

Földtani Közlöny



153/1

A Magyarhoni Földtani Társulat folyóirata
Bulletin of the Hungarian Geological Society



Budapest, 2023

Felelős kiadó

M. TÓTH Tivadar, az MFT elnöke

Főszerkesztő

SZTANÓ Orsolya

Műszaki szerkesztők

BABINSZKI Edit

KOVÁCS Zoltán

BARTHA István Róbert

Nyelvi lektor

LUKOCZKI Georgina

Szerkesztőbizottság

FODOR László, FÖZY István, PÓSFAL

Mihály, SZAKMÁNY György, SZANYI

János, TÖRÖK Ákos

Támogatók

Magyar Tudományos Akadémia,
Baumit Kft., Biocentrum Kft., Colas
Északkő Kft., Geo-Log Kft., Geo-
product Kft., Geoteam Kft., Josab
Hungary Kft., Mecsekérc Zrt., Mine-
ralholding Kft., Mol Nyrt., OMYA
Hungária Kft., O&G Development
Kft., Perlit-92 Kft., Terrapeuta Kft.,
VIKUV Zrt., ANZO Perlit Kft.,
Kvarchomok Bányászati és Feldol-
gozó Kft.

A kéziratokat az alábbi felületen kérjük
benyújtani

www.foldtanikozlony.hu

* * *

Responsible publisher

Tivadar M. TÓTH,

President of the Hungarian Geological
Society**Editor-in-chief**

Orsolya SZTANÓ

Technical editors

Edit BABINSZKI

Zoltán KOVÁCS

István Róbert BARTHA

Language editor

Georgina LUKOCZKI

Editorial board

László FODOR, István FÖZY, Mihály

PÓSFAL, György SZAKMÁNY, János

SZANYI, Ákos TÖRÖK

Sponsors

Hungarian Academy of Sciences,
Baumit Kft., Biocentrum Kft., Colas
Északkő Kft., Geo-Log Kft.,
Geoprodukt Kft., Geoteam Kft., Josab
Hungary Kft., Mecsekérc Zrt., Mine-
ralholding Kft., Mol Nyrt., OMYA
Hungária Kft., O&G Development
Kft., Perlit-92 Kft., Terrapeuta Kft.,
VIKUV Zrt., ANZO Perlit Kft.,
Kvarchomok Bányászati és Feldol-
gozó 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**

GALÁCS András, VÖRÖS Attila: In memoriam Dr. GÉCZY Barnabás	3
GALÁCS, András: On a Middle Jurassic phylloceratid ammonite from the Bakony Mts (Hungary). – <i>Új adatok egy bakonyi középső jura phylloceratid ammonitesről.</i>	15
KOVÁCS, Zoltán, STEIN, Gerhard: Middle Miocene Rissooidea (Caenogastropoda) of Letkés (Hungary). – <i>Középső miocén Rissooidea (Caenogastropoda) Letkésről (Magyarország).</i>	19
SZABÓ Fanni, SEBE Krisztina, SZTANÓ Orsolya: Dél-zselici pannon-tavi (késő miocén) rétegsorok őskörnyezeti rekonstrukciója. – <i>Paleoenvironmental reconstruction of Lake Pannon (Upper Miocene) successions in South Zselic, Hungary.</i>	35
LORBERER Árpád Ferenc: Újlipótváros–Angyalföld: kiemelkedő geotermikus anomáliák és tektonikai értelmezésük hőszivattyús szondatesztadatok alapján. – <i>Budapest city core: Intense geothermal anomalies and their tectonic interpretations based on geothermal heat-pump borehole thermal tests.</i>	57
CSATH Béla: A fénymikroszkóp rövid története és magyarországi használatának elterjedése a geológia területén. – <i>History of using the optical microscope in Hungarian geology.</i>	71
SZENTPÉTERY Ildikó, VATAI József, FÜGEDI Ubul: In memoriam KUTI László	81
Hírek, ismertetések (összeállította: CSERNY Tibor)	89

Első borító: A lágymányosi hévízkút (Budapest XI/B–93) fúrása 2008-ban (fotó: LORBERER Árpád Ferenc)

Hátsó borító: Keresztlemez (felül) és kúszó keresztlemez (alul) homok jelzi a pannóniai deltaüledékekben a hordalékszállítás irányát (Mozsgó) (fotó: SZTANÓ Orsolya)

Budapest, 2023

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_et_al_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 (asztano.orsolya@gmail.com).

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

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

a) Cím (magyarul, angolul) Rövid, informatív és tárgyira törr, utal a fő mondanódóra.

