraphy (ICS). — *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* **83**, 1–14.
- CSÁSZÁR, G. 2002: A Magyar Rétegtani Bizottság által jóváhagyott geokronológiai és kronoztratiográfiai terminusok. — *Földtani Közlöny* **132/3–4**, 481–483.
- GRADSTEIN, F. M., OGG, J. G. & SMITH, A. G. 2004: *A Geologic Time Scale 2004*. — Cambridge University Press, Cambridge, 589 p. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511536045>
- GRADSTEIN, F. M., OGG, J. G., SCHMITZ, M. D. & OGG, G. M. 2012: *The Geologic Time Scale 2012*. — Elsevier, Amsterdam, 1144 p. <https://doi.org/10.1016/c2011-1-08249-8>
- MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA 2015: *A magyar helyesírás szabályai*. 12. kiadás. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 611 p.
- REMANE, J., BASSETT, M. G., COWIE, J. W., GOHRBANDT, K. H., LANE, H. R., MICHELSEN, O. & NAIWEN, W. 1996: Revised guidelines for the establishment of global chronostratigraphic standards by the International Commission on Stratigraphy (ICS). — *Episodes* **19/3**, 77–81. <https://doi.org/10.18814/epiiugs/1996/v19i3/007>
- SMITH, A. G., BARRY, T., BOWN, P., COPE, J., GALE, A., GIBBARD, P., GREGORY, J., HOUNSLOW, M., KEMP, D. & KNOX, R. 2014: GSSPs, global stratigraphy and correlation. — *Geological Society, London, Special Publications* **404**, 37–67. <https://doi.org/10.1144/sp404.8>
- WALKER, M., HEAD, M. H., BERKLEHAMMER, M., BJORCK, S., CHENG, H., CWYNAR, L., FISHER, D., GKINIS, V., LONG, A. & LOWE, J. 2018: Formal ratification of the subdivision of the Holocene Series/Epoch (Quaternary System/Period): two new Global Boundary Stratotype Sections and Points (GSSPs) and three new stages/subseries. — *Episodes* **41/4**, 213–223. <https://doi.org/10.18814/epiiugs/2018/018016>
- ZALASIEWICZ, J., SMITH, A., BRENCHLEY, P., EVANS, J., KNOX, R., RILEY, N., GALE, A., GREGORY, F. J., RUSHTON, A., GIBBARD, P., HESSELBO, S., MARSHALL, J., OATES, M., RAWSON, P. & TREWIN, N. 2004: Simplifying the stratigraphy of time. — *Geology* **32/1**, 1–4. <https://doi.org/10.1130/g19920.1>
- ZALASIEWICZ, J., WATERS, C. N., SUMMERHAYES, C. P., WOLFE, A. P., BARNOSKY, A. D., CEARRETA, A., CRUTZEN, P., ELLIS, E., FAIRCHILD, I. J., GALUSZKA, A., HAFF, P., HAJDAS, I., HEAD, M. J., IVAR DO SUL, J. A., JEANDEL, C., LEINFELDER, R., MCNEILL, J. R., NEAL, C., ODADA, E., ORESKES, N., STEFFEN, W., SYVITSKI, J., VIDAS, D., WAGREICH, M. & WILLIAMS, M. 2017: The Working Group on the Anthropocene: Summary of evidence and interim recommendations. — *Anthropocene* **19/Supplement C**, 55–60. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2017.09.001>

Kézirat beérkezett: 2020. 03. 28.

Karbonátos konkréciók az alsó-miocén Pétervásárai Homokkő Formációban (Pétervásárai-dombság, Leleszi-völgy): genetikai megfontolások morfológiai és petrográfiai vizsgálatok eredményei alapján

VERES ZSOLT^{1*}, VARGA ANDREA²

¹BSZC Vásárhelyi Pál Szakgimnáziuma és Kollégiuma, 5600 Békéscsaba, Deák u. 6.

²SZTE TTK Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék, 6722 Szeged, Egyetem utca 2.

*levelező szerző: vereszolti@gmail.com

Carbonate concretions in the Lower Miocene Pétervására Sandstone Formation (Pétervására Hills, Lelesz Valley): genetic considerations based on morphological and petrographic investigations

Abstract

Rocks of the shallow marine Lower Miocene Pétervására Sandstone Formation outcrop in spectacular forms in Northern Hungary. Origin of the typical carbonate concretions together with the mechanism of sandstone cementation is, however, still under debate. In this paper, selected outcrops of the Pétervására Sandstone (Pétervására Hills, Lelesz Valley) are studied using field observations and petrographic investigations. Based on our results, isolated (spherical and ellipsoidal) and stratabound concretions as well as continuously cemented layers were equally developed. In the isolated concretions grown in very coarse grained sandstones, bioclasts (e.g. shell fragments, benthic foraminifers) of different sizes and shapes were observed. Consequently, the primary source of the calcite cement could be the large amount of the detrital bioclast material (aragonite/calcite) in the studied formation. Related to the cementation processes, early crystallisation of the calcite cement started around a nucleus concentrically and the diagenetic redistribution of carbonate phases could take place during burial by diffusion. Cementation and growth mechanisms of the concretions could be significantly affected by petrological characteristics of the sediments (e.g. sorting, grain-size distribution, permeability) and by the spatial distribution of nuclei. Additionally, based on the microtextural features, the significant amount of glauconite-like grains in the Pétervására Sandstone are dominantly detrital in origin and could form earlier in the intragranular pores of the redeposited bioclast.

Keywords: Pétervására Sandstone Formation, carbonate concretion, petrography, calcite cement, bioclast, Early Miocene

Összefoglalás

Az alsó-miocén Pétervásárai Homokkő Formáció sekélytengeri képződményei Észak-Magyarországon látványos formakincset alkotva bukkanak a felszínre. A jellegzetes karbonátkonkréciók genetikája, valamint a homokkő karbonátos cementációjának részletei azonban nem ismertek megnyugtató módon. Munkánkban a képződmény felszíni kibukkanásait vizsgáltuk (Pétervásárai-dombság, Leleszi-völgy térsége), amely során a terepi megfigyeléseinket petrográfiai vizsgálatokkal egészítettük ki. Eredményeink alapján izolált (szferoidális, ellipszoidális) és rétegmenti konkréciók, valamint folyamatosan cementált rétegek egyaránt kialakultak. Az izolált konkréciókat alkotó durvaszemcsés homokkövekben különféle méretű és alakú bioklasztokat (héjtöredékek, bentosz foraminiferák) figyeltünk meg. Ez alapján a kalcitcement elsődleges ionforrása döntően az üledékbe beágyazódó, már a lerakódáskor jelenlévő bioklaszt vázelemek anyaga (aragonit/kalcit) lehetett. A cementáció a homokkőben található nukleációs pontok (pl. bioklaszt vázelemek, karbonátos közettörmelék-szemcsék) körül kezdődött meg koncentrikusan, diffúziós geokémiai folyamatok által vezérelve. E folyamatot az üledék kőzettani jellemzői (pl. szemcseméret, osztályozottság, permeabilitás) és a nukleuszok eloszlása jelentősen befolyásolhatta. A mikroszöveti bélyegek alapján a homokkőben feldúsuló glaukonitszemcsék legnagyobb része allotigén eredetűnek tekinthető, amelyek a karbonátos anyagú élőlények vázelem-üregében képződtek, s a héjakkal együtt halmozódtak át.

Kulcsszavak: Pétervásárai Homokkő Formáció, karbonátos konkréció, petrográfia, kalcitcement, bioklaszt, kora-miocén

Bevezetés, előzmények

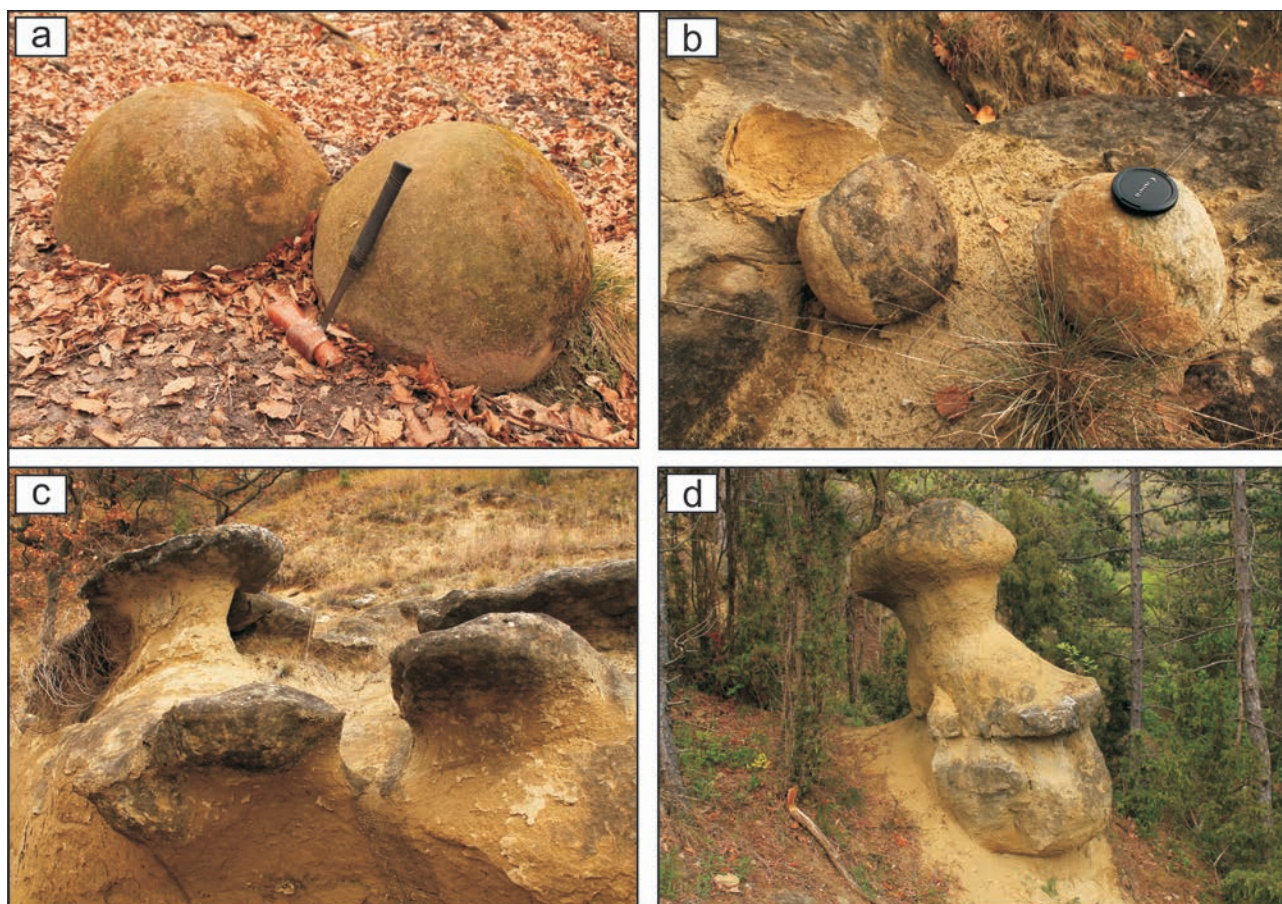
A földtani szakirodalomban BALOGH (1991) szerint a konkréciók az agyagos, homokos és meszes kőzetek finom eloszlású ásványi anyagainak egy-egy kiválási központ kö-

rüli ránövekedésével (akkréciójával) létrejött, kerekded vagy a rétegzés irányában ellapult (szferoidális, ellipszoidális, korongszerű vagy szabálytalan) testek. A konkréciók csoportosítására többféle lehetőség kínálkozik, de a leggyakoribb osztályozások azok morfológiai bélyegeit, felépítő

ásványait és kialakulási körülményeit veszik alapul (SELLÉS-MARTÍNEZ 1996, SEILACHER 2001, BOGGS 2009). A konkréciók a befoglaló üledékeiknél tömörebbek, erőteljesebben cementáltak, porozitásuk kisebb, így ellenállóbbak a mállási folyamatokkal szemben. Felszíni körülmények között kipreparálódhatnak környezetükből, látványos és egyedi morfológiát alakítva ki a természetes feltárásokban (BALOGH 1991, SELLÉS-MARTÍNEZ 1996, SZÓCS et al. 2015).

A különböző méretű, alakú és összetételű konkréciók gyakoriak az üledékes rétegsorokban. Nagyszámú előfordulásuk ellenére azonban képződési mechanizmusuk számos részlete még tisztázatlan. Elhanyagolt mivoltukat jelzi, hogy egykor a paleontológusok terepi munkájuk során pseudo-fossziliaként vagy éppen a „természet játékaiként” („*lusus naturae*”) tekintettek a konkréciókra (SEILACHER 2001 és az általa hivatkozott irodalmak). A rezervoár geológusok számára sem az elszigetelt konkréciók, hanem az üledékes összletek különböző módon cementált összefüggő kőzettestek részletes vizsgálata a cél, hisz ezek a fluidumok (pl. kőolaj, földgáz) migrációjának akadályai lehetnek (BJØR-KUM & WALDERHAUG 1990).

A Kárpát-medencei karbonátos konkréciók előfordulásának egy klasszikus területe Kolozsvár környéke volt (1. ábra a), az ott található „Feleki gömbkövek” kialakulásának lehetőségeivel és felhasználásával számos tanulmány foglalkozott (AJTAY 1994 és az általa hivatkozott irodalmak). Egyik lehetséges értelmezés, hogy áthalmazódott karbonátklaszterek feloldódásából származott a kalcitcement, eredetük azonban még nem tisztázott megnyugtató módon. A magyarországi vizsgálatok közül — a teljesség igénye nélkül — kiemelhetők a mecseki perm törmelékes üledékes képződmények, amelyekből pedogén karbonátgumókat (Korpádi Homokkő Formáció; VARGA et al. 2012) és szeptáriás konkréciókat (Bodai Agyagkő Formáció; KONRÁD et al. 2010) egyaránt leírtak, valamint korong alakú, rétegszerűen elhelyezkedő konkréciókat is dokumentáltak (Kővágószőlősi Homokkő Formáció; KISS & GROSSZ 1958). A negyedidőszaki paleotalajokban és egyéb laza üledékekben (pl. lösz) előforduló, döntően karbonátos anyagú konkréciókkal szintén több tanulmány foglalkozott (pl. HORVÁTH et al. 2002, BAJNÓCZI et al. 2006, BARTA 2011, SÜMEGI et al. 2011).



1. ábra. A karbonátos konkréciók jellemző megjelenési formái sekélytengeri homokkőekben

a) A „Feleki gömbkövek” egy természetes kibukkanása Kolozsvár mellett (Feleki-dombság, Románia); b) Iszolált, szferoidális karbonátos konkréciók a bárnai Szer-kövön (Felső-Zagyva-Tarna-közi-dombság, Magyarország); c) Nem folyamatosan cementált, rétegmenti karbonátos konkréciók a bárnai Szer-kövön; d) Szelektív denudáció által kiformált, karbonáttal cementált gombaszikla a Pes-kő oldalában (Pétervásárai-dombság, Magyarország)

Figure 1. Typical forms of the carbonate concretions within shallow marine sandstones.

a) A natural outcrop of the so-called “Feleki gömbkövek”, natural stone balls or spheres, near Kolozsvár (Felek Hills, Romania); b) Isolated spheroidal carbonate concretions in Szer-kő, near Bárna (Felső-Zagyva-Tarna-közi Hills, Hungary); c) Discontinuously cemented stratabound carbonate concretions in Szer-kő, near Bárna; d) Mushroom rock, a calcite-cemented natural rock formed by selective denudation (Pes-kő, Pétervására Hills, Hungary)

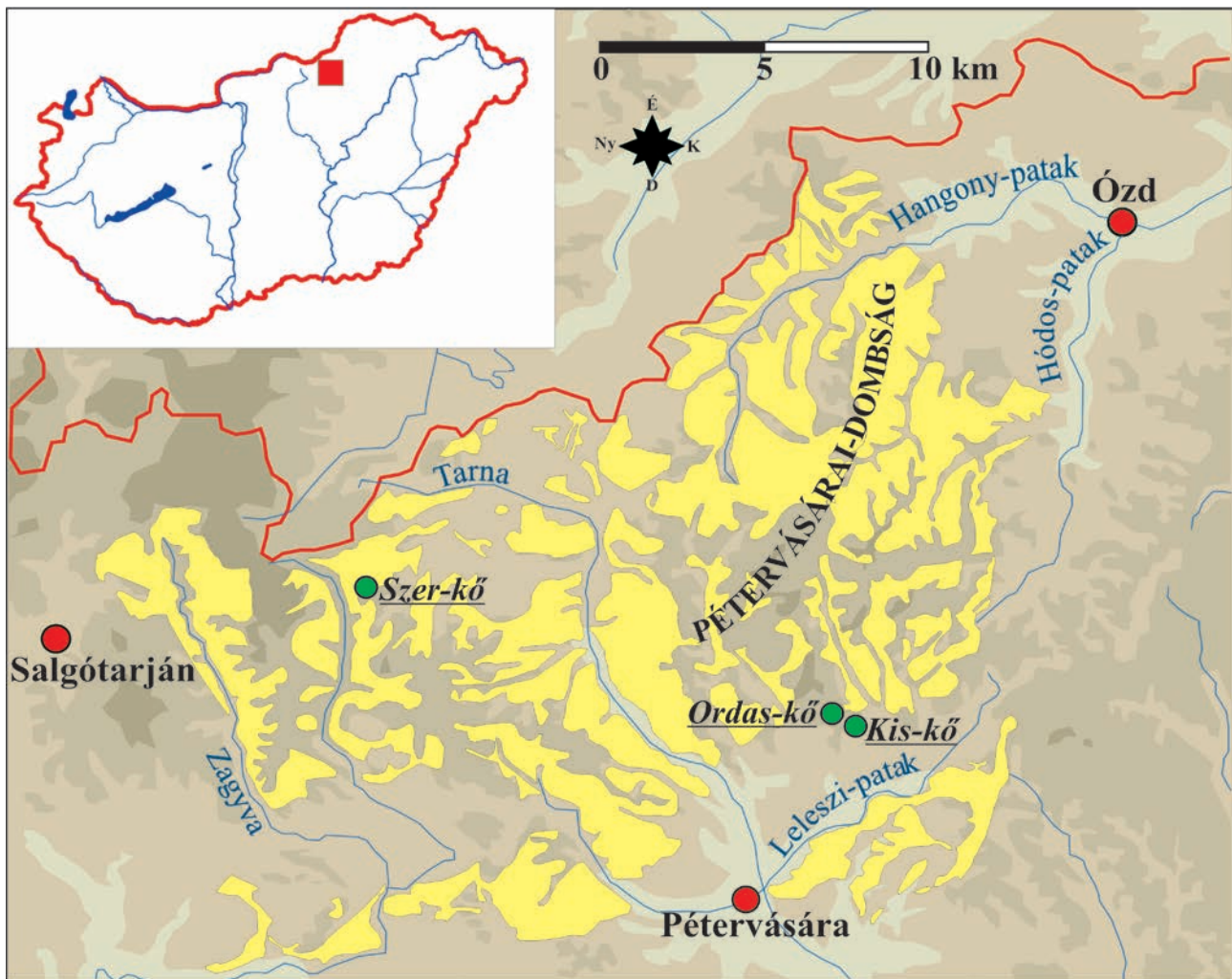
Észak-Magyarországon a felszínen nagy területen fordul elő az alsó-miocén sekélytengeri Pétervásárai Homokkő Formáció. A természetes feltárások formakincsében meghatározó a szerepe azoknak az erősebben cementált egységeknek, amelyeket a mállási folyamatok preparáltak ki a kevésbé cementált kőzetrészekből (1. ábra b–d). A tagolt, látványos morfológia létrejöttének megértéséhez ismerünk kell azokat a diagenetikus folyamatokat, amelyek ezek kialakításában meghatározók lehetnek. Szőcs et al. (2015) megállapításai szerint a konkréciókat cementáló kalcit eredete több genetikai modellel is magyarázható a képződésben. Az elvégzett vizsgálatok alapján ugyanis nem volt egyértelműen eldönthető, hogy ez a cementfázis az üledékkel betemetődött, tengeri eredetű pórufoldumból és/vagy — egy későbbi folyamat eredményeként — a törések mentén a kőzettestbe jutó egzotikus fluidumból vált-e ki.

E tanulmány ennek a kérdésnek a megválaszolásához kíván további eredményeket bemutatni részben elméleti megfontolások, részben petrográfiai megfigyelések alapján. Ennek érdekében először áttekintjük a tengeri eredetű pó-

rusfluidumból kiváló karbonátos konkréciók kialakulásának törvényszerűségeit és osztályozási lehetőségeit. Ezek után a konkrécióképződés szempontjából korábban kevésbé tanulmányozott észak-magyarországi mintaterületről (Pétervásárai-dombság, Leleszi-völgy; 2. ábra) származó karbonátos konkréciók üledékes kőzettani vizsgálatán keresztül vázoljuk fel a Pétervásárai Homokkőben előforduló, kalcittal cementált homokkő testek létrejöttének lehetséges körülményeit és módjait az adott területen.

A karbonátos konkréciók kialakulása, morfológiája és osztályozásuk tengeri üledékképződési környezetre jellemző pórúsvíz mellett

A tengeri kifejlődésű törmelékes üledékes kőzetekben a leggyakoribb konkréciók különféle karbonátásványokból épülnek fel, amelyek általában cement formájában jelennek meg a kőzetváz szemcséi között. A cementkristályok mérete



2. ábra. A Pétervásárai Homokkő egyszerűsített felszíni elterjedése és a mintavételi helyek (Kis-kő, Ordas-kő, Szer-kő) elhelyezkedése a Pétervásárai-dombság térségében

Figure 2. The generalised area with outcrops of Pétervásárai Sandstone and the position of the sampling sites (Kis-kő, Ordas-kő, Szer-kő, Hungarian denominations), Pétervásárai Hills

a befoglaló kőzet szemcséinél többnyire kisebb. Előfordulhat azonban, hogy egy egyedi kristályszemcsék sokaságát öleli körbe (poikilotópos cement), teljesen kitöltve a kapcsolódó pórusokat (MORAD 1998, BOGGS 2009, MARSHALL & PIRRIE 2013). A leggyakoribb cementáló karbonátásvány a kalcit (CaCO_3), de sziderit (FeCO_3) szintén előfordulhat kongréció formájában; ritka esetben ankerit [$\text{CaFe}(\text{CO}_3)_2$], valamint dolomit [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] is megjelenhet. Az agyagkövekre jellemző ún. szeptáriás kongréciókban a különböző karbonátásvány-generációk más ásványfázisokkal (pl. szulfidok: pirit, szfalerit, galenit; szulfátok: barit) váltakozhatnak (MARSHALL & PIRRIE 2013).

A karbonátásványok alapanyaga (oldott kationok, karbonátion) belső és külső forrásokból egyaránt származhat (MORAD 1998, BOGGS 2009, MARSHALL & PIRRIE 2013), a következőkben az ezek eredetével kapcsolatos ismereteket tekintjük át.

Az oldott ionok eredete tengeri környezetben

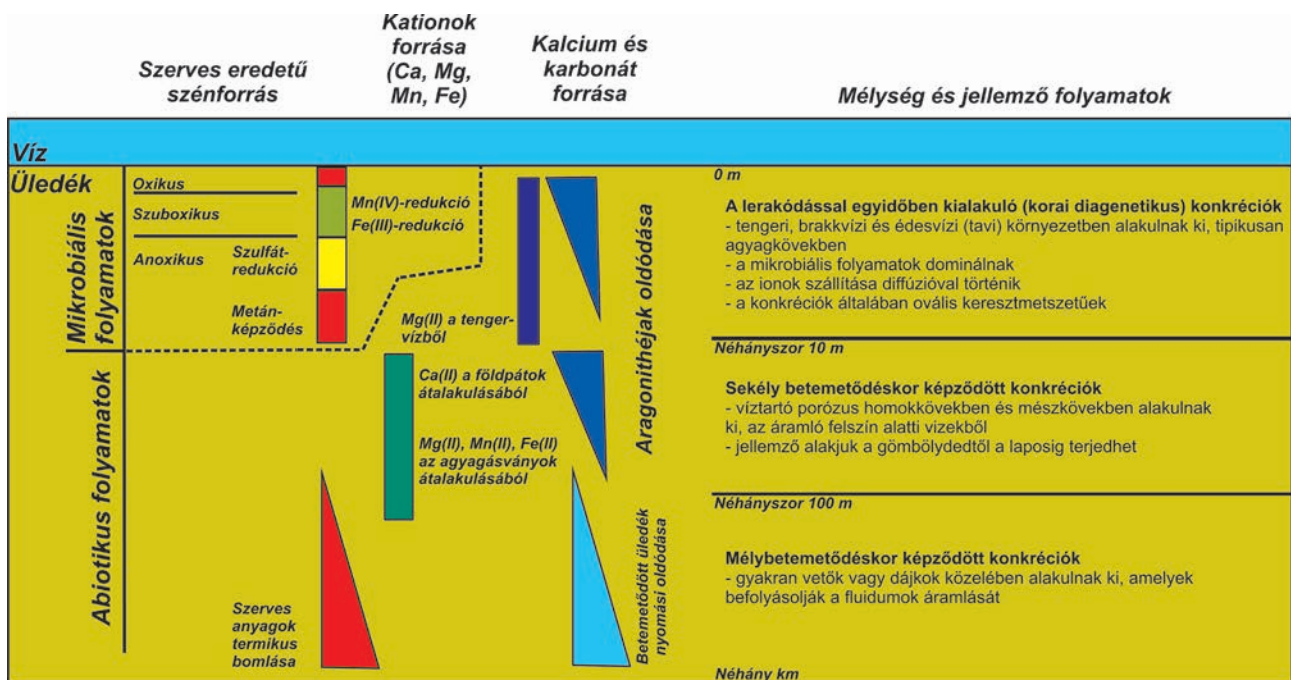
A víz/üledék határa alatt néhányszor 10 m-es mélységig olyan biotikus (mikrobás) folyamatok játszódhatnak le, amelyek jelentős mértékben módosíthatják a pórusvizek kémiai összetételét (3. ábra). A szerves anyag bomlásához kapcsolódó folyamatok során ugyanis a karbonátásványok kiválásához szükséges reakciótermékek szabadulnak fel (MORAD 1998, APPELO & POSTMA 2009, BOGGS 2009, MARSHALL & PIRRIE 2013, YOSHIDA et al. 2015).

Közvetlenül a tengereljazat közelében — általában az üledékben — húzódik az ún. oxikus zóna, ahol az oldott oxigéntartalom 0,5 ml/l feletti értékekkel jellemezhető. A

zóna kiterjedése az oxigéndús tengervíz behatolási mélységétől, valamint számos egyéb tényezőtől (pl. üledékek szervesanyag-tartalma és lerakódási sebessége, fenékvíz oldott oxigéntartalma, bioturbáció mértéke) is függ. Az oxikus zónában előforduló vas- és mangán-oxid, -hidroxid ásványok stabilak, ezért a kialakuló karbonátos cementásványok kis vas- és mangántartalmúak (vasban szegény kalcit és dolomit), az üledékek szervesanyag-tartalma szintén elhanyagolható az oxigén jelenléte miatt (MORAD 1998, MARSHALL & PIRRIE 2013).

Az oxikus zóna alatt helyezkedik el a szuboxikus zóna, ahol a pórusvíz oldott oxigéntartalma már 0,5 ml/l alatt van. Ezt a zónát további szubzónákra oszthatjuk, amelyek közül a mangán (MnR)- és a vas-redukció (FeR) övezetei a legjelentősebbek (3. ábra). Az itt kialakuló karbonátos anyagú cement típusát és kémiai összetételét nagyban meghatározza a rendelkezésre álló vas- és mangán-oxid, -hidroxid ásványok mennyisége. Ezekből az oxid- és hidroxid ásványokból nagy mennyiségű sziderit és rodokrozit jöhet létre, az Fe^{3+} és az Mn^{4+} redukciójával. Itt jegyeznénk meg, hogy a fent említett két zóna felett kialakulhat egy nitrát-redukciós szubzóna (NR), s a korábban említett szubzónákkal együtt átfedések is lehetségesek (MORAD 1998, APPELO & POSTMA 2009, MARSHALL & PIRRIE 2013).

A szuboxikus zóna alatt már egyáltalán nincs oldott oxigén a pórusvízben, ezért ezt az övezetet anoxikus zónának nevezzük. Ha a pórusvizek megfelelő mennyiségű oldott szulfát-anionokat (SO_4^{2-}) tartalmaznak, akkor a domináns folyamat a bakteriális szulfátredukció (BSR) lesz, ahol a geokémiai folyamatokat anaerob baktériumok irányítják. A geokémiai reakciók során a pórusvíz kémhatása a lúgos irányba tolódik el, amely elősegíti a karbonátok kiválását



3. ábra. Az oldott ionok eredete tengeri környezetben MARSHALL & PIRRIE (2013) alapján

Figure 3. Origin of dissolved ions in marine environments after MARSHALL & PIRRIE (2013)

ebben a zónában. A vas-szulfidok (pl. pirit, greigit) kialakulása miatt viszont vasban szegény kalcit és dolomit válhat csak ki karbonátos cementként. Az anoxikus zóna mélyebb régióiban bakteriális tevékenység által vezérelt metánképződés is zajlik (Me), ahol az oldott oxigén- és szulfáttartalom szinte teljesen hiányzik. A metánképződési folyamat egyszerű szerves vegyületek bomlásán keresztül megy végbe, a metán mellett CO_2 és HCO_3^- is gazdagítja a pórusvíz kémiai összetételét (3. ábra). Az itt zajló kristályosodási folyamatok során nagy magnéziumtartalmú sziderit, nagy vastartalmú kalcit, dolomit, magnezit, valamint ankerit válhat ki. Az anoxikus zóna mikrobiális metánképződési övezete kb. 75 °C hőmérsékletig húzódik (az adott terület geotermikus gradienseknek megfelelően). Ennél nagyobb hőmérsékleten már lelassulnak és meg is szűnnek a mikrobák által kontrollált geokémiai folyamatok. Innentől kezdve (kb. 75–200 °C-ig) a hőmérséklet szerepe lesz a domináns, és a legjellemzőbb ionképző folyamat a különféle szerves anyagok termikus bomlása lesz (MORAD 1998).

A karbonátásványok alkotóelemei (oldott kationok és karbonátion) belső abiotikus forrásokból szintén származhatnak (3. ábra). Ilyen esetekben az üledékben található, olykor nagy mennyiségben jelen lévő karbonátos anyagú fossziliák (pl. puhatestűek) vázelemei jöhetnek szóba, amelyek teljes vagy részben feloldódott maradványai mind a recens, mind pedig a fosszilis sekélytengeri üledékekben megfigyelhetők (BJØRKUM & WALDERHAUG 1990, WALDERHAUG & BJØRKUM 1998). A vázelemek általában kevésbé stabil aragonitból és nagy magnéziumtartalmú kalcitból állnak (BATHURST 1975, SCHOLLE & ÜLMER SCHOLLE 2003), amelyek megfelelő geokémiai környezetben feloldódhatnak, s a konkréciók alapanyagául szolgálhatnak (MARSHALL & PIRRIE 2013). A belső karbonátforrásokat különféle kőzetek (pl. mészkő, dolomit, márvány) beágyazódó litoklasztjai is gyarapíthatják, amelyek minősége és mennyisége az üledékgyűjtő lehordási területének földtani és szállítási viszonyaitól függ. A litoklasztok karbonátásványai általában stabilabbak, nagyobb méretűek, mint a biogén vázelemek karbonátja, és főleg kis magnéziumtartalmú kalcitból állnak (WALDERHAUG & BJØRKUM 1998).

Szintén karbonátforrást jelenthetnek a Ca-tartalmú földpátok (pl. plagioklaszok anortit komponense) és a későbbi diagenetikus folyamatok közben (pl. nyomási oldódás), nagyobb betemetődési mélységben felszabaduló kationok és anionok is, de ezek szerepe általában másodrendű (3. ábra). A dolomit kristályrácsába beépülő magnézium származhat a tengervízből vagy különféle agyagásványok átalakulásából is, de más karbonátásványok (pl. sziderit, rodokrozit) kationjai (pl. vas, mangán) szintén származhatnak ezen átalakulási folyamatokból (MARSHALL & PIRRIE 2013). Belső eredetű karbonátforrások esetében az átrendeződő, azaz feloldódó, majd újra kicsapódó karbonátnak csak kisebb távolságot (cm–m) kell megtennie. A szállítás döntően diffúzió által történik, amit a helyről helyre változó kémiai koncentrációkülönbség szabályoz (BJØRKUM & WALDERHAUG 1990).

A konkréciókat felépítő karbonátásványok ionjai nem csak a fenti biotikus és/vagy abiotikus belső forrásokból,

hanem a formáción kívüli forrásokból is származhatnak. Külső források esetében a karbonátásványok alapanyaga nagyobb távolságból érkezhetsz (100 m – 1 km), s a szállítás itt döntően fluidumáramlással valósulhat meg (BJØRKUM & WALDERHAUG 1990). Ebben az esetben azonban hatalmas mennyiségű fluidum beáramlására van szükség, anyagmérték-számítások szerint ugyanis egy pórustérfogatnyi kalcit-cement kiválásához legalább 100–300 ezer pórustérfogatnyi fluidumnak kell átáramolnia egy adott póruson (BATHURST 1975, BERNER 1980, BJØRKUM & WALDERHAUG 1990). Több sekélytengeri üledékgyűjtő (pl. Norvég-tenger és Észak-tenger selfjei) esetében is történtek becslések arra vonatkozóan, hogy a kompaktió közben felszabaduló és eláramló fluidum okozhatta-e a megfigyelt mértékű (kb. 10–30%-os) cementációt az adott képződményt felépítő porózus kőzetben. A vizsgálatok azonban kimutatták, hogy a kalcitos cementációhoz szükséges víz kb. csak fele állhatott rendelkezésre a kompaktió folyamatok során, ezért ilyen eredetű külső karbonátforrás nem okozhatta a jelentős cementációt (BJØRKUM & WALDERHAUG 1990). A felszínről beszivárgó meteorikus vizek már nagyobb fluidumáramlást okozhatnak, de ezeknek általában kicsi az oldott iontartalma (APPELO & POSTMA 2009), továbbá a nagymérvű kalcitos cementációban való részvételüket több tanulmányban oxigénizotópos- és fluidumzárvány-vizsgálatok zárták ki (SAIGAL & BJØRLYKKE 1987, GILES et al. 1992).

Összességében elmondhatjuk tehát, hogy van lehetőség külső karbonátforrás kialakulására, de a jelentős cementációt ezzel nem magyarázhatjuk meg, célravezetőbb a belső források feltételezése, mivel ezek általában bőségesen rendelkezésre állnak egy sekélytengeri üledékes övezetben (BJØRKUM & WALDERHAUG 1990, WALDERHAUG & BJØRKUM 1998).

Nukleáció és konkréciónövekedés tengeri környezetben

A karbonátos konkréciók kialakulásának egyik kulcs-pontja a nukleációs mag (nukleusz vagy kristálygóc), amely körül a túltelített pórusvízből koncentrikusan indul meg a karbonátásványok kiválása, az ún. göcnövekedés. A folyamat hajtóereje a diffúzió, ami a koncentrációgradiensnek megfelelően folyamatosan biztosítja az anyagáramlást (APPELO & POSTMA 2009, MARSHALL & PIRRIE 2013). A nukleuszon kikristályosodó kalcit miatt a pórusvíz karbonát-koncentrációja helyileg erősen lecsökken, ami miatt a hatásterületen lévő karbonátforrások (pl. ősmaradványok meszes héjai) irányából diffúziós anyagáramlás indul meg a koncentráció kiegyenlítése céljából (BJØRKUM & WALDERHAUG 1990). A konkréciók növekedése a kezdeti, ún. átmeneti szakaszban viszonylag gyors, s az időegység alatt kikristályosodó kalcit mennyisége meghaladja a feloldódó biogén karbonátok mennyiségét a konkréció hatásterületén (BJØRKUM & WALDERHAUG 1990, YOSHIDA et al. 2015). A viszonylag gyors növekedési szakasz után a konkréciónövekedés az ún. félig állandósult szakaszba lép, ahol az időegység alatt kiváló és feloldódó karbonát mennyisége már egyenlő lesz.

A konkréciók növekedése ebben a szakaszban már rendkívül lassú lesz, és addig tart, amíg a rendelkezésre álló karbonát el nem fogy, vagy valamely más tényező (pl. a terület kiemelkedése, egy szomszédos konkréció növekedése) ezt meg nem akadályozza (BJØRKUM & WALDERHAUG 1990). Egy kb. 50 cm-es sugarú konkréció kialakulása néhány millió évtől akár 100 millió évig is eltarthat a formációban jelen lévő oldódóképes karbonátos szemcsék mennyiségétől és a koncentrációgradienstől függően (BERNER 1980, BJØRKUM & WALDERHAUG 1990, WILKINSON & DAMPIER 1990).

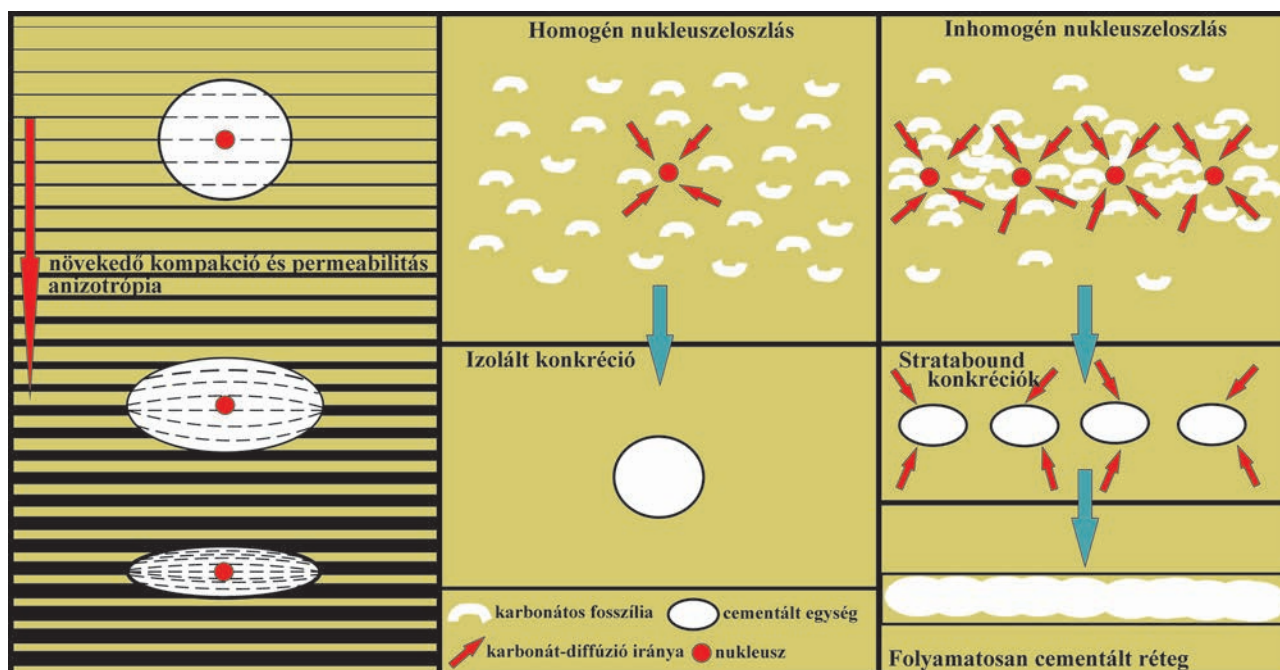
A konkréciók növekedését a fent említett tényezőkön kívül a beágyazó üledékek permeabilitása is erőteljesen befolyásolja (4. ábra). Olyan sekélytengeri homokkövekben, amelyek jól osztályozottak, és amelyekben a szemcsék jól lekerekítettek, a permeabilitás minden irányban megegyező (izotróp) lesz. Megfelelő mennyiségű karbonát jelenlétében a konkréciók minden irányban egyenletesen tudnak növekedni. Ezt a homogén, rétegzetlen üledékszerkezet is elősegíti, amely kialakításában nagy szerepük lehet az aljzatban élő, bioturbációt okozó élőlényeknek. Az izotróp üledékekben tehát sferoidális, gömbölyded konkréciók kialakulására lehet számítani (BJØRKUM & WALDERHAUG 1990, MARSHALL & PIRRIE 2013).

Az agyagkövekben az agyagásvány lemezek egymással közel párhuzamos orientációja, valamint a rétegződés miatt az üledékek permeabilitása vízszintesen nagyobb lehet, mint függőleges irányban. A permeabilitás-anizotrópia következtében a konkréciók vízszintes tengelyük mentén megnyúltabb, lapítottabb (ellipszoidális) alakot vesznek fel (BJØRKUM & WALDERHAUG 1990). Általánosságban elmondható, hogy a betemetődési mélység növekedésével az anizotrópia is fokozódik, a konkréciók egyre lapítottabb alakokat hozhatnak létre (SEILACHER 2001).

A cementáltabb egységek alakját, méretét, folyamatos vagy szakaszos mivoltát a rendelkezésre álló karbonát mennyiségén kívül az üledékben található nukleuszok eloszlása is befolyásolja (4. ábra). Homogén eloszlás esetében az egymástól nagyobb távolságban lévő nukleuszok miatt önállóan és egyenletesen növekednek a konkréciók a hatásterületükről odaáramló és kikristályosodó karbonátásványok eredményeként. Ilyen esetben egymástól izolált konkréciók jöhetnek létre. Inhomogén nukleuszeloszlás (pl. egy rétegben, egymáshoz közel elhelyezkedő karbonátos vázelemek) és megfelelő karbonátutánpótlás esetében a növekvő konkréciók összeérhetnek, és folyamatosan cementált rétegek alakulhatnak ki. Kevesebb és egymástól távolabb elhelyezkedő nukleusz esetén (a rendelkezésre álló karbonátmennyiség elfogyása következtében) a cementált réteg nem lesz folyamatos, hanem az megszakadó formát ölthet, s ún. stratabound típusú (rétegmenti) konkréciók jöhetnek létre (BJØRKUM & WALDERHAUG 1990).

A Pétervásárai Homokkő Formáció

Az Észak-Magyarországon, illetve Szlovákia déli részén, nagy területen (> 1500 km²) felszínen lévő képződmény a nannoplanktonok, továbbá a konglomerátumban található puhatestűek vizsgálati eredményei alapján eggenburgi korú (BÁLDI 1983, NAGYMAROSY & BÁLDI-BEKE 1988). A 20–60 m tengermélységben képződött üledékes összlet uralkodóan változatos léptékben keresztarétegzett, finom–durvaszemcsés homokkő rétegek váltakozásából áll. Vastagsága — délkeletről északnyugat felé növekedve — 200 és 600 m között változik (BÁLDI 1983, HÁMOR 1985, SZTANÓ 1994).



4. ábra. A karbonátos konkréciók kialakulásának lehetőségei BJØRKUM & WALDERHAUG (1990), SEILACHER (2001) és MARSHALL & PIRRIE (2013) alapján
 Figure 4. Possibilities of formation of the carbonate concretions modified after BJØRKUM & WALDERHAUG (1990), SEILACHER (2001) and MARSHALL & PIRRIE (2013)

A Pétervásárai Homokkő ősmaradványokban eredendően szegény (BÁLDI 1983, 1986), ez kifejezetten igaz a formáció alsó–középső részére, míg a felső (Ilonavölgyi) tagozata lumasellaszerű faunát (összemosott és összetört kagylóhéjak) tartalmaz (BÁLDI 1983, FÓZY & LEÉL ŐSSY 1985). Az ősmaradványok mellett a felső szintek durvakavicsos, tufás, tufitos, bentonittörmelékes horizontokat is hordoznak. Az üledékes összletben ritkán szénült növényi maradványok töredékei figyelhetők meg, valamint gyér foraminiferafaunát is kimutattak, de a makrofauna gyakorlatilag hiányzik (BÁLDI 1983, HÁMOR 1985).

A formációt a felszínen általában sárga, szürkésfehér vagy zöldesszürke színű, karbonátos kötőanyagú, különféle mértékben cementált homokkő alkotja, a konglomerátumbetelepülések alárendeltek (BÁLDI 1983, SZTANÓ 1994, SZTANÓ & JÓZSA 1996, SZŐCS et al. 2015). A homokfrakcióban a szemcsék általában jól osztályozottak és szögletesek (HÁMOR 1985). Átlagos karbonáttartalma 14–15%, de ez helyenként akár 25–51% is lehet (VASS & ELEČKO 1992). A képződmény homokfrakciójának anyaga déli irányból szállított, a kőzettörmelék-szemcsék között jelentős az intermedier magmás eredetű, metamorf és üledékes (pl. mészkő, homokkő) szemcsék aránya (SZTANÓ & JÓZSA 1996, SZŐCS et al. 2015). Ehhez a Darnói Konglomerátum törmelék-szemcséivel azonos eredetű (triász–jura óceánaljzati bazalt, radiolarit) kavicsanyag keveredett. A Pétervásárai Homokkő kőzettani összetétele területi változást mutat: a névadó területtől északnyugat felé — a Darnó-zónától távolodva — egyre csökken a vulkáni eredetű kőzettörmelék-szemcsék (beleértve az ofiolit eredetű törmeléket is) mennyisége, míg a radiolaritszemcséké növekszik (SZTANÓ & JÓZSA 1996).

Az ásványtani vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a homokfrakcióban a kvarc az uralkodó, de a kálföldpát, a csillámok (muszkovit, klorit, kloritosodó–glaukonitosodó biotit) és a különféle gránátok (almandin–grosszular) is jellemzőek (HÁMOR 1985, FEKETE 2003). A formáció egyes tagozatainak jellegzetes ásványa a zöld színű vas-alumínium-hidroszilikát ásvány, a glaukonit (BÁLDI 1983), amely helyenként a kőzetnek zöldes színárnyalatot ad (a formáció régies elnevezése a „glaukonitos homokkő” volt). FEKETE (2003) ásványtani vizsgálatai alapján megállapította, hogy a Pétervásárai Homokkőben (Istenmezeje) található glaukonit színe a sötétzöld–feketétől a világoszöldig változik. A szemcsék általában laposak, kerekre koptatottak, a felszínük sima, fényes. Alárendelten előfordulnak palásan–lemezesen szétesett szemcsék is.

A homokkő betemetődés-történetének és a porozitás-fejlődésének rekonstrukciója során SZŐCS et al. (2015) egy kishartyáni feltárásnál végzett vizsgálat alapján négy litofáciest különítettek el. Az általuk porózusnak elnevezett litofációs (LF1) apró- és középszemcsés, 10–30 cm vastag homokkő rétegekből áll, míg a mátrixgazdag egységek (LF2) aprószemcsés, 5–10 cm-es rétegekből, amelyek gyakran bioturbáltak. E két litofációs az egyenes és befelé hajló falszakaszokban jelenik meg. A cementgazdag egységek (LF3) 10–50 cm vastag apró- és durvaszemcsés rétegekből épülnek fel, amelyek helyenként bioturbáltak vagy kereszt-

rétegzettek. Az utolsó litofációs (LF4) az előző két változat keveréke (mátrix- és cementgazdag), és pados kifejlődésű (10–30 cm), apró- és középszemcsés homokkőből áll. Az utóbbi két litofációs-típus a fal síkjából kiemelkedő szakaszokat képviseli.

A Pétervásárai Homokkővel fedett területeken szembeötlő a változatos és látványos formakincs, melynek létrejötte a homokkövek eltérő cementáltságával és az ehhez kapcsolódó mállási folyamatokkal van összefüggésben (HORVÁTH 2007, SZŐCS et al. 2015). SZŐCS et al. (2015) szerint a homokkő lerakódását követően zajló diagenezis egy kései fázisában válhattak ki a formáció egyes részeiben azok a kalcitok, amelyek cementként és ásványhelyettesítésként épültek be a kőzetszövetbe. A homokkőves összletben áramló fluidumokból a kalcit a megfelelő szemcseösszetételű, nagyobb porozitású és permeabilitású részekben vált ki. Emiatt a kalcittal jobban cementált részek a kőzettestben elszigetelt lencsékben, foltokban, sávokban alakultak ki.

A terület betemetődési modellje alapján a Pétervásárai Homokkő Formáció kb. 8 millió évvel ezelőtt érte el a maximális betemetődési mélységét, s az elmúlt 5 millió év óta emelkedő fázisban van (BEKE & FODOR 2015). A felszín közelébe kerülő és a homokköveken átszivárgó, csapadék eredetű (meteorikus) vizek kezdték el azt az oldási folyamatot, mely részben még ma is zajlik. A kalcittal cementált, kevésbé porózus részek útját állták az áramló fluidumoknak, míg a porózusabb részek oldása sokkal intenzívebb volt. Ennek megfelelően az oldási, mállási folyamatok kihangsúlyozták a cementációs különbségeket (szelektív denudáció), amely hatására rendkívül változatos kőzetmorfológia alakulhatott ki (SZŐCS et al. 2015).

Mintagyűjtés, vizsgálati módszerek

A Pétervásárai Homokkő Formációban megjelenő karbonátkonkréciók vizsgálatához a Tarnalelesz közelében található Leleszi-völgyben, a Kis-kő és az Ordas-kő elnevezésű homokkő feltárásokból 16 kőzetminta begyűjtésére került sor (2. ábra; I. táblázat). A terepi mintagyűjtés alkalmával a kőzettest felületéről geológus kalapáccsal távolítottuk el az egyes mintákat. Azok begyűjtése során ügyeltünk arra, hogy az eltérően cementált egységekből egyaránt rendelkezésünkre álljon minta. A mintavételi helyeken írásos és digitális terepi dokumentációt végeztünk. A dokumentáció során fontos szempont volt, hogy a begyűjtött minták (pl. izolált konkréciók) milyen viszonyban állnak a környezetükkel (alak, kiterjedés, makroszkóposan megfigyelhető szemcseméret és üledékszerkezeti jegyek, viszony a szomszédos cementált és kevésbé cementált egységekkel, felszíni mállás hatására kialakuló másodlagos bélyegek stb.). A fentiekben túl dokumentáltuk az egyes mintagyűjtési helyek tengerszint feletti magasságát, valamint égtáj szerinti kitettségét is. A területi változékonyság tesztelésére egy, a mintaterülettől (Leleszi-völgy) távolabb eső feltárásból (bárnai Szer-kő) is történt mintázás az ott előforduló izolált, szferoidális konkréciókból (I. táblázat).

I. táblázat. A Kis-kőről, az Ordas-kőről és a Szer-kőről gyűjtött minták összefoglaló táblázata

Table I. General characteristics of the studied samples from the Kis-kő, Ordas-kő and Szer-kő

Minta kódja	Minta típusa	Mintázási helyek paraméterei (EOV, tszf. mag., helyszín)			Makroszkópos leírás	Litofációs típusa
KK1	magányos kongrécio	E732663; N303978	340 m	Kis-kő D-i alsó, lankás oldala	sárgásbarnás színű, ellipszis alakú (H: 9,5 cm; Sz: 7 cm; M: 4 cm), a közepén jobban, a szélein kevésbé cementált durvaszemcsés homokkő	LF3
KK2	magányos kongrécio	E732663; N303978	340 m	Kis-kő D-i alsó, lankás oldala	szürkésbarnás színű, limonito s peremű, lapított (H: 11 cm; Sz: 5 cm; M: 4 cm), a közepén jobban cementált közép- és nagyszemcsés homokkő	LF3
KK3	kongréciokat bezáró, kevésbé cementált homokkő	E732663; N303978	340 m	Kis-kő D-i alsó, lankás oldala	sárgásbarnás színű, morzsalékos, durvaszemcsés homokkő	LF1
KK4	magányos kongrécio	E732663; N303978	340 m	Kis-kő D-i alsó, lankás oldala	sárgásbarnás színű, szürke foltos, lapított (H: 12 cm; Sz: 11 cm; M: 2,5 cm), durvaszemcsés homokkő	LF3
KK5	kevesbé cementált, összefüggő réteg	E732844; N303845	361 m	Kis-kő D-i felső, függőleges oldala	sárgásbarnás színű, morzsalékos, finomkavicsos durvaszemcsés homokkő	LF1
KK6	cementált, összefüggő réteg	E732844; N303845	361 m	Kis-kő D-i felső, függőleges oldala	szürkésbarnás színű, limonittal sávozott, finomkavicsos konglomerátum és durvaszemcsés homokkő	LF3
KK7	kevesbé cementált, összefüggő réteg	E732844; N303845	361 m	Kis-kő D-i felső, függőleges oldala	szürkésbarnás színű, limonittal sávozott, morzsalékos, szórtan finomkavicsos durvaszemcsés homokkő	LF1
KK8	magányos kongrécio	E714066; N317947	360 m	Kis-kő DK-i alsó, lankás oldal	sárgásbarnás színű, limonittal sávozott, lapított (H: 13 cm; Sz: 12 cm; M: 4 cm), jól cementált, szórtan finomkavicsos durvaszemcsés homokkő	LF3
KK9	magányos kongrécio	E714066; N317947	360 m	Kis-kő DK-i alsó, lankás oldal	sárgásbarnás színű, közepén szürke, lapított (H: 15 cm; Sz: 14 cm; M: 5 cm), jól cementált, szórtan finomkavicsos durvaszemcsés homokkő	LF3
KK10	magányos kongrécio	E714066; N317947	360 m	Kis-kő DK-i alsó, lankás oldal	sárgásbarnás színű, lapított (H: 16 cm; Sz: 11 cm; M: 5 cm), jól cementált, szórtan finomkavicsos durvaszemcsés homokkő	LF3
OK1	magányos kongrécio	E714051; N317958	330 m	Ordas-kő DNy-i alsó, lankás oldala	sárgásszürkés színű, gömbölyű (H: 15 cm; Sz: 13 cm; M: 7 cm), jól cementált, közepes szemcsés homokkő	LF3
OK2	magányos kongrécio	E714051; N317958	330 m	Ordas-kő DNy-i alsó, lankás oldala	szürkésbarnás, limonittal sávozott, gömbölyű (legnagyobb átmérő: 21 cm; M: 4 cm), jól cementált, közép- és nagyszemcsés homokkő	LF3
OK3	magányos kongrécio	E714051; N317958	330 m	Ordas-kő DNy-i alsó, lankás oldala	sárgásbarnás színű, ellipszis alakú (H: 9 cm; Sz: 7,5 cm; M: 4 cm), a közepén jobban, a szélein kevésbé cementált, közép- és nagyszemcsés homokkő	LF3
OK4	magányos kongrécio	E714051; N317958	330 m	Ordas-kő DNy-i alsó, lankás oldala	sárgásbarnás (koncentrikus) színű, ovális alakú (H: 22 cm; Sz: 14 cm; M: 5 cm), jól cementált, közép- és nagyszemcsés homokkő	LF3
OK5	kongréciokat bezáró, kevésbé cementált homokkő	E714051; N317958	330 m	Ordas-kő DNy-i alsó, lankás oldala	sárgásbarnás színű, morzsalékos, közép- és nagyszemcsés homokkő	LF1
OK6	magányos kongrécio	E714051; N317958	330 m	Ordas-kő DNy-i alsó, lankás oldala	sárgásbarnás színű, ovális alakú (H: 25 cm; Sz: 23 cm; M: 13 cm), jól cementált, közép- és nagyszemcsés homokkő	LF3
SZK1	magányos kongrécio	E716173; N306595	390 m	Szer-kő DNy-i alsó, lankás oldala	sárgásbarna színű, közel gömb alakú (H: 12 cm; Sz: 11 cm; M: 10 cm), jól cementált, finom- és aprószemcsés homokkő	LF3

Rövidítések: H=hosszúság; Sz=szélesség; M=magasság. Litofációs típusa: Szócs et al. (2015) által használt litofációs típusok kódjai: LF1=porózus litofációs; LF3=cementgazdag litofációs.

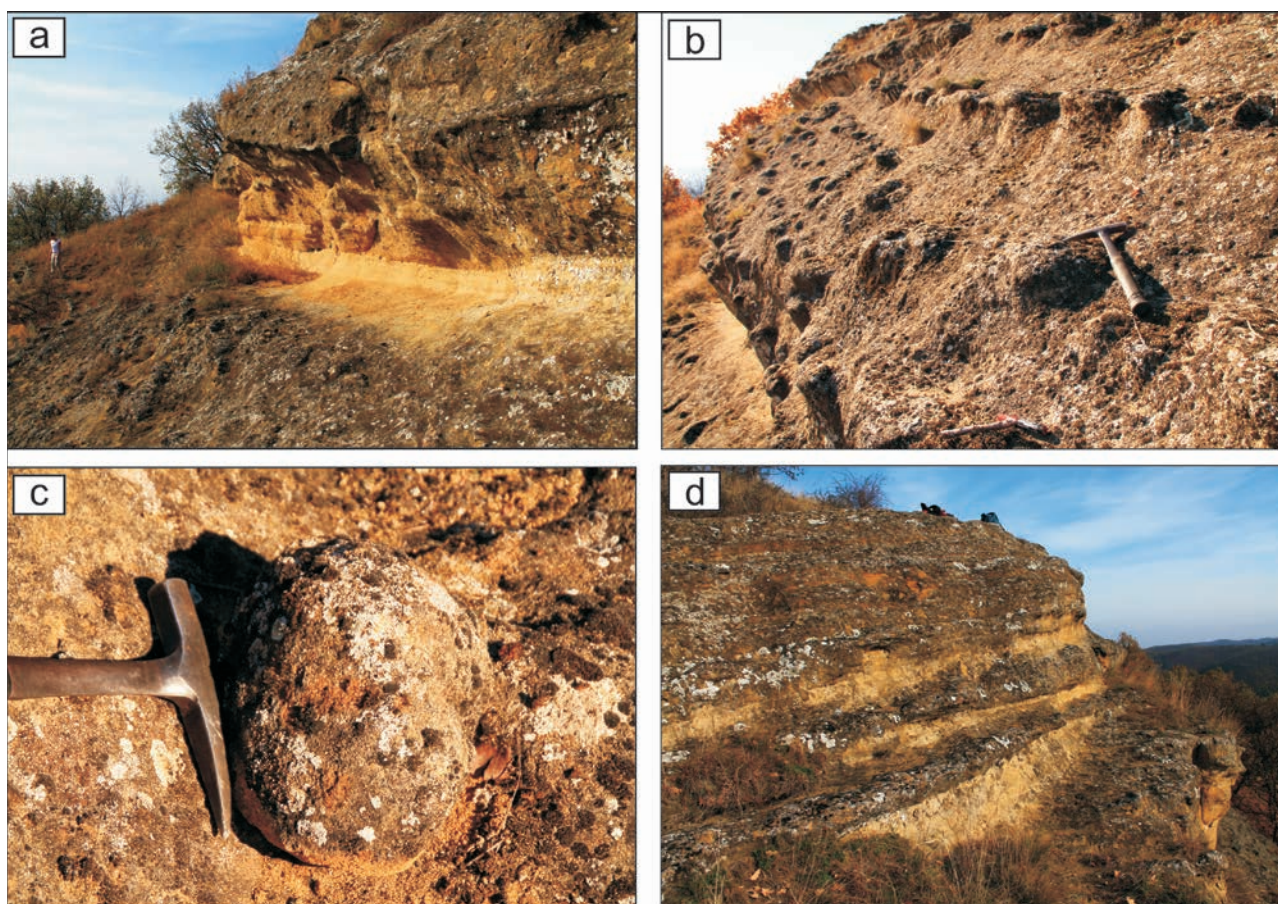
Abbreviations: H=length; Sz=width; M=height. The code of lithofacies type (Szócs et al. 2015): LF1=porous sandstone; LF3=cement-rich sandstone.

A terepen begyűjtött kőzetmintákból a Szegedi Tudományegyetem Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszékén összesen 15 darab vékonycsiszolat készült. A kiválasztott konkréciókat középpontjukon áthaladva kettévágtuk, majd mind a külső, mind a központi részből egy-egy kék műgyantával vákuum-impregnált, polírozott vékonycsiszolat készült. A Szer-kőn begyűjtött izolált konkréciók egyikeből öt darab csiszolatot vizsgáltunk, belülről kifelé haladva, cm-es bontásban. A karbonátfázis jellemzésére a vékonycsiszolatokat Na-alizarin-szulfonát és kálium-hexaciano-ferrát színezőanyagok felhasználásával festettük meg (DICKSON 1966). E festési eljárás alkalmazásával polarizációs mikroszkópban is elkülöníthetők a vastartalmú (Fekalcit: bíbor; Fe-dolomit, ankerit: kék), ill. vasmentes (kalcit: rózsaszín/piros; dolomit: színtelen) karbonátok.

Terepi megfigyelések

Tarnalelesz községtől ÉNy-ra, a Nagy-völgyi-patak és a Mocsolyás-patak között található homokkő vonulat DDK-i irányba néző leszakadásánál található a Kis-kő (Kis-kő-

tető). A 360–380 m tengerszint feletti magasságban húzódó, jelentős vertikális és horizontális kiterjedésű homokkő fal a Pétervásárai Homokkő Formáció egyik legjobban megközelíthető természetes földtani feltárása a területen. A növényzettől mentes, jól áttekinthető feltárásban méteres kereszttrétegzettségű, kavicsos durvaszemcsés homokkő, valamint finomkavicsos konglomerátum tanulmányozható. A kibukkanás felső részén meredek falban preparálódnak ki a rétegek, míg lent a mállás miatt lankás, egyenetlen lejtőt alkotnak (5. ábra a). A kisebb mértékű tagoltság ellenére a feltárás ezen szakasza jelentős mennyiségben tartalmaz a környezeténél jobban cementált, ezért abból kipreparálódó konkréciókat. A konkréciók döntő többsége egy viszonylag jól lehatárolható réteg mentén helyezkedik el, de nem szabályos (kb. 10–50 cm) távolságokban (5. ábra b). A felületet alaposabban szemügyre véve viszont olyan kipreparálódott konkréciók is megfigyelhetők, amelyek izoláltan helyezkednek el (5. ábra c), s makroszkóposan a felszínen nem mutatnak kapcsolatot a környező, jobban cementált egységek felé. Folyamatosan cementált rétegek a feltárás ezen részében nem figyelhetők meg. A konkréciók nagyobb része ellipszoidális (szélesség/magasság: 7/4),



5. ábra. A Tarnalelesz mellett található Kis-kő homokkő feltárásai

a) A Kis-kő jellegzetes, kettős osztatú feltárásának távlati képe; b) Réteghez kötött konkréciók a Kis-kő Ki-i, felső részén; c) Izolált, sferoidális konkréció a Kis-kő Ki-i, alsó részén; d) Folyamatosan cementált rétegek a Kis-kő feltárásának Ny-i, felső részén

Figure 5. Natural outcrops of the Kis-kő near Tarnalelesz

a) A typical outcrop of the Kis-kő, showing two distinctive parts: stratobound concretions (b) in the upper part of the outcrop and isolated spheroidal carbonate concretions (c) in the lower part, eastern view; d) Continuously cemented layers in the upper part of the outcrop of the Kis-kő, western view

kisebbségi hányaduk szferoidális, átlagos méretük 15–25 cm között változik.

A feltárásban felfelé haladva egy mállottabb részt követően (Kis-kői-eresz) elérünk annak függőleges részéhez, amely már jóval tagoltabb a lentihez képest, s konkréciói is hangsúlyosabbak. A feltárás K-i részében rétegmenti konkréciók a dominánsak, amelyek szabályos (kb. 10–20 cm) távolságokban követik egymást, s közülük néhány ellipszoidális konkréció pereme már össze is ér (szélesség/magasság: 8/5). A feltárás legfelső és Ny-i részében a karbonáttal cementált egységek folyamatos rétegek formájában jelennek meg, amelyek nagy részében makroszkóposan jól kivehető, hogy azok a lapított konkréciók oldalirányú összenövésével jöttek létre (5. ábra d). A megnyúlt, ellipszoidális konkréciók átlagos mérete kb. 20–30 cm.

A Kis-kőtől ÉNy-ra, a Mocsolyás-patak völgyfője földe magasodik a DDNy-i irányba néző Ordas-kő, ami több száz méteres hosszával a terület egyik legnagyobb természetes földtani feltárása. A markáns homokkő fal a Kis-kőhöz hasonlóan litológiai/morfológiai alapon két egységre osztható, az uralkodó szemcseméret azonban közép–nagy szemcsés. A meredek, szinte függőleges alsó szakaszon a réteg-

menti konkréciók a gyakoriak, amelyek között a térközök nem szabályosak (kb. 10–50 cm). Ezek mellett az izolált konkréciók szintén gyakoriak, de a folyamatosan cementált rétegek hiányoznak (6. ábra a, b). A konkréciók alakja közel szferoidális, átlagos méretük 15–25 cm közötti. Az Ordas-kő aljában fellelhető, az aprózódási folyamatok által „félbevágott” konkréciókon több esetben körkörös (koncentrikus) sárgásbarna rajzolatok, Liesegang-gyűrűk figyelhetők meg (6. ábra b). Az Ordas-kő feltárásának meredek felső szakaszán a folyamatosan cementált rétegek (homokkő padok) uralkodó jellege a meghatározó (6. ábra c), de helyenként a rétegmenti konkréciók is megfigyelhetők. A folyamatosan cementált rétegek esetében jól kivehető, hogy azok a korábbi izolált konkréciók továbbnövekedése és részleges vagy teljes összeolvadása révén alakultak ki.

Az Ordas-kövön és a Kis-kövön tanulmányozott, részlegesen kipreparálódott konkréciók határa nem éles a befoglaló kőzet felé, hanem diffúz határral, fokozatosan megy át abba. Ennek megfelelően — különösen az ellipszoidális, illetve a rétegszerűen elhelyezkedő, összeolvadó konkrécióknál — a mintázás során nem lehetett teljes konkréciókat gyűjteni. A konkréciók és a szerkezeti elemek kapcsolata



6. ábra. A Tarnalelesztől ÉNy-ra található Ordas-kő homokkő feltárásai

a) Az Ordas-kő monumentális feltárásának távlati képe, döntően rétegmenti konkréciókkal; b) Izolált, különféle méretű konkréciók az Ordas-kő alsó szakaszából. Az alsó konkréció metszetén Liesegang-gyűrűk láthatók; c) Folyamatosan cementált rétegek az Ordas-kő feltárásában

Figure 6. Natural outcrops of the Ordas-kő, near Tarnalelesz

a) Monumental natural outcrop of the Ordas-kő with stratabound concretions; b) Isolated carbonate concretions of different size in the lower part of the Ordas-kő. Note: Liesegang rings also appear in the cross section of the lower concretion; c) Continuously cemented layers in the Ordas-kő outcrop

szempontjából meg kell jegyeznünk, hogy a vizsgált feltárások közül az Ordas-kő alsó szakaszán tanulmányozhatók a legjobban az ún. deformációs szalagok (BEKE & FODOR 2014). Megfigyeléseink alapján ezek nincsenek térbeli kapcsolatban a konkréciókkal (nem vetik el, nem kerülnek ki azokat) az adott területen.

Bárna községtől É-ra található a Szer-kő Pétervásárai Homokkőből álló sziklaorma. A Szer-kövön feltárt, gyakran szerkezetmentes, finom–aprószemcsés homokkőben a cementációs típusok legtöbb formája jól megfigyelhető: különféle vastagságú, folyamatosan cementált rétegek, rétegmenti és izolált konkréciók változatos alakú (pl. sferoidális, ellipszoidális) és méreti sokféleségben fordulnak elő (1. ábra b). A Szer-kő Bárna község felé néző oldalában több ellipszoidális konkréció összenövéséből kipreparálódott bizarr, gombaszerű sziklaalakzatok tanulmányozhatók (1. ábra c). A Szer-kövön begyűjtött konkréciók határa szintén nem éles, hanem diffúz a befoglaló kőzetek felé.

Petrográfiai megfigyelések

A Leleszi-völgy térségéből és a Szer-kőről begyűjtött, szórta darakavicsos, finom–durvaszemcsés homokkő mintákból készített vékonycsiszolatok mikroszkópi vizsgálata alapján egyértelműen megállapítható, hogy azokban a vázalkotó szemcséket ásványtöredékek, kőzettörmelékek és bioklaszt vázelemek töredékei egyaránt alkotják. A szemcsék közepesen–jól koptatottak, illetve szögletesek, töröttek; osztályozottságuk közepes, az átlagos szemcseméret csökkenésével növekszik. A mátrix mennyisége elhanyagolható, a mintákat pátos kalcit cementálja. Az alábbi leírásban a konkréciók kialakulásával összefüggésbe hozható szempontokra térünk ki (pl. karbonátforrás, karbonátcement kompaktációhoz való viszonya, porozitás és oldódási folyamatok), a lehordási terület kőzettani összetételének, illetve a képződmény komplex diagenezis-történetének feltársa nem volt célunk.

A lelőhelytől és a szemcsemérettől függetlenül a homokkőben a leggyakoribb törmelékes eredetű vázalkotó ásványszemcse a kvarc (Q), amelynek monokristályos (Qm) és polikristályos (Qp) változatai egyaránt előfordulnak (7. ábra), de a monokristályos a gyakoribb. A nagyobb méretű (dara) kvarc szemcsék — legalább részben — jól–kitűnően koptatottak, és nagy szfericitással rendelkeznek, azonban gyakran repedezettek, illetve töröttek; a repedésekben kalcit jelenik meg. Szintén gyakori törmelékes ásványszemcsék a különféle földpátok (F), amelyek töredezett, félig sajátalakú, illetve koptatott, változó mértékben átalakult szemcsék formájában jelennek meg. Jellegzetes komponens a sárgásbarna–élénkzöld glaukonit (glt), mely koptatottan tűnő, kerekded–ovális alakú, illetve szabálytalan, préselt és/vagy repedezett, töredezett szemcsék formájában egyaránt megfigyelhető (7–9. ábra). A csillámok közül üde, nem deformált muszkovit és változó mértékben átalakult, kloritosodó–glaukonitosodó biotit ismerhető fel.

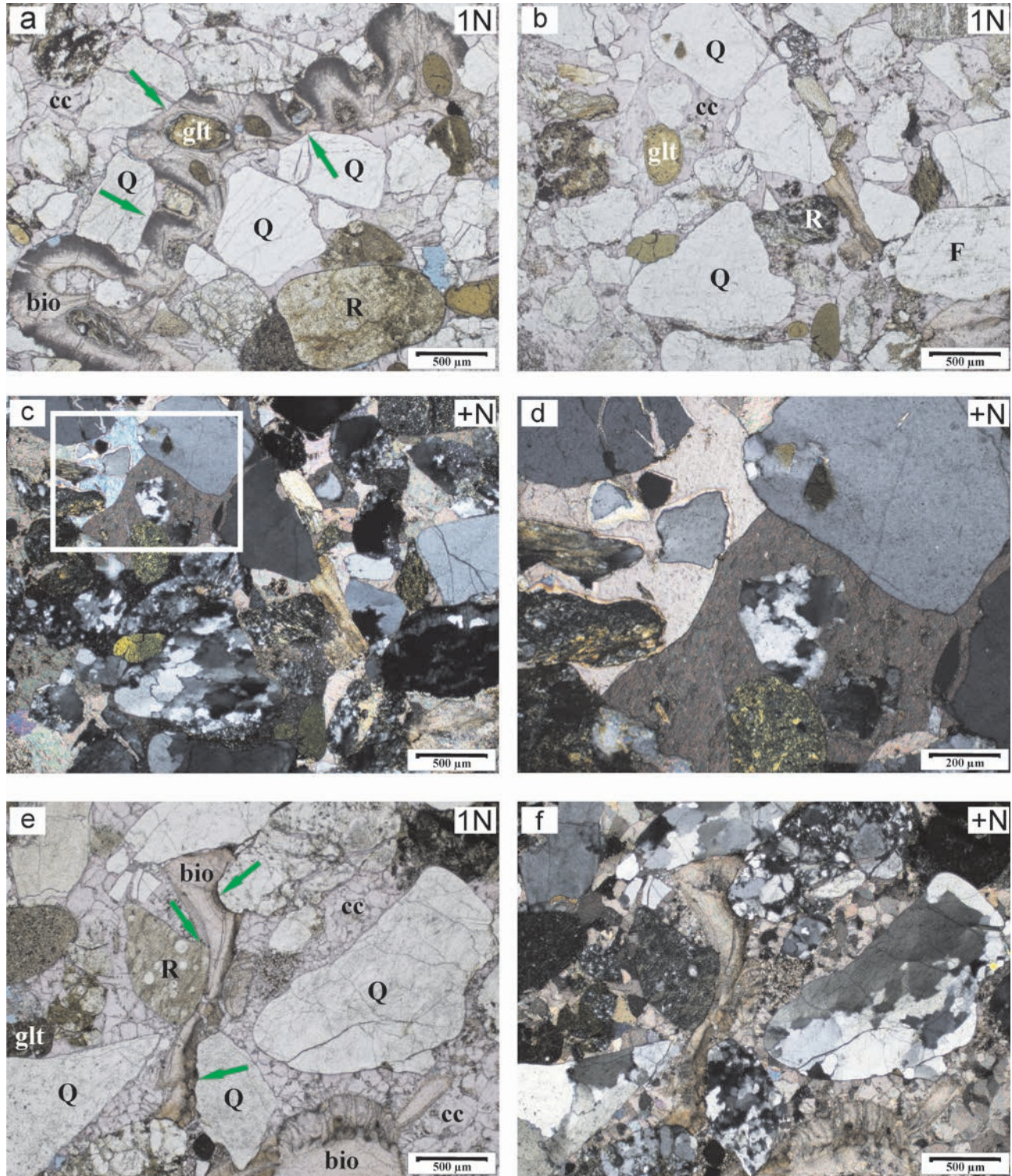
A vizsgált mintákban gyakoriak az átalakult (kloritoso-

dó–glaukonitosodó) magmás (pl. opak ásványokból, kloritból és plagioklászlecekből álló, bázisos vulkanit alapanyag), az üledékes (pl. radiolarit) és a metamorf eredetű (pl. grafitos agyag–aleurolitpala/fillit?) kőzettörmelék–szemcsék (R) is (7. ábra). A magmás és metamorf eredetű kőzettörmelék–szemcsék aránya a Kis-kőről származó mintákban a legnagyobb. Az üledékes kőzettörmelék–szemcsék között alárendelt mennyiségben koptatott dolomittörmelék azonosítható; mennyisége a Szer-kövön begyűjtött konkréciókban a legnagyobb (10. ábra).

A karbonátos anyagú (kalcit) törmelékszemszcsék közül ki kell emelnünk a különféle méretű és alakú bioklasztokat (bio; pl. héjtöredékek, bentosz foraminiférák), amelyek változó arányban az összes vizsgált csiszolatban megjelennek (pl. 7. ábra a, 8. ábra). A különböző helyről származó homokkő mintákban összefüggés figyelhető meg a szemcseméret és a bioklaszt tartalom között: a durvább szemcseméretű konkréciókból készült vékonycsiszolatokban (Kis-kő, Ordas-kő) jelentősebb a bioklaszt tartalom, mint a finomabb szemcseméretű mintákban (Szer-kő). A bioklaszt eredetű kalcit becsült mennyisége átlagosan 10–20%, de egyes mintákban (pl. Kis-kő) lokálisan akár 30–40% is lehet. A durvaszemcsés homokkőben megfigyelhető nagyobb héjtöredékek jellegzetes, üreges belső szerkezetet mutatnak, illetve hullámos metszetű bordákkal díszítettek. A váztöredékek belső ovális üregeit részben kalcitcement, részben glaukonit tölti ki. Ez utóbbi méretét, illetve megjelenését tekintve nagyon hasonló az önálló szemcséként előforduló, koptatottan tűnő glaukonithoz. A Kis-kőről származó minták olyan foraminiferamaradványokat tartalmaznak, amelyek belsejében szintén gyakori a glaukonit. A KK2 mintában rotaloid, mészvázú bentosz foraminifera, *Heterolepa sp.* — valószínűleg *H. dutemplei* (D'ORB.) — fordult elő (SZUROMINÉ KORECZ A. szóbeli közlése, 2017).

Fontos néhány szót ejtenünk a homokkőben előforduló, különféle eredetű szemcsék érintkezéséről is. A ridegen viselkedő kvarc szemcsék egymással pontszerűen vagy vonalmentén (lineárisan) érintkeznek (7. ábra a, b; 9. és 10. ábra). A kvarc és az egyéb rideg szemcsék (pl. kőzettörmelék) nyomásoldódási felületek mentén történő benyomódása a könnyen oldódó szemcsékbe viszont már gyakran megfigyelhető jelenség, jellegzetes konvex–konkáv, esetleg szutúrás határfelületeket (ez utóbbi jóval ritkább) kialakítva. Ez a szövet a rideg szemcsék és a bioklaszt héjtöredékek érintkezésekor a legszembetűnőbb (8. ábra a–e). A glaukonit plasztikus (préselt szemcsék; 7. ábra a, 8. ábra b), továbbá töréses deformációja (9. ábra a és c) egyaránt megfigyelhető. A csillámok többnyire nem, vagy csak rugalmasan deformálódtak (íveltek, hajlítottak; 10. ábra), alárendelten kinkszerűen deformáltak. Az átalakult biotit a ridegebb szemcsék között ellapulva pszeudomátrixot alkot.