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

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

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

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

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

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

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

j) *Köszönetnyilvánítás*

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

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

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

FORMAI KÖVETELMÉNYEK

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

A **szöveg** doc, docx vagy rtf formátumban készüljön. Az alcímeknél ne alkalmazzanak automatikus számozást vagy ábécés jelölést, csak a tipográfiával jelezzék a címrendet. A hivatkozásokban, irodalomjegyzékben a SZERZŐK nevét kis kapitálissal, ősmaradványok faj- és 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 GALÁCZ & VÖRÖS 1972, míg három vagy több szerző esetén KUBOVICS et al. 1987. Több hivatkozás felsorolásakor ezek időrendben kövessék egymást. Az irodalomjegyzék tételei az alábbi minta szerint készüljenek, szoros ábécében, ezen belül időrendben álljanak. Kérjük a folyóiratok teljes nevének dőlt betűvel történő kiírását. Ezen kívül, ha a hivatkozott műnek van DOI száma, azt meg kell adni teljes URL formátumban. Hivatkozott egyedi kiadványok esetén a mű címét kérjük dőlt betűvel szedni. Magyar szerzők idegen nyelvű publi- kációi esetén a vezetőknév után vesszőt kell tenni.

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

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

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

WEAVER, C. E. 1989: *Clays, Mud, 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)

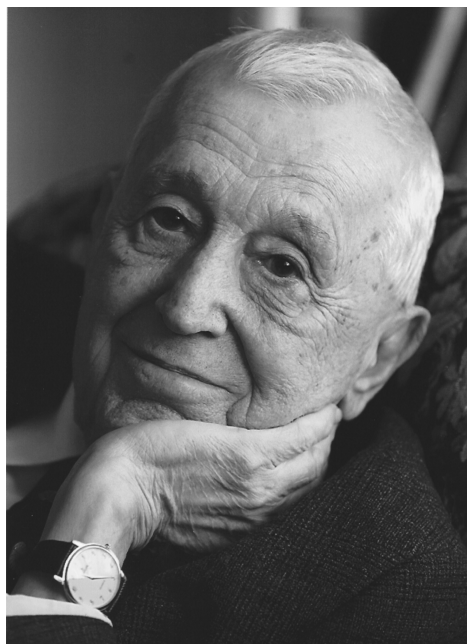
Az **ábrákat** a szerzőknek kell elkészíteni, nyomdakész állapotban és minőségben a tükörméretbe (170×240 mm) álló, vagy fekvő helyzetben beilleszthetően. A fotótábla maximális magassága 230 mm lehet. Az ábrákon a vonalvastagság 0,3 pontnál, a betűméret 6 pontnál ne legyen kisebb. Az illusztrációkat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

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 lektoraiak megjegyzéseit, tanácsait hogyan vették figyelembe, valamint esetleges egyet nem értésüknek milyen szakmailag alátámasztható indokai vannak.

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

In memoriam

DR. GÉCZY Barnabás



1925–2022

Életének 97. évében, 2022. július 29-én, hosszú betegség után elhunyt Géczy Barnabás akadémikus, az Eötvös Loránd Tudományegyetem paleontológus professzora.

Géczy Barnabás 1925. augusztus 21-én a Békés megyei Dobozon született. Gyerekkorát is ebben a kis faluban töltötte. Anyai részről nagyapja, Göllner Antal a Wenckheim grófi uradalom intézője volt Dobozon. Nagyanyja, Voit Emma Bartók Béla elsőfokú unokatestvére volt. Édesapja, Géczy József ügyvéd, a Garamszeghi Géczy családból származott.

A könyvek iránti szeretete már egész kicsi korában megmutatkozott. Iskolaévei alatt is rengeteget olvasott, és már ekkor elkezdte a könyvek gyűjtését, ami hosszú élete során több ezer kötetes könyvtárrá terebélyesedett. Érettségit Budán, a Várnegyedben működött Állami Mátyás Király Gimnáziumban tett, majd beiratkozott a Pázmány Péter Tudományegyetem Bölcsészettudományi Karára.

Egyetemi tanulmányait végig kitűnő eredménnyel végezte az egyetem földrajz–történelem szakán, ahol 1947-ben szerzett középiskolai tanári diplomát. Közvetlenül az egyetem után pár évig történelmet tanított a II. kerület Jurányi utca 1. alatt működő néhai Gizella Leánygimnáziumban.

Itt ismerte meg leendő feleségét, Theisz Piroskát. 1952-ben házasodtak össze, a házasságból egy leánygyermek született, Géczy Katalin Flóra 1959-ben.

Telegdi-Roth Károly professzor úrnak köszönhetően kapott állást a Tudományegyetem Őslénytani Tanszékén. Évekig díjtalan tanársegédként dolgozott.

A legnagyobb tisztelettel beszélt Telegdi-Roth Károlyról, a tanszékre kerülésekor annak vezetőjéről. Egyfajta második Hantken Miksát látott benne – nem alaptalanul. Hantken, a tanszék 1882-es alapítója után Telegdi-Roth valóban egyfajta újraalapító volt, mert amikor a mindenható Vadász Elemér kezdeményezésére kinevezésre került, egyúttal visszaszerezte a tanszék önállóságát azután, hogy majd' fél évszázadon át az a Földtani Tanszék kicsiny részegységeként működött.

Géczy Barnabás 1954-től adjunktusként, 1964-től egyetemi docensként dolgozott az Őslénytani Tanszéken. 1967-ben vette át egyetemi tanári kinevezését. 1973-ban megbízták a tanszék vezetésével. 1982 és 1983 között a párizsi Sorbonne vendégprofesszora volt.