A vizsgált konkréciókban a homokkő egykori elsődleges szemcséközi porusait pátos kalcit (a festést követően rózsaszín) tölti ki, aminek becsült részaránya átlagosan 5–20%. A pátos kalcitcement megjelenése többnyire mozaikos, változó kristálymérettel, de ritkán a héjtöredék felszínén rostos–prizmás cement relikta figyelhető meg a

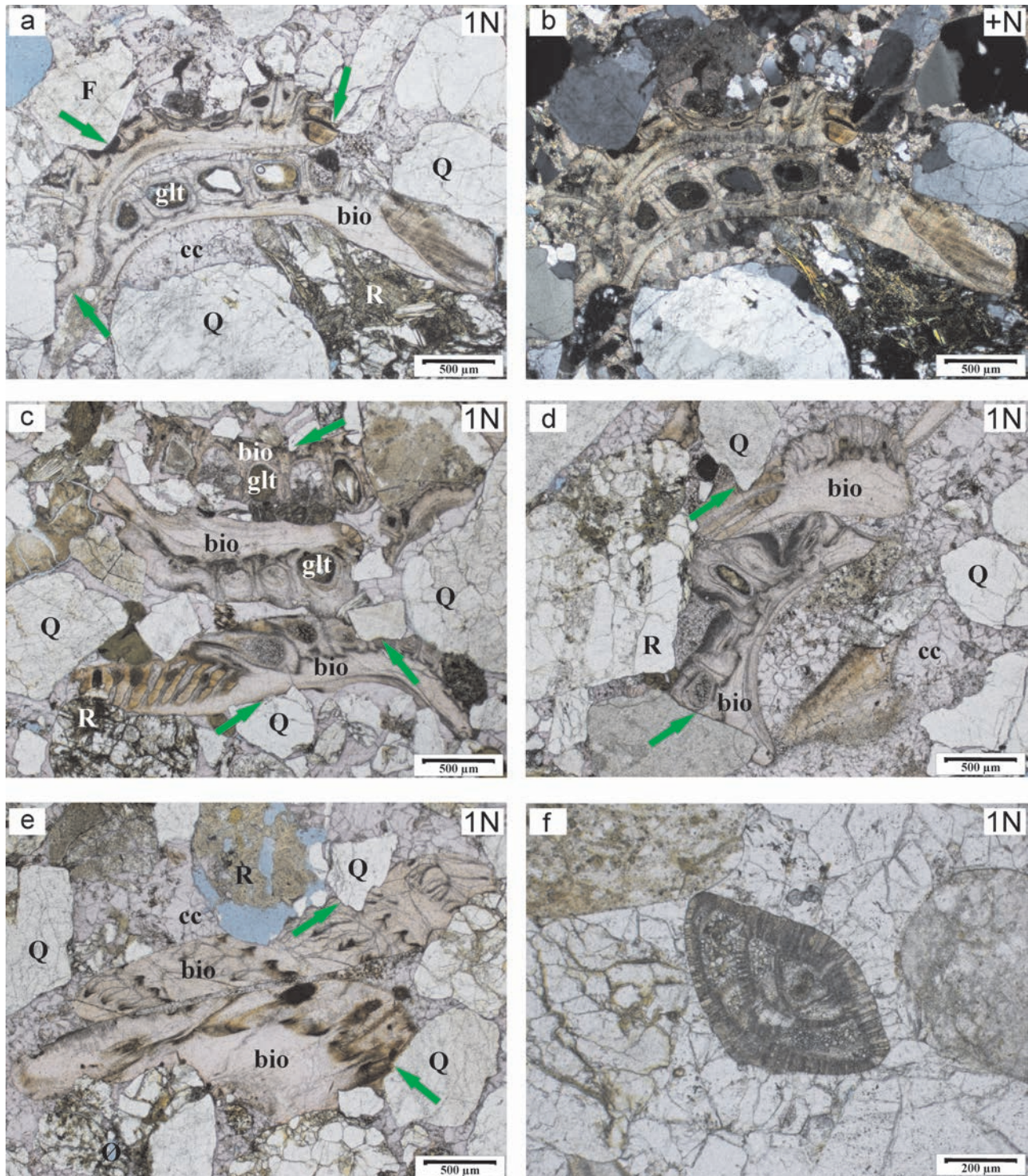


7. ábra. A Kis-kőről származó homokkő kongréción (KK1) ásványos összetétele és szöveti jellemzői (festett vékonycsiszolatok; a és b: belső rész, c-f: külső rész)
 a) Bioklaszt-vázelem és kvarc érintkezése nyomásoldódási felületek mentén, a vázelemüregekben glaukonittal; b) és c) Pont és vonal mentén érintkező kvarc- és kőzet-
 törmelék-szemcsék kalcitcementtel. A fehér kerettel jelölt rész a „d” jelű képen látható; d) A szemcséket körülvevő poikilotópos kalcitcement; e) és f) Bioklaszt vázelem, kvarc-
 és kőzettörmelék-szemcsé (radiolarit) érintkezése nyomásoldódási felületek mentén
 Jelmagyarázat: Q = kvarc, F = földpát, glt = glaukonit, R = kőzettörmelék-szemcsé, bio = bioklaszt vázelem, cc = kalcitcement, zöld nyíl = nyomásoldódási felszín (kémiai kompaktációs
 bélyeg)

Figure 7. Mineralogical and textural features of the sandstone sample KK1 derived from the Kis-kő (stained thin sections; 1N and +N: parallel and crossed nicols, respectively; a and b: inner part of the concretion, c-f: outer part of the concretion)

a) Pressure solution contacts between a bioclast fragment and quartz grains. Note: intragranular pores of the bioclast are filled with glauconite; b) and c) Point to linear contacts between quartz, feldspar, glauconite and rock fragments, intergranular pores are filled by calcite cement. Area marked by a white rectangle is shown in Figure 6d; d) Poikilotopic calcite cement around the grains; e) and f) Bioclast, quartz and rock fragment (radiolarite) contacts along pressure solution surfaces

Abbreviations: Q = quartz, F = feldspar, glt = glauconite, R = rock fragment, bio = bioclast, cc = calcite cement, green arrow = pressure solution surface (chemical compaction feature)



8. ábra. A Kis-kőről származó homokkő konkréciók ásványos összetétele és szöveti jellemzői (a–e: festett vékonycsiszolatok)

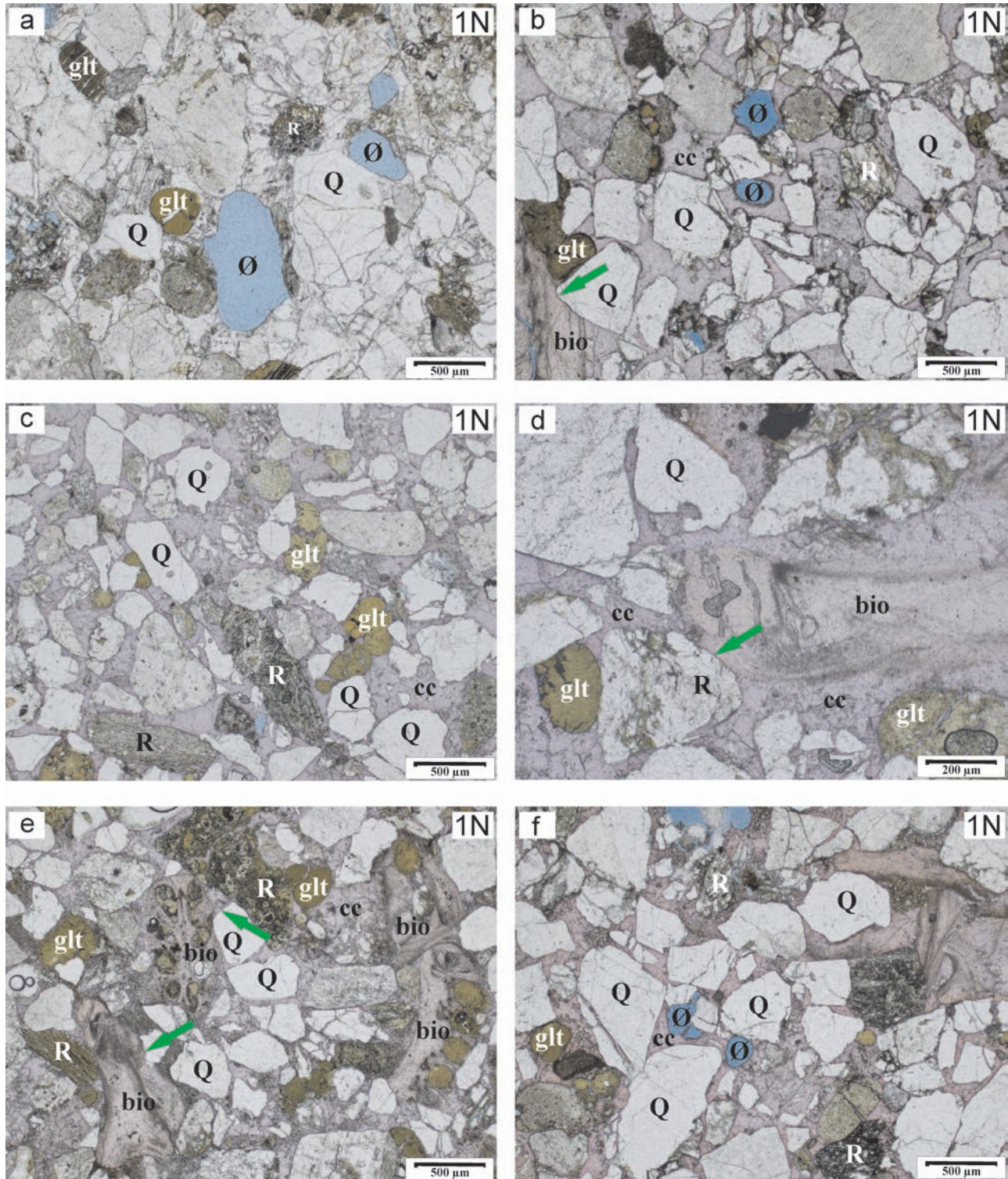
a) és b) Bioklaszt héjtöredék nyomásoldódási bélyegekkel. A vázelem belső pórusait glaukonit, illetve törmelékes kvarc tölti ki (KK1 minta, belső rész). A héjtöredék alsó részén rostos tengeri cementen kialakult prizmás kalcitcement-továbbnövekedés figyelhető meg; c) Bioklaszt töredékben gazdag homokkő (KK1 minta, belső rész); d) Bioklaszt héjtöredékek kémiai kompaktációs bélyegekkel, kalcit mozaikpáttal cementált homokkőben (KK1 minta, külső rész); e) Kalcitcement utáni másodlagos pórus bioklasztűs homokkőben (KK2 minta, belső rész); f) Mészvázú rotaloid foraminifera (*Heterolepa* sp.), KK2 minta, belső rész

Jelmagyarázat: Q = kvarc, glt = glaukonit, R = kőzettörmelék-szemcse, bio = bioklaszt vázelem, cc = kalcitcement, zöld nyíl = nyomásoldódási felszín

Figure 8. Mineralogical and textural features of the sandstone samples derived from the Kis-kőről (a–e: stained thin sections; 1N and +N: parallel and crossed nicols, respectively)

a) and b) Large bioclast fragment with pressure solution features. Its intragranular pores are filled with glauconite and detrital quartz (in the middle), sample KK1 (inner part of the concretion). Note: at the lower margin of the bioclast calcite crystals of prismatic spar overgrowing fibrous marine cement occur; c) Bioclast fragment-rich sandstone sample (sample KK1, inner part of the concretion); d) Bioclast fragments showing chemical compaction features in the KK1 sandstone sample cemented by calcite mosaic spar (outer part of the concretion); e) Secondary intragranular porosity within a rock fragment predated by calcite cement in the bioclast-rich sandstone sample (sample KK2, inner part of the concretion); f) Calcareous rotaloid foraminifera (*Heterolepa* sp.), sample KK2 (inner part of the concretion)

Abbreviations: Q = quartz, glt = glauconite, R = rock fragment, bio = bioclast, cc = calcite cement, green arrow = pressure solution surface



9. ábra. A Kis-kőről és az Ordas-kőről származó kongrécikók ásványos összetétele és szöveti jellemzői (b-f: festett vékonycsiszolatok)

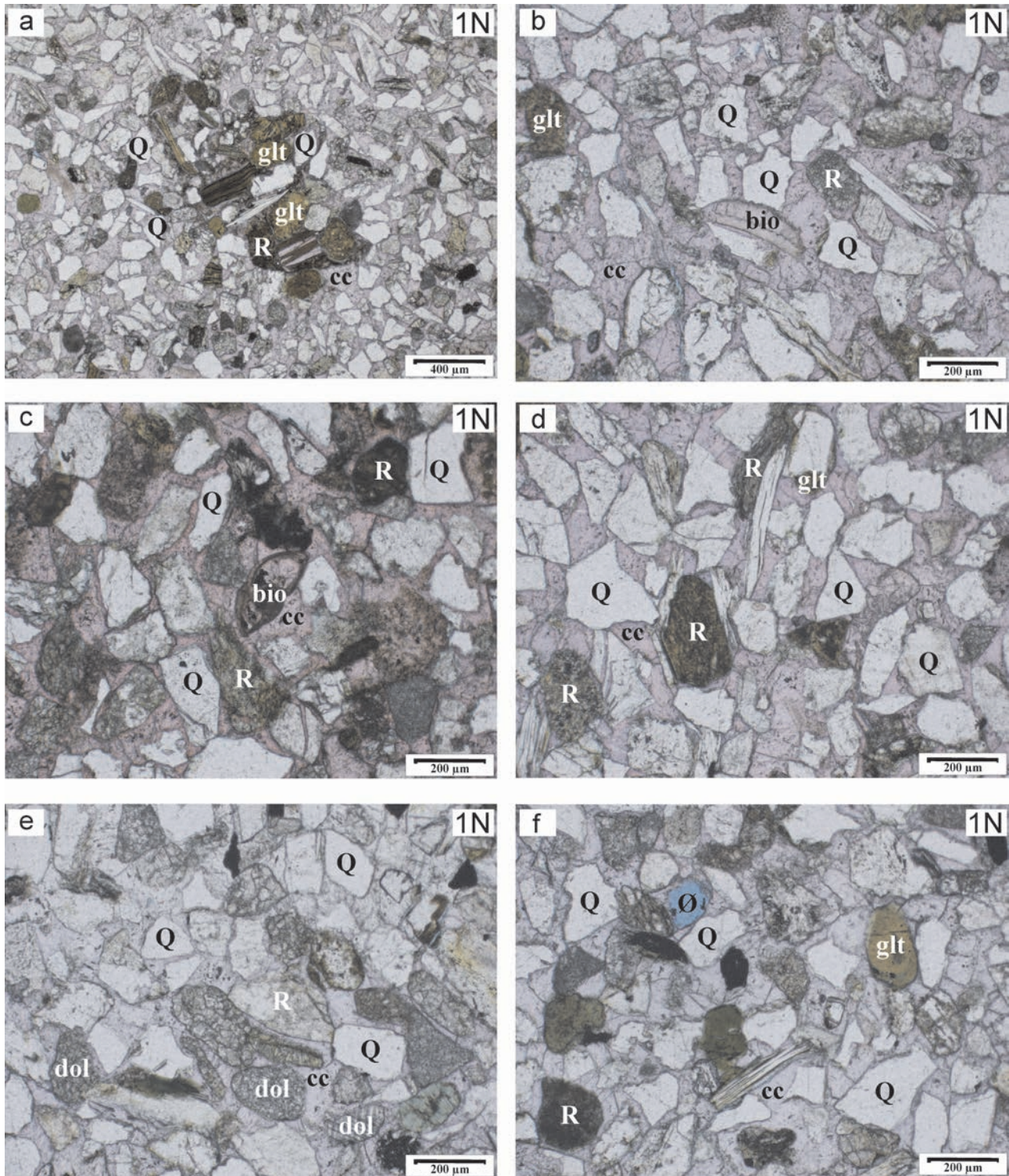
a) Kvarc-, glaukonit- és kőzettörmelék-szemcsék kalcitcementtel, továbbá másodlagos szemseoldódási pórusokkal (KK2 minta, belső rész); b) Másodlagos pórusok, továbbá a felszíni mállás miatt limonitos filmréteggel borított szemcsék (KK2 minta, külső rész); c-e) Kalcittal cementált, bioklaszt vázelemeket és glaukonitot tartalmazó kongrécikó az Ordas-kőről (OK3 minta, belső rész). A szemcsék általában lazán érintkeznek, viszont a glaukonit törései megfigyelhetők; f) Másodlagos pórusok az Ordas-kői minta külső részéből (OK3 minta)

Jelmagyarázat: Q = kvarc, glt = glaukonit, R = kőzettörmelék-szemcsé, bio = bioklaszt vázelem, cc = kalcitcement, Ø = pórus, zöld nyíl = nyomásoldódási felszín

Figure 9. Mineralogical and textural features of the sandstone samples derived from the Kis-kő and Ordas-kő (b-f: stained thin sections; 1N: parallel nicols)

a) Quartz, glauconite and rock fragments as grains together with secondary pores after grains (sample KK2, inner part of the concretion). Note: intergranular pores are generally filled by calcite cement; b) Secondary pores and grains with limonite coating (sample KK2, outer part of the concretion); c-e) Bioclast- and glauconite-bearing concretion cemented by calcite from the Ordas-kő (sample OK3, inner part of the concretion). Relatively loose packing of grains and brittle deformation of glauconite is also visible; f) Secondary pores in the outer part of the concretion from the Ordas-kő (sample OK3)

Abbreviations: Q = quartz, glt = glauconite, R = rock fragment, bio = bioclast, cc = calcite cement, Ø = pore, green arrow = pressure solution surface



10. ábra. A Szer-kőről származó konkreció (SZK1 minta) ásványos összetétele és szöveti jellemzői (festett vékonycsiszolatok) a konkreció közepétől (a) kifelé (f) haladva

a–d) Pont és vonal mentén érintkező kvarc-, glaukonit-, bioklaszt- és kőzettörmelék-szemcsék kalcitcementtel. A laza szemceilleszkedés, illetve a csillámlemezek deformációjának teljes hiánya korai cementációra utal; c) Mészvázú foraminifera (középen); e) Középesen–jól koptott törmelék dolomitszemcsék; f) Másodlagos szemceoldódási pórus a konkreció külső részén

Jelmagyarázat: Q = kvarc, glt = glaukonit, R = kőzettörmelék-szemcsé, dol = dolomit, bio = bioklaszt vázelem, cc = kalcitcement, Ø = pórus, zöld nyíl = nyomásoldódási felszín

Figure 10. Mineralogical and textural features of the SZK1 sandstone samples derived from the Szer-kő (stained thin sections, 1N: parallel nicols; thin sections of the concretion from the center to the margin)

a–d) Point to linear contacts between quartz, glauconite, bioclast and rock fragments, respectively. Intergranular pores are filled by calcite cement. Relatively loose packing of grains and the undeformed nature of mica flakes clearly suggest an early cementation event; c) Calcareous foraminifera (in the middle); e) Moderately to well rounded dolomite fragments as detrital grains; f) Secondary pore in the outer part of the concretion

Abbreviations: Q = quartz, glt = glauconite, R = rock fragment, dol = dolomite, bio = bioclast, cc = calcite cement, Ø = pore, green arrow = pressure solution surface

konkréció központi részén (8. ábra a és b); a külső régióban pedig helyenként poikilotópos kalcitcement figyelhető meg (7. ábra b–d). Számos esetben mikropátos–pszeudopátos kalcit található a bioklaszt vázelemek belsejében (8. ábra c és f). A kalcit a cementen kívül földpátban, kőzettörmelékben és kvarcban helyettesítés formájában is megjelenhet (9. ábra c és d). A makroszkóposan Liesegang-gyűrűket tartalmazó mintákban a szemcsehatárokon vékony limonitos film figyelhető meg (9. ábra b).

A csiszolatokban kitöltetlen elsődleges makropórusok nem láthatók, azonban helyenként többnyire kerekded metaszettű, másodlagos, szemcseoldódási pórusok alakultak ki (pl. 9. ábra a és b), amelyek a vizsgált konkréciók külső részén gyakoribbak.

Diszkusszió

A Pétervásárai Homokkő Formációban a konkréciók genetikája, valamint a homokkő karbonátos cementációjának részletei napjainkban sem ismertek kellő részletességgel. A közelmúltban SZÓCS et al. (2015) végeztek részletes kutatást egy kishartyáni mintaterületen, eredményeik alapján azonban nem dönthető el egyértelműen, hogy a karbonátos cementációt okozó oldatok külső vagy belső forrásból származtak-e.

A Kis-kő, az Ordas-kő és a Szer-kő környezetében végzett terepi megfigyeléseink alapján a konkréciókhoz kapcsolódva nem figyeltünk meg vetőket a kőzettestben. A feltárásoknál viszont gyakran találkoztunk a makroszkóposan is könnyen felismerhető ún. deformációs szalagokkal (BEKE & FODOR 2014), amelyek azonban nem mutattak összefüggést a konkréciókkal, így nem utaltak közvetlenül külső karbonátforrásra. A deformációs szerkezetektől független, rétegszerűen elhelyezkedő, izolált konkréciósorok arra engednek következtetni, hogy a vizsgált területen a homokkő üledékképződési folyamatai — a szemcseméret eloszlásán és a rétegzettségén keresztül — szoros kapcsolatban álltak a képződmény karbonátos cementációjával, ami felveti a belső karbonátforrás lehetőségét.

A sekélytengeri üledékes kőzetekben a karbonátcement többféle belső forrásból származhat. Ezek közül a legjelentősebb az ilyen típusú üledékben nagy mennyiségben jelen lévő fossziliák (pl. csigák, kagylók) vázelemeinek kalcium-karbonát (aragonit/kalcit) anyaga (BJØRKUM & WALDERHAUG 1990, WALDERHAUG & BJØRKUM 1998, MARSHALL & PIRRIE 2013). A Pétervásárai Homokkő rétegsorát korábban leíró szakemberek (pl. BÁLDI 1983, 1986; FŐZY & LEÉL 1985; HÁMOR 1985) az alsó tagozatait makroszkóposan gyakorlatilag faunamentesnek találták, míg a felsőbb részekben helyenként lumasellaszerű betelepüléseket határoztak meg. Az Ilonavölgyi Tagozat gazdag normál sós vízi, meleg sekélytengeri faunájában aragonithéjú és kalcitházú fajok egyaránt jellemzők (BÁLDI 1983). FŐZY & LEÉL 1985 szerint a Darnó-zónát átlépve az azonos kort és üledékképződési környezetet képviselő Darnói Konglomerátum már csak szegényes és rosszabb megtartású faunát tartalmazott.

Aragonithéjú faunaelemet egyáltalán nem találtak, amit munkájukban diagenetikus oldás következményeként értelmeztek. SZTANÓ & JÓZSA (1996) alapján a két képződmény törmelékének anyaga (ofiolit eredetű kőzettörmelék-szemcsék, intermedier magmás, metamorf és üledékes eredetű kőzettörmelék-szemcsék) részben eltérő forrásterületről származik, továbbá lényegesen eltérő üledékképződési környezetben keletkezett, bár faunagyűttesük azonos.

A belső karbonátforrás bioklasztok oldódásából származó magyarázatát a vizsgált minták mikroszkópos vizsgálata egyértelműen alátámasztotta, ami alapvető jelentőségű a konkrécióképződés genetikájának megítélése szempontjából az adott területen. A csiszolatok döntő többségében a kőzetalkotó szilikátos szemcséknél nagyobb méretű, kalcium-karbonát anyagú bioklaszt vázelemek találhatóak, amelyek a legtöbb helyen kémiai kompaktációs bélyegeket mutatnak (8. ábra a–e). Feltételezzük, hogy a meleg, sekélytengeri faunát képviselő bioklasztok metastabil aragonit (\pm nagy Mg-tartalmú kalcit) anyagának oldódása közvetlenül a betemetődést követően, a szuboxikus–anoxikus zónában lezajlott. Ezt követően a stabilabb, de sziliciklasztos rendszerben viszonylag könnyen oldódó kalcit vázelemek részleges (vagy kisebb méret esetén teljes) oldódása kezdődött meg, ami a rideg szemcsék (pl. kvarc) nyomásának hatására következett be. A vázelemek anyagának átrendeződése így — valószínűleg több egymást követő fázisban — aktívan részt vett a kalcittal cementált konkréciók létrehozásában. Kisebb arányban, de a magmás, illetve metamorf kőzettörmelék-szemcsék plagioklasztartalma (pl. SZTANÓ & JÓZSA 1996, SZÓCS et al. 2015) szintén figyelembe vehető, mint Ca^{2+} -forrás az adott rendszerben.

Belső eredetű karbonátforrásnál az átrendeződő ionoknak csak kisebb távolságot kell megtennie; amihez a hatékony anyagáramlást — a lokálisan változó koncentrációkülönbség miatt — a diffúzió szabályozza (BJØRKUM & WALDERHAUG 1990). Ezt a tanulmányunkban bemutatott konkréciók nem éles, hanem diffúz határa szintén alátámasztja. A porózus és a cementgazdag homokkő közötti fokozatos átmenetet fűrt minta segítségével SZÓCS et al. (2015) is dokumentálták. A sferoidális, ellipszoidális megjelenés tehát a felszíni részleges (illetve lokálisan teljes) kipreparálódás eredménye, azaz a tanulmányozható konkréciók maximális mérete az eredetileg cementált térfogat minimális értékét közelíti.

A fentiek alapján véleményünk szerint a napjainkban megfigyelhető gyér ősmaradvány-tartalom nem jelenti azt, hogy eredetileg is faunaszegény volt a homokkő összlet, hanem az üledékszállítás során felőrlődött, áthalmazott töredékek utólagos, diagenetikus folyamatok során részben (pl. kalcit anyagú vázelemek), illetve teljesen (pl. aragonit anyagú vázelemek) feloldódtak. A cementált egységek, konkréciók izolált, meg-megszakadó vagy folyamatos megjelenését valószínűleg a nukleuszok (pl. bioklaszt vázelemek, karbonátos kőzettörmelékek) üledéken belüli homogén vagy heterogén eloszlása mellett a homokkő szemcseösszetétele, osztályozottsága és rétegzettsége is jelentősen befolyásolta (pl. BJØRKUM & WALDERHAUG 1990). A jól osztályozott, fi-

nomszemcsés, ezáltal közel homogén, izotróp tulajdonságú üledékekben a szferoidális jellegű konkréciók dominálnak (pl. Szer-kő), míg a rétegzett, rétegszilikátokat, illetve megnyúlt héjtöredékeket is tartalmazó, ezáltal anizotróp üledékekben (pl. Kis-kő) az ellipszoidális konkréciók megjelenése a gyakoribb (*1. táblázat*). Ezeket az egy kőzettesten belül is jelentősen eltérő cementációs különbségeket hangsúlyozták ki azok a felszíni / felszín közeli mállási folyamatok, amelyek a Pétervásárai Homokkővet érték a kiemelkedés következtében (Szócs et al. 2015).

Korábban már utaltunk rá, hogy részleteiben nem tisztázott, hogy a Pétervásárai Homokkőben jelen lévő kalcitcement a diagenézis mely tartományában válhatott ki. Szócs et al. (2015) a mezo- vagy telogenézis tartományába teszi a konkréciókkal összefüggésbe hozható karbonátos cement megjelenését a kishartyáni feltárásban. A Kis-kőről, az Ordas-kőről és a Szer-kőről származó mintákból készült vékonycsiszolatok mikroszkópos elemzése alapján véleményünk szerint a konkréciókat kialakító kalcitcement kiválása már a mechanikai kompaktáció korai fázisában (tengeri eogenezis) megkezdődött a mintaterületünkön. Ezt jelzik a homokkővet alkotó, ridegen viselkedő és lazán érintkező (pontoszerű és vonalmenti érintkezések) ásvány- és kőzet-szemcsék (*7. ábra b*), amelyek a mechanikai kompaktáció korai fázisát tükröző szövetet rögzítettek a cementációs folyamat során. Erre utal továbbá a rostos–prizmás kalcitcement relikta az általunk vizsgált egyik konkréció központi részén (*8. ábra a és b*). A változó kristályméretű mozaikos kalcitpát, illetve a konkréció külső régiójában kialakult poikilotópos kalcitcement (*7. ábra b–d*) alapján úgy gondoljuk, hogy a kalcitos cementáció a betemetődés során válhatott intenzívvé, így a mezogenézis tartományára is kiterjedhet. Telogenetikus kalcitcementre utaló petrográfiai bélyegeket ugyanakkor nem figyeltünk meg. A diagenézis-történet pontosításához a durvább szemcseméretű konkréciók (pl. Kis-kő) eltérő petrográfiai megjelenésű cementgenerációinak részletes vizsgálata (pl. katódlumineszcens mikroszkópia, szövetszelektív geokémiai vizsgálat) hasznos információkat szolgáltathat a jövőben.

Külön említést kell tennünk a homokkőben helyenként jelentős mennyiségben feldúsuló glaukonitról is. Eredetükkel korábban több szerző foglalkozott (pl. BÁLDI 1983, HÁMOR 1985, FEKETE 2003, Szócs et al. 2015), akik allotigén és autigén képződésüket egyaránt elképzelhetőnek tartották. BÁLDI (1983) a lencsés megjelenés, az osztályozódási viszonyok, illetve publikálatlan radiometrikus koradatok alapján egyértelműen az áthalmazott eredet mellett foglalt állást. FEKETE (2003) ugyanakkor a Pétervásárai Homokkőből szeparált glaukonitszemcsék lapos–ovális alakját az erősen mozgatott üledékfelszínen való ide-oda mozgatottsággal magyarázta, amit bizonyítékként tekintett a glaukonit autochton (paraautochton) keletkezésére.

Mikroszkópos megfigyeléseink alapján a jól koptatott megjelenésű (kerekded vagy ovális metszetű) szemcsék és a karbonátos fossziliák vázüregeiben megfigyelhető glaukonit között kapcsolat valószínűsíthető (*7. ábra a és b*). Véleményünk szerint a glaukonitszemcsék — legalább rész-

ben — az egykori sekélytengeri fauna elpusztulása után azok vázelemüregeiben kristályosodtak ki, azokkal együtt halmozódtak át az alsó-miocén üledékgyűjtő távolabbi részeibe. A koptatott jelleg tehát nem a szállítás eredményeként alakult ki, hanem a fossziliák vázelemüregeiben lévő egykori szabad pórusok alakját és méretét őrizték meg, majd a vázelemek szállítás közbeni összetörésének hatására azokból részben kiperegtek. A felvázolt allochton eredetet bizonyítja a glaukonitszemcsék egy részének rideg töréses viselkedése a vizsgált vékonycsiszolatokban (*7. ábra b*). Az „éretlen” glaukonitszemcsékre a plasztikus deformáció megjelenése jellemző (pl. BOGGS 2009), amit a vázelemek üregeiből mint elszigetelt, védett környezetből az áthalmazás során kipergő szemcsék megjelenése tükröz. Megjegyzendő továbbá, hogy a glaukonitképződés lassú folyamat, ami reduktív környezetben megy végbe a tengeraljzaton, kizárólag kis üledékfelhalmozódási ráta mellett (pl. SCHOLLE & ULMER SCHOLLE 2003). Figyelembe véve, hogy a Pétervásárai Homokkő üledékképződési rendszere kezdetben aggradációs, majd progradációs volt (SZTANÓ & TARI 1993, SZTANÓ 1994, SZTANÓ & JÓZSA 1996), valószínűtlen, hogy hosszú távon biztosítottak voltak a glaukonitképződés környezeti feltételei, ami szintén az áthalmazott eredetet erősíti.

Mind a glaukonit, mind az azt hordozó ősmaradványok egyik potenciális forrása az Egri Formáció lehetett (vö. *Heterolepa* sp., SZUROMINÉ KORECZ szóbeli közlése, 2017), mely a térségben több helyen — jelen orientáció szerint a Pétervásárai Homokkő vizsgált feltárásaitól délre — a felszínen is tanulmányozható (HORVÁTH 1983, FEKETE 2003). Ezt a feltételezést támasztja alá FEKETE (2003) megfigyelése, aki az egri mintákból elkülönített bipiramisos kvarcokhoz hasonló — azonban kissé koptatott — idiomorf kvarckristályokat azonosított a Pétervásárai Homokkővet képviselő kőzetmintákban.

Konklúzió

Az alsó-miocén Pétervásárai Homokkő Formáció sekélytengeri képződményei az elterjedési területein látványos formakincset alkotva bukkannak a felszínre. A mállási folyamatok hatására az erősebben cementált részek izolált, illetve rétegmenti konkréciók, valamint folyamatosan cementált rétegek formájában preparálódtak ki a kevésbé cementált egységek környezetéből. A Leleszi-völgy térségéből vizsgált konkréciókban a homokkő egykori elsődleges szemcseközi pórusait pátos kalcit tölti ki, amelynek becslés szerint részaránya átlagosan 5–20%. A kalcitcement eredetének meghatározása szempontjából lényeges, hogy valamennyi mintában azonosítottunk bioklaszt vázelemeket, amelyek a durvább szemcseméretű üledékes egységekben (Kis-kő, Ordas-kő) sokkal gyakoribbak, mint a finomabb szemcseméretűekben (Szer-kő). Eredményeink alapján tehát a kalcitből álló cement legalább részben belső eredetű a vizsgált területen. Annak egyik elsődleges forrása a törmelékes üledékbe a lerakódásakor beágyazódó meszes héjú fossziliák

kémiaiailag instabil, aragonitból álló váza lehetett, mely már a diagenézis korai fázisában (tengeri eogenezis) feloldódott, anyaga átrendeződött. A betemetődéssel erősödő kompaktációs folyamatok hatására a kalcit-héjak is oldódni kezdtek. Az üledékben található nukleációs pontok (pl. karbonátos vázelemek, karbonátos közettörmelék) körül a rendelkezésre álló ionok mennyisége és a diffúziós koncentráció-gradiensnek megfelelően mehetett végbe a kalcitcement kiválása, illetve a kongréciónképződés. A diffúzió vezérelte folyamat a karbonátforrás leürülése és/vagy egy másik kongréción hatásterületének eléréséig tartott.

Megfigyeléseink szerint a Pétervásárai Homokkőben található glaukonitzemcsék nagy valószínűséggel áthalmazott eredetűek. A glaukonit jelentős része a karbonátos anyagú élőlények ovális metszetű vázelemüregében képződött, amit az áthalmazódás során széttört héjakból kipergett szemcsék koptatottnak tűnő alakja tükröz. FEKETE (2003) ásványtani eredményeivel összhangban úgy gondoljuk,

hogy a vizsgált területen a Pétervásárai Homokkő Formáció egyik lehetséges törmelékforrása az Egri Formáció volt, mely a Mátra és a Bükk előterében nagyobb területeken, a felszínen ma is megtalálható.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk BENCSIK Attilának (SZTE TTIK Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék) a vékonycsiszolatok elkészítésében, valamint SZUROMINÉ KORECZ Andreának (MOL Nyrt.) a mikrofoszfátok meghatározásában nyújtott segítségével. Az SZTE Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszékén a homokkő petrográfiai munkát az Emberi Erőforrások Minisztériuma UNKP-18-4-SZTE-16 kódszámú és az Innovációs és Technológiai Minisztérium UNKP-19-4-SZTE-34 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programja támogatja.

Irodalom — References

- AJTAY F. 1994: A feleki gömbkövek (kongréción) elterjedése, sztratigráfiai helyzete és keletkezésük ősföldrajzi feltételei. — *Múzeumi Füzetek*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, 120–127.
- APPELO, C. A. J. & POSTMA, D. 2009: *Geochemistry, groundwater and pollution*. — 2nd edition, CRC Press, Fourth corrected reprint, 649 p. <https://doi.org/10.1201/9781439833544>
- BAJNÓCZI, B., HORVÁTH, Z., DEMÉNY, A. & MINDSZENTY, A. 2006: Stable isotope geochemistry of calcrete nodules and septarian concretions in a Quaternary 'red clay' paleovertisol from Hungary. — *Isotopes in Environmental and Health Studies* **42**, 335–350. <https://doi.org/10.1080/10256010600991045>
- BALOGH K. 1991: *Szedimentológia II*. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 57 p.
- BARTA, G. 2011: Secondary carbonates in loess-paleosoil sequences: a general review. — *Central European Journal of Geosciences* **3/2**, 129–146. <https://doi.org/10.2478/s13533-011-0013-7>
- BATHURST, R. G. C. 1975: *Carbonate Sediments and their Diagenesis*. — Elsevier, Amsterdam, 2nd ed., 658 p.
- BÁLDI T. 1983: *Magyarországi oligocén és alsómiocén formációk*. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 292 p.
- BÁLDI, T. 1986: *Mid-Tertiary stratigraphy and palaeogeographic evolution of Hungary*. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 250 p.
- BEKE B. & FODOR L. 2014: Deformációs szalagok porózus, szemcsés kőzetekben. — *Földtani Közlemény* **144/1**, 255–274.
- BEKE, B. & FODOR, L. 2015: Separating Cenozoic deformation events in NE-Hungary based on combination of deformation band evolution and fault slip data. — *Tectonic Studies Group Annual Meeting: Programme & Abstract Volume* **22**.
- BERNER, R. A. 1980: *Early Diagenesis — a Theoretical Approach*. — Princeton University Press, Princeton, NJ.
- BJØRKUM, P. A. & WALDERHAUG, O. 1990: Geometrical arrangement of calcite cementation within shallow marine sandstones. — *Earth-Science Reviews* **29**, 145–161. [https://doi.org/10.1016/0012-8252\(0\)90033-r](https://doi.org/10.1016/0012-8252(0)90033-r)
- BOGGS, S. 2009: *Petrology of Sedimentary Rocks*. — Cambridge University Press, Cambridge, 600 p. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511626487>
- DICKSON, J. 1966: Carbonate identification and genesis as revealed by staining. — *Journal of Sedimentary Petrology* **36**, 491–505. <https://doi.org/10.1306/74d714f6-2b21-11d7-8648000102c1865d>
- FEKETE J. 2003: *Felső-oligocén és alsó-miocén glaukonitos képződmények ásványtani vizsgálata*. — *Diplomamunka*, ELTE Ásványtani Tanszék, Budapest, 128 p.
- FŐZY I. & LEÉL ŐSSY SZ. 1985: Két kelet-mátrai alsómiocén konglomerátum molluszka faunájának összehasonlító vizsgálata — *Földtani Közlemény* **115/1–2**, 181–192.
- GILES, M. R., STEVENSON, S., MARTIN, S. V., CANNON, S. J. C., HAMILTON, P. J., MARSHALL, J. D. & SAMWAYS, G. M. 1992: The reservoir properties and diagenesis of the Brent Group: a regional perspective. — In: MORTON, A. C., HASZELDINE, R. S., GILES, M. R. & BROWN, S. (eds): *Geology of the Brent Group. Spec. Publ. Geol. Soc. Lond.*, **61**, 289–327. <https://doi.org/10.1144/gsl.sp.1992.061.01.16>
- HÁMOR, G. 1985: *Geology of the Nógrád–Cserhát area*. — *Geologica Hungarica series Geologica* **22**, 307 p.
- HORVÁTH G. 2007: Kőzetminőséghez kötött formák az Északi-középhegység egyes homokkőves kistájain. — In: FRISNYÁK S. & GÁL A. (szerk.): *Dr. Peja Győző emlékkönyv: A Szerencsen 2007. november 16-án megtartott emlékkonferencia előadásai*. Nyíregyháza, 57–78.
- HORVÁTH M. 1983: Az egri és novaji típusszelvények foraminifera-faunája. — *Földtani Közlemény* **113/1**, 57–79.
- HORVÁTH Z., MICHELI E., MINDSZENTY A. & BERÉNYI ÜVEGES J. 2002: Posztpannóniai környezetváltozásra utaló terepi és mikromorfológiai sajátosságok a visontai lignitösszlet fedőrétegsorában (Visonta, Észak-Magyarország). — *Földtani Közlemény* **132/különszám**, 43–51.

- KISS J. & GROSSZ Á. 1958: Konkrécióképződés és új karbonátos fácies a Mecsek-hegységi permian pszammitos összletben. — *Földtani Közlöny* **88/4**, 416–427.
- 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>
- MARSHALL, J. D. & PIRRIE, D. 2013: Carbonate concretions – explained. — *Geology Today* **29/2**, <https://doi.org/10.1111/gto.12002>
- MORAD, S. 1998: Carbonate cementation in sandstones: distribution patterns and geochemical evolution. — In: MORAD, S. (ed.): Carbonate Cementation in Sandstones. — *Special Publication Number 26 of the International Association of Sedimentologists*, 1–26. <https://doi.org/10.1002/9781444304893.ch1>
- NAGYMAROSY, A. & BÁLDI-BEKE, M. 1988: The position of the Paleogene formations of Hungary in the standard nannoplankton zonation. — *Annales Univ. Sci. Eotvos, Sect., Geol.* **28**, 3–25.
- SAIGAL, G. C. & BJØRLIKKE, K. 1987: Carbonate cements in clastic reservoir rocks from offshore mid Norway — relationship between isotopic composition, textural development and burial depth. — In: MARSHALL, J. D. (ed.) Diagenesis of Sedimentary Sequences. *Spec. Publ. Geol. Soc. Lond.*, **36**, 313–324. <https://doi.org/10.1144/gsl.sp.1987.036.01.22>
- SCHOLLE, P. & ULMER SCHOLLE, D. 2003: A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, textures, porosity, diagenesis. — *American Association of Petroleum Geologist*, Tulsa, 458 p.
- SELACHER, A. 2001: Concretion morphologies reflecting diagenetic and epigenetic pathways. — *Sedimentary Geology* **143**, 41–57. [https://doi.org/10.1016/s0037-0738\(01\)00092-6](https://doi.org/10.1016/s0037-0738(01)00092-6)
- SELLÉS-MARTÍNEZ, J. 1996: Concretion morphology, classification and genesis. — *Earth-Science Reviews* **41**, 177–210. [https://doi.org/10.1016/s0012-8252\(96\)00022-0](https://doi.org/10.1016/s0012-8252(96)00022-0)
- SÜMEGI, P., GULYÁS, S., PERSAITS, G., PÁLL, D. G. & MOLNÁR, D. 2011: The loess-paleosol sequence of Basaharc (Hungary) revisited: Mollusc based paleoecological results for the Middle and Upper Pleistocene. — *Quaternary International* **240**, 191–192. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.05.005>
- SZÓCS E., HIPS K., JÓZSA S. & BENDŐ ZS. 2015: A kora-miocén Pétervásárai Homokkő diagenézis-története. — *Földtani Közlöny* **145/4**, 351–366.
- SZTANÓ, O. 1994: The tide-influenced Pétervására Sandstone, early Miocene, northern Hungary: sedimentology, palaeogeography and basin development. — *Geologica Ultraiectina* **120**, 155 p.
- 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**, 319–341.
- SZTANÓ, O. & TARI, G. 1993: Early Miocene basin evolution in northern Hungary: tectonics and eustasy. — *Tectonophysics* **226**, 485–502.
- VARGA, A., RAUCSIK, B. & BAJNÓCZY, B. 2012: 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.
- VASS, D. & ELEČKO, M. 1992: *Vysvetlivky ku geologickej mape Lučenskej kotliny a Cerovej vrchoviny 1:50 000*. — Geol. ústav D. Štúra, 7–196.
- WALDERHAUG, O. & BJØRKUM, P. A. 1998: Calcite cement in shallow marine sandstones: growth mechanisms and geometry. — *Spec. Publs int. Ass. Sediment.* **26**, 179–192. <https://doi.org/10.1002/9781444304893.ch8>
- WILKINSON, M. & DAMPIER, M. D. 1990: The rate of growth of sandstone-hosted calcite concretions. — *Geochim. Cosmochim. Acta*, **54**, 3391–3399. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(90\)90293-t](https://doi.org/10.1016/0016-7037(90)90293-t)
- YOSHIDA, H., UJIHARA, A., MINAMI, M., ASAHARA, Y., KATSUTA, N., YAMAMOTO, K., SIRONO, S., MARUYAMA, I., NISHIMOTO, S. & METCALFE, R. 2015: Early post-mortem formation of carbonate concretions around tusk-shells over week-month timescales. — *Nature Scientific Reports* **5**, <https://doi.org/10.1038/srep14123>
- Kézirat beérkezett: 2019. 10. 16.

New Muricidae (Neogastropoda) faunas from the Middle Miocene of Hungary

KOVÁCS, Zoltán

Hungary, Budapest, Kerékgyártó utca 27/A
https://www.researchgate.net/profile/Zoltan_Kovacs4,
E-mail: kzkovacsoltan@gmail.com,

Új, magyarországi középső-miocén Muricidae (Neogastropoda) faunák

Összefoglalás

Jelen tanulmány a badeni (kora-középső-miocén) Középső-Paratethys gastropoda-diverzitásának pontosabb ismeretéhez járul hozzá hét Muricidae-összlet bemutatásával. A több mint 50 fajt tartalmazó anyag a badeni Pannóniai-medence északi és nyugati részéből, a Börzsöny, a Bakony és a Mecsek hegységből származik. Bánd kora-badeni faunája különleges figyelemre tarthat igényt egy faj, a *Janssenia echinulata* (PUSCH) szokatlan gyakorisága miatt. Mecsekpölösken a *Favartia suboblunga* (D'ORBIGNY), míg Hidas térségében egy középső-badeni feltárás faunájában az *Ocinebrina confluens* (EICHWALD) faj jelenik meg más lelőhelyekhez képest tömeges előfordulásban. Néhány ritka species szélesebb ösföldrajzi elterjedése mellett nyolc faj: *Bolinus brandaris torularius* (LAMARCK), *Dermomurex scalaroides* (BLAINVILLE), *Pterynotus pseuderinaceus* (BOETTGER), *Ocinebrina landaui* KOVÁCS, *Pteropurpura friedbergi* (COSSMANN & PEYROT), *Phyllocoma michelottii* (BELLARDI), *Coralliophila sacyi* (COSSMANN & PEYROT), *C. serraticincta* BALUK, valamint egy trophonine nemzetség, a *Pterynopsis* új magyarországi előfordulása dokumentálható a vizsgált anyag alapján. Egy új faj, *Ocinebrina bertai* n. sp. is bevezetésre kerül a bándi középső-miocén lelőhelyről.

Tárgyszavak: miocén, badeni, Muricidae, Középső-Paratethys, Pannóniai-medence

Abstract

The aim of this paper is to contribute to a better understanding of the actual diversity of the Early – Middle Badenian (Langhian; middle Miocene) gastropods from the Central Paratethys. This will be attempted by presenting seven Muricidae assemblages including more than 50 species from the northern and western part of the Pannonian Basin System (Börzsöny, Bakony and Mecsek Mts, Hungary). The Early Badenian fauna of Bánd (Bakony Mts) is of special interest due to its marked abundance of *Janssenia echinulata* (PUSCH); the fauna of Mecsekpölöske (Mecsek Mts) is characterised by the unusual dominance of *Favartia suboblunga* (D'ORBIGNY), while the Middle Badenian fauna from Locality 2 at Hidas (Mecsek Mts) includes a mass occurrence of *Ocinebrina confluens* (EICHWALD). Extended geographical range of some rare species is also documented. Furthermore, eight species: *Bolinus brandaris torularius* (LAMARCK), *Pterynotus pseuderinaceus* (BOETTGER), *Dermomurex scalaroides* (BLAINVILLE), *Ocinebrina landaui* KOVÁCS, *Pteropurpura friedbergi* (COSSMANN & PEYROT), *Phyllocoma michelottii* (BELLARDI), *Coralliophila sacyi* (COSSMANN & PEYROT), *C. serraticincta* BALUK, and a trophonine genus: *Pterynopsis* are recorded as new in Hungary. A new species, *Ocinebrina bertai* n. sp. is also designated from the Middle Miocene locality of Bánd.

Keywords: Miocene, Badenian, Muricidae, Central Paratethys, Pannonian Basin System

Introduction

The aim of this paper is to examine the actual gastropod diversity and palaeogeographical distribution in the Middle Miocene Pannonian Basin by revision of the family Muricidae. Previous papers (KOVÁCS 2018a, KOVÁCS et al. 2018)

have already described the highly diverse muricid assemblage of Letkés (W Börzsöny Mts, N Hungary). Now — beside a new record from Letkés — the muricid materials of W Hungary are presented from newly collected mollusc assemblages in the Bakony Mts (Bánd), and in the Mecsek Mts (Mecsekpölöske, Kisbattyán, Hosszúhetény, Hidas,

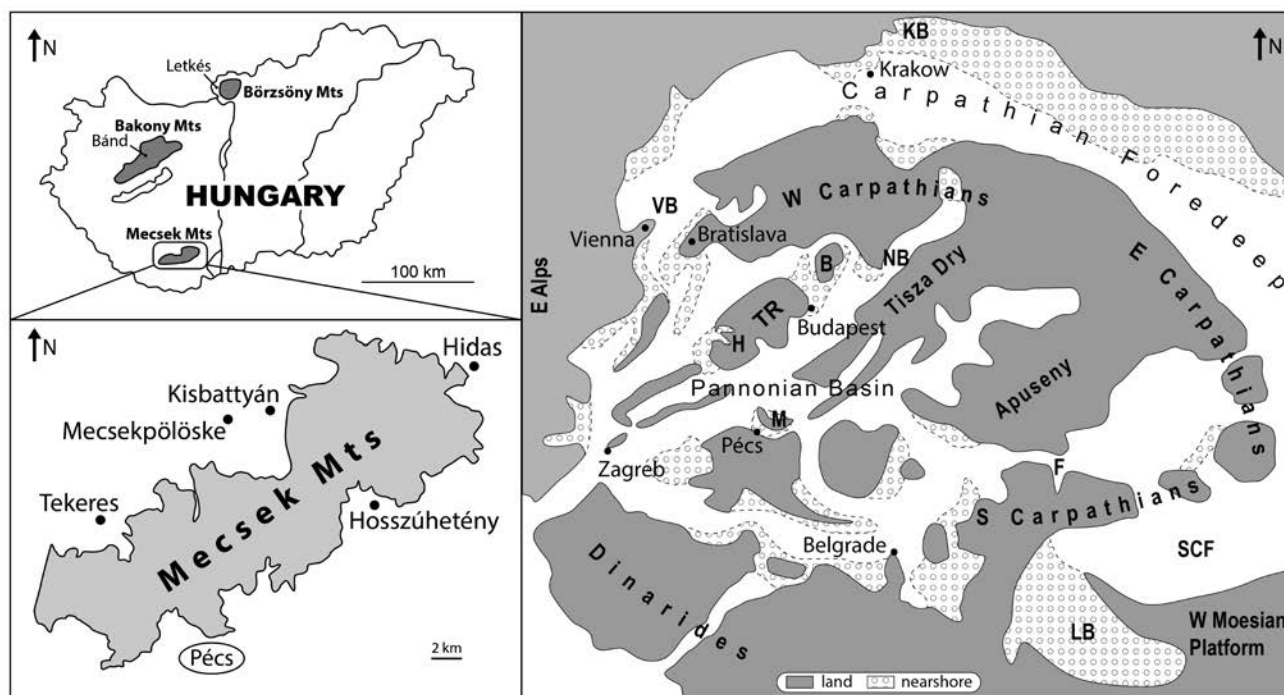


Figure 1. Early Badenian fossiliferous sites mentioned in the text, and their locations in the Central Paratethys. (B – Börzsöny Mts, F – Fáget Basin, H – Herend Basin, KB – Korytnica Basin, LB – Lom Basin, M – Mecsek Mts, NB – Nógrád Basin, TR – Transdanubian Range, SCF – South Carpathian Foredeep, VB – Vienna Basin) (modified from HAAS 2012 and SANT et al. 2019)

I. ábra. A szövegben említett középső-miocén ősmaradvány-lelőhelyek, és ősföldrajzi helyzetük a kora-badeni Középső-Paratethys területén

and Tekerés) (Figure 1). Thus new data are offered for the geographical range and diversity of the family in the Middle Miocene Central Paratethys. The outstanding richness of certain gastropod groups (e.g. Buccinidae, Cypraeidea, Tonnoidea, Ficoidea, Conoidea and Siphonarioidea) in the region was the result of the immigration of thermophilic molluscs from the Mediterranean during the Mid-Miocene Climate Optimum (HARZHAUSER et al. 2003).

The Early Badenian locality of Letkés (Börzsöny Mts) was thoroughly discussed by KOVÁCS & VICIÁN (2014, 2018). Deposits of the Lower Badenian Pécsszabolcs Formation are rich in molluscs, and gastropods were described by CSEPREGHY-MEZNERICS (1956), HARZHAUSER & LANDAU (2016), HARZHAUSER et al. (2017) and VICIÁN et al. (2017).

The geological background of the small Herend Basin was dealt with by KÓKAY (1966, 2006), and DUDKO et al. (1992). During the Early Badenian transgression, the sea formed a narrow embayment in the mountains; the Lower Badenian succession consists of paludal-lacustrine to shallow marine sediments of approx. 300 m thickness. Fossiliferous localities near Bánd and Herend have yielded rich Badenian invertebrate assemblages; marine molluscs were described by KÓKAY (1966), STRAUZ (1966), FEHSE & VICIÁN (2004), DULAI (2005), VICIÁN et al. (2017) and KOVÁCS (2018b).

The Mecsek Mts is an isolated mountainous range in SW Hungary built up of different Permian and Mesozoic rocks, during the Miocene this range was an island surrounded by a largely shallow sea. Over the last 150 years the geological

and stratigraphical properties of the area have been studied in numerous papers (BÁLDI et al. 2002). The diverse lagoonal, coastal and nearshore Badenian facies (Budafa Sandstone, Hidas Brown Coal, Lajta Limestone and Tekerés Schlier formations) were recently discussed by SEBE et al. (2015) and SELMECZI (2015). The Lower Badenian deposits investigated herein represent the lower part of the Lajta Limestone Formation, locally referred to as “Pécsszabolcs Limestone”. It is “a mixture of basal breccias and conglomerates, glauconitic sand(stone)s, bioclastic limestones and mollusc-, echinoidea- and bryozoa-bearing calcareous sands and silts” of 30–50 m thickness (SEBE et al. 2015), it was deposited in the nearshore to littoral zones. The Middle Badenian Hidas Brown Coal Formation represents a brackish-water brown coal, mollusc-bearing marl of 100–150 m thickness and it “comprises clayey, xylithic brown coal seam-bearing rocks (lignite, clayey lignite, huminitic clay) which are situated between the underlying and overlying marine formations” (SELMECZI 2015). The gastropod faunas of this region are poorly known and there are only two monographs which contain detailed analyses of Badenian molluscs: CSEPREGHY-MEZNERICS (1950) dealt with the Hidas area, while BOHN-HAVAS (1973) investigated mainly assemblages from drill cores. With the exception of Tekerés, the localities described herein in the Mecsek Mts have so far not been discussed in the literature. A comprehensive investigation of the newly collected gastropods in the studied assemblages is still in progress, only the muricid species are documented in the present paper.

Materials and methods

The specimens investigated herein are stored in the collections of (i) the Mining and Geological Survey of Hungary (MGSH), (ii) the Hungarian Natural History Museum (HNHM), Budapest, and (iii) in the private collections of Tibor BERTA (Veszprém), László NÁDAI (Budapest), Tamás NÉMETH (Balatonkenese), László SÖVÉR (Bonyhád) and Zoltán VICIÁN (Budapest) (Hungary). The Muricidae taxonomy is discussed in the recent literature; the suprageneric classification given in this paper provisionally follows MERLE et al. (2011), LANDAU et al. (2007, 2013) and HOUART (2018). The comprehensive works of BAŁUK (1995, 2006), HARZHAUSER (2002), KOVÁCS et al. (2018) and KOVÁCS (2019) were also used for taxonomical revision. 21 taxa of special interest are described systematically. The figured specimens belong to private collections except *Figure 2* (see later) and *Plate I/29*. Abbreviation: shell length (SL) in mm.

Localities and faunas

Börzsöny Mts: Letkés

The locality is situated about 400 m to the east of Letkés village (47.888319° N, 18.784647° E). The deposits — re-sedimented beds of limonitic marly sand with andesite rock fragments, andesitic tuff and eroded colonial coral blocks — represent the Lower Badenian Pécszabolcs Formation that was deposited in littoral–sublittoral zones. The macrofauna shows a mixture of taxa deriving from different biotopes. The Muricidae was described in detail by KOVÁCS (2018a) and KOVÁCS et al. (2018), this material is completed herein with a newly collected specimen from the private collection of VICIÁN that represents a new record in the Paratethys: *Phyllocoma michelottii*. The muricid assemblage of Letkés with 54 species is one of the richest in the Paratethys.

Bakony Mts, Herend Basin: Bánd

The materials studied herein were collected from Locality 28 (KÓKAY 1966), 250 m south-east of the village church of Bánd (47.121087° N, 17.786770° E) in artificial trenches. The deposits — mollusc- and coral-bearing grey clay and clayey sand of approx. 2 m thickness with thin fine-grained yellow sand layers — represent the Lower Badenian Pécszabolcs Formation. The colonial coral remains — as well as the rich brachiopod, polyplacophoran, gastropod and bivalve materials — indicate intertidal to sublittoral zones, and a patch reef environment (DULAI 2007).

Four collections were examined: 1. The assemblage containing ten muricids described by KÓKAY (1966) from “Excavation 28” (stored in the MGSH); 2. A large material collected by KÓKAY in 1984 from the same excavation (HNHM); 3. The material listed by BERTA & NÉMETH (2004); 4. The gastropod assemblage of more than 10,000 specimens — including approx. 7000 muricid specimens —

collected by NÉMETH in 2017. Based on this large volume of materials, it was possible to identify 38 species (*Table I*).

The most significant feature of the assemblage is the extreme abundance of the ergalataxine *Janssenia echinulata* (more than 5600 specimens). The appearance of other rare ergalataxines — *J. spinosa* and *Morula (Habromorula) austriaca* — and the frequent occurrence of *M. bellardii* are also remarkable. The most abundant examples in the subfamily Muricinae are *Hexaplex (Trunculariopsis) austriacus* (= *Murex gavardanensis* in KÓKAY 1966), *Chicoreus (Triplex) borni*, and *Homalocantha heptagonata*. In the Aspellinae one rare species occurs: *Aspella emmae*. The dominance of *Muricopsis cristata* in the Muricopsinae is common in Middle Miocene Paratethyan localities, however, the respective occurrences of *Murexsul typhioides*, *Favartia absona* and *F. czjzeki*, as well as the abundance of *F. (Pygmaepteris) transsylvanica* can be considered remarkable. In the Ocenebrinae the abundance of *Ocenebrina kojumdgievae* and *Vitularia linguabovis* is also significant. Two specimens of the extremely rare *Ceratostoma subaustriacus* were found. A new species, *Ocenebrina bertai* n. sp. has also been designated from the locality (see later *Figure 2*). The Typhinae and Coralliophilinae are under-represented. One specimen of *Typhinellus labiatus* (*Plate I/29*, collected by KÓKAY in 1984), and one specimen of *Tripterotyphis tripterus* are all that represent the subfamily Typhinae. (The latter has been recorded only at Letkés in Hungary.) Although colonial corals and vermetids are common in the assemblage, only three coralliophilines — *Coralliophila burdigalensis*, *C. sacyi* and *Leptoconchus jaegeri* — occur sporadically. *Muricodrupa? styriaca* was recorded by KÓKAY (1966) at Bánd but is missing from the newly collected material.

Mecsek Mts: Mecsekpölöske

The geology and stratigraphy of the Mecsekpölöske region were examined earlier by STRAUZ (1928), and CHIKÁN (1991). The Lower Badenian deposits represent the Pécszabolcs Limestone. Muricids have not been recorded in this region. The newly discovered locality is located 1 km east of the village, in a ravine on the western side of the Nagy Hill (46.22311° N, 18.22904° E). Three collections were examined: the mollusc assemblage collected by the staff of the HNHM and the respective private collections of NÉMETH and SÖVÉR.

Alternating layers of mollusc-bearing limestone and dark yellow sandy clay of approx. 3 m thickness were excavated in the locality. The mollusc shells in the clay are very well-preserved, while the limestone benches contain poorly preserved internal molds. In the Muricidae the abundance of *Purpurellus cyclopterus*, *Aspella subanceps*, *Murexsul sandbergeri* and *Favartia suboblunga*, as well as the appearance of rare species such as *Pterynotus pseuderrinaceus*, *F. absona*, *Coralliophila gracilispira* and *C. serraticincta* are noteworthy. The Muricidae species of the locality are shown on *Table I*. The muricid faunal com-

Table I. Muricidae species of the investigated Early Badenian assemblages.**I. táblázat.** Muricidae-fajok a vizsgált kora-badeni összletekben. E – Középső-Paratethysre jellemző endemikus faj

Subfamily Muricinae	E	Illustration	B	M	K	H	Hh	T
<i>Bolinus brandaris torularius</i> (LAMARCK, 1822)		Plate I/1–3				12	1	
<i>Bolinus submuticus</i> (GRATELOUP, 1845)		Plate I/4–5	2					1
<i>Bolinus subtorularius</i> (HOERNES & AUINGER, 1885)	x	KÓKAY l.c., pl. 7/18–19	12		1			
<i>Hexaplex (Trunculariopsis) austriacus</i> (TOURNOUÉR, 1875)		Plate I/6–9	211		2	23	2	
<i>Chicoreus (Triplex) aquitanicus</i> (GRATELOUP, 1833)		Plate I/10			1		17	
<i>Chicoreus (Triplex) borni</i> (HÖRNES, 1853)	x	Plates I/11–14	126	2			26	
<i>Purpurellus cyclopterus</i> (MILLET, 1865)		Plate I/15–16	16	54	9			
Subfamily Aspellinae								
<i>Aspella emmae</i> (BOETTGER, 1902)		Plate I/17–18	4					
<i>Aspella subanceps</i> (D'ORBIGNY, 1852)		Plate I/19–20		56				
<i>Dermomurex (D.) distinctus</i> (CRISTOFORI & JAN, 1832)		Plate I/21–22	3					
<i>Dermomurex (D.) scalaroides</i> (BLAINVILLE, 1826)		Plate I/23–24		2	1			1
<i>Dermomurex (Triatella) jani</i> (DODERLEIN, 1862)			1					
<i>Dermomurex (Dermomurex) sp.</i>		Plate I/25–26		1				
Uncertain subfamily								
<i>Homalocantha heptagonata</i> (BRONN, 1831)			24					
<i>Pteryotus (P.) pseuderinaceus</i> (BOETTGER, 1902)	x	Plate I/27–28		1				
Subfamily Typhinae								
<i>Typhis (Hirtotyphis) horridus</i> (BROCCHI, 1814)								1
<i>Typhinellus labiatus</i> (CRISTOFORI & JAN, 1832)		Plates I/29, II/1–2	1	2		15		
<i>Siphonochelus fistulosus</i> (BROCCHI, 1814)		Plate II/3–4						31
<i>Tripterotyphis tripterus</i> (GRATELOUP, 1833)		Plate II/5–6	1					
Subfamily Muricopsinae								
<i>Muricopsis (Muricopsis) cristata</i> (BROCCHI, 1814)		KÓKAY l.c., pl. 7/20	317	76				
<i>Subpteryotus graniferus</i> (MICHELOTTI, 1841)		Plate II/7–8	1					
<i>Murexsul sandbergeri</i> (HÖRNES, 1856)		Plate II/9–11		56				
<i>Murexsul typhioides</i> (MAYER, 1869)		Plate II/12–13	2					
<i>Favartia (F.) absona</i> (CRISTOFORI & JAN, 1832)		Plate II/14–15	5	2				
<i>F. (F.) czjzeki</i> (HOERNES & AUINGER, 1885)		Plate II/16–17	1					
<i>F. (F.) suboblonga</i> (D'ORBIGNY, 1852)		Plate II/18–19		228	4			
<i>F. (Pygmaepterys) transsylvanica</i> (HOERNES & AUINGER, 1885)	x	Plate II/20–21	43					
Subfamily Ocenebrinae								
<i>Ocenebrina boeckhi</i> (HOERNES & AUINGER, 1885)	x	Plate II/22–23			1			
<i>Ocenebrina credneri</i> (HOERNES & AUINGER, 1885)	x		96					
<i>Ocenebrina dertonensis</i> (BELLARDI, 1873)		Plate II/26	3				61	
<i>Ocenebrina grundensis</i> (HOERNES & AUINGER, 1885)	x	KÓKAY l.c., pl. 8/2	1					
<i>Ocenebrina kojumdgievae</i> (BA UK, 1995)	x	Plate II/27–30	162					
<i>Ocenebrina landaui</i> KOVÁCS, 2019		Plate III/1–2	5					
<i>Ocenebrina bertai</i> n. sp.	x	Figure 2.	3					
<i>Ocenebrina sp.</i>		Plate III/3–4	3					
<i>Ocenebra vindobonensis</i> (HÖRNES, 1853)		Plate III/5–7					740	
<i>Hadriana mioincrassata</i> (SACCO, 1904)		Plate III/8–9	7			88		
<i>Jaton sowerbyi</i> (MICHELOTTI, 1841)		Plate III/10–14	80				15	
<i>Pteropurpura friedbergi</i> (COSSMANN & PEYROT, 1924)		Plate III/15–16						36
<i>Ceratostoma subaustriacus</i> (STOJASPAL, 1978)	x	Plate III/17–18	2					
<i>Vitularia linguabovis</i> (BASTEROT, 1825)		Plate III/19–20	132			2	190	
Subfamily Trophoninae								
<i>Pteryopsis sp.</i>		Plate IV/1–2			1			
Subfamily Ergalataxinae								
<i>Orania cheilotoma</i> (HOERNES & AUINGER, 1890)			14					
<i>Janssenia echinulata</i> (PUSCH, 1837)		Plate IV/3–10	5.600	3		3	31	
<i>Janssenia spinosa</i> (KOJUMDGIEVA, 1960)	x	Plate IV/11–12	93					
<i>Cathymorula exilis</i> (HÖRNES, 1852)		Plate IV/13–14	25			4	11	

Table I. Continuation

I. táblázat. Folytatás

Subfamily Ergalataxinae	E	Illustration	B	M	K	H	Hh	T
<i>Morula (M.) bellardii</i> (HOERNES & AUINGER, 1890)		Plate IV/15–16	51					
<i>M. (Habromorula) austriaca</i> (HOERNES & AUINGER, 1882)	x	Plate IV/17–18	8					
<i>Muricodrupa? styriaca</i> (Hilber, 1879)	x	KÓKAY l.c. pl. 8/1	2					
Subfamily Coralliophilinae								
<i>Coralliophila burdigalensis</i> TOURNOUÉR, 1874		Plate IV/22–23	14					
<i>Coralliophila gracilispira</i> BOETTGER, 1906	x	Plate IV/24		2				
<i>Coralliophila sacyi</i> (COSSMANN & PEYROT, 1924)		Plate IV/25–26	1					
<i>Coralliophila serraticincta</i> BA UK, 1995	x	Plate IV/27–29		2				
<i>Leptoconchus jaegeri</i> BOETTGER, 1906	x	Plate IV/30–31	2					

B – Bánd, M – Mecsekpölöske, K – Kisbattyán, H – Hidas, Locality 1, Hh – Hosszúhetény, T – Tekeres, E – Central Paratethyan endemic species.

position is of special interest given that some of the species are unknown or very rare at other Badenian sites in the Pannonian Basin.

Kisbattyán

The geology and stratigraphy of the Kisbattyán region were treated by STRAUZ (1928) and HÁMOR (1970). The Lower Badenian deposits represent the Pécsszabolcs, the Budafa and the Tekeres formations. The locality studied herein was discovered by SÖVÉR in 2010, it is located 800 m north-west of the village in a ravine (46.23327° N, 18.25653° E). The deposits and the mollusc fauna are very similar to that of the Mecsekpölöske locality. The excavation contains alternating beds of limestone and dark yellow sandy clay layers. For the present study private collections of NÉMETH and SÖVÉR were examined. The Muricidae species of the locality are shown on Table I. The muricid fauna shows low diversity but the appearance of *Ocinebrina boeckhi* and *Pterylopsis* sp. specimens are noteworthy.

Hidas

The geology and stratigraphy of the classical Hidas region have been dealt with by numerous papers (for research history see BOHN-HAVAS 1973, and SELMECZI 1987 with additional references). The Badenian deposits represent the Pécsszabolcs, the Budafa, the Hidas and the Szilágy Formations. Middle Miocene gastropod assemblages were described e.g. by CSEPREGHY-MEZNERICS (1950), STRAUZ (1966), and BOHN-HAVAS (1973); these authors identified only five muricid species from the region.

The gastropod materials examined herein came from artificial trenches in a small ravine in a forest area 350 m south-east of the village (46.25075° N, 18.50690° E). Until this paper these localities have never been studied in the literature; the Lower Badenian Locality 1 was discovered by NÉMETH and SÖVÉR in 2013, while the Middle Badenian Locality 2 was first recognised by NÉMETH in the same year. In Locality 1 shallow marine deposits of 2 m thickness were exposed, the clayey sand represents the Pécsszabolcs Lime-

stone. The deposits are very rich in gastropods. Within the Muricidae *Bolinus brandaris torularius*, *Hexaplex (Trunculariopsis) austriacus* and *Hadriana mioincrassata* are abundant. The muricid species are given in Table I. Most of the species also occur in other small localities in the vicinity or can be collected on the ploughed land at the eastern side of the village. The appearance of *B. brandaris torularius* deserves special mention as the species has never been recorded in the Central Paratethys. The size of the *T. labiatus* shells in this assemblage is slightly larger than at other Pannonian Basin sites. Locality 2 is a small trench approx. 80 m south of Locality 1. Clayey sand of 90 cm thickness was exposed between thin lignite layers; the brackish water deposits represent the Middle Badenian Hidas Brown Coal Formation. The gastropod fauna shows low diversity with the mass occurrences of *Vitta tuberculata* (SCHRÉTER), *Granulolabium nodosoplicatum* (HÖRNES), *Gibborissoia varicosa* (BASTEROT), *Tritia schoenni* (HOERNES & AUINGER) and *Ocinebrina confluens* (EICHWALD). *Alvania* sp., *Rissoina* sp., *Terebralia lignitarium* (EICHWALD) and *Cyllenina ancillariaeformis* (GRATELOUP) appear sporadically. Similar mollusc assemblages without *O. confluens* were earlier recorded from the Hidas area by FÖLDI (1966).

Hosszúhetény

The geology and stratigraphy of the Hosszúhetény region were treated by STRAUZ (1950), SOMOS & KÓKAY (1960), and HÁMOR (1970). The Lower Badenian deposits represent the Pécsszabolcs, the Budafa and the Hidas formations. From the vicinity only one muricid species was recorded by STRAUZ (1950). The locality studied herein is located 600 m south of the village (46.13676° N, 18.35458° E). Lower Badenian clayey sand of 2.5 m thickness was excavated by artificial trenches, the deposit represents the Pécsszabolcs Fm. The layers are rich in mollusc shell remains and fragments of colonial corals. For the present study the respective private collections of NÉMETH and SÖVÉR were examined.

The muricid fauna (Table I) is unique in the Pannonian

Basin. Representatives of the subfamily Ocenebrinae predominate with an abundance of *Ocenebra vindobonensis vindobonensis* and *Vitularia linguabovis*. The latter species shows a similar frequent occurrence in the Muricidae fauna of Bánd, but in that fauna *O. vindobonensis* is replaced by the closely allied *Ocenebrina kojumdgievae*. The specimens of *Jaton sowerbyi* in the Hosszúhetény assemblage are characterized by moderate morphological variability in height of the spire.

Tekeres

The geology and stratigraphy of the Orfű–Tekeres region were dealt with by CHIKÁN (1991) and BÁLDI et al. (2002). The Lower Badenian deposits represent the Pécszabolcs Member and the Tekeres Formation. The locality studied herein is located 100 m east of the Herman Ottó Lake in the forest (46.17449° N, 18.13063° E). It was discovered by NÉMETH in 2010, and described first by BOSNAKOFF (2013). Clayey sand of 180 cm thickness was excavated by artificial trenches, the deposit belongs to the Pécsszabolcs Member. The macrofauna is very rich in Early Badenian invertebrate and vertebrate fossils. Two collections were examined: the mollusc assemblage collected by the staff of the HNHM, and the private collection of NÉMETH.

The Muricidae is characterised by a very low diversity with only five species (Table I). The material is of special interest due to the occurrence of the subfamily Typhinae. A single specimen of *Typhis (Hirtotyphis) horridus* and the abundance of *Siphonochelus fistulosus* are noted, both species being very rare in other Badenian sites of Hungary. In addition, *Pteropurpura friedbergi* is reported for the first time in Hungary. It is known only in this assemblage but its occurrence is frequent. Similar gastropod faunal compositions with the co-occurrence of *T. (H.) horridus*, *S. fistulosus*, *P. friedbergi* and the rare cancellariid *Perplicaria mioquadrata* (SACCO) (recorded herein at Tekeres) are known only in the Făget Basin (SW Romania) and the Lom Basin (Vidin–Pleven Region, Bulgarian part of the South Carpathian Foredeep, KOJUMDIEVA 1960).

Systematic Palaeontology

Clade Neogastropoda WENZ, 1938
 Superfamily Muricoidea RAFINESQUE, 1815
 Family Muricidae RAFINESQUE, 1815
 Subfamily Muricinae RAFINESQUE, 1815
 Genus *Bolinus* PUSCH, 1837

Bolinus brandaris torularius (LAMARCK, 1822)
 (Plate I, figs 1–3)

1822 *Murex torularius* — LAMARCK, p. 576.
 2013 *Bolinus brandaris torularius* (LAMARCK) — LANDAU et al., p. 144, pl. 21, fig. 1 (*cum syn.*)
 2018 *Murex (Bolinus) subtorularius* HÖRNES & AUINGER — JANEČEK, p. 59, pl. 6, fig. 3.

2019 *Bolinus brandaris torularius* (LAMARCK) — LANDAU et al., p. 4, pl. 1, figs 1–3 (*cum syn.*)

Remarks: The species is distinguishable from *B. subtorularius* (HÖRNES & AUINGER) — which is common in the Early Badenian of the Pannonian Basin (KOVÁCS et al. 2018) — by subquadrangulate last whorl, two rows of well-developed spines on the last whorl, and spiny siphonal canal. The specimen illustrated by JANEČEK (2018) as *M. (B.) subtorularius* actually represents *B. brandaris torularius*, it came from an Early Badenian mollusc assemblage of Lomnička (Czechia, Moravian part of the Carpathian Foredeep). The two records confirm a wide geographical range of the species in the Central Paratethys.

Distribution: Middle Miocene–Pleistocene. Middle Miocene: NE Atlantic (France), Central Paratethys (Czechia; Hungary: this paper), Proto-Mediterranean Sea (Turkey).

Subfamily Aspellinae KEEN, 1971
 Genus *Aspella* MÖRCH, 1877

Aspella subanceps (D'ORBIGNY, 1852)
 (Plate I, figs 19–20)

1852 *Ranella subanceps* — D'ORBIGNY, p. 77.
 2007 *Aspella subanceps* (D'ORBIGNY) — LANDAU et al., p. 21, pl. 6, fig. 9 (*cum syn.*)
 2011 *Aspella subanceps* (D'ORBIGNY) — MERLE et al., p. 206, text-fig. 71/F, pl. 157, figs 1–3.
 2018 *Aspella subanceps* (D'ORBIGNY) — KOVÁCS et al., p. 116, fig. 4/A–C.

Remarks: Two *Aspella* species are known in the early Badenian Central Paratethys: *A. subanceps* (D'ORBIGNY), and *A. emmae* (BOETTGER). *A. emmae* (Plate I/17–18) — which is known in the Făget Basin (Romania), Korytnica Basin (Poland) and the N Pannonian Basin (North Hungarian Mountains) — differs from *A. subanceps* by paucispiral protoconch and smooth shell surface. *A. subanceps* is very rare in the Pannonian Basin: beside Mecsekpölöske where it is abundant, only one specimen was recorded in the Early Badenian gastropod assemblage of Letkés.

Distribution: Early–Middle Miocene. Middle Miocene: NE Atlantic (France), Central Paratethys (Austria, Hungary, Poland, Romania).

Genus *Dermomurex* MONTEROSATO, 1890
 Subgenus *Dermomurex* (*Dermomurex*)

Dermomurex (Dermomurex) scalaroides (BLAINVILLE, 1829)
 (Plate I, figs 23–24)

1829 *Murex scalaroides* — BLAINVILLE, p. 131, pl. 5A, figs 5–6.
 non 1960 *Aspella (Aspella) scalaroides* (BLAINVILLE) — KOJUMDIEVA, p. 148, pl. 40, fig. 7 [= *Dermomurex (Triatella) jani* (DODERLEIN, 1862)]
 2007 *Dermomurex (Dermomurex) scalaroides* (BLAINVILLE) — LANDAU et al., p. 22, pl. 6, fig. 1 (*cum syn.*)
 2016 *Dermomurex (Dermomurex) scalaroides* (BLAINVILLE) — CEULEMANS et al., p. 38, pl. 1, fig. 5.

Remarks: The species is recorded herein for the first time in Hungary. It differs from *D. (D.) distinctus* (CRISTOFORI & JAN) (Plate I/21–22) — which is common in the Early Badenian Central Paratethys — in morphology by slender shell and weakly developed spiral sculpture. It also differs from the trivariolate *D. (Triatella) jani* (DODERLEIN) by numerous varices on the last whorl (KOVÁCS et al. 2018).

Distribution: Middle Miocene – Recent. Middle Miocene: NE Atlantic (France), Proto-Mediterranean Sea (Italy), Central Paratethys (Hungary: this paper).

Dermomurex (Dermomurex) sp.
(Plate I, figs 25–26)

Remarks: The specimen from the muricid assemblage of Mecsekpölöske lacks the protoconch, possesses five rounded teleoconch whorls, ovate aperture with dentate outer lip, weakly developed spiral sculpture of flat, narrow P1, P2, P4 primary cords, slightly stronger P3 and P5 primary cords, and four varices on the last whorl. Its morphology differs from that of the common *D. (D.) distinctus* by less developed spiral sculpture, from *D. (T.) jani* by the presence of more varices, and from *D. (D.) scalaroides* by slender shell with higher spire. The most closely allied form in size and overall morphology is the *D. (D.) cf. tenellus* (MAYER) illustrated by MERLE et al. (2011, pl. 165/10) from the Early Miocene of the Aquitaine Basin. However, the specific beaded spiral ornamentation cannot be observed on the specimen figured herein.

Uncertain subfamily (see HOUART 2018 with additional references)
Genus *Pterynotus* SWAINSON, 1833
Subgenus *Pterynotus (Pterynotus)*

Pterynotus (Pterynotus) pseuderinaceus (BOETTGER, 1902)
(Plate I, figs 27–28)

1902 *Murex (Pteronotus) pseuderinaceus* — BOETTGER, p. 28.
1934 *Murex (Pterynotus) pseuderinaceus* BOETTGER — ZILCH, p. 251, pl. 15, fig. 76.
2019 *Pterynotus (Pterynotus) pseuderinaceus* (BOETTGER) — KOVÁCS, p. 117, figs 13–14.

Remarks: The small specimen figured here possesses an eroded protoconch, 4.5 shouldered teleoconch whorls, an ovate aperture, smooth lips within, and a curved, open siphonal canal. The sculpture consists of primary spiral cords (P) (P1–P2 on the spire whorls, P1–P4 on the last whorl), and axial sculpture of four varices on the spire whorls, and three varices on the last whorl. The morphology contributes to the diagnosis of subgenus *Pterynotus (Pterynotus)* (trivariolate shell with foliaceous varices, lack of anal notch, generally not spiny spiral sculpture, weakly developed denticles on the outer lip, smooth inner lip) (MERLE et al. 2011). However, the characteristic spiral sculpture with numerous fine cords is absent on the available specimens.

P. (P.) pseuderinaceus is recorded herein for the first

time in Hungary. It is a poorly known species having hitherto been documented only in its type locality, Coșteiu de Sus (Făget Basin, SW Romania). The congeneric *P. (P.) granuliferus* (GRATELOUP) differs in larger size and in morphology by less developed spiral cords on the early spire whorls, and rounded varices.

Distribution: Middle Miocene: Central Paratethys (Hungary: this paper, Romania)

Subfamily Muricopsinae RADWIN & D'ATTILIO, 1971
Genus *Murexsul* IREDALE, 1915

Murexsul typhioides (MAYER, 1869)
(Plate II, figs 12–13)

1869 *Murex typhioides* — MAYER, p. 83, pl. 3, fig. 6.
1995 *Aspella (Aspella) typhioides* (MAYER) — BAŁUK, p. 219, pl. 25, fig. 5 (*cum syn.*)
2018 *Murexsul typhioides* (MAYER) — KOVÁCS et al., p. 120, figs 5/K, L, 6A–C.

Remarks: The taxonomy and morphology of *M. typhioides* were discussed by KOVÁCS et al. (2018). The species was assigned to *Aspella* by BAŁUK (1995), however, the latter genus differs by bivariolate morphology. *M. typhioides* is a rare species, and in Hungary it is known only in the Early Badenian gastropod assemblages of Bánd and Letkés.

Distribution: Early – Middle Miocene. Middle Miocene: NE Atlantic (France), Central Paratethys (Hungary, Poland).

Genus *Favartia* JOUSSEAUME, 1880
Subgenus *Favartia (Favartia)*

Favartia (Favartia) suboblonga (D'ORBIGNY, 1852)
(Plate II, figs 18–19)

1852 *Murex suboblongus* — D'ORBIGNY, p. 73.
2007 *Favartia suboblonga* (D'ORBIGNY) — LANDAU et al., p. 46, text-fig. 12, pl. 12, figs 5–8 (*cum syn.*)
2016 *Favartia suboblonga* (D'ORBIGNY) — CEULEMANS et al., p. 40, pl. 1, figs 8–9.
2018 *Favartia (s.s.) suboblonga* (D'ORBIGNY) — KOVÁCS et al., p. 121, fig. 5/Q–T (*cum syn.*).

Remarks: Three *Favartia* species occur in the Early Badenian of the Central Paratethys: *F. (F.) absona* (CRISTOFORI & JAN), *F. (F.) czjzeki* (HOERNES & AUINGER) [= *Murex (Muricidea) collega* BOETTGER, 1906] and *F. (F.) suboblonga* (D'ORBIGNY). *F. suboblonga* differs from *F. absona* (Plate II/14–15) in morphology by higher spire and rounded varices, and from *F. czjzeki* (Plate II, figs 16–17) by broader shell. The species is widespread but generally rare in the Central Paratethys. Its dominance in the muricid fauna of Mecsekpölöske (Table I) with 47% is unusual compared to other Paratethyan Middle Miocene sites.

Distribution: Early Miocene – Middle Pliocene. Middle Miocene: NE Atlantic (France), Central Paratethys (Austria, Hungary, Poland, Romania, Slovakia).

Subfamily Ocenebrinae COSSMANN, 1903

Genus *Ocenebrina* JOUSSEAUME, 1880

Ocenebrina confluens (EICHWALD, 1853)
(Plate II, figs 24–25)

1853 *Murex confluens* — EICHWALD, p. 192, pl. 8, fig. 11.

1950 *Tritonalia* (*Hadriania*) aff. *miocrassata* — CSEPREGHY-MEZNERICS, p. 48, pl. 2, fig. 19.

1968 *Murex confluens* EICHWALD — ZELINSKAYA et al., p. 185, pl. 44, figs 5–6.

1971–1972 *Tritonalia confluens* EICHWALD — CSEPREGHY-MEZNERICS, p. 27, pl. 10, fig. 6.

1994 *Murex confluens* EICHWALD — IONESI & NICORICI, pl. 3, fig. 7.

2006 *Purpura* (*Tritonalia*) *confluens* (EICHWALD) — BAŁUK, p. 209, pl. 13, figs 1–3 (*cum syn.*)

non 2010 *Murex* (*Tritonalia*) *confluens* (EICHWALD) — JOVANOVIĆ, text-fig. 1.2 (= ? *Murexsul* sp.)

Remarks: As this species lacks well-developed varices typical of genus *Ocenebra*, here it is assigned to *Ocenebrina*. Only one specimen was recorded by CSEPREGHY-MEZNERICS (1950) from the Mecsek Mts (Hidas area). In the newly discovered Middle Badenian Locality 2 at Hidas, *O. confluens* (represented by more than 1000 specimens) is one of the most abundant species in the gastropod assemblage. The intraspecific variability is not typical of the local *confluens* material: the specimens are closely allied to the type in size and morphology but slightly differ by open siphonal canal similarly to the example figured by BAŁUK (2006, pl. 13, fig. 1). The specimen presented by JOVANOVIĆ (2010, text-fig. 1.2) is characterised by different morphological features, it represents another taxon.

Distribution: Middle Miocene: Central Paratethys (Hungary, Poland, Romania, Ukraine).

Ocenebrina kojumdgievae (BAŁUK, 1995)
(Plate II, figs 27–30)

1966 *Tritonalia vindobonensis* (HÖRNES) var. — KÓKAY, p. 57, pl. 8, fig. 6.

1995 *Purpura* (*Tritonalia*) *kojumdgievae* nom. n. — BAŁUK, p. 228, pl. 30, fig. 8.

2017 *Ocenebrina kojumdgievae* (BAŁUK) — VICIÁN et al., p. 60, pl. 3, fig. 3 (*cum syn.*)

Remarks: The abundance of *O. kojumdgievae* in the gastropod assemblage of Bánd is noteworthy as the species is usually very rare at other Badenian fossiliferous sites. It differs from the similar *Ocenebra vindobonensis vindobonensis* (HÖRNES) in morphology by broad shell, lower spire and rounded varices. The co-occurrence of the latter species and *O. kojumdgievae* recorded by BAŁUK in the Korytnica Basin (Poland) is not typical of the Pannonian Basin localities. The *kojumdgievae* material at Bánd is characterised by moderate intraspecific variability in the strength of the spiral sculpture.

Distribution: Middle Miocene: Central Paratethys (Austria, Bulgaria, Hungary, Poland, Romania).

Ocenebrina landaui KOVÁCS, 2019

(Plate III, figs 1–2)

2018 *Ocenebrina* cf. *recognita* BAŁUK — KOVÁCS et al., p. 123, fig. 7/G-H.

2019 *Ocenebrina landaui* n. sp. — KOVÁCS, p. 129, figs 51–55.

Remarks: *Ocenebrina landaui* appears in the clayey sand layers of Locality 28 of Bánd. The species is similar in size and morphology to *O. recognita* BAŁUK but differs in sculpture by labral tooth and well-developed secondary cords. It is also distinguishable from *O. grundensis* (HOERNES & AUINGER) on the bases of its higher spire, labral tooth and sharper spiral cords. The species is widely distributed in the Badenian Central Paratethys: it was described at Coșteiu de Sus (Romania), and it is also documented here in the gastropod assemblage of Letkés.

Distribution: Middle–Late Miocene: Middle Miocene: Central Paratethys (Romania, Hungary: this paper), Proto-Mediterranean Sea (Turkey).

Ocenebrina bertai n. sp.

(Figure 2)

urn:lsid:zoobank.org:act:A627F7BE-7A63-42B2-A262-3B7E6C2E34AB

Holotype: PAL 2019.246.1., HNHM, Department of Palaeontology and Geology, SL 19 (Figure 2).

Type strata and locality: Middle Miocene (Lower Badenian) yellow sand, Locality 28, Bánd, Hungary.

Derivation of name: In honour of the collector: Tibor BERTA (Veszprém, Hungary).

Material: holotype (HNHM), and two additional specimens in Collection Berta.

Diagnosis: An *Ocenebrina* species with biconic shell, worn paucispiral protoconch, five shouldered teleoconch whorls, ovate aperture, dentate outer lip, short, open siphonal canal, well-developed primary cords and fine secondary cords, broad, rounded axial ribs.

Description: Biconic shell of medium size, worn paucispiral protoconch. Teleoconch of five shouldered whorls, suture shallow, undulating. Last whorl 79% of the total length. Aperture ovate, outer lip slightly thickened, six denticles within (D1–6, D3 splitted). Anal notch slightly developed, columellar lip thin and smooth, siphonal canal open, short and straight. Spiral sculpture of strong and rounded primary cords, 11 on the last whorl, and finer secondary cords. Axial sculpture of broad and rounded ribs, seven on the last whorl.

Remarks: Based on general morphology the new species is assigned to *Ocenebrina*. The genus shows a remarkable variability in the Badenian Central Paratethys but similar forms with broad biconic shell are unknown in the literature. *O. crassilabiata* (HILBER) differs in larger size, stronger varices, and well-developed denticles, while *O. grundensis* and *O. landaui* possess rounded teleoconch whorls and sealed canal. *O. striata* (EICHWALD) is a closely allied spe-

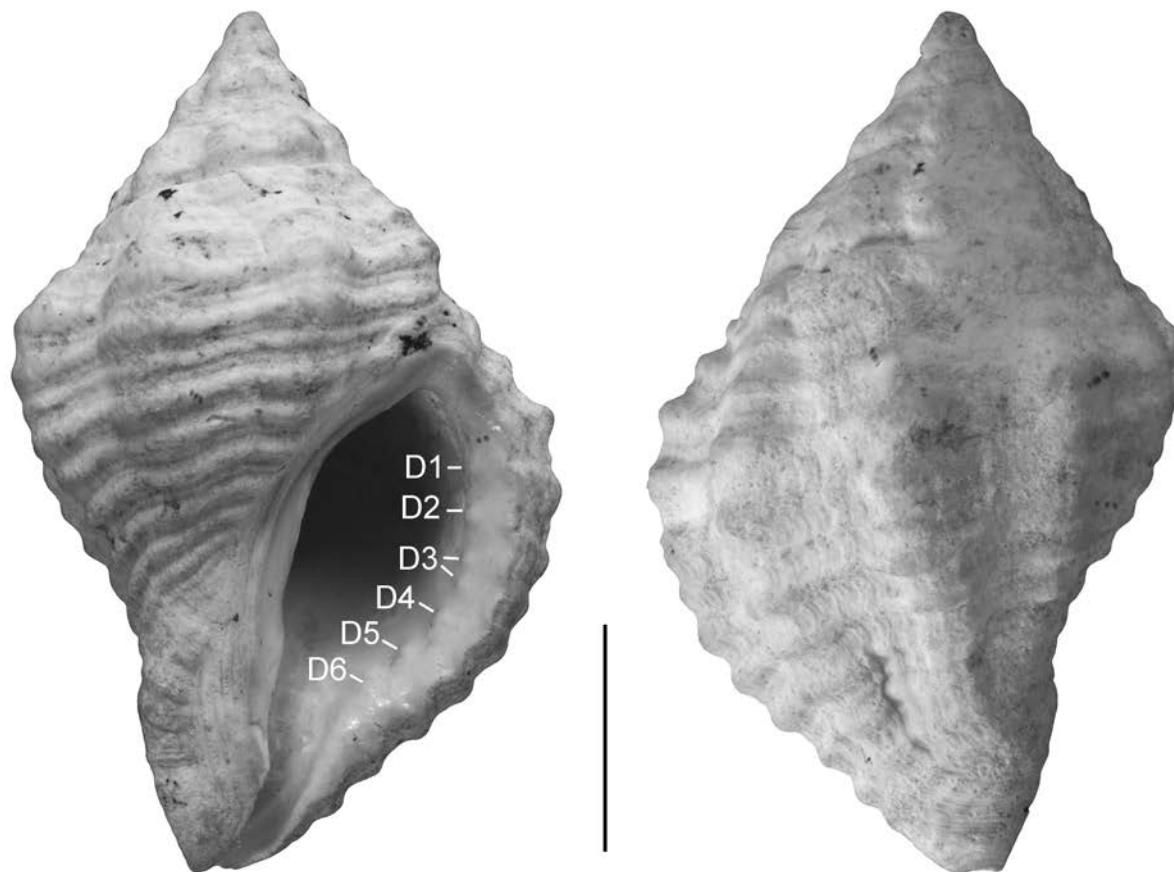


Figure 2. *Ocinebrina bertai* n. sp. Holotype, SL 19, Scale bar 5 mm
2. ábra. *Ocinebrina bertai* n. sp. Holotípus, hossz: 19, Méretvonal: 5 mm

cies in overall form but characterised by slender shell and higher, usually gradate spire. The *Ocinebrina* sp. specimens (Plate III/3–4) in the same assemblage are distinguishable by somewhat stronger varices, presence of pseudoumbilicus, and different sculpture with regularly alternating primary and secondary cords.

The material came from a yellow sandy layer of 40 cm thickness under- and overlaid by clayey sand of marine origin. *Ocinebrina* sp. and *O. bertai* n. sp. were associated with abundant specimens of *Terebralia lignitarum* (EICHWALD), and genera *Vitta* and *Granulolabium*; the assemblage is typical of the lagoon paleoenvironment.

Genus *Ocenebra* GRAY, 1847

Ocenebra vindobonensis vindobonensis (HÖRNES, 1853)
 (Plate III, figs 5–7)

- 1853 *Murex Vindobonensis* — HÖRNES, p. 252, pl. 25, fig. 17 only.
 1943 *Murex granuliferus* GRATELOUP — STRAUSZ, pl. 3, figs 9, 15
 [non *Pterynotus granuliferus* (GRATELOUP, 1833)]
 2016 *Ocenebra vindobonensis vindobonensis* (HÖRNES) —
 LANDAU et al., p. 224, pl. 1, fig. 4 (cum syn.)
 2018 *Ocenebra vindobonensis vindobonensis* (HÖRNES) —
 KOVÁCS et al., p. 123, fig. 7/I, J.

Remarks: This species is not rare in the Early Badenian

localities of Hungary but extremely abundant in the mollusc assemblage of Hosszúhetény where more than 700 specimens were collected. The specimen identified by STRAUSZ (1943) as *M. granuliferus* from the neighbouring Pécsvárad area differs in morphology from *Pterynotus granuliferus* (GRATELOUP), it actually represents *O. vindobonensis vindobonensis*. The studied specimens show moderate intraspecific variability in the development of the sculpture.

Distribution: Early – Middle Miocene. Middle Miocene: Central Paratethys (Austria, Bulgaria, Czechia, Hungary, Poland, Romania, Slovakia), Proto-Mediterranean Sea (France, Turkey).

Genus *Pteropurpura* JOUSSEAUME, 1880

Pteropurpura friedbergi (COSSMANN & PEYROT, 1924)
 (Plate III, figs 15–16)

- 1924 *Murex friedbergi* — COSSMANN & PEYROT, 98.
 non 1966 *Purpura (Tritonalia) delbosiana friedbergi* COSSMANN &
 PEYROT — SYMEONIDIS, p. 279, pl. 57, figs 4–5 [= *Pteropurpura delbosiana* (GRATELOUP, 1845)]
 1968 *Murex friedbergi* COSSMANN & PEYROT — ZELINSKAYA et al.,
 p. 186, pl. 44, figs 7–8.
 1995 *Murex (Tubicauda) friedbergi* COSSMANN & PEYROT —
 BALUK, p. 212, pl. 22, figs 6–8 (cum syn.)
 2016 *Murex friedbergi* COSSMANN & PEYROT — WYSOCKA et al.,
 text-fig. 11/C.

2019 *Pteropurpura friedbergi* (COSSMANN & PEYROT) — KOVÁCS, p. 132, figs 59–60.

Remarks: Although the species is widely distributed in the Early Badenian Central Paratethys, it is recorded here for the first time in Hungary. *P. friedbergi* appears only in the locality of Tekeres in the Hungarian part of the Pannonian Basin and is relatively common in the mollusc assemblage. The specimen illustrated by SYMEONIDIS (1966, pl. 57, figs 4–5) from the Miocene of Crete (Greece) represents *P. delbosiana* (Grateloup), it differs from *friedbergi* in larger size and in morphology by strong labral varix, and lack of spines on the siphonal canal.

Distribution: Middle Miocene: Central Paratethys (Austria, Bulgaria, Hungary: this paper, Poland, Romania, Ukraine).

Genus *Ceratostoma* HERRMANNSEN, 1846

Ceratostoma subaustriacus (STOJASPAL, 1978)
(Plate III, figs 17–18)

1978 *Jaton* (*Ceratostoma*) *subaustriaca* nom. nov. — STOJASPAL, p. 335.

2017 *Ceratostoma subaustriacus* (STOJASPAL) — VICIÁN et al., p. 269, pl. 2, figs 13–14.

2018 *Ceratostoma subaustriacus* (STOJASPAL) — KOVÁCS et al., p. 125, fig. 7/P–S.

Remarks: *C. subaustriacus* is the sole representative of the genus in the Early Badenian assemblages of the Paratethys and is extremely rare. It is only known from three localities: beside the two specimens recorded herein at Báánd, six specimens were documented at Grund (Austria) by HÖRNES (1853), and two specimens were described at Letkés by VICIÁN et al. (2017). The scarcity may be explained by the fact that the Recent *Ceratostoma* is confined to the temperate zone, while the Mid-Miocene Climate Optimum resulted in a tropical phase in the Early Badenian Central Paratethys.

Distribution: Middle Miocene: Central Paratethys (Austria, Hungary)

Subfamily Trophoninae COSSMANN, 1903

Genus *Pterynopsis* VOKES, 1972

Pterynopsis sp.
(Plate IV, figs 1–2)

Remarks: The poorly preserved specimen in the Kisbattyán assemblage is characterised by high, conical, gradate spire with 3.5 preserved spire whorls, subangulate shoulder, ovate aperture, foliated and dentate outer lip, smooth columella, straight and open siphonal canal, six varices on the second preserved spire whorl, three varices with P1 spine on the penultimate and last whorls, and two prosocline intervarical axial ribs. These morphological features correspond to the main characteristics of genus *Pterynopsis* (VOKES 1972). One species, *P. badensis* (NYST, 1881) [= *P. tortuosus*

(SOWERBY) in the older literature] is known from the Paratethys in Austria, Poland, Romania, Slovakia and Ukraine (BISKUPIČ 2016). However, the specimen figured herein is closer in size and morphology to *P. subcontabulata* (MILLET, 1854) from the Late Miocene – Pliocene NE Atlantic region (see CEULEMANS et al. 2016, pl. 2, figs 2–4), the two intervarical ribs appear on the specimen illustrated on the website of the Muséum national d'Histoire naturelle (Paris [https://science.mnhn.fr/institution/mnhn/collection/f/item/a57350]), but the poor state of preservation precludes exact determination. The genus is recorded in Hungary for the first time.

Subfamily Ergalataxinae KURODA, HABE & OYAMA, 1971

Genus *Janssenia* LANDAU, HARZHAUSER, İSLAMOĞLU & SILVA, 2013

Janssenia echinulata (PUSCH, 1837)
(Plate IV, figs 3–10)

1837 *Ricinula echinulata* — PUSCH, p. 140, pl. 11, fig. 27.

1882 *Purpura* (*Stramonita*) *haemastomoides* — HOERNES & AUINGER, p. 151.

1966 *Thais* (*Stramonita*) *haemastomoides* HOERNES & AUINGER — STRAUZ, p. 282, text-fig. 129.a, pl. 35, figs 13–15, pl. 64, fig. 1.

1995 *Thais* (*Stramonita*) *echinulata* (PUSCH) — BAŁUK, p. 222, pl. 27, figs 5–6.

2013 *Stramonita haemastomoides* (HOERNES & AUINGER) — LANDAU et al., p. 155, pl. 23, fig. 4 (*cum syn.*)

2013 *Janssenia echinulata* (PUSCH) — LANDAU et al., p. 157, pl. 23, figs 7–8 (*cum syn.*)

2018 *Janssenia echinulata* (PUSCH) — KOVÁCS et al., p. 126, fig. 8/O–Q.

Remarks: This species is extremely abundant in the gastropod assemblage of Báánd. The investigated specimens are characterised by strong intraspecific variability in height of the spire, strength of the spiral rows of tubercles and development of the columellar folds. The large amount of material available made it possible to review the taxonomic validity of *Stramonita haemastomoides* (HOERNES & AUINGER). The *J. echinulata* specimens investigated herein show remarkable differences in the strength of the columellar folds (visible only on 60% of the material); the very weak development of the folds was also emphasized by LANDAU et al. (2013). The material of HÖRNES (1852: 167) was quite small, so it is plausible that the unfolded type of *haemastomoides* (HÖRNES, 1852, pl. 13, fig. 18, designated by HOERNES & AUINGER 1882: 151) — that possesses an identical morphology with *echinulata* but folds — in fact represents *echinulata*. According to LANDAU et al. (2013: 155) all Paratethyan *haemastomoides* that are recorded in the literature represent *J. echinulata*. However, only four *haemastomoides* specimens were listed by the authors from Turkey, and the illustrated specimen (l.c., pl. 23, fig. 4) seems to fit within the variability of *J. echinulata*. Consequently, it is the arrangement of BAŁUK (1995) which is accepted herein, and *haemastomoides* is regarded as the junior synonym of *echinulata*.

From a palaeoecological point of view *J. echinulata* may be compared to the Pliocene–Recent *Stramonita haemastoma*

(LINNAEUS) as they are closely allied in size and morphology. The latter species occurs in both tropical and warm temperate water areas, and is typical of rocky littoral habitats where it can occur with a density of hundreds of specimens/m² (RILOV et al. 2001). *S. haemastoma* is a predator of bivalves (ostreoids, mytiloids), gastropods (limpets, vermetids) and cirripedes. It seems plausible that *J. echinulata* occupied the same habitat in the Badenian sea. The remains of possible prey (bivalves and vermetids) are common in the fossil assemblage of Bánd (e.g. the *Vermetus* material is over-represented compared to other Badenian localities).

Distribution: Middle Miocene: Central Paratethys (Austria, Bosnia, Bulgaria, Hungary, Poland, Romania, Slovakia, Slovenia), Proto-Mediterranean Sea (Turkey).

Genus *Phyllocoma* TAPPARONE CANEFRI, 1880

Phyllocoma michelottii (BELLARDI, 1873)
(Plate IV, figs 19–21)

1873 *Ranella michelottii* — BELLARDI, p. 275, pl. 15, fig. 22.
2001 *Phyllocoma michelottii* (BELLARDI) — LOZOUET et al., p. 59, pl. 24, fig. 7 (*cum syn.*)

Remarks: The type of this species from the Middle Miocene of the Torino Hills (Italy) is a fragmentary specimen (BELLARDI 1873, pl. 15, fig. 22). The specimen presented here from the Letkés assemblage possesses an anterodorsally depressed shell, two varices per whorl and a well-developed spiral sculpture. It agrees well in size and morphology with the materials presented by LOZOUET et al. (1993, 2001) from the Early Miocene of France. *P. michelottii* differs from *Daphnellopsis tournouëri* LOZOUET, LEDON & LESPORT, 1993 (recorded by KOVÁCS et al. 2018 from Hungary) in higher spire and different sculpture. This extremely rare species is documented for the first time in the Paratethys. (The classification of the genus is discussed in the literature, see VERMEIJ & CARLSON 2000 and HOUART 2018.)

Distribution: Chattian – Middle Miocene. Middle Miocene: Proto-Mediterranean Sea (Italy), Central Paratethys (Hungary: this paper).

Subfamily Coralliophilinae CHENU, 1859

Genus *Coralliophila* H. ADAMS & A. ADAMS, 1853

Coralliophila burdigalensis TOURNOUËR, 1874
(Plate IV, figs 22–23)

1874 *Coralliophila burdigalensis* — TOURNOUËR, p. 296, pl. 9, fig. 6.
2001 *Coralliophila burdigalensis* (TOURNOUËR) — LOZOUET et al., p. 60, pl. 25, figs 1–10 (*cum syn.*)
2018 *Coralliophila burdigalensis* TOURNOUËR — KOVÁCS et al., p. 129, fig. 9/F–I.
2019 *Coralliophila burdigalensis* TOURNOUËR — KOVÁCS, p. 137, figs 71–76.

Remarks: Up until now very little has been known about genus *Coralliophila* in the Miocene Paratethys. However, the new records (BALUK 2006, KOVÁCS et al. 2018, this paper) demonstrate a higher diversity and a wider geographical

distribution of the genus than was recognized before. *C. burdigalensis* is characterized by a highly variable shell morphology (LOZOUET & RENARD 1998). The species is widespread in the Central Paratethys, occurring in the Lower Badenian deposits of Bánd and Letkés (Pannonian Basin), and Coșteiu and Lăpugiu (Făget Basin). *C. gracilispira* BOETTGER differs in morphology by slender shell and higher spire (Plate IV/24); *C. sacyi* (COSSMANN & PEYROT) has a noticeably different sculpture; *C. biconica* BOETTGER possesses flat spire whorls and numerous axial ribs (ZILCH 1934, pl. 15, fig. 83); *C. serraticincta* BALUK has a broader shell and gradate spire. *C. burdigalensis* is associated mainly with Faviidae colonial corals that are abundant in the clayey sand deposits of Bánd (OOSTERBAAN 1990).

Distribution: Chattian – Middle Miocene. Middle Miocene: Central Paratethys (Hungary, Romania).

Coralliophila sacyi (COSSMANN & PEYROT, 1924)
(Plate IV, figs 25–26)

1924 *Purpura (Stramonita) Sacyi* nov. sp. — COSSMANN & PEYROT, p. 247, pl. 14, figs 51–52.
1998 *Coralliophila sacyi* (COSSMANN & PEYROT) — LOZOUET & RENARD, p. 175, fig. 3.1–4.
2006 *Coralliophila* sp. — BALUK, p. 210, pl. 13, fig. 9.

Remarks: This rare species is closely allied to *C. burdigalensis* in size but differs in morphology by shouldered whorls, well-developed sculpture of strong primary and weak secondary cords, and marked, narrow axial ribs. *C. sacyi* is typical of the Early Miocene of France, but sporadically occurs in the Middle Miocene of the Central Paratethys as well. The species is a new record in Hungary.

Distribution: Chattian – Middle Miocene. Middle Miocene: Central Paratethys (Hungary: this paper, Poland).

Coralliophila serraticincta BALUK, 1995
(Plate IV, figs 27–29)

1995 *Coralliophila (Coralliophila) serraticincta* — BALUK, p. 231, pl. 27, fig. 10.

Remarks: The specimens presented herein correspond to the holotype in morphology. The species is distinguishable from the similar *C. burdigalensis* and *C. gracilispira* by biconic shell, lower spire, subangulate whorls and narrower aperture. *C. biconica* differs by flat spire whorls and finer spiral cords. *C. serraticincta* is recorded for the first time in the Pannonian Basin.

Distribution: Middle Miocene: Central Paratethys (Poland, Hungary: this paper).

Genus *Leptoconchus* RÜPPELL, 1834

Leptoconchus jaegeri BOETTGER, 1906
(Plate IV, figs 30–31)

1906 *Leptoconchus jaegeri* ROLLE — BOETTGER, p. 36.
1934 *Magilus jaegeri* BOETTGER — ZILCH, p. 252, pl. 15, figs 85–86.
2018 *Leptoconchus jaegeri* BOETTGER — KOVÁCS et al., p. 130, fig. 9/P–V.

Remarks: *Leptoconchus* is a very rare genus in the Early Badenian assemblages of the Central Paratethys, and *L. jaegeri* is the only species that has hitherto been known from the Făget Basin (Romania) and Letkés (Pannonian Basin). The specimen figured herein from Bánd slightly differs from the holotype with its sculptured early whorls; it is quite similar to the Letkés material (KOVÁCS et al. 2018, fig. 9/V).

Distribution: Middle Miocene: Central Paratethys (Hungary, Romania).

Conclusions

In the present paper six newly collected Early Badenian and one Middle Badenian Muricidae assemblages are examined. 38 species are documented from Bánd (Herend Basin) (KÓKAY 1966, this paper); the material represents a moderately diverse muricid assemblage that is typical of the Central Paratethys. Similar alpha diversity was recorded in the Korytnica Basin (Poland, BAŁUK 1995, 2006), in the Lom Basin (NW Bulgaria, KOJUMDIEVA 1960, NIKOLOV 1994), and in the Vienna Basin (e.g. Gainfarn, Bad Vöslau, Steinebrunn, Austria, HOERNES & AUINGER 1879–1891). A higher diversity (more than 50 species) is known only in two regions (Făget Basin, Romania, KOVÁCS 2019; Letkés, N Pannonian Basin, KOVÁCS et al. 2018). Noteworthy features in the fauna include (i) the dominance of *Janssenia echinulata* (PUSCH), (ii) the abundance of *Favartia (Pygmaeptyris) transsylvanica* (HOERNES & AUINGER), *Ocinebrina kojumdgievae* (BAŁUK) and *Morula* (s.s.) *bellardi* (HOERNES & AUINGER), and (iii) the appearances of the rare *Ceratostoma subaustriacus* (STOJASPAL) and *Coralliophila sacyi* (COSSMANN & PEYROT). 12 species are endemic in the Paratethys (Table I), the endemic ratio is 31% in the Bánd assemblage. A similar endemicity was observed in the assemblages of Letkés (28%) and the Făget Basin (approx. 30%). From Letkés a new Paratethyan record, *Phyllocoma michelottii* (BELLARDI) is presented.

Until now not much has been known about the muricids of the Mecsek region; in fact, only six species were described earlier. Based on newly collected materials 31 species are recorded herein, six of them are new records in

Hungary: *Bolinus brandaris torularius* (LAMARCK), *Ptery-notus pseuderinaceus* (BOETTGER), *Ocinebrina landaui* KOVÁCS, *Pteropurpura friedbergi* (COSSMANN & PEYROT), *Dermomurex scalaroides* (BLAINVILLE), and *Coralliophila serraticincta* BAŁUK. Genus *Ptery-nopsis* is also recorded for the first time in Hungary. The muricid faunas of the Mecsek Mts are generally characterised by low diversity. Some species are known only in this region in Hungary, others — such as *Murexsul sandbergeri* (HÖRNES), *Favartia* (s.s.) *suboblonga* (D'ORBIGNY), and *Ocenebra vindobonensis vindobonensis* (HÖRNES) — are present in an unusual abundance. This paper also documents the extended geographical range of numerous rare species. Five species represent Paratethyan taxa, the endemic ratio is 16% in the Mecsek assemblage.

The respective occurrences of more than 80 muricid species in the Early Badenian Pannonian Basin System is confirmed by (i) a taxonomic review of the previous literature — especially the monograph of the Miocene gastropods of Hungary (STRAUSZ 1966), (ii) revisions of museum collections (KOVÁCS 2019), and (iii) analyses of newly collected mollusc assemblages (KOVÁCS et al. 2018; this paper).

Acknowledgements

I am very grateful to Attila ŐSI (Eötvös University, Budapest), Olga PIROS (MGSH, Budapest), Mauro BRUNETTI (Italy), Roland HOUART (Belgium), Didier MERLE (France) and Mikhail ROGOV (Russia) for their professional help. Radoslav BISKUPIČ (Slovakia) completed the Badenian geographical range of the Muricidae in Slovakian localities of the Vienna Basin. Critical comments of László BUTOR (University of Pécs), Alfréd DULAI (HNHM, Budapest), Barbara STUDENCKA (Polish Academy of Sciences, Warsaw) and István SZENTE (Eötvös University, Budapest) helped to improve the manuscript. Private fossil collectors: Tibor BERTA, László NÁDAI, Tamás NÉMETH, László SÖVÉR and Zoltán VICIÁN (Hungary) kindly offered their gastropod materials for study. Domonkos VERESTÓI-KOVÁCS (Budapest) contributed in a most valuable way with work of illustration.

References — Irodalom

- BÁLDI, K., BENKOVICS, L. & SZTANÓ, O. 2002: Badenian (Middle Miocene) basin development in SW Hungary: subsidence history based on quantitative paleobathymetry of foraminifera. — *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)* **91**, 490–504. <https://doi.org/10.1007/s005310100226>
- BAŁUK, W. 1995: Middle Miocene (Badenian) gastropods from Korytnica, Poland Part II. — *Acta Geologica Polonica* **45/3–4**, 153–255.
- BAŁUK, W. 2006: Middle Miocene (Badenian) gastropods from Korytnica, Poland Part V, Addenda et Corrigenda ad Prosobranchia. — *Acta Geologica Polonica* **56/2**, 177–220.
- BELLARDI, L. 1873: I molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria, 1. Cephalopoda, Pteropoda, Heteropoda, Gasteropoda (Muricidae et Tritonidae). — *Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino* **27**, 33–294.
- BERTA, T. & NÉMETH, T. 2004: *Study of the fossil fauna of Bánd (Veszprém County), 200 m SE of the church.* — Bakony-kutatási jelentés, Bakonyi Természettudományi Múzeum, Zirc, pp. 11 [in Hungarian].

- BISKUPIČ, R. 2016: The gastropod *Pteryonopsis badensis* (NYST, 1881) (Neogastropoda: Muricidae: Trophoninae) from the Late Badenian of Studienka Formation of the Vienna Basin (Western Carpathians, Slovakia): A new knowledge and overview. — *Mente et Malleo* **1/1**, 39.
- BLAINVILLE, H.M.D. de 1828–1830: Malacozoaires ou animaux mollusques. — In: *Faune Française*. 1–80 (1828), 81–240 (1829), 241–320 (1830), Levrault, Paris.
- BOETTGER, O. 1902–1906: Zur Kenntnis der Fauna der mittelmiozänen Schichten von Kostej im Krassó-Szörényer Komitat. — *Verhandlungen und Mitteilungen des siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaften zu Hermannstadt* **51**(1902), 1–200, **54**(1906), 101–244.
- BOHN-HAVAS, M. 1973: Tortonische Molluskenfauna des Östlichen Mecsek-Gebirges. — *Jahrbuch der Ungarischen Geologischen Anstalt* **53/4**, 951–1161.
- BOSNAKOFF, M. 2013: Badeni otholitok egy tekeresi feltárásból [Badenian otholites from an excavation of Tekeres]. — In: *16. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés. Program, előadaskivonatok, kirándulásvezető*, 12, MÁFI, Orfű (in Hungarian).
- CEULEMANS, L., VAN DINGENEN, F., MERLE, D. & LANDAU, B. 2016: The lower Pliocene gastropods of Le Pigeon Blanc (Loire-Atlantique, northwest France). Part 3 — Muricidae. — *Vita Malacologica* **15**, 35–55.
- CHIKÁN, G. 1991: Die Känozoischen Ablagerungen des westlichen Mecsekgebirges. — *Jahrbuch der Ungarischen Geologischen Anstalt* **72**, 1–281.
- COSSMANN, M. & PEYROT, A. 1924: Conchologie néogénique de l'Aquitaine. — *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux* **75**, 71–318.
- CSEPREGHY-MEZNERICS, I. 1950: Die Tortonische fauna von Hidas (kom. Baranya, Ungarn). — *Jahrbuch der Ungarischen Geologischen Anstalt* **39/2**, 1–115.
- CSEPREGHY-MEZNERICS, I. 1956: Die Molluskenfauna von Szob und Letkés. — *Jahrbuch der Ungarischen Geologischen Anstalt* **45/2**, 363–477.
- CSEPREGHY-MEZNERICS, I. 1971–1972: La faune Tortonienne-Inférieure des gisements tufiques de la Montagne de Bükk: Gastropodes II. — *Egri Múzeum Évkönyve*, 26–36.
- DUDKO, A., BENCE, G. & SELMECZI, I. 1992: The tectonic origin of Miocene basins on the south-western edge of the Transdanubian Central Range. — *A MÁFI Jelentése az 1990. évről*, 107–124, (in Hungarian with English abstract).
- DULAI, A. 2005: Badenian (Middle Miocene) Polyplacophora from the Central Paratethys (Bánd and Devecser, Bakony Mountains, Hungary). — *Fragmenta Palaeontologica Hungarica* **23**, 29–49.
- DULAI, A. 2007: Badenian (Middle Miocene) micromorphic brachiopods from Bánd and Devecser (Bakony Mountains, Hungary). — *Fragmenta Palaeontologica Hungarica* **24–25**, 1–13.
- EICHWALD, E. 1853: *Lethaea Rossica ou Paléontologie de la Russie*. — Schweizerbart, Stuttgart, 533 p.
- FEHSE, D. & VICIÁN, Z. 2004: A new Zonarina (Mollusca: Gastropoda: Cypraeidae) from the middle Miocene (Badenian) of Hungary. — *Földtani Közlöny* **134/2**, 201–208.
- FÖLDI M. 1966: A hidas terület földtani felépítése. — *A MÁFI évi jelentése az 1964. évről*, 93–111.
- HAAS, J. (ed.) 2012: *Geology of Hungary*. — Springer, pp. 244. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-21910-8>
- HÁMOR, G. 1970: Das Miozän des östlichen Mecsekgebirges. — *Jahrbuch der Ungarischen Geologischen Anstalt* **53/1**, 1–483.
- HARZHAUSER, M. 2002: Marine und brachyhaline Gastropoden aus dem Karpatium des Korneuburger Beckens und der Kreuzstettner Bucht (Österreich, Untermiozän). — *Beiträge zur Paläontologie* **27**, 61–159.
- HARZHAUSER, M. & LANDAU, B. 2016: A revision of the Neogene Conidae and Conorbidae (Gastropoda) of the Paratethys Sea. — *Zootaxa* **4210/1**, 1–178.
- HARZHAUSER, M., MANDIC, O. & ZUSCHIN, M. 2003: Changes in Paratethyan marine molluscs at the Early/Middle Miocene transition: diversity, palaeogeography and palaeoclimate. — *Acta Geologica Polonica* **53/4**, 323–339.
- HARZHAUSER, M., LANDAU, B. & BREITENBERGER, A. 2017: The false limpet *Siphonaria* in the circum-Tethyan Miocene with emphasis on its occurrence in the Paratethys Sea. — *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien, Serie A* **119**, 115–130.
- HOERNES, R. & AUINGER, M. 1879–1891: Die Gasteropoden der Meeres-Ablagerungen der ersten und zweiten Miozänen Mediterran-Stufe in der Österreichisch-Ungarischen Monarchie. — *Abhandlungen der k.k. geologischen Reichsanstalt* **12**, 1–382, 50 pls. Published in parts: 1–52, pls 1–6 (1879), 53–112, pls 7–12 (1880), 113–153, pls 13–16 (1882), 154–192, pls 17–22 (1884), 193–232, pls 23–28 (1885), 233–282, pls 29–36 (1890), 283–330, pls 37–42 (1891), 331–382, pls 43–50 (1891).
- HOUART, R. 2018: Historique et classification des espèces actuelles de Muricidae (Neogastropoda, Muricoidea). — *Novapex* **19/2**, 37–66.
- HÖRNES, M. 1851–1870: Die fossilen Mollusken des Tertiär-Beckens von Wien. — *Abhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt*, **3–4**, 1–42, pl. 1–5 (1851), 43–208, pl. 6–20 (1852), 209–296, pl. 21–32 (1853), 297–382, pl. 33–40 (1854), 383–460, pl. 41–45 (1855), 461–736, pl. 46–52 (1856) (3); 1–479, pls 1–85 (1870) (4).
- IONESI, B. & NICOROCI, E. 1994: Contributions à l'études des mollusques badéniens de Crivineni–Pătărlagele. — In: NICOROCI, E. (ed.): *The Miocene from the Transylvanian Basin, Romania*, 55–64, Editura Carpatica, Cluj-Napoca.
- JANEČEK, T. 2018: *Systematická a paleoekologická analýza kolekce spodnobadenských fosilií z lokality Lomnička uložené ve Vlastivědném muzeu v Olomouci*. — Thesis, Palacký University, Olomouc, pp. 100. https://theses.cz/id/wqjayf/DP_Lomnika_Tom_Janeek.pdf (Download: 11.08.2018).
- JOVANOVIĆ, G. 2010: Badenian Gastropods of Trnjane near Negotin (Eastern Serbia). — *Proceedings of the 15th Congress of Geologists of Serbia with international participation*, 83–86.
- KOJUMDIEVA, E. 1960: Le Tortonien du type viennois. — In: KOJUMDIEVA, E. & STRACHIMIROV, B.: *Les fossiles de Bulgarie, VII, Tortonien*, 1–246, Academie des Sciences de Bulgarie, Sofia.
- KÓKAY, J. 1966: Geologische und paläontologische Untersuchung des Braunkohlengebietes von Herend — Márkó (Bakony-Gebirge, Ungarn). — *Geologica Hungarica, Series Palaeontologica* **36**, 1–147.

- KÓKAY, J. 2006: Nonmarine mollusc fauna from the Lower and Middle Miocene, Bakony Mts, W Hungary. — *Geologica Hungarica, Series Palaeontologica* **56**, 1–196.
- KOVÁCS, Z. 2018a: Description of three new species of Muricidae (Neogastropoda) from the Miocene Paratethys. — *Novapex* **19/1**, 29–35.
- KOVÁCS, Z. 2018b: New records of the genus *Euthria* (Mollusca, Buccinidae) in the Miocene Paratethys. — *Földtani Közlemény* **148/2**, 179–182. <https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2018.148.2.179>
- KOVÁCS, Z. 2019: Muricidae (Neogastropoda) assemblages from the Middle Miocene of the Făget Basin (Romania) in the collection of the Hungarian Natural History Museum, Budapest. — *Fragmenta Palaeontologica Hungarica* **35** (2018), 111–142. <https://doi.org/10.17111/FragmPalHung.2018.35.111>
- KOVÁCS, Z. & VICIÁN, Z. 2014: Badenian (Middle Miocene) Conoidean (Neogastropoda) fauna from Letkés (N Hungary). — *Fragmenta Palaeontologica Hungarica* **30**, 53–100.
- KOVÁCS, Z. & VICIÁN, Z. 2018: Middle Miocene Tonnoidea and Ficoidea (Caenogastropoda) assemblages from Letkés (Hungary). — *Fragmenta Palaeontologica Hungarica* **34**, 75–104. <https://doi.org/10.17111/FragmPalHung.2017.34.75>
- KOVÁCS, Z., HIRMETZL, T. & VICIÁN, Z. 2018: Miocene Muricidae (Neogastropoda) assemblage from Letkés (Hungary). — *Bollettino Malacologico* **54/2**, 110–133.
- LAMARCK, J. B. P. A. de M. 1822: *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*, 7. — Paris (Lamarck), 711 p.
- LANDAU, B. M., HOUART, R. & SILVA, C. M. 2007: The Early Pliocene Gastropoda (Mollusca) of Estepona, Southern Spain. — *Palaeontos* **11**, 1–87.
- LANDAU, B., HARZHAUSER, M., İSLAMOĞLU, Y. & SILVA, C. M. 2013: Systematics and palaeobiogeography of the gastropods of the middle Miocene (Serravallian) Karaman Basin, Turkey. — *Cainozoic Research* **11–13**, 1–584.
- LANDAU, B., HARZHAUSER, M., BÜYÜKMERİÇ, Y. & BREITENBERGER, A. 2016: Additions to the gastropods of the middle Miocene (Serravallian) Karaman Basin, Turkey. — *Cainozoic Research* **16/2**, 221–229.
- LANDAU, B., MERLE, D., CEULEMANS, L. & VAN DINGENEN, F. 2019: The upper Miocene gastropods of northwestern France, 3. Muricidae. — *Cainozoic Research* **19/1**, 3–44.
- LOZOUET, P. & RENARD, P. 1998: Les Coralliophilidae, Gastropoda de l'Oligocène et du Miocène inférieur d'Aquitaine (Sud-Ouest de la France): systématique et coraux hôtes. — *Geobios* **31/2**, 171–184. [https://doi.org/10.1016/s0016-6995\(98\)80037-5](https://doi.org/10.1016/s0016-6995(98)80037-5)
- LOZOUET, P., LEDON, D. & LESPORT, J.-F. 1993: Le genre *Lindapterys* (Neogastropoda, Muricidae): un exemple de disjonction de distribution en domaine tropical marin. — *Geobios* **2**, 39–50. [https://doi.org/10.1016/s0016-6995\(06\)80210-x](https://doi.org/10.1016/s0016-6995(06)80210-x)
- LOZOUET, P., LESPORT, J.-F. & RENARD, P. 2001: Révision des Gastropoda (Mollusca) du Stratotype de l'Aquitainien (Miocène inf.): site de Saucats “Larief”, Gironde, France. — *Cossmannia*, Hors-série **3**, GERMC, 190 p.
- MAYER, C. 1869: Descriptions de Coquilles fossiles des terrains tertiaires supérieurs. — *Journal de Conchyliologie* **17**, 82–86.
- MERLE, D., GARRIGUES, B. & POINTIER, J.-P. 2011: *Fossil and Recent Muricidae of the World. Part Muricinae*. — ConchBooks, 648 p.
- NIKOLOV, P. I. 1994: Some molluscs from the Badenian (Middle Miocene) west of Pleven (Central Northern Bulgaria). II. Gastropoda: order Neogastropoda. — *Geologica Balcanica* **24/4**, 45–70.
- OOSTERBAAN, A. 1990: Notes on a collection of Badenian (Middle Miocene) corals from Hungary in the National Museum of Natural History at Leiden (The Netherlands). — *Contributions to Tertiary and Quaternary Geology* **27/1**, 3–15.
- ORBIGNY, A. d' 1852: *Prodrome de paléontologie stratigraphique universelle des animaux mollusques et rayonnés, faisant suite au cours élémentaire de paléontologie et de géologie stratigraphique*, 3. — Masson, Paris, 196 p, index 189 p.
- PUSCH, G. G. 1836–1837: *Polens Paläontologie oder Abbildung und Beschreibung der vorzüglichsten und der noch unbeschriebenen Petrefakten aus den Gebirgsformationen in Polen, Volhynien und den Karpathen*. — Schweizerbart, Stuttgart, 1–80, pls 1–10 (1836), 81–218, pls 11–16 (1837).
- RILOV, G., BENAYAHU, Y. & GASITH, A. 2001: Low abundance and skewed population structure of the whelk *Stramonita haemastoma* along the Israeli Mediterranean coast. — *Marine Ecology Progress Series* **218**, 189–202. <https://doi.org/10.3354/meps218189>
- SANT, K., PALCU, D., TURCO, E., DI STEFANO, A., BALDASSINI, N., KOUWENHOVEN, T., KUIPER, K. & KRIJGSMAN, W. 2019: The mid-Langhian flooding in the eastern Central Paratethys: integrated stratigraphic data from the Transylvanian Basin and SE Carpathian Foredeep. — *International Journal of Earth Sciences* **108/7**, 2209–2232. <https://doi.org/10.1007/s00531-019-01757-z>
- SEBE, K., CSILLAG, G., DULAI, A., GASPARIK, M., MAGYAR, I., SELMECZI, I., SZABÓ, M., SZTANÓ, O. & SZUROMI-KORECZ, A. 2015: Neogene stratigraphy in the Mecsek region. — In: BARTHA, R., KRIVÁN, Á., MAGYAR, I. & SEBE, K. (eds): *Neogene of the Paratethyan Region*. 6th Workshop on the Neogene of Central and South-Eastern Europe. An RCMNS Interim Colloquium. Programme, Abstracts, Field Trip Guidebook, Hungarian Geological Society, Budapest, 102–124.
- SELMECZI, I. 1987: Mollusc species in the Miocene formations of the Hidas Browncoal Basin (S Hungary) proving connections with the Eastern Paratethys. — *Földtani Közlemény* **117/1**, 71–78 (In Hungarian with English abstract).
- SELMECZI, I. 2015: Geological description of the superficial formations of Hungary. Middle Miocene. — In: KERCSMÁR, Zs. (ed.): *Surface geology of Hungary. Explanatory notes to the Geological map of Hungary (1:500 000)*. Geological and Geophysical Institute of Hungary, Budapest, 38–44.
- SOMOS, L. & KÓKAY, J. 1960: Geologische Beobachtungen im Lias und Miozän des Mecsekgebirges. — *Földtani Közlemény* **90/3**, 331–347 (In Hungarian with German summary).
- STOJASPAL, F. 1978: Muricidae. — In: PAPP, A., CÍCHA, I., SENEŠ, J. & STEININGER, F.: *M₄ Badenien. Chronostratigraphie und Neostatotypen* 6. 333–340, Veda, Bratislava.
- STRAUSZ, L. 1928: Das Mediterran des Mecsekgebirges in Südungarn. — *Geologische und Palaeontologische Abhandlungen*, N. F. **15/5**, 361–418.
- STRAUSZ, L. 1943: Über das Mediterran von Pécsvárad, Püspöklak und Várpalota. — *Földtani Közlemény* **73/1–3**, 228–232.
- STRAUSZ, L. 1950: Deux faunes miocènes de la Montagne Mecsek, Hongrie. — *Földtani Közlemény* **80/7–9**, 245–246.

- STRAUSZ, L. 1966: *Die miozän-mediterranen Gastropoden Ungarns*. — Akadémiai, Budapest, 692 p.
- SYMEONIDIS, N. 1966: Das Neogen von Ostkreta. — *Annales Géologiques des Pays Helléniques* **16**, 249–314.
- TOURNOUËR, R. 1874: Description de coquilles des faluns. — *Journal de Conchyliologie* **22**, 288–308.
- VICIÁN, Z., KROCK, H. & KOVÁCS, Z. 2017: New gastropod records from the Cenozoic of Hungary. — *Földtani Közlöny* **147/3**, 265–282. <https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2017.147.3.265>
- VERMEIJ, G. J. & CARLSON, S. J. 2000: The muricid gastropod subfamily Rapaninae: phylogeny and ecological history. — *Paleobiology* **26/1**, 19–46.
- VOKES, E. 1972: *Pterylopsis*, new genus of Trophoninae (Gastropoda). — *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Sciences de la Terre* **48/9**, 1–7.
- WYSOCKA, A., RADWANSKI, A., GORKA, M., BABEL, M., RADWANSKA, U. & ZŁOTNIK, M. 2016: The Middle Miocene of the Fore-Carpathian Basin (Poland, Ukraine and Moldova). — *Acta Geologica Polonica* **66/3**, 351–401. doi:10.1515/agp-2016-0017
- ZILCH, A. 1934: Zur Fauna des Mittel-Miocens von Kostej (Banat); Typus Bestimmung und Tafeln zu O. Boettger's Bearbeitungen. — *Senckenbergiana* **16**, 193–302.
- ZELINSKAYA, V. A., KULICHENKO, V. G., MAKARENKO, D. E. & SOROCHAN, E. A. 1968: Gastropod and scaphopod molluscs of the Paleogene and Miocene of Ukraine. — *Paleontologicheskij Spravochnik* **2**, 1–282 (in Russian).
- Manuscript received: 25/09/2019

Plate I — I. tábla

- Figs 1–2. *Bolinus brandaris torularius* (LAMARCK), SL 53 (1.2×), Hidas.
- Fig. 3. *Bolinus brandaris torularius* (LAMARCK), SL 32 (1.5×), Hidas.
- Figs 4–5. *Bolinus submuticus* (GRATELOUP), SL 29 (1×), Bánd.
- Figs 6–7. *Hexaplex (Trunculariopsis) austriacus* (TOURNOUËR), SL 59 (1×), Bánd.
- Figs 8–9. *Hexaplex (Trunculariopsis) austriacus* (TOURNOUËR), SL 48 (1×), Hidas.
- Fig. 10. *Chicoreus (Triplex) aquitanicus* (GRATELOUP), SL 65 (1×), Hosszúhetény.
- Figs 11–12. *Chicoreus (Triplex) borni* (HÖRNES), SL 58 (1×), Bánd.
- Figs 13–14. *Chicoreus (Triplex) borni* (HÖRNES), SL 48 (1×), Hosszúhetény.
- Figs 15–16. *Purplellus cyclopterus* (MILLET), SL 34 (1.3×), Mecsekpölöske.
- Figs 17–18. *Aspella emmae* (BOETTGER), SL 8 (4×), Bánd.
- Figs 19–20. *Aspella subanceps* (D'ORBIGNY), SL 10 (3×), Mecsekpölöske.
- Figs 21–22. *Dermomurex (Dermomurex) distinctus* (CRISTOFORI & JAN), SL 25 (1.6×), Bánd.
- Figs 23–24. *Dermomurex (Dermomurex) scalaroides* (BLAINVILLE), SL 12 (3×), Kisbattyán.
- Figs 25–26. *Dermomurex (Dermomurex) sp.*, SL 10.4 (3×), Mecsekpölöske.
- Figs 27–28. *Pterynotus (Pterynotus) pseuderinaceus* (BOETTGER), SL 8 (6×), Mecsekpölöske.
- Fig. 29. *Typhinellus labiatus* (CRISTOFORI & JAN), SL 18 (2×), Bánd.

Scale bars/Méretvonalak: 5 mm for Figs 1–16, 21–22, 29; 1 mm for Figs 17–20, 23–28.

Plate II — II. tábla

- Figs 1–2. *Typhinellus labiatus* (CRISTOFORI & JAN), SL 25 (1.6×), Hidas.
- Figs 3–4. *Siphonochelus fistulosus* (BROCCHI), SL 10.5 (3×), Tekeres.
- Figs 5–6. *Tripterotyphis tripterus* (GRATELOUP), SL 9 (3.5×), Bánd.
- Figs 7–8. *Subptyernotus graniferus* (MICHELOTTI), SL 56 (1×), Bánd.
- Fig. 9. *Murexsul sandbergeri* (HÖRNES), SL 27 (1.8×), Mecsekpölöske.
- Figs 10–11. *Murexsul sandbergeri* (HÖRNES), SL 34 (1.5×), Mecsekpölöske.
- Figs 12–13. *Murexsul typhioides* (MAYER), SL 10 (3.5×), Bánd.
- Figs 14–15. *Favartia (Favartia) absona* (CRISTOFORI & JAN), SL 12 (3×), Bánd.
- Figs 16–17. *Favartia (Favartia) czjzeki* (HOERNES & AUINGER), SL 8.5 (4.5×), Bánd.
- Figs 18–19. *Favartia (Favartia) suboblonga* (D'ORBIGNY), SL 15 (3×), Mecsekpölöske.
- Figs 20–21. *Favartia (Pygmaeptyeris) transsylvanica* (HOERNES & AUINGER), SL 14.5 (3×), Bánd.
- Figs 22–23. *Ocinebrina boeckhi* (HOERNES & AUINGER), SL 27 (2×), Kisbattyán.
- Figs 24–25. *Ocinebrina confluens* (EICHWALD), SL 18 (2×), Hidas (Locality 2).
- Fig. 26. *Ocinebrina dertonensis* (BELLARDI), SL 25 (1.6×), Hosszúhetény.
- Figs 27–28. *Ocinebrina kojumdgievae* (BALUK), SL 33 (1.6×), Bánd.
- Figs 29–30. *Ocinebrina kojumdgievae* (BALUK), SL 36 (1.6×), Bánd.

Scale bars/Méretvonalak: 5 mm for Figs 1–2, 7–11, 22–30; 1 mm for Figs 3–6, 12–21.

Plate III — III. tábla

- Figs 1–2. *Ocenebrina landaui* KOVÁCS, SL 21 (2×), Bánd.
 Figs 3–4. *Ocenebrina* sp., SL 18 (2×), Bánd.
 Fig. 5. *Ocenebra vindobonensis vindobonensis* (HÖRNES), SL 29 (1.5×), Hosszúhetény.
 Figs 6–7. *Ocenebra vindobonensis vindobonensis* (HÖRNES), SL 35 (1.5×), Hosszúhetény.
 Figs 8–9. *Hadriana mioincrassata* (SACCO), SL 35.5 (1.2×), Hidas.
 Figs 10–11. *Jaton sowerbyi* (MICHELOTTI), SL 53 (1.2×), Bánd.
 Figs 12–13. *Jaton sowerbyi* (MICHELOTTI), SL 47 (1.2×), Hosszúhetény.
 Fig. 14. *Jaton sowerbyi* (MICHELOTTI), SL 38 (1.2×), Hosszúhetény.
 Figs 15–16. *Pteropurpura friedbergi* (COSSMANN & PEYROT), SL 33 (2×), Tekeres.
 Figs 17–18. *Ceratostoma subaustriacus* (STOJASPAL), SL 81 (1×), Bánd.
 Figs 19–20. *Vitularia linguabovis* (BASTEROT), SL 74 (0.9×), Hosszúhetény.

Scale bars/Méretvonalak: 5 mm

Plate IV. — IV. tábla

- Figs 1–2. *Pteryopsis* sp., SL 21 (2×), Kisbattyán.
 Figs 3–4. *Janssenia echinulata* (PUSCH), SL 23 (1.3×), Bánd.
 Figs 5–6. *Janssenia echinulata* (PUSCH), SL 32 (1.3×), Bánd.
 Fig. 7. *Janssenia echinulata* (PUSCH), SL 32 (1.3×), Hosszúhetény.
 Fig. 8. *Janssenia echinulata* (PUSCH), SL 53 (1.3×), Bánd.
 Figs 9–10. *Janssenia echinulata* (PUSCH), SL 48 (1.3×), Bánd.
 Figs 11–12. *Janssenia spinosa* (KOJUMDGIEVA), SL 23 (2×), Bánd.
 Figs 13–14. *Cathymorula exilis* (HÖRNES), SL 32 (1.3×), Hosszúhetény.
 Figs 15–16. *Morula (Morula) bellardii* (HOERNES & AUINGER), SL 9 (4×), Bánd.
 Figs 17–18. *Morula (Habromorula) austriaca* (HOERNES & AUINGER), SL 20 (2×), Bánd.
 Figs 19–21. *Phyllocoma michelottii* (Bellardi), SL 23 (2×), Letkés.
 Figs 22–23. *Coralliophila burdigalensis* TOURNOUËR, SL 9 (4×), Bánd.
 Fig. 24. *Coralliophila gracilispira* BOETTGER, SL 9 (4×), Mecsekpölöske.
 Figs 25–26. *Coralliophila sacyi* (COSSMANN & PEYROT), SL 10.5 (3×), Bánd.
 Fig. 27. *Coralliophila serraticincta* BALUK, SL 6 (4.5×), Mecsekpölöske.
 Figs 28–29. *Coralliophila serraticincta* BALUK, SL 10.2 (4×), Mecsekpölöske.
 Figs 30–31. *Leptoconchus jaegeri* BOETTGER, SL 14.5 (2.7×), Bánd.

Scale bars/Méretvonalak: 5 mm for Figs 1–14, 19–21, 2 mm for Figs 15–18, 22–31.

Plate I — I. tábla

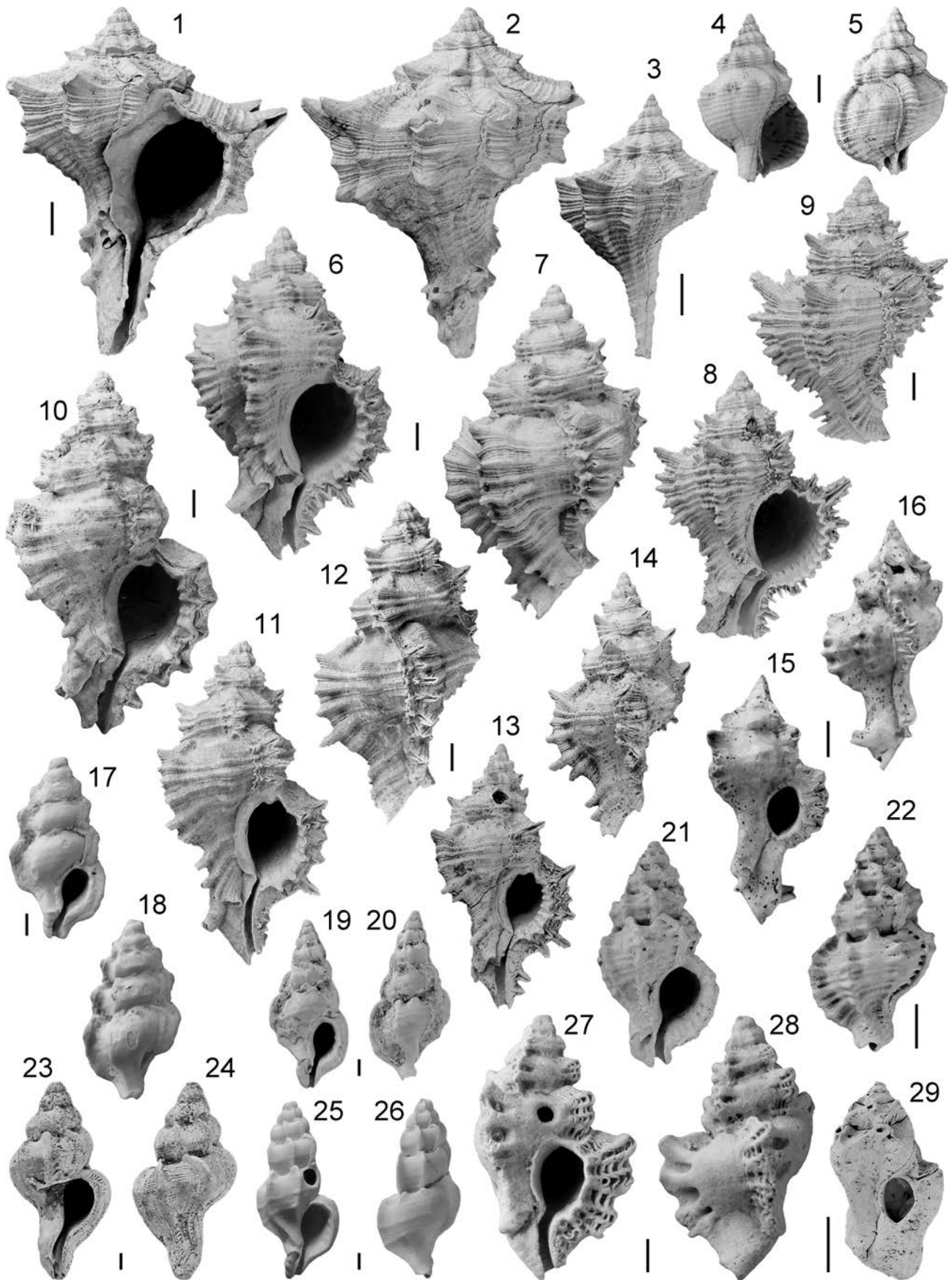


Plate II — II. tábla

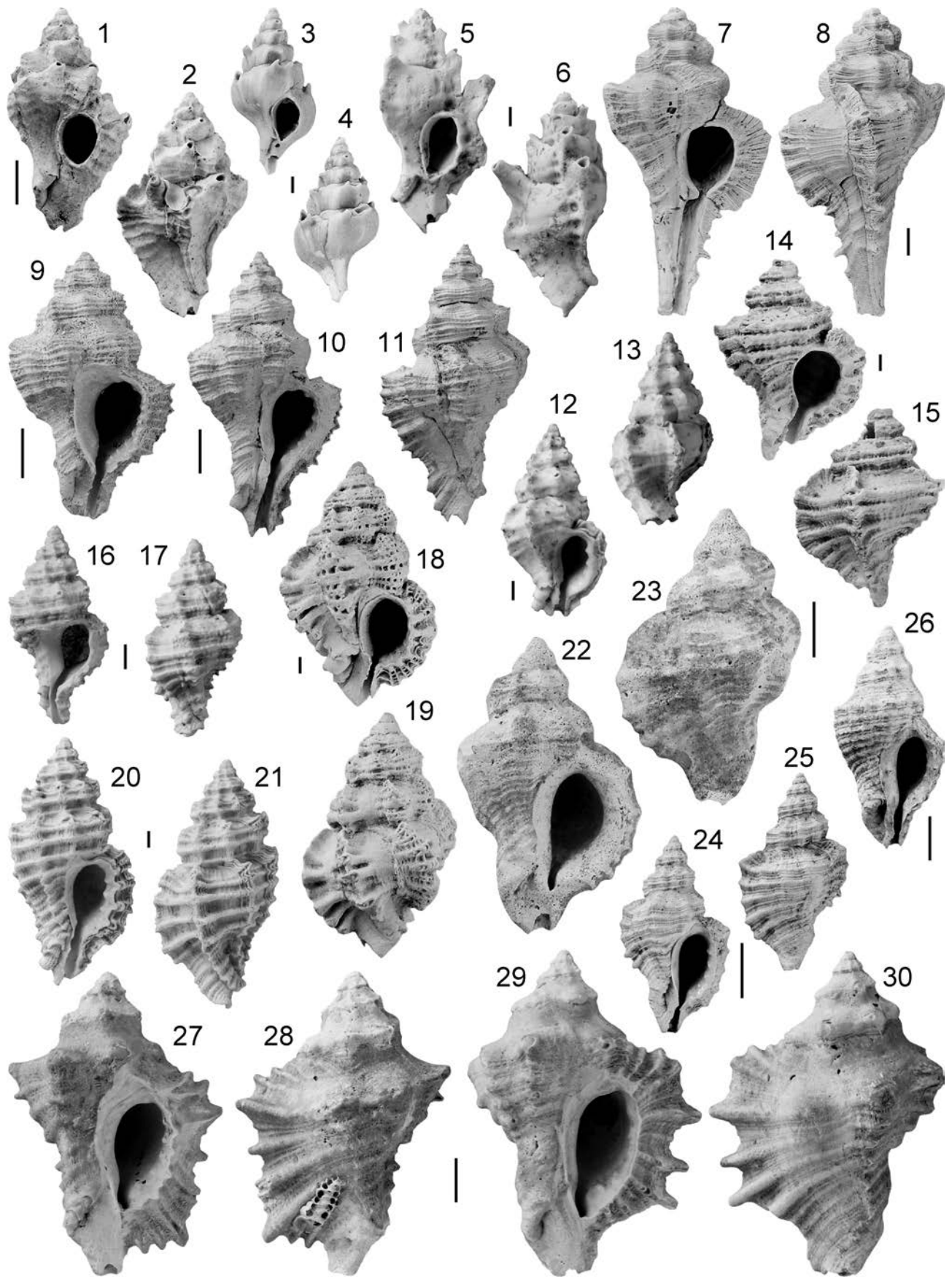


Plate III — III. tábla

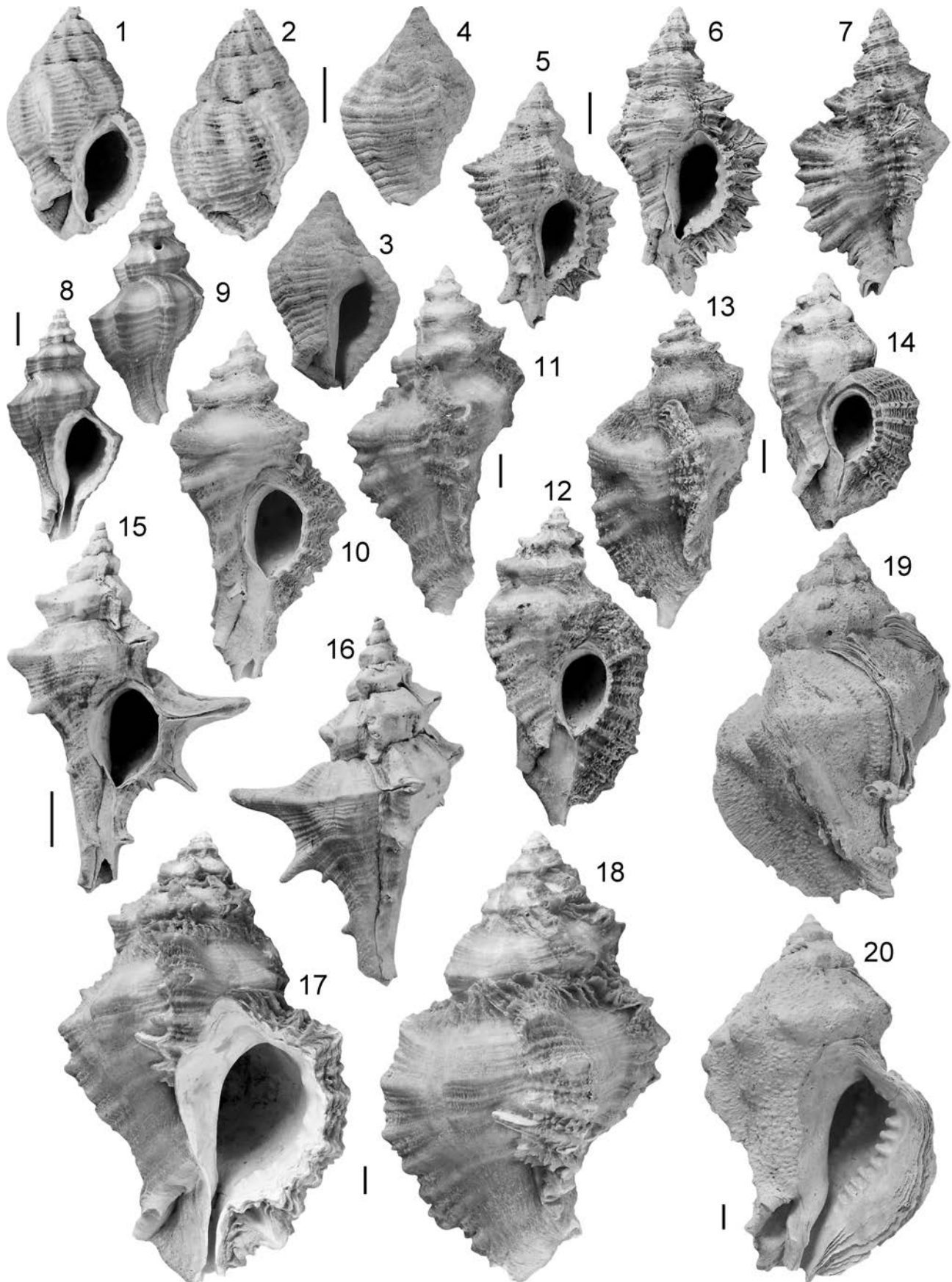
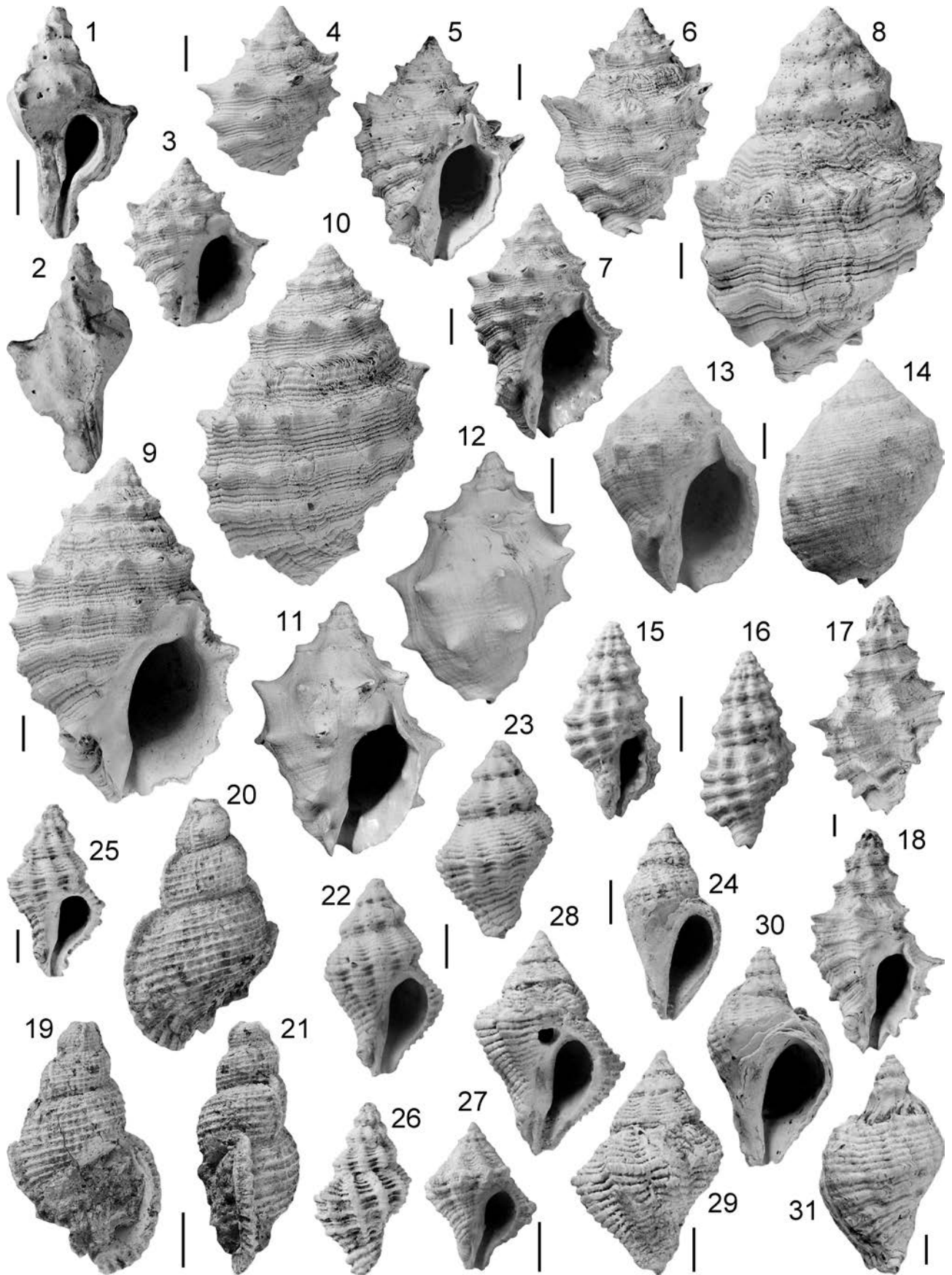


Plate IV — IV. tábla



Elavult malakológiai nevezéktan negyedidőszaki és régészeti publikációkban: A tudományos név mögötti hipotézis

PÁLL-GERGELY Barna

ATK Növényvédelmi Intézet
e-mail: pallgergely2@gmail.com
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6167-7221>

Outdated malacological nomenclature in publications dealing with Quaternary and archaeological themes, respectively

Abstract

The scientific names of species are not stable. They mostly change because new scientific results refute pre-existing hypotheses about the evolutionary relationships of organisms. The results of taxonomy and systematics only slowly (if ever) penetrate other disciplines. Reading Quaternary and archaeological publications — both in English and Hungarian — one can see that some scientific names are still used as if they are valid, despite having been incorrect for decades. In this paper I try to elucidate the background of this phenomenon, and suggest solutions.

Keywords: taxonomy, systematics, nomenclature, MolluscaBase, taxonomic databases

Összefoglalás

A fajok tudományos nevei nem állandóak. Elsősorban azért változnak, mert az új tudományos eredmények megcáfolják az adott élőlény leszármazási viszonyaival kapcsolatban addig elfogadott hipotéziseinket. A rendszertan (taxonómia és szisztematika) eredményei csak lassan (ha egyáltalán) szivárognak be a többi tudományterületre. Hazai és nemzetközi negyedidőszaki és régészeti cikkeket olvasva bárki láthatja, hogy gyakran használnak olyan tudományos neveket, amelyek akár évtizedek óta helytelenek. Ebben az írásban a jelenség hátterét igyekszem megvilágítani, és javaslatot teszek a megoldásra is.

Tárgyszavak: taxonómia, szisztematika, nevezéktan, MolluscaBase, taxonómiai adatbázisok

A zoológiai nomenklatúra (nevezéktan) alapvetően binominális, azaz minden faj tudományos neve két részből áll. Az első, a nagy kezdőbetűvel írandó génusznév, a második a kisbetűs fajnév (pl. *Homo sapiens*). Ezt a rendszert Carl LINNAEUS-nak (LINNÉ) köszönhetjük, aki ezt a sémát alkalmazta az állatok és növények latin neveire. Az ötlet annyira bevált, hogy a tudomány a mai napig ezt követi, és bár vannak próbálkozások a linnéi kategóriáktól való elszakadásra (pl. LAURIN 2010), nem valószínű, hogy más nevezéktani formát alkalmaznánk a fajok jelölésére. A binominális nomenklatúrát PODANI (2010) LINNÉ „óriási tévedésének” hívta, hiszen bár a rendszerezés alapegysége a faj, a nevezéktané a génusz. A fajnév (*sapiens*) ugyanis önmagában semmit nem ér, muszáj a génusznévhez (*Homo*) társítani, hogy egy konkrét fajt jelöljön. LINNÉ védelmében annyit el kell mondanunk, hogy egytagú nevekkal nehezen lehetne úgy jelölni

az eddig leírt közel 2 millió fajt, hogy ne legyenek azonos fajnevek (bár ez előfordul a jelenlegi rendszerben is).

Rendszertani alapelv, hogy a génuszoknak monofiletikusnak kell lenniük, tehát kizárólag olyan közel rokon fajokat tartalmazhatnak, amelyek egy közös őstől származnak. Továbbá minden génusznak tartalmaznia kell az összes fajt, amely a közös őstől származik. A nem monofiletikus (tehát polifiletikus) génuszok vagy egyéb rendszertani kategóriák egyszerűen hibásak, ki kell őket javítani. A rokonsági viszonyok kibogozása természetesen nem egyszerű. Rendszertannal foglalkozó szakemberek generációinak munkája alakítja apró lépésenként az élővilág rendszerét, amely egyre tökéletesedik, tehát a faj feletti csoportok egyre inkább válnak monofiletikussá. A taxonómia, szisztematika és a rendszertan viszonyáról bővebben egy korábbi cikkemben írtam (PÁLL-GERGELY 2018), most erre nem térek ki.

Az itt felvázoltakból az következik, hogy a gyakorlatban nem ritka, hogy a fajnév „vezetéknevet cserél”, tehát más génuszba sorolódik, mint amelybe eredetileg leírták, vagy amibe évtizedeken keresztül tartozott. A rendszertani átrendeződéseknek a forradalmát éljük, hiszen a molekuláris filogenetikai módszerek mára rutinszerűvé váltak, és gyakran újraírják az eddig gondolt leszármazási viszonyokat. Íme, egy szemléletes példa. Magyarország talán leggyakoribb csigája, a pannon csiga majd’ egy évszázadon keresztül *Cepaea vindobonensis* volt, azonban NEIBER et al. (2016) perdöntő molekuláris filogenetikai bizonyítékok alapján átsorolta a *Caucasotachea* génuszba, így a faj érvényes neve *Caucasotachea vindobonensis* lett. Természetesen nemcsak újonnan feltárt leszármazási viszonyok miatt változhat meg a tudományos név, hanem a nomenklátúra belső szabályai miatt is. Például a közismert *Trichia hispida* (LINNAEUS, 1758) csigafaj neve azért változott meg *Trochulus hispidus* névre, mert a *Trichia* név egy bogárgénuszt is jelöl, így a csigagénusznak, amelyet később írtak le, új nevet kellett adni (ICZN 2004).

A negyedidőszaki és régészeti szakirodalomban (még a vezető nemzetközi folyóiratokban is) gyakran láthatóak olyan tudományos nevek, amelyek évtizedek óta nem helyesek. Ilyenek például a térségünk kvarter rétegeiből gyakran előkerülő *Succinea oblonga* (DRAPARNAUD, 1801) (helytelenül *Succinea oblonga*), *Fruticicola fruticum* (O. F. MÜLLER, 1774) (helytelenül *Bradybaena fruticum*), *Hessemilimax kotulae* (WESTERLUND, 1883) (helytelenül *Semilimax kotulai* [sic!]), a már említett *Trochulus hispidus* és egyéb, korábban a *Trichia* génuszba sorolt fajok is. A Google Scholar adatbázisában 2016 után megjelent publikációkra keresve, 17 találatot kaptam a „trichia hispida” + „quaternary”, 29 találatot a „succinea oblonga” + „quaternary” és 22 találatot a „cepaea vindobonensis” + „quaternary” kulcsszavakra (a keresés 2020. április 16-án történt). A megtalált publikációk egy része nyilvánvalóan az idézett szakirodalom miatt került elő, azonban a talált cikkek nagy része valóban érvényesenként használta az elavult neveket.

Miért érdekelnék a zootaxonomiával nem foglalkozó kutatókat (faunisták, ökológusok, geológusok, régészek, genetikusok stb.) az új rendszertani eredmények? A fajnevek mögötti tudományos tartalom megértése kell ehhez. Minden rendszertani egység (vagyis taxon) ugyanis nem más, mint egy hipotézis a leszármazási viszonyokról (WHEELER 2004). A „*Cepaea vindobonensis*” név mögött az a tartalom van, hogy a *vindobonensis* faj a többi *Cepaea* fajjal (*hortensis* és *nemoralis*) együtt monofiletikus egységet alkot. Ez a hipotézis megdőlt, hiszen kiderült, hogy a szeretett pannon

csigánk a Kaukázus térségében élő *Caucasotachea* fajokkal alkot monofiletikus egységet, a *Cepaea* fajoknak viszont csak távolról rokona. A *Cepaea vindobonensis* név innentől kezdve nem más, kissé sarkítva, mint tudománytörténeti érdekesség. A nevezéktan naprakészen tartása a csigafajokról elnevezett negyedidőszaki biozónákra is érvényes. Ha egy csigafaj latin neve megváltozik, ezt a biozóna nevének is követnie kéne. Remek párhuzam erre a növénytársulások nevezéktanának kódexe, amely ugyanígy jár el, tehát ha egy növényfaj tudományos neve megváltozik, az változást jelent az adott növényfajról elnevezett növénytársulásban is (THEURILLAT et al. 2020).

Felmerül a probléma, hogyan lehet naprakésznek lenni, ha gyakran változik a rendszer és ennek következtében a nevezéktan. Ha egy negyedidőszaki malakofaunát közlő mű egy adott monografikus munkát (könyvet vagy cikket) idéz, azzal csak az adott időpillanatban helyesnek tartott latin neveket veheti át, tehát az adott munka utáni eredményeket nem. Nyilvánvaló, hogy minden egyes fajnév „vadászata” a taxonómiai szakirodalomban nehezen kivitelezhető. Erre kínálnak megoldást az állandóan naprakészen tartott honlapok, adatbázisok. Elsősorban a www.molluscabase.org (MOLLUSCABASE eds 2020) adatbázist tudom javasolni, amely pár éven belül az összes recens és fosszilis puhatestű fajt fogja tartalmazni, lehetőség szerint az eredeti leírások idézésével együtt. Emellett például a cseh és szlovák puhatestű-fauna nevezéktanát is folyamatosan frissítik a következő honlapon: <http://mollusca.sav.sk/malacology/checklist.htm>.

Szeretném leszögezni: természetesen a régészeti vagy szedimentológiai munkák tudományos értékét nem csökkenteni, ha azok elavult tudományos nevezéktant használnak. Végeredményben a héjak helyes meghatározása a legfontosabb. Az itt felvázolt megjegyzésem stilisztikai jellegűnek tűnik, és talán az is. Mindemellett, mivel a nevezéktani változásokat követni a fenti megoldásokkal nem kíván jelentősebb erőfeszítést, és a rendszertani szakirodalomban jelenlévővel „párhuzamos” negyedidőszaki/régészeti nevezéktant semmi nem indokolja, javaslom az új szisztematikai eredmények használatát a publikációk igényességének növelése szempontjából.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani LENGYEL Attilának a növénytársulások nevezéktanával kapcsolatos szakirodalomért.

Irodalom — References

- ICZN 2004: Opinion 2079 (Case 2926). *Trichia* Hartmann, 1840 (Mollusca, Gastropoda): proposed conservation; and Trichiinae Ložek, 1956 (Gastropoda): proposed emendation of spelling to Trichiinae, so removing the homonymy with Trichiidae Fleming, 1821 (Insecta, Coleoptera) not approved. — *Bulletin of Zoological Nomenclature* **61/3**, 177–181.
- LAURIN, M. 2010: The subjective nature of Linnaean categories and its impact in evolutionary biology and biodiversity studies. — *Contributions to Zoology* **79/4**, 131–146. <https://doi.org/10.1163/18759866-07904001>
- MOLLUSCABASE eds 2020: MolluscaBase. — Accessed at <http://www.molluscabase.org> on 2020-04-17.
- NEIBER, M. T., SAGORNY, C. & HAUSDORF, B. 2016: Increasing the number of molecular markers resolves the phylogenetic relationship of ‘*Cepaea*’ *vindobonensis* (Pfeiffer 1828) with *Caucasotachea* Boettger 1909 (Gastropoda: Pulmonata: Helicidae). — *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* **54/1**, 40–45. <https://doi.org/10.1111/jzs.12116>
- PÁLL-GERGELY B. 2018: Szemléletváltás szükséges a taxonómia és szisztematika viszonyáról és meghatározásáról. — *Magyar Tudomány* **179/7**, 1083–1093. <https://doi.org/10.1556/2065.179.2018.7.15>
- PODANI J. 2010: Evolúció, törzsfá, osztályozás. — *Magyar Tudomány* **171/10**, 1179–1192.
- THEURILLAT, J.-P., WILLNER, W., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F., BÜLTMANN, H., ČARNI, A., GIGANTE, D., MUCINA, L. & WEBER, H. 2020: *International Code of Phytosociological Nomenclature*. (4th edition.) — Applied Vegetation Science. <https://doi.org/10.1111/avsc.12491>
- WHEELER, Q. 2004: Taxonomic Triage and the Poverty of Phylogeny. — *Philosophical Transactions of The Royal Society, London B, Biological Sciences* **359**, 571–583. <https://doi.org/10.1098/rstb.2003.1452>
- Kézirat beérkezett: 2020. 06. 16.

Id. Lóczy Lajos szénhidrogén-kutatói tevékenységének áttekintése

*Id. Lóczy Lajos halálának
centenáriuma alkalmából*

CSATH Béla

1111 Budapest, Stoczek u. 17/b, I/7.

Kiegészítette és sajtó alá rendezte: PAPP Gábor

Lajos Lóczy Sen. as a hydrocarbon researcher

Abstract

The hydrocarbon expert research activity of Lajos LÓCZY Sen began in 1893, when he first visited the Romanian oil region of Cămpina, and made a detailed geological report of the area. In 1896 he set the location of oil well No. III. He returned to the area three more times, and in 1911 he carried out further investigations. In 1907, at the request of the Ministry of Finance, he became involved in the exploration of potash in Transylvania, initiated on the basis of his expert opinion and leading to the discovery of the gas fields of the Mezőség (Transylvanian Plain). At that time Károly PAPP, Jenő CHOLNOKY and other geologists and mining expert also worked with him. Based on his research, he set the Nagysármás-1 (now Sărmășu, Romania) drilling site but, unfortunately this turned out to be barren. After further new research, more success was achieved when the oil well No. II was deepened at Kissármás (Sărmășel). The drilling was stopped in April 1908 at 301.9 m after a huge gas eruption. Further studies have confirmed that the Mezőség area is rich in gas-bearing formations. Together with Hugó BÖCKH, Lajos LÓCZY co-directed geological research in Transylvania until 1911. After that, natural gas exploration came under the full control of Hugó BÖCKH.

Keywords: centenary of Lajos Lóczy sen, hydrocarbon research, Romania, Transylvania, Transylvanian Plain

Összefoglalás

LÓCZY Lajos szénhidrogén-kutatói tevékenysége 1893-ban kezdődött. Ekkor látogatta meg először a román olajvidéken Cămpina környékét szakvélemény készítése céljából, majd 1896-ban ő tűzte ki a III. számú fúrás helyét. Még három ízben tért vissza a környékre, 1911-ben további vizsgálatokat is végzett. 1907-ben a pénzügyminisztérium kérésére kapcsolódott be a szakvéleménye alapján megindított és a mezősegi földgáztelepek felfedezéséhez vezető erdélyi kálisókutatásba PAPP Károly, CHOLNOKY Jenő és néhány további geológus társaságában. Kutatásai alapján kitzúta a később meddőnek bizonyult Nagysármás I. fúrás helyét. Újabb kutatások eredményei nyomán került sor Kissármáson a PAPP Károly által kijelölt II. számú kút lemélyítésére. A fúrást 1908 áprilisában 301,9 m-ben leállították, miután óriási gázkitörés következett be. A további vizsgálatok igazolták, hogy a Mezőség területén gazdag gáztartalmú rétegek vannak. LÓCZY 1911 elejéig BÖCKH Hugóval együtt vezette az erdélyi földtani kutatásokat. Ezután a földgázkutatás teljes egészében BÖCKH Hugó irányítása alá került, és LÓCZY a továbbiakban csak érdeklődőként kísérte figyelemmel a vizsgálatokat.

Tárgyszavak: Erdély, id. Lóczy Lajos centenárium, Mezőség, Románia, szénhidrogén-kutatás

Életrajzi háttérvázlat

LÓCZY Lajos (*I. ábra*) 1849. november 4-én született Pozsonyban, ahová Arad megyében élő szüleivel menekült. 1854-ben tértek vissza az Arad megyei Ópálosra. Lóczy a gimnáziumot Aradon végezte el.

1870–74 között a zürichi politechnikum hallgatója volt, ott mérnöki oklevelet szerzett, petrográfiát Gustav Adolf KENNGOTT-tól, geológiát Arnold Escher von der LINDT-től, majd Albert HEIMTől tanult.

1874–1883 között a Magyar Nemzeti Múzeum Ásvány- és Őslénytani Tárában segédőr, közben 1877-től 1880-ig a gróf SZÉCHENYI Béla által vezetett kelet-ázsiai expedíció tagja volt.

1883-ban BÖCKH János meghívta a Magyar Királyi Földtani Intézetbe, ott osztálygeológusként dolgozott, de 1886-tól már csak nyaranta, mivel ekkor a József Műegyetemen a technikai geológia nyilvános rendkívüli tanára lett.

1889–1908 között a Budapesti Tudományegyetemen az Egyetemes Földrajzi Tanszék nyilvános rendes tanáraként működött.



1. ábra. Id. LÓCZY Lajos geológus-geográfus (Magyar Olaj- és Gázipari Múzeum gyűjteménye)

Figure 1. Lajos LÓCZY Sen. geologist-geographer (collection of Hungarian Oil and Gas Museum)

1908–1919 között — egyetemi tanári címének megtartása mellett — a Magyar Királyi Földtani Intézet igazgatója volt. 1919-ben a Tanácsköztársaság alatt lemondásra kényszerült, a kommün bukása után már csak rövid időre tért vissza, mert betegsége miatt nyugdíjazását kérte, és visszavonult csopaki kúriájára.

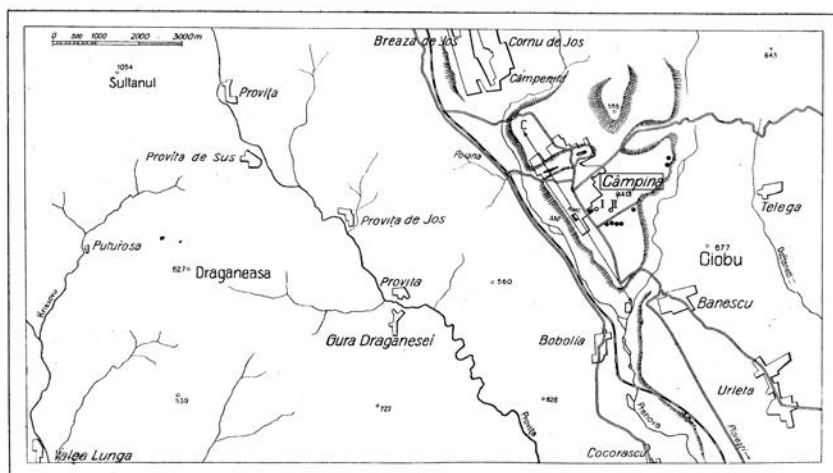
1920. május 13-án halt meg Balatonfüreden, az arácsi temetőben nyugszik.

Lóczy és a romániai olajkutatás

LÓCZY Lajos olajkutatási szaknácádói tevékenysége 1893-ban kezdődött, amikor HORVÁTH Gyula országgyűlési képviselő felszólítására és társaságában 1893. április 14–15-én Romániában, Prahova kerületben tartózkodott, hogy a Câmpina (kiejtve kb. Kämpina) környéki petróleumkutatást tanulmányozza, és geológiai tapasztalata alapján az ottani petróleum-előfordulásról véleményt mondjon. Javaslatot tett arra, hogy a még ismeretlen petróleumterületen pontos geológiai vizsgálatokkal és ezen alapuló mélyfúrással kellene kutatást

végezni. LÓCZY Lajos a kutatásaival kapcsolatban két jelentést is készített (közli LÓCZY 1911). Az 1893. április 16-ára keltezett első, Bukarestben készített irat a Provița és Prahova völgyében tapasztaltokról szóló rövid feljegyzés, míg a második, 1893. május 1-én Budapesten kelt szakvélemény részletesen ismerteti a Ploiești-től északnyugatra fekvő Câmpina környékének „petroleum zónáit” (2. ábra). Ugyancsak LÓCZY-tól tudjuk, hogy 1894-ben Câmpinában, a Hernia- (LÓCZY-nál Hernya-) kastély környékén mélyült a II. sz. fúrás, mely három rétegből — 255 és 337 méter között — adott kisebb mennyiségű olajat, „mígnem a jelenlegi 342 méternyi fúrásvégről naponként kétszer erős gázfeljődés kíséretében kiszökő, összesen másfél vagon parafinos, de kénhidrogéntől tiszta petróleumot szolgáltatott” (LÓCZY 1911). 1896-ban, mikor LÓCZY a Magyar Petróleumtermelő és Finomító Részvénytársulat megbízásából ismét Câmpina környékén járt szakértőként, a kerület geológiai viszonyairól szerzett pontos ismeretek nyomán 1896. október 10-én írt szakvéleményében (közli LÓCZY 1911) jóváhagyta a 600–700 m-es mélységre tervezett III. számú fúrás helyét, és egy újabb, hasonló mélységű fúrást jelölt ki a társaság koncessziós területének peremén.

LÓCZY harmadízben 1900-ban látogatott el Câmpina környékére, méghozzá egyetemi hallgatóival. Akkor a Magyar Kereskedelmi Bank tulajdonában voltak a környék leggazdagabb petróleumterületei, melyekről LÓCZY (1911) így írt: „gyönyörűséggel láttam, hogy pontosan a tőlem kijelölt keskeny antiklinális pásztán emelkednek azok a fúrótornyok, amelyek kútjai napjainkban is a legállandóbban szolgáltatják a földolajat.” Ekkor már „kanadai” és a „pennsylvániai” típusú fúróberendezésekkel dolgoztak a román petróleumvidéken. 1907-ben a III. nemzetközi petróleumkongresszus résztvevőjeként negyedízben látogatta meg Câmpinát és tágabb környékét, 1911 áprilisában pedig ötödszörre járt a gazdag román olajterületen, amikor is a m. kir. pénzügyminisztérium számára végzett helyszíni vizsgálatokat BÖCKH Hugó és VITÁLIS István geológusok, valamint BÖHM Ferenc és VNUTSKÓ Ferenc bányamérnökök társaságában, ők vala-



2. ábra. A Câmpina környéki olajmező térképe (LÓCZY 1911, 27. ábra)

Figure 2. Map of the Câmpina oil field (LÓCZY 1911, Figure 27)

mennyien a hazai földgázkutatók akkori résztvevői voltak. LÓCZY fentebb idézett cikke szerint 1908-ban a câmpinai terület általa felismert lelőhelyein 234 860 t kőolajat bányásztak, vagyis a romániai olajtermelés több mint 1/5-ét. Nem véletlen tehát, hogy 1909-ben a kőolajkutatók terén szerzett érdemeiért Károly király a román koronarend középkeresztjével tüntette ki (VENDL 1929).

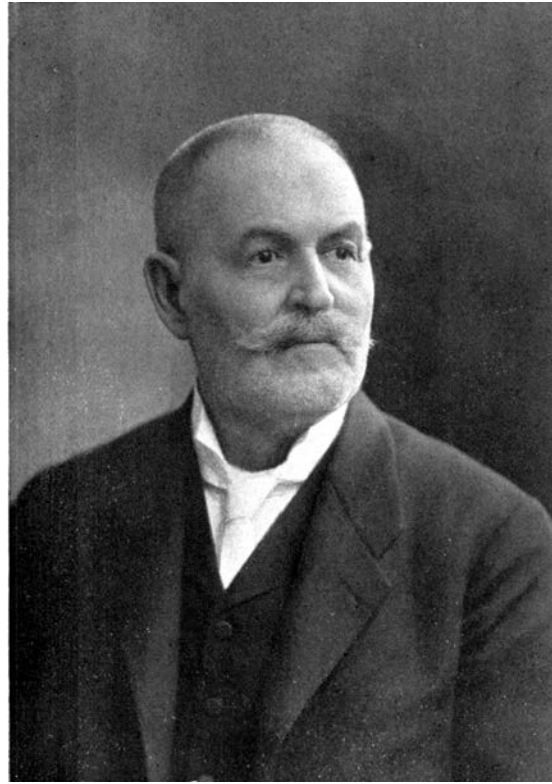
LÓCZY, mint az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület tagja, részt vett az OMBKE 1910. szeptember 10-i, Budapesten tartott tisztújító közgyűlésén, ahol „A földtani intézetek és a bányászat” című előadásában többek között kiemelte, hogy nem kis értékű „a román geológusok munkája a romániai petróleumforrások területén”. Az előadás szövege megjelent a *Bányászati és Kohászati Lapokban* is, LÓCZY-nak ez volt itt az egyetlen cikke (LÓCZY 1910a).

Lóczy szerepe az erdélyi földgáz felfedezésében

A műtrágyaként kiválóan használható kálisó esetleges erdélyi-medencei előfordulásainak kutatása már 1898 óta napirenden volt. A geológusok régóta hajtogatták, hogy az Erdélyi-medencében ott kell lennie a kálisónak, amelynek a feltárása elsőrendű mezőgazdasági érdek volt. Bernhard von COTTA és KOCH Antal erre vonatkozó korábbi felvetései után 1890-ben Eduard SUSS is javasolta az őt meglátogató LÓCZY-nak a mélyfúrásos kutatást az erdélyi sóbányák környékén (PAPP 1911). Az ügyet végül MÁLY Sándor (3. ábra) kohómérnök, a pénzügyminisztérium bányászati főosztályának munkatársa, 1905-től miniszteri tanácsosi rangú főnöke karolta fel.

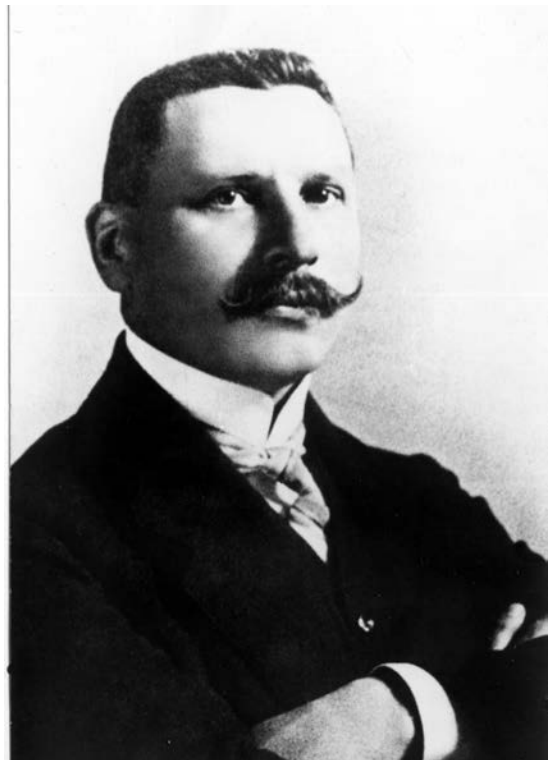
Erről az időről PAPP Károly geológus (4. ábra) így írt 1911-ben: „Az erdélyrészi nagyarányú kutatások megindítója Mály Sándor pénzügyi tanácsos, aki mint az állami bányák főnöke, már egy évtized óta foglalkozik a petróleum és kálisó kutatások körül. Mály tanácsos úrnak a kutatásokban támogatója volt Kalecsinszky Sándor a Földtani Intézet fővegyésze. Azonban az ő fáradozásuk nem jutott volna el a mai sikerhez, ha a világot látott, tapasztalt tudós Lóczy Lajos egyetemi tanár nem siet segítségükre.” LÓCZY földtani intézeti hivatali elődje, BÖCKH János ugyanis, bár az 1899. június 2-i, MÁLY által fogalmazott miniszteri leirat (l. PAPP 1911) nyomán a kálisókutatást megkezdte, abbéli meggyőződésében, hogy ilyen telepek nem léteznek, ezt csak a sós források vizének elemzésére szorítkozva hajtotta végre.

A fordulatot LÓCZY tanítványának, CHOLNOKY Jenő földrajzprofesszornak az *Erdélyi Hírlap* 1906. november 10-i számában „Kálisóbányák Erdélyben” címmel megjelent, nagy feltűnést keltő cikke hozta (közli PAPP 1911), melyre WEKERLE Sándor miniszterelnök, egyben pénzügyminiszter is felfigyelt. 1907. február 11-én HOITSY Pál országgyűlési képviselő érdeklődése nyomán POPOVIC Sándor pénzügyminisztériumi államtitkár MÁLY Sándoron keresztül véleményadásra kérte fel az akkor még egyetemi tanárként működő LÓCZY Lajost, ő pedig az 1907. április 30-án kelt szakvéleményében a kutatásoknak geológiai alapon



3. ábra. MÁLY Sándor kohómérnök, pénzügyminisztériumi osztálytanácsos (LITSCHAUER 1929)

Figure 3. Sándor MÁLY metallurgical engineer ministerial councillor (LITSCHAUER 1929)



4. ábra. PAPP Károly geológus (Magyar Olaj- és Gázipari Múzeum gyűjteménye)

Figure 4. Károly PAPP geologist (collection of Hungarian Oil and Gas Museum)

történő megindítását és mélyfúrások megkezdését indítványozta. A vizsgálatokkal tanítványát, PAPP Károlyt javasolta megbízni azzal, hogy júniusban maga is lemenne „a medencének keresztüljárására”. POPOVICs államtitkár május 5-án kelt levelében megköszönte és elfogadta az előterjesztést, melynek nyomán a pénzügyminisztérium elrendelte az Erdélyi-medence geológiai vizsgálatát (a levelezést közli PAPP 1911).

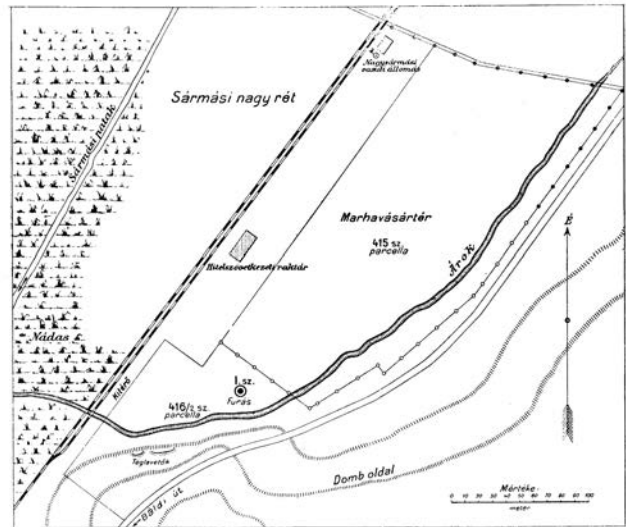
LÓCZY még júniusban találkozott PAPP Károssal és a hozzájuk csatlakozó CHOLNOKY Jenővel (5. ábra) valamint SZÁDECZKY Gyulával és PAPP Simonnal (PAPP 1910, 1963), és geológiai felvételek céljából az erdélyrészi medencébe utaztak. LÓCZY-nak feltűnt, hogy a medence közepén „nem olyan egyszerűen, teknő módjára települtek a rétegek, mint azt eddigi, különben lelkiismeretes leírásokból tudni véltük, hanem északnyugat-délkeleti redőkben, sőt aszimmetrikusan ferde antiklinálisokban helyezkednek el” (LÓCZY 1911). A kutatóút eredményeiről 1907. június 29-én jelentésben számolt be. PAPP Károly 1907. július 16. és október 16. között BÖHM Ferenc és BUDAY Ernő társaságában részletesen bejárta az Erdélyi-medence északi felének sóvidékeit (PAPP 1910). LÓCZY szeptemberben újból az Erdélyi-medencében járt (LÓCZY 1911), és PAPP Károssal együtt az első fúrás helyét 1907. szeptember 21-én (PAPP 1911) Nagysármáson (ma Sărmaşu, Románia) jelölte ki (6. ábra), ott „ahol legmélyebben lehetnek a káliumsó rétegek s itt bizonyosan nincsenek még kioldva” (CHOLNOKY 1920). Sajátos történeti adalék, hogy CHOLNOKY az idézett írásában úgy állítja be, mintha LÓCZY és ő jelölték volna ki a fúrás helyét.

A fúrást 1908. február 6-án kezdték el, a munkát Heinrich THUMANN hallei mélyfúró vállalkozó cége végezte Johann THUMANN és Johann NEUMAYR gépészmérnökök vezetése mellett (PAPP 1910). A műszaki ellenőr és a fúrási



5. ábra. CHOLNOKY Jenő geográfus (balról), mellette id. LÓCZY Lajos és PAPP Károly (az Erdi Földrajzi Múzeum gyűjteménye)

Figure 5. Jenő CHOLNOKY the geographer (left), Lajos LÓCZY and Károly PAPP (right) (collection of Hungarian Geographical Museum)



6. ábra. Az I. számú fúrás helye Nagysármáson (PAPP 1912)

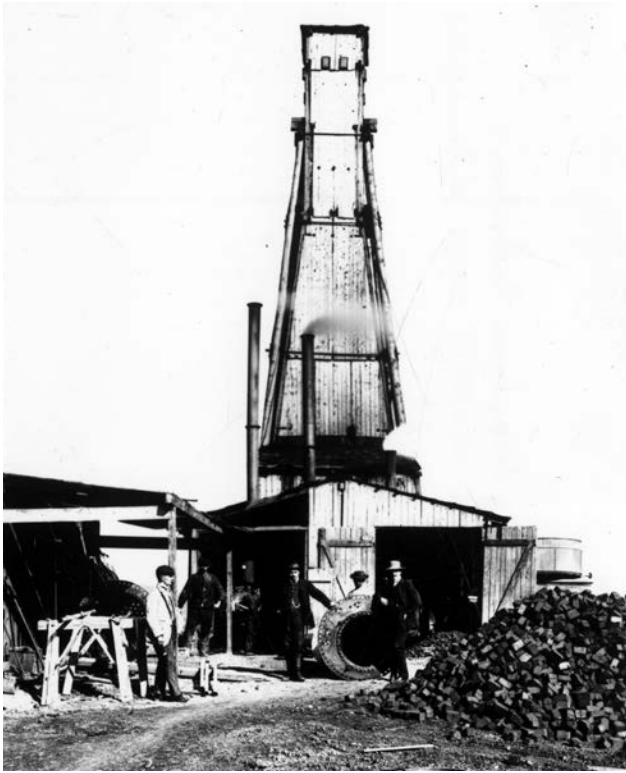
Figure 6. Place of the borehole no I in Sărmaşu (PAPP 1912)

napló vezetője BÖHM Ferenc bányamérnök volt. A fúrást 600 m-ben abbahagyták, amikor percenként 1,26 liter, 13 °C-os sós vízzel együtt szagtalan, égő gáz is a felszínre került.

Mivel az első sármási fúrás nem sikerült, a kutatás folytatására az I. számú fúrástól ÉK-re, mintegy 3 km-re, Kis-sármáson (ma Sărmaşel) PAPP Károly által 1908. július 8-án kitűzött ponton november 26-án kezdték meg a fúrást, melyet az ismétlődő gázkítőrések miatt 1909. április 22-én 301,9 m mélységben be kellett szüntetni, miután a miocén szarmata korú rétegekben — GAÁL István geológus megfogalmazásában — „Európának eddig leghatalmasabb és minőség tekintetében a világ metánjait felülmúló gáztartályát tárták fel” (GAÁL 1931). Ezenkívül LÓCZY két további, földgáz szempontjából meddőnek bizonyult fúrást jelölt ki Nagysármástól ÉNy-ra (PAPP 1910, 1912; 7. ábra).

LÓCZY az OMBKE 1910. évi közgyűlésén tartott beszédeben milderre így emlékezett: „Mikor három év előtt azt a javaslatot adtam a pénzügyminiszteriumnak, hogy a sok céltalan elemzést félretéve, fúrasson az erdélyi medence kellő közepén kálisóra, ha nincs kálisó a medencéjében, találhatnak egyebet. Javaslatomra többen, érdemes, jeles férfiak, nagyot néztek, talán engem egy kicsit megháborodottnak is gondoltak. Ekkor én gondos és hosszas cirkálással az erdélyi medencét csendben kétszer keresztül-kasul járva, külföldi tapasztalatokkal és levelezésekkel felfegyverkezve, tűztem ki Papp Károly barátommal a első fúrások helyét. Alig értünk le valamelyes mélységre, kinyílt a föld és csaknem két év óta szolgáltatja a sármási fúrócsőből a kimeríthetetlen erejű metángáztömeget” (LÓCZY 1910a).

1909 májusában LÓCZY újból bejárta a Mezőséget, és jelentésében így írt: „A sármási tapasztalatok azt bizonyítják, hogy a szintesen telepődő felső rétegek alatt a biztosan mediterrán korúnak felismert rétegek tetemesen hajlottak, gyűrődtek és zavarodott fekvésűek”, majd 1909. július 14-i jelentésében három antiklinális vonulatot jelölt ki, melyekben



7. ábra. A sármási fúrásokat végző ütve működő, szabadeséses, vízöblítéses fúróberendezés a III/a jelű fúrásnál (A Magyar Olaj- és Gázipari Múzeum gyűjteménye)

Figure 7. The free falling, water flushing percussion drilling rig used for the exploration around Sărmașu and Sărmașel on the site of the borehole III/a (Collection of the Hungarian Oil and Gas Museum)

zártkutatómáni területet lefoglalását javasolta földgáz és kőolaj kutatása céljából (LÓCZY 1911).

A *Bánya* című folyóirat így tudósított LÓCZY mezőszéki újtjáról: „Lóczy Lajos egyetemi tanár, a Földtani Intézet tudós igazgatója az elmúlt napokban a Mezőségen járt, ahol tudvalevően Nagysármáson a pénzügyminisztérium kálikutatás közben földgázra bukkant. Lóczy Lajos, Böhm Ferenc, a kálikutató kirendeltség vezetője kíséretében fölkutatta az egész Mezőséget, s a kutatás eredménye az, hogy a legközelebbi hetekben új fúrást kezdenek olyan helyen, ahol a földgáz kitörése nem fogja lehetetlenné tenni a kálisó előjövételt. Az eddigi kutatások eredményei igazolták, hogy az egész Mezőség gazdag kálisóréteget tartalmaz” (Anonim 1909).

1910. november 10-én, a Magyar Mérnök és Építész Egylet (MMÉE) egyetemi szakülésén GÁLOCSY Árpádnak az ásványolajfélékre és a földgázra, illetve a káliumsókra vonatkozó új bányamonopólium-törvényjavaslatokat (a későbbi 1911. évi VI. és VII. tc., I. Csath, é.n.) tárgyaló előadásához többen is hozzászóltak. CSERHÁTI Jenő többek között a következőket mondta: „A nagysármási gázkút körülbelül másfél esztendeje nyitva van. Próbálták elfojtani, de nem sikerült. Eddig mintegy 10 millió korona érték az, ami a levegőbe ment”. Különösnek tartotta, hogy a pénzügyminiszter nem hirdetett pályázatot a kút lezárására. Mint vendég, LÓCZY Lajos alapos hozzászólásban válaszolt GÁLOCSY elő-

adására és CSERHÁTI felvetésére. Többek között ezt mondta: „Amerikára és Németországra történnek hivatkozások. Erre azt mondom, hogy ne oda nézzünk, hanem Romániába; mert a mi erdélyi medencénk rétegei a romániai só- és petróleumvidékek talajának tökéletes hasonmásai, korban és kifejlődésben egyaránt. E romániai petróleumbányászatot eléggé ismerem, mert 1893-ban, amikor még számot tevő termelés sem volt ott, szakértőként jártam lenn, 1896-ban pedig, amikor alig volt ott még néhány fúrás és az is gyenge szolgálatú, nekem jutott a kellemes alkalom, hogy kijelöljem azt az antiklinális vonalat, melynek mellékén egy magyar vállalat fúrótechnikailag felvirágozott, de tőke hiányában — úgy tudom — a kezében volt kincset elveszítette: ez a »Steaua [Steaua] Romana«”.

A monopólium kérdésére vonatkozóan úgy vélte, hogy „csak állami segedelemmel, állami monopóliummal (...) látom a földgáz, petróleum és kálisó bányászati jövőjét biztosítani.”

Az erdélyi só- és szénhidrogén-kutatásokról így nyilatkozott: „Azt leszögezhetem, hogy Erdélyben kősó és földgáz ugyanazon geológiai tektonikai területeken vannak. A gázt tömérdek helyen konstatálták Böckh Hugó főiskolai tanár úr vezetése mellett most is kint dolgozó geológusaink. Hogy azt a tömérdek földgázt, ami már természetes ömlésekben is az erdélyi medencében kínálkozik, nagyszabású módon fel lehessen használni, ahhoz egységes terv és igen nagy tőkebefektetés kívánatik. — A földgáz ismerete alapján nagy reménységet fűzhetünk az erdélyi medence petróleumgazdagságához is. — Hogy megvan-e elérhető mélységben a kálisó is, a természetes szövetkezetnek harmadik tagja, azt ezután költséges kutatásnak kell eldöntenie. — A sármási földgáz kálisóra lemélyesztett fúrólyukból száll föl. — Hogy olyan nagy mennyiségben áramlik ki, az talán az én hibám, mert azt kívántam, hogy a gáztermelő réteg átfúrassék és a kálisót elérjük. Ehelyett a mélységgel annyira növekedett a gáz mennyisége és nyomása, hogy a továbbfúrás lehetetlenné vált. Ugyanarról a helyről várom a petróleumot és a kálisót is. — Mindennemű tapasztalataim alapján a földgáz, petróleum és a kálisó együvé tartozását szem előtt tartva, azt vallom, hogy csak a monopólium, vagy pedig az azt helyesítő törvényes intézkedések segíthetnek bennünket egy nagy közgazdasági cél felé. — Ezt a három kincset meg kell találnunk és a jövőnek állandóan biztosítanunk” (LÓCZY 1910b).

BÖCKH Hugó (8. ábra) 1909 novemberében járta be először Kíssármás környékét, majd 1910-től ő és munkatársai kezdték meg az Erdélyi-medence részletes földtani tanulmányozását (PAPP 1963). Az erdélyi kutatási munkákat 1911-ig BÖCKH Hugó és LÓCZY Lajos irányították. PAPP Károly szakmai nézetkülönbségek miatt felmentését kérte a felvételi munka alól (ő a sármási fúrások tapasztalatai alapján a kálisókutató fúrásokat a medence északi peremére javasolta telepíteni, I. PAPP 1912). LÓCZY még 1910 október-novemberében további fúrások kijelölése céljából felkereste a BÖCKH és munkatársai által bejárt területeket (LÓCZY 1911). A következő évben jelent meg BÖCKH Hugónak „Az erdélyi medence földgázelőfordulásainak geológiájáról” című, az



8. ábra. Böckh Hugó geológus (a Magyar Olajipari Múzeum gyűjteménye)

Figure 8. Hugó Böckh geologist (collection of Hungarian Oil and Gas Museum)

OMBKE 1911. évi közgyűlésen tartott előadását tartalmazó cikke (Böckh 1911). Ebben többek között az olvasható, hogy „az Erdélyi Medencében a Lóczy igazgató úrral és Böhm úrral végzett vizsgálataink azt eredményezték [!], hogy az egész medence északnyugatról–délkeletnek csapó redőkbe van gyűrve, amelyek egymással parallel lefutásúak.”

Lóczy 1911. május 12-én a pénzügyminiszter számára javaslatokat tett a kálisó- és szénhidrogén-kutatások folytatására (l. Lóczy 1911), és e jelentését a következőképpen zárta: „Ezen jelentés befejeztével mégcsak azt kívánom, vajha a tudományos kutatások útmutatása mellett hazánk mielőbb kihasználná a Kárpátok kincseit, a földgázt, a petróleumot és a kálisót.” Még az évben a — kálisó helyett már főként a földgázra irányuló — kutatások teljesen Böckh Hugó irányítása alá kerültek, a további vizsgálatokban Lóczy már nem vett részt. Hirtelen visszavonulását, mely többeknek feltűnt, így indokolta: „...kell egy hivatalos szervnek lenni, amely a földgázkutatás munkálatait ellenőrizhesse, s ennek a szervnek elsősorban a Földtani Intézetnek kell lennie. Ha pedig ez így van, akkor — úgymond — az Intézet egyetlen tagja sem lehet érdekelt a kutatásokban” (GAÁL 1931).

Érdekes, hogy 1911 márciusában Ferenc József császár és királytól a földgáz- és a kálisókutatások körül szerzett érdemei elismerésül mind MÁLY Sándor, mind BÖCKH Hugó, mind pedig BÖHM Ferenc különböző kitüntetésekkel, Lóczy Lajosról viszont elfeledkezett az uralkodó.

1911-ben tehát véget ért Lóczy Lajos tevékenysége a magyarországi petróleumkutatási és szakvéleményezési területen, ezentúl csak mint érdeklődő kísérte figyelemmel a földgázkérdést.

Irodalom — References

- ANONIM 1909: Lóczy Lajos a Mezőségen. — *A Bánya* **2/24**, (1906. VI. 13.), 5.
- BÖCKH H. 1911: Az Erdélyi-medence földgázelfordulásainak geológiájáról. — *Bányászati és Kohászati Lapok* **44/14**, 75–83.
- CHOLNOKY J. 1920: Lóczy Lajos. — *Földrajzi Közlemények* **48/6–10**, 33–82.
- CSATH B. é. n.: *A magyar kőolaj- és földgáztörvény 1911. január 17-iki megjelenéséig tartó petróleumkutatás és -termelés kialakulásának története a szomszédos galicziai és romániai petróleumkutatás és -termelések ismeretében.* — *Kézirat, A Magyar Olaj- és Gázipari Múzeum Adattára*, 761–201, 67–79, 152, 166–168.
- GAÁL I. 1931: A magyar s különösen az alföldi földgáz-kutatások eddigi eredményeinek rövid áttekintése. — *Debreceni Szemle* **5**, 268–277.
- LITSCHAUER L. 1929: Kissármási Mály Sándor, nekrológ. — *Bányászati és Kohászati Lapok* **62/23**, 509–512.
- LÓCZY L. 1910a: A földtani intézetek és a bányászat. — *Bányászati és Kohászati Lapok*, **43/2**, 485–495.
- LÓCZY L. 1910b: [Hozzászólás] — *A Magyar Mérnök- és Építész-Egylet Heti Értesítője* **29/41**, 438.
- LÓCZY L. 1911: A román petróleum-terület és annak összehasonlítása az erdélyrészi medencével. — *Földtani Közöny* **41/5–6**, 386–419.
- PAPP K. 1910: A kissármási gázkút Kolozs megyében. — *Földtani Közöny* **40/5–6**, 305–336.
- PAPP K. 1911: Kálisó-kutatások hazánkban. Első közlemény. — *Földtani Közöny* **41/1–2**, 1–19.
- PAPP K. 1912: A sármási mélyfúrások Kolozs megyében. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1910-ről*, 233–276.
- PAPP S. 1963: A magyarországi kőolaj- és földgázkutatás az 1780-tól 1945-ig terjedő időszakban. I. rész. — *MTA Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei* **32**, 449–465.
- VENDL A. 1929: Id. Lóczy Lajos t. tag emlékezete. — *A Magyar Tudományos Akadémia elhunyt tagjai fölött tartott emlékbeszédek* **20/9**, 73 p.

Kézirat beérkezett: 2020. 06. 15.

PELIKÁN PÁL

1945–2020

PELIKÁN Pál 1945. január 25-én született Budapesten. Pasaréten és annak tágabb környezetében nőtt fel, általános iskolába a Fenyves utcába, majd az Ürömi útra, végül a Lajos utcába járt. 1959–1963-ig a Móricz Zsigmond Gimnázium tanulója volt.

Érettségi után került a Magyar Állami Földtani Intézetbe, melynek (beleértve nyugdíjas éveit is) megszakítás nélkül 57 éven át volt a munkatársa. Eközben 1964-től (részben sorkatonasága alatt) levelező tagozaton elvégezte a Szabó József Geológiai Technikumot, majd 1979-ben egyéni levelezőként geológus diplomát szerzett az ELTE TTK-n.

A MÁFI-n belül először a Geokémiai Osztályon dolgozott, amint azt a publikációs jegyzék első két tétele is tanúsítja. Ezután vitte magával BÖTÖSNÉ VARRÓK Kornélia az újjászerveződő Északmagyarországi Osztályra, melynek hamarosan megkerülhetetlen s nélkülözhetetlen tagja lett. A Bükk 1975–1978 közötti földtani reambulációjában konkrétan nem vett részt, feladata az akkortájt induló Országos Alapszelvény Program bükki részének koordinálása és feldolgozása volt. Így került szorosabb kapcsolatba FÜLÖP Józseffel, és maradhatott a térképezés ellehetetlenülése után is a Bükkben.

Itt lényegében szabad keze volt annak fejében, hogy munkájának gyümölcse nagy részben a „Magyarország földtana. Paleozoikum II.” c. könyvben, nem a saját neve alatt jelent meg. Azok még ilyen idők voltak.

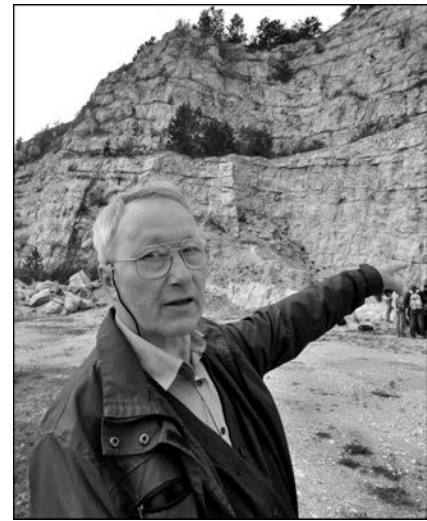
Az Aggtelek–Rudabányai-hegység térképezésének sikeres megvalósulása után, melyet végig hasznos (bár időnként kéretlen) tanácsokkal segített, 1986-tól újraindulhatott a Bükk szisztematikus földtani térképezése is. Ekkorra ugyanis részben neki, részben CSONTOS Lászlónak köszönhetően rengeteg új adat gyűlt össze a hegység földtanáról, és ezekre alapozva egymásnak sokszor ellentmondó értelmezések születtek. A földtani felvételezés közte, GULÁCSI Zoltán és LESS György között oszlott meg, miközben VELLEDETS Felicitász is fontos szelvényeket dolgozott fel, de a Bükk egészét elsősorban Pelikán Pál tudta áttekinteni. A terület nagysága, a Bükk bonyolultsága és az adathalmaz komplexitása miatt az 1986–1993 közötti időszakban meglehetősen kevés publikáció született, és részben emiatt a MÁFI időkben kinevezett új igazgatója, GAÁL Gábor 1993-ban leállította a hegyvidékek, köztük a Bükk földtani térképezését is.

A helyzetet mentendő, a Dunántúli-középhegységben dolgozó kollégák BUDAI Tamás vezetésével vitaulést szerveztek 1994 végén a Földtani Társulatban „Szükség van-e hegyvidéki térképezésre?” címmel, amivel a bükki térképezésnek kaparták ki a gesztenyét. Kaptunk ugyanis egy lehetőséget, hogy a meglévő adatok alapján (akkorra már a terület bő 2/3-a újra lett térképezve) három hónap alatt összeállítsuk a Bükk 1:25 000-es léptékű földtani térképét. Az összerajzolt alkotás annyira elnyerte GAÁL Gábor tetszését, hogy engedélyezte a földtani térképezés befejezését. Ennek köszönhetően először az 1:50 000-es léptékű földtani térkép jelent meg 2002-ben, majd 2005-ben a földtani magyarázó is, mely egyértelműen Pelikán Pál tudományos életművének csúcsa.

Bár érdeklődésének középpontjában a Bükk földtana volt (minden képződménye foglalkoztatta), de az országban mélyült összes fúrásról tudott adatot. Rengeteg kőzetminta és vékonycsiszolat volt a birtokában, és mindig elő tudott kapni egy épp fontosat. Nagyon sokat kirándult csak úgy a szabad idejében, és mindig volt valami újszerű megfigyelése, amivel sikerült egy megfeneklett problémát kicsit másként meglátni s ezzel elindulni egy megoldás felé vezető úton. Pályafutásának vége felé nagyon szívesen és önzetlenül segített a fiatal kollégáknak. Budai-hegységi csatangolásainak eredményei KARÁDI Viktorral írt, utolsó megjelent publikációjukban olvashatók.

Amellett, hogy a szakmában kimeríthetetlen ötlettárral és dokumentációval rendelkezett, szívesen hallgatta nagy, komolyzenei lemezgyűjteménye darabjait (főleg Mozartot szerette), érdekelte a történelem, illetve minden, ami körülötte volt. Erdő-mező virágait nála jobban nem ismerte senki, különösen a földtani térképezéshez feltétlenül szükséges növényzeti ismereteket lestük el tőle szívesen.

Hivatalosan 42 évet töltött az Intézetben, 2005-ben ment nyugdíjba. Valójában, amíg csak tudott, bejárt, követte a szakirodalmat, illetve segítette a hozzá forduló kollégákat hasznos megfigyeléseivel, adatokkal, tanácsokkal. A „Budapest geokalauza” c. kötet sok feladatot adott számára, amit már beteg, de a tőle megszokott vehemenciával önzetlenül végzett.



Generációjának emblemikus személyisége volt, mindenki ismerte. Felkészült, mindig vitakész, terepen pótolhatatlan, alapos ember. Magánéletéről nem sokat tudtunk. Két kicsi gyermekét néha a terepi szezonra magával hozta a Bükkbe, hogy a hegység az ő életük részévé is váljon.

A koronavírus okozta felfordulás előtt ment el, szinte még fel sem fogtuk, olyannyira élő a jelenléte még most is. Várjuk, hogy feltűnjön a folyosón, vagy hogy megálljon felettünk munka közben, mint oly sokszor a múltban... Annyi mindent elmulasztottunk megkérdezni tőle, és ezek a kérdések most már örökre megválaszolatlanok maradnak.

PELIKÁN Pali, „aki mindent tud”, Isten veled!

PELIKÁN Pál nyomtatásban megjelent közleményei

1973

NAGY B., PELIKÁN P. & VÍGNÉ FEJES M. 1973: Börzsöny hegységi források hidrometallometriai vizsgálata. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1971-ről*, 47–59.

1976

NAGY B. & PELIKÁN P. 1976: Metacinnabarit és cinnabarit a csillaghegyi Róka-hegyen. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1973-ról*, 51–55.

1983

BALLA, Z. & PELIKÁN, P. 1983: Ophiolites and related rocks of the Bükk Mountains (North Hungary). — In: *Guidebook of Excursions. In Hungarian Peoples Republic and Czechoslovakian Socialist Republik, September 1983*. [Part 2.] Eötvös Loránd University, Budapest, 1983. [50] p., [22, 32] t. (Multilateral Cooperation of Academics of Sciences of the Socialist Countries: Problem-Commission no. IX. subcommission 2: Early Stages of Evolution of Geosynclines and their Ophiolitic Complexes.)

1984

BÉRCZINÉ MAKK A. & PELIKÁN P. 1984: Jura képződmények a Bükk hegységből. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1982-ről*, 137–166.

1988

PEŠIĆ, L., RAMOVŠ, A., SREMAC, J., PANTIĆ–PRODANOVIĆ, S., FILIPOVIĆ, I., KOVÁCS, S. & PELIKÁN, P. 1988: Upper Permian deposits of the Jadar region, their position within the western Paleotethys. — *Memorie della Società Geologica Italiana* **34**, (1986), 211–219.

RIEDEL, P., SENOWBARI-DARYAN, B., KOVÁCS S. & PELIKÁN P. 1987: A bánya-hegyi zátonymészző (Bükk hegység) kora. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1986-ról*, 105–115.

1996

GULÁCSI Z. & PELIKÁN P. 1996: A Bükk hegység és előterei földtani térképezése. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1992–93/I.*, 69–71.

1999

DIMITRIJEVIĆ, M. N., DIMITRIJEVIĆ, M. D., KARAMATA, S., SUDAR, M., KOVÁCS, S., DOSZTÁLY, L., GULÁCSI, Z. & PELIKÁN, P. 1999: Olistostrome/melanges in Yugoslavia, Hungary: An overview of the problematics, preliminary comparison. — *Geologica Carpathica* **50**, Spec. Issue, 147–149.

PELIKÁN P. 1999: Díszítőkő feltárási lehetőségek a Bükk-hegység körzetében. — *Földtani Kutatás* **36/2**, 4. p.

PELIKÁN P. 1999: A Felsőtárkány–7. fúrás (Bükk hg.) és környezetének triász–jura képződményei. — *Földtani Közöny* **129/4**, 593–609.

2000

PELIKÁN P. & DOSZTÁLY L. 2000: A bükkzsérci fúrások (D-Bükk) jura képződményei és szerkezetföldtani jelentőségük. — *Földtani Közöny* **130/1**, 25–46.

PROTIC, L., FILIPOVIC, I., PELIKÁN, P., JOVANOVIĆ, D., KOVÁCS, S., SUDAR, M., HIPS, K., LESS, GY. & CVIJIC, R. 2000: Correlation of the Carboniferous, Permian and Triassic sequences of the Jadar block, Sana–Una and “Bükkium” terranes. — KARAMATA, S. & JANKOVIĆ, S. (eds): *Proceedings of the International Symposium of the Geology and Metallogeny of the Dianrides and the Vardar Zone. Academy of Sciences and Arts, Republica Srpska. Department of Natural, Mathematical and Technical Sciences., Banja Luka, Serbian Sarajevo*, Collections and Monographs **1**, 61–69.

2001

- DIMITRIJEVIC, M. N., DIMITRIJEVIC, M. D., KARAMATA, S., SUDAR, M., GERZINA, N., KOVÁCS, S., DOSZTÁLY, L., GULÁCSI, Z., LESS, GY. & PELIKÁN, P. 2001: Comparison of the Mesozoic olistostromes / mélanges in Yugoslavia and NE Hungary. — In: ÁDÁM, A., SZARKA, L. & SZENDRŐI, J. (eds): *PANCARDI 2001. II. Abstracts*, p. DO–8.
- FILIPOVIC, I., JOVANOVIĆ, D., SUDAR, M., PELIKÁN, P., KOVÁCS, S., LESS, GY. & HIPS, K. 2001: Some paleogeographic implications and comparison of the Variscan – Early Alpine evolution of the Jadar Block (NW Serbia) and “Bükkium” (NE Hungary) terranes. — In: ÁDÁM, A., SZARKA, L., SZENDRŐI, J. (eds): *PANCARDI 2001. II. Abstracts*, p. DP–7.
- LESS GY. & PELIKÁN P. 2001: Lillafüred, Szinva-völgy, az É-bükk-i antiklinális D-i szárnyának középső-triász rétegsora. — *Fenntartható fejlődés és ásványi nyersanyagok az észak-magyarországi régióban. A Magyarhoni Földtani Társulat, a Földtani Örökségünk Természetvédelmi Egyesület, a Magyar Geofizikusok Egyesülete, a Magyar Hidrológiai Társaság, a Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat, az Olajmérnökök Magyarországi Egyesülete és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület közös Vándorgyűlése, Miskolc, 8–10/06/2001., Program és kirándulásvezető*, 38–40.
- PELIKÁN P. 2001: Bükk-hegységi díszítőkövek a felsőtárkányi római katolikus templomban. — *Földtani Kutatás* **38/2**, 15–17.
- PELIKÁN P. 2001: A Bükk hegység szerkezeti vázlata. — *Fenntartható fejlődés és ásványi nyersanyagok az észak-magyarországi régióban. A Magyarhoni Földtani Társulat, a Földtani Örökségünk Természetvédelmi Egyesület, a Magyar Geofizikusok Egyesülete, a Magyar Hidrológiai Társaság, a Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat, az Olajmérnökök Magyarországi Egyesülete és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület közös Vándorgyűlése, Miskolc, 8–10/06/2001., Program és kirándulásvezető*, p. 20.
- PELIKÁN P. 2001: Garadna-völgy, pisztrángtelep. — *Fenntartható fejlődés és ásványi nyersanyagok az észak-magyarországi régióban. A Magyarhoni Földtani Társulat, a Földtani Örökségünk Természetvédelmi Egyesület, a Magyar Geofizikusok Egyesülete, a Magyar Hidrológiai Társaság, a Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat, az Olajmérnökök Magyarországi Egyesülete és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület közös Vándorgyűlése, Miskolc, 8–10/06/2001., Program és kirándulásvezető*, 46–47.
- PELIKÁN P. 2001: Bálvány-Észak. — *Fenntartható fejlődés és ásványi nyersanyagok az észak-magyarországi régióban. A Magyarhoni Földtani Társulat, a Földtani Örökségünk Természetvédelmi Egyesület, a Magyar Geofizikusok Egyesülete, a Magyar Hidrológiai Társaság, a Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat, az Olajmérnökök Magyarországi Egyesülete és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület közös Vándorgyűlése, Miskolc, 8–10/06/2001., Program és kirándulásvezető*, 50–51.
- PELIKÁN P. 2001: A Kapu-bérc északi sziklagerince. — *Fenntartható fejlődés és ásványi nyersanyagok az észak-magyarországi régióban. A Magyarhoni Földtani Társulat, a Földtani Örökségünk Természetvédelmi Egyesület, a Magyar Geofizikusok Egyesülete, a Magyar Hidrológiai Társaság, a Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat, az Olajmérnökök Magyarországi Egyesülete és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület közös Vándorgyűlése, Miskolc, 8–10/06/2001., Program és kirándulásvezető*, 51–52.
- PELIKÁN P. 2001: A Bükk hegységi díszítőkövek a felsőtárkányi római katolikus templomban. — *2. Díszítőkövek konferencia, Székesfehérvár, 2001. 03. 29.* 21–23.

2002

- DOSZTÁLY, L., JÓZSA, S., KOVÁCS, S., LESS, GY., PELIKÁN, P. & PÉRÓ, Cs. 2002: North-East Hungary. Post Congress Excursion C, 1st Day Programme of Post Congress Excursion C. — In: VOZÁR, J., VOJTKO, R. & SLIVA, L. (eds): *Proceedings of the XVIIth Congress of Carpathian–Balkan Geological Association, Bratislava, 1–4/09/2002. Guide to Geological Excursions*, 104–117.
- KOVÁCS, S., BREZSNYÁNSZKY, K., BUDA, GY., HAAS, J., SZEDERKÉNYI, T., CSÁSZÁR, G., HARANGI, SZ., MÁRON, E., NAGYMAROSY, A., PELIKÁN, P. & TÖRÖK, Á. 2002: Tectonostratigraphic Terranes and Zones Juxtaposed along the Mid Hungarian Line: their contrasting evolution and relationships. — *Proceedings of the XVIIth Congress of Carpathian-Balkan Geological Association, Bratislava, 1–4/09/2002. — Geologica Carpathica* 53 (spec. issue), CD-ROM.
- LESS GY., GULÁCSI Z., KOVÁCS S., PELIKÁN P., PENTELÉNYI L. REZESSY A. & SÁSDI L. 2002: *A Bükk hegység földtani térképe, 1:50 000.* — Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, Budapest.
- PELIKÁN P. (szerk.) 2002: *A Bükk hegység földtani térképe, 1:100 000.* — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- PELIKÁN P. 2002: A Bükk-vidék földrajza. Földtani felépítés, rétegtani áttekintés. — In: BARÁZ Cs. (szerk.): *A Bükki Nemzeti Park*. BNPI kiadványa, Eger, 23–50.
- PELIKÁN P. 2002: A Bükk-vidék földrajza. Fejlődéstörténet I. Szerkezetalakulás. — In: BARÁZ Cs. (szerk.): *A Bükki Nemzeti Park*. BNPI kiadványa, Eger, 51–70.
- SÁSDI L., LESS GY. & PELIKÁN P. 2002: A Bükk karsztvíztározó összeleteleinek térbeli lehatárolása. — In: LÉNÁRT L. (szerk.): *Karsztvízkutatás Magyarországon. II. Felszín alatti vizekért Alapítvány kiadványa, Miskolc, 7–13.*

2003

- DIMITRIJEVIĆ, M. N., DIMITRIJEVIĆ, M. D., KARAMATA, S., SUDAR, M., GERZINA, N., KOVÁCS, S., DOSZTÁLY, L., GULÁCSI, Z., LESS, GY. & PELIKÁN, P. 2003: Olistostrome/mélanges, an overview of the problems, preliminary comparison of such formations in Yugoslavia, NE Hungary. — *Slovak Geological Magazine* **9/1**, 3–22.
- FILIPOVIC, I., JOVANOVIĆ, D., SUDAR, M., PELIKÁN, P., KOVÁCS, S., LESS, GY. & HIPS, K. 2003: Comparison of the Variscan – Early Alpine evolution of the Jadar Block (NW Serbia) and “Bükkium” (NE Hungary) terranes; some paleogeographic implications. — *Slovak Geological Magazine* **9/1**, 23–40.
- FORIÁN–SZABÓ M., KOVÁCS S. & PELIKÁN P. 2003: Sirok, Kis-Várhegy, kőfejtő. — *A Darnó zóna geológiája és geofizikája, Recsk, 29–31/05/2003, Kirándulásvezető*, 11–12.
- PELIKÁN P. 2003: Bátor: júra olisztosztróma és karbonát-turbidit, júra vörös radiolarit. — *A Darnó zóna geológiája és geofizikája, Recsk, 29–31/05/2003, Kirándulásvezető*, 14–15.

PELIKÁN P. 2003: Egerbakta, Reszél-tetői kőfejtő: triász típusú bazalt, júra pala és karbonát-turbidit. — *A Darnó zóna geológiája és geofizikája, Recsk, 29–31/05/2003, Kirándulásvezető*, p. 15.

PELIKÁN P. 2003: Uppony, Csernely-völgy bejárata: az Upponyi-törés. — *A Darnó zóna geológiája és geofizikája, Recsk, 29–31/05/2003, Kirándulásvezető*, 19–20.

PENTELENYI L., HAAS J., PELIKÁN P., PIROS O. & ORAVECZNÉ SCHEFFER A. 2003: A Zempléni hegység magyarországi részén feltárt triász képződmények újraértékelése. — *Földtani Közlemények* **133/1**, 1–19.

2004

HAAS J. (szerk.); BÉRCZINÉ MAKK A., BUDAI T., HAAS J., HARANGI SZ., HIPS K., JÓZSA S., KONRÁD GY., KOVÁCS S., LESS GY., PELIKÁN P., PENTELENYI L., PIROS O., RÁLISCHNÉ FELGENHAUER E., TÖRÖK Á. & VELLEDETS F. 2004: *Magyarország geológiája. Triász*. — ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 384 p.

HAAS, J., HIPS, K., PELIKÁN, P., ZAJZON, N., GÖTZ, A. E. & TARDI-FILÁ CZ, E. 2004: Facies analysis of marine Permian / Triassic boundary sections in Hungary. — *Acta Geologica Hungarica* **47/4**, 297–340.

HAAS, J., DEMÉNY, A., ZAJZON, N., HIPS, K., WEISZBURG, T., DON, GY. & PELIKÁN, P. 2004: Permian-Triassic boundary events in continuous marine successions in Hungary. — *32nd IGC, Florence 2004, Abstract volume* p. 965.

2005

GYALOG L. (szerk.); BUDAI T., CHIKÁN G., IVANCSICS J., KAISER M., KOROKNAI B., KOVÁCS S., MAIGUT V., PELIKÁN P., SÍKHEGYI F. & TURCZI G. 2005: *Magyarország fedett földtani térképéhez (az egységek rövid leírása) 1:100 000*. — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 188 p.

HAAS, J., GÖRÖG, Á., KOVÁCS, S., OZSVÁRT, P. & PELIKÁN, P. 2005: Displaced Jurassic Foreslope and Basin Deposits of Dinaridic Origin in North Hungary. — In: TOMLJENOVIC, B., BALEN, D. & VLAHOVIC, I. (eds): *7th Workshop on Alpine Geological Studies. Abstracts Book*. — *3rd Croatian Geological Congress, Opatija*, 29.09–01.10/2005. Croatian Geological Survey, Zagreb, 41–42.

LESS, GY., MELLO, J. (eds), ELEČKO, M., KOVÁCS, S., PELIKÁN, P., PENTELENYI, L., PEREGI, Zs., PRISTÁŠ, J., RADÓ CZ, GY., SZENTPÉTERY, I., VASS, D., VOZÁR, J. & VOZÁROVÁ, A. 2004: *Geological Map of the Gemer–Bükk Area. 1:100 000*. — Geological Institute of Hungary, Budapest.

PELIKÁN P. (szerk.), BUDAI T. (közrem.) 2005: *A Bükk hegység földtana. Magyarózó a Bükk hegység földtani térképéhez, 1:50 000*. Magyarország Tájégsorozata. — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 284 p.

POSENATO, R., PELIKÁN, P. & HIPS, K. 2005: Bivalves and Brachiopods near the Permian-Triassic boundary from the Bükk Mountains (Bálvány-North section, Northern Hungary). — *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* **111/2**, 215–234.

HAAS, J., GÖRÖG, Á., KOVÁCS, S., OZSVÁRT, P. & PELIKÁN, P. 2005: Displaced Jurassic Foreslope and basin deposits of Dinaridic origin in North Hungary. — In: TOMLJENOVIC, B., BALEN, D. & VLAHOVIC, I. (eds): *7th Workshop on Alpine Geological Studies, Opatija, Abstracts book*, 41–42.

2006

HAAS, J., GÖRÖG, Á., KOVÁCS, S., OZSVÁRT, P. & PELIKÁN, P. 2006: Displaced Jurassic foreslope and basin deposits of Dinaridic origin in the Bükk–Darnó area, North-East Hungary. — In: SUDAR, M., ERCEGOVAC, M. & GRUBIC, A. (eds): *Proceedings of the 18th Congress of the Carpathian–Balkan Geological Association, Belgrade, 3–6/09/2006*. Serbian Geological Society, Belgrade, 197–200.

HAAS, J., GÖRÖG, Á., KOVÁCS, S., OZSVÁRT, P., MATYÓK, I. & PELIKÁN, P. 2006: Displaced Jurassic foreslope and basin deposits of Dinaridic origin Northeast Hungary. — *Acta Geologica Hungarica* **49/2**, 125–163.

2008

CSEREPESNÉ M. B., PELIKÁN P., SZEKSZÁRDI A. & SZUROMINÉ KORE CZ A. 2008: Újabb paleozóos előfordulás a magyarországi Paleogén-medencében. — *Bányászati–Kohászati és Földtani Konferencia, Nagyszében, Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, 3–6/04/2008*, 227–228.

KOVÁCS, S., HAAS, J., SZEBÉNYI, G., GULÁCSI, Z., PELIKÁN, P., BAGOLY-ÁRGYELÁN, G., JÓZSA, S., GÖRÖG, Á., OZSVÁRT, P., GECSE, Zs. & SZABÓ, I. 2008: Permo-Mesozoic formations of the Recsk–Darnó Hill area: stratigraphy and structure of the Pre-Tertiary basement of the Paleogene Recsk Ore Field. — In: FÖLDESSY, J. & HARTAI, É. (eds): *Recsk and Lahóca Geology of the Ore Complex. Publications of the University of Miskolc, Series A, Mining. Geosciences* **73**, 33–56.

PELIKÁN P. 2008: A Hór-völgy alsó szakaszának földtana. — In: BARÁZ, Cs. (szerk.): *A Suba-lyuk barlang. Neandervölgyi ősember a Bükkben*. Bükki Nemzeti Park Igazgatósága, Eger, 45–56.

PELIKÁN, P., FILIPOVIC, I., JOVANOVIC, D., SUDAR, M., PROTIC, L., HIPS K., KOVÁCS S. & LESS GY. 2008: A Bükki-terrénum (É-Magyarország), a Jadari-terrénum (ÉNy-Szerbia) és a Sana–Unai-terrénum (ÉNy-Bosznia) karbon, perm és triász rétegsorainak összehasonlítása. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2006*, 59–75.

2009

BUDAI T., GYALOG L. (szerk.); CHIKÁN G., CSILLAG G., HORVÁTH A., KERCSMÁR Zs., KOLOSZÁR L., KONRÁD GY., KORBÉLY B., KORDOS L., KOROKNAI B., KUTI L., PELIKÁN P. & SELME CZI I. 2009: Magyarország földtani atlasza országjáróknak – Geological Map of Hungary for Tourists 1:200 000. — A Magyar Állami Földtani Intézet [209.] Alkalmi kiadványa, MÁFI, Budapest, 248 p.

2010

HAAS J. & PELIKÁN P. 2010: A júra időszak néhány hazai emléke. — *Természet Világa* **141/3**, 108–111.

- HAAS J., PELIKÁN P., GÖRÖG Á., OZSVÁRT P., JÓZSA S. & KÖVÉR SZ. 2010: Subduction-related Jurassic gravity deposits in Bükk–Darnó Area, Northeast Hungary. — *Geologica Balcanica* **39/1–2**, 19. *Congress of the Carpathian–Balkan Geological Association, Thessaloniki, Greece, 23–26/09/2010. Abstracts Volume*, 150–151.
- PELIKÁN P. 2010: A Mátra és közvetlen környezetének földtana. — In: BARÁZ Cs. (szerk.): *A Mátrai Tájvédelmi Körzet. Heves és Nógrád határán*. Bükki Nemzeti Park Igazgatósága, Eger, 17–26.
- PELIKÁN P. 2010: Szarvaskői tanösvény és Tóbérc bánya, Bükk. Jura bazaltpárnák a Bükkben. — In: HAAS J. (szerk.): *A múlt ösvényein. Szemelvények Magyarország földjének történetéből*. Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest, 74–77.
- ZELENKÁ T., KARÁTSON D. & PELIKÁN P. 2010: A Mátra földtani kutatástörténete. — In: BARÁZ Cs. (szerk.): *A Mátrai Tájvédelmi Körzet. Heves és Nógrád határán*. Bükki Nemzeti Park Igazgatóság, Eger, 15–16.

2011

- HAAS J., KOVÁCS S., PELIKÁN P., KÖVÉR SZ., GÖRÖG Á., OZSVÁRT P., JÓZSA S. & NÉMETH N. 2011: A Neotethys-óceán akkréciós komplexumának maradványai Észak-Magyarországon. — *Földtani Közlöny* **141/2**, 167–196.
- PELIKÁN P. 2011: Szempontok a Bükk karsztvízföldtani modelljéhez. — In: TÓTH Á. & BÁRTH M. J. (szerk.): *Karszt, történelem, helynevek: Köszöntők és tanulmányok a 88 éves Dénes György tiszteletére*. Meteor Természetbarátok Turista Egyesülete, Budapest, 139–144.

2012

- HORVÁTH Z., THURY L., PELIKÁN P., KÁRPÁTI J., BERTALAN É., KOVÁCS I., SZENTPÉTERY I. & DOMONKOS M. 2012: Az egri Líceum építése (1765–1785) során részben elbontott Árpád-kori település környezeti rekonstrukciója földtani, talajtani, paleobotanikai és régészeti adatok alapján. — *Talajtani Vándorgyűlés, 2012. augusztus 23–25., Eger (Abstract kötet)*, 46–47.

2013

- KOVÁCS S., GECSE Zs., PELIKÁN P., ZELENKÁ T., SZEBÉNYI G. & SZABÓ I. 2013: Felső-triász Conodonták a recsk–darnói terület mélyfúrásaiból: új adatok a prekainozoos aljzat földtani felépítéséhez. — *Földtani Közlöny* **143/1**, 29–46.
- PELIKÁN P. 2013: A Mátyás-hegyi feltolódás „fejlődéstörténete”. — *Földtani Közlöny* **143/3**, 227–238.

2015

- KARÁDI V. & PELIKÁN P. 2015: Felső-triász conodonták a Budai-hegységéből. — In: BOSNAKOFF M. & DULAI A. (szerk.): *18. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés, Varbó–Fónagyság, 14–16/05/2015., Program, előadáskivonatok, kirándulásvezető*. Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest, p. 18.

2016

- KARÁDI V., PELIKÁN P. & HAAS J. 2016: A Budai-hegység felső-triász medence kifejlődésű dolomitjainak conodonta biosztratigráfiája. — *Földtani Közlöny* **146/4**, 371–386.

LESS György, SZENTPÉTERY Ildikó

Események, rendezvények

Kárpát-medencei környezettudományi kutatások aktuális eredményei

(Online Konferencia, 2020. június 4–6. Budapest, ELTE)

A Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem Kolozsvári Karán működő Környezettudomány Tanszék korábbi vezetője — Mocsy Ildikó — által alapított, a régióban széles körben elfogadott Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia XVI. találkozóját eredetileg 2020 áprilisában rendezte volna meg az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kara. A hagyományos lebonyolítást azonban megghiúsította a koronavírus-járvány, ezért az ELTE TTK Környezettudományi Doktori Iskola a környezettudományi témákban érdekelt hallgatók és fiatal szakemberek számára online konferencia formájában lehetőséget biztosított, hogy aktuális kutatási eredményeiket bemutathassák egy olyan szakmai fórumon, mely egyben publikálási lehetőséget is kínál. Természetesen ez a formátum nem helyettesíti a személyes találkozást, a kötetlen, élő szakmai beszélgetést és vitát, azonban a jelenlegi helyzetben megfelelő megoldást nyújtott a szakmai értékek közvetítésére és dokumentálására. Az online felületet (Zoom) a Litoszféra Fluidum Kutató Laboratórium (LRG) biztosította a konferencia számára, és segítséget nyújtott az előadóknak a konferencia előtt az online felület használatának elsajátításában.

A konferencia hivatalos nyelve az angol volt, amely így esélyt adott a Kárpát–Pannon régióban élő nem magyar anyanyelvű hallgatók, a Stipendium Hungaricum ösztöndíjjal jelenleg Magyarország területén tanuló külföldi hallgatók és a régióban tevékenykedő, magyar anyanyelvű, mester és doktori hallgatók, valamint fiatal kutatók számára angol nyelvű előadás megtartására. Továbbá ez a konferencia lett az ELTE TTK Környezettudományi Doktori Iskola hivatalos éves fóruma, amelyen a doktori iskola hallgatói bemutathatták éves kutatási beszámolójukat angol nyelven. A konferencia levezető elnökei, valamint zsűrije a Környezettudományi Doktori Iskola vezetői (JÁNOSI Imre iskolavezető, TÓTH Erika és SZABÓ Csaba programvezető) voltak, továbbá az ELTE TTK Környezettudományi Centrumból ANGYAL Zsuzsanna.

A hagyományos konferenciákhoz híven az első nap megnyitóval indult, kiegészítve az online felületre vonatkozó tájékoztatóval. A háromnapos fórumra összesen 60 résztvevő jelentkezett fel, az első nap 44, a második nap 38, a harmadik nap pedig 33 volt a jelenlévők létszáma. A hagyományos 15 perces előadást 5 perc vita követte, így összesen 40 előadásra került sor a három nap alatt, amelyből 17 előadást Stipendium Hungaricum ösztöndíjjal nálunk tanuló külföldi mester és doktori hallgatók tartottak. A konferencia előadásai hét szekcióban hangzottak el (környezetföldtan, környezeti nevelés, környezettudomány és hulladékkezelés, környezeti kémia, agrár-környezettudomány és ökológia). A konferencia részletes programja az alábbi linken érhető el: https://foldtan.hu/sites/default/files/KMKT_online_R%C3%A9szletes%20program.pdf. A konferencia absztraktkötete ELTE-s kiadványként jelent meg, és szintén elérhető online az alábbi címen: http://lrg.elte.hu/KKAE/Absztrakt-kotet_Abstract-book.

pdf?fbclid=IwAR2EFuYgaQ1RwSp6_IanQYSAun5FT0WWEPXWScuZe4aTxewkqeuD7ZHmtHQ.

A konferencián jelentős volt a földtudományi érdekltség, az előadások fele a Környezetföldtan szekcióban hangzott el. A konferencián első helyezést ért el CSONDOR Katalin doktoranda (ELTE) „Parti szűrűsű vízbázisok természetes radioaktivitása – Új kihívások az ivóvízellátásban” című előadásával (témavezető: MÁDLNÉ SZÖNYI Judit). A második helyezett FÜRI Péter fiatal kutató (Energiatudományi Kutatóközpont) lett „Ultrafinom városi részecskék légzőrendszeri kiülepedésseloszlása” című előadásáért. A harmadik helyezettnek járó díjat pedig az indiai SIRAT Sandil doktoranda (ELTE, Duna-kutató Intézet) vehette át „Arsenic uptake in pea and carrot cultivates in three soil types” című előadásáért (témavezetője ZÁRAY Gyula). A nyertesek díjait a Per-Form Hungária Kft. szíves felajánlásának köszönjük.

A konferencia a koronavírus által okozott korlátok ellenére is sikeresen valósult meg, amit a résztvevők és előadások száma és színvonala világosan mutat. Az előadások gördülékenysége, jó követhetősége révén a konferencia számos pozitív visszajelzést kapott, amit az előadásokat követő szakmai vita intenzitása hűen tükrözött. Remélhető, hogy az ELTE TTK Környezettudományi Doktori Iskola által támogatott online konferencia az elkövetkezendő években is lehetőséget tud kínálni hallgatóknak és fiatal kutatóknak a Kárpát-medencében és a tágabb régióban, hogy környezettudományi kutatásaik legfrissebb eredményeit bemutathassák ebben a formában. Ugyanakkor bízunk benne, hogy a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem Kolozsvári Kar Környezettudomány Tanszékéhez kötődő Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia XVII. találkozója 2021 tavaszán az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karán sikeresen megszervezhető lesz.

Köszönet jár CSERESZNYÉS Dóra doktorandának és ARADI László Előd fiatal kutatóknak önzetlen és professzionális segítségéért, nélkülük az online konferencia nem valósulhatott volna meg zökkenőmentesen.

SZABÓ Csaba

Könyvismertetés

Egy olvasói vélemény a „Lóczy-könyvről”

BABINSZKI Edit, †HORVÁTH Ferenc (szerk.): A Balaton kutatása Lóczy János nyomdokán. — Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest, 340 p.

Bő ötven éve az iskolai környezetismeret tantárgyból leginkább a Szovjetunió iparát, bányászatát és a GOELRO-t tanították nekem. Sajnálatos, de hazánk természeti környezete, természeti értékei nem sok hangsúlyt kaptak. Ezen a téren ismerethiányom időnként meglehetősen zavarba ejtő volt.

Most már időm és lehetőségem is van a természet iránti érdeklődésem kielégítésére. Rendszeresen túrázom vízen, gyalog. Így

jutottam el a Balaton-felvidéki Nemzeti Park nagyszerű geotúráira, ahol megismerkedtem CSERNY Tiborral. Ő ajánlotta figyelmembe a Magyarhoni Földtani Társulat kiadványát, mely LÓCZY Lajos halálának századik évfordulójára jelent meg.

Nyomban elolvastam. Tetszik. Szép könyv. Igényes nyomdai munka, körültekintő szerkesztés, tördelés, jó fényképek, grafikák.

A tartalom lenyűgöző. Az egyes fejezetek a kortárs tudósok, LÓCZY vagy a tanítványa és munkatársa CHOLNOKY Jenőnek az adott fejezet témájához illeszkedő írásával kezdődik. Majd a tudomány jelenlegi állása alapján az egyes témák kutatóitól kapunk ismertetéseket, magyarázatokat. Kiemelendő, hogy a szerzők a magyarázattal nem igyekeznek „törvényszerűséget megállapítani”, hanem megemlítenek más elképzeléseket, a tudományos eredmények bizonytalanságát. Közérthető a laikus érdeklődők számára is, bár néhol érdemes fölkeresni a Wikipédiát.

Talán azzal kellett volna kezdenem, ami a legjobban tetszett: ahogyan CHOLNOKY Jenő bemutatja nekünk LÓCZYT. Személyes hangvétellű, de egyben korrajz is az írás. A rövid adomák betekintést nyújtanak a tudós mindennapjaiba, emberi kapcsolataiba.

Érdekes volt számomra a földtani mozgások, a kőzetek rétegződése, átförmálódásának a leírása. Ennek kapcsán fölmerült bennem, hogy akár a Bakony is lehetett volna az Alpok vagy annak a része!?! Nehéz elképzelni, hogy az évmilliók alatt akár több kilométer vastag földrétegek tűnnek el, vándorolnak tova a szél vagy a víz munkája nyomán.

Különös érdeklődéssel olvastam a Balaton kialakulásának a „történetét”. Megsüllyedt, vagy a szél vájta? Érdekes lenne évezredekkel korábban hajózni rajta, mikor a legnagyobb vízborítottság mellett kétszer akkora lehetett a vízfelszín, mint most!

Az köztudott, hogy a Zala sok üledéket szállít a tóba, de nem gondoltam volna, hogy a levegőből is jelentős mennyiségű por tölti a medret!

Jó szívvel ajánlom a könyvet minden érdeklődőnek.

*KOVÁCS László geotúrázó
Balatonakarattya*

Személyi hírek

Gyász hír

Fájdalommal tudatjuk, hogy FEHÉR Tamás tagtársunk augusztus 31-én váratlanul elhunyt. Életének 56. évében, 2020. március 14-én elhunyt dr. BARCZI Attila egyetemi docens. Életének 89. évében elhunyt Dr. VINCZE János tagtársunk.

Emlékük szívünkben és munkáinkban tovább él!

Tartalom — Contents

BUDAI Tamás: Dr. Nemez Ernő köszöntése 100. születésnapja alkalmából.	367
PAPP Gábor: Nemez Ernő és a Magyarhoni Földtani Társulat (rendhagyó köszöntő volt elnökünk és mai korelnökünk századik születésnapjára)	369
ŐSI Attila, MÉSZÁROS Lukács: Gerinces fossziliák és kutatásuk a Kárpát-medencében. — <i>Vertebrate fossils and associated research in the Carpathian Basin.</i>	375
HIPS Kinga, HAAS János, SZILÁGYI Zsanett: Mikrobiafitok jellegzetességei: a biofilmek szerepe a karbonátkiválásban. — <i>Characteristic features of microbialites: role of biofilms in the carbonate precipitation.</i>	397
PÁLFY József, GERCSÁK Gábor, HEGYESI Eszter: Javaslat az időrétegtani (kronosztratigráfiai) egységek magyar elnevezésére és írásmódjára. — <i>Recommended Hungarian names and orthography of chronostratigraphic units.</i>	423
VERES Zsolt, VARGA Andrea: Karbonátos konkréciók az alsó-miocén Pétervársárai Homokkő Formációban (Pétervársáraidomság, Leleszi-völgy): genetikai megfontolások morfológiai és petrográfiai vizsgálatok eredményei alapján. — <i>Carbonate concretions in the Lower Miocene Pétervársára Sandstone Formation (Pétervársára Hills, Lelesz Valley): genetic considerations based on morphological and petrographic investigations.</i>	429
KOVÁCS, Zoltán: New Muricidae (Neogastropoda) faunas from the Middle Miocene of Hungary. — <i>Új, magyarországi középső-miocén Muricidae (Neogastropoda) faunák.</i>	449
PÁLL-GERGELY Barna: Elavult malakológiai nevezéktan negyedidőszaki és régészeti publikációkban: A tudományos név mögötti hipotézis. — <i>Outdated malacological nomenclature in publications dealing with Quaternary and archaeological themes, respectively.</i>	469
CSATH Béla (kieg. PAPP Gábor): Id. Lóczy Lajos szénhidrogén-kutatói tevékenységének áttekintése. — <i>Lajos Lóczy Sen. as a hydrocarbon researcher.</i>	473
In memoriam	
LESS György, SZENTPÉTERY Ildikó: In memoriam Pelikán Pál.	479
Hírek, ismertetések (összeállította: CSERNY Tibor)	485