1960-ban védte meg a földtudományok kandidátusi,

1966-ban akadémiai doktori értekezését. Az MTA Paleontológiai Tudományos Bizottságának alapító elnöke volt.

Első paleontológiai munkáit a bakonyi késő kréta magános korallokról írta. Vizsgálatainak összefoglalását a *Cyclo-lite*sekről készített monográfiája jelentette, amely a *Geologica Hungarica* önálló köteteként, franciául jelent meg 1954-ben. A mezozoos korallkutatók ezt követően végig nyilvántartották, rendszeresen kapott különlenyomatokat, lektorálásra cikkeket, sőt disszertációk bírálatára is felkérték.

A sümegi kréta korallak tanulmányozása után Telegdi-Roth Károlynak, szeretve tisztelt professzorának tanácsára jura ammoniteszek vizsgálatába kezdett. Ezzel újra a tanszék meghatározó témájává tette a már az alapító Hantken Miksától kiválasztott kutatási területet. Géczy Barnabás a nagy elődhöz méltó módon folytatta a hantkeni hagyományt. Munkájával nemzetközi szakmai körökben is nagy megbecsülést szerzett, és ez az elismerés érezhetővé vált személyén túl a tanszék, a magyar jurakutatások egészére nézve is.

Az 1959-ben Budapesten tartott Nemzetközi Mezozoos Kongresszuson bemutatott, a bakonyicsernyei juráról írott összefoglalása mérföldkő a hazai jurakutatásokban. Ma holisztikus megközelítésűnek neveznénk, mivel a téma teljes körű vizsgálatának eredményeit ismertette. A kőzetjellegek alapján üledékföldtani értékelést, a teljes faunaképből kiindulva paleoökológiai következtetéseket, az ammoniteszfaunára alapozva pedig finomrétegtani eredményeket közölt.

Figyelme kiterjedt a mikrofácies-jellegekre és az egyes mikrofauna-elemekre éppen úgy, mint arra, hogy a csernyei makrofaunában ammoniteszek mellett szinte semmilyen más fossziliacsoport – eltekintve néhány kora liász brachiodátától és belemnitesztől – nem fordul elő. Ősföldrajzi-őskörnyezeti rekonstrukciójában szakított azzal a nézettel, hogy tengeri rétegsorokban a rétegtani hiányok időleges szárazra emelkedést jeleznek. A bakonyi jura sorozatot olyan üledékek összletének tekintette, amelyek a késő dogger radiolarit megjelenéséig fokozatosan mélyülő, ekkor a bathiális mélységbe került aljazaton lerakódott, majd újra kisebb mélységben, de végig nyílt tengeri, partoktól távoli környezetben ülepedett üledékekből keletkeztek. Megállapításai saját terepi vizsgálatain és az akkori legújabb nemzetközi irodalmi adatokkal történő összevetéseken alapultak.

A jura üledékek nyílt vízi jellegére és a középső jura tengermélységre vonatkozó megállapításait a hazai szakmai közvélemény egy része nem fogadta el, de alig telt el egy évtized, szemléletmódja általánossá, korai megállapításai földtani evidenciákká váltak a magyar geológiai közgondolkodásban.

Tudományos munkálkodása a középhegységi, elsősorban a bakonyi alsó és középső jura ammoniteszek mind teljesebb megismerését célozta. A bakonyicsernyei Tűzkövesárokról írott monumentális, kétkötetes, francia nyelven megjelent monográfiája (1966, 1967) a késő liász – kora dogger ammonitológia megkerülhetetlen alapműve. Azonnal nagy elismerést vívott ki magának, habár a szakmai ismertségét megalapozta a korai nemzetközi jura kongresszusokon való részvétele és sikeres szereplése is. Az első és a

második luxemburgi liász kongresszusok után megalakuló Mediterrán Jura Munkacsoport vezetőjének kérték fel.

Csernye-monográfiája megjelenésétől a nemzetközi szaktársadalomban az aaleni ammoniteszek elsőszámú szakértőjének tekintették. Sokan jöttek hozzá Budapestre, csak hogy konzultáljanak, saját anyagukat megmutassák, vagy egyszerűen tanácsot kérjenek, tanuljanak tőle. Volt, aki hónapokat töltött mellette a tanszéken, volt, aki csak néhány napot, egy hetet. Amint idősebb korok, a toarci, majd a középső liász anyagok vizsgálatait kezdte közölni, az érdeklődők sokasodtak.

Az 1960-as évek második felében a Földtani Intézet középhegységi térképezési munkálataihoz kapcsolódóan, ezt követően pedig az ún. Alapszelvény Program keretében a Bakonyban, majd a Vértesben és a Gerecse hegységben is mesterséges feltárásokkal, árkolásokkal tárták fel a képződményeket, és a kibontott rétegekből alapos ősmaradványgyűjtéseket végeztek. Fülöp József és utána Konda József intézeti igazgatók irányítása mellett a sümegi Kocsis Lajos és brigádja töméntelen fossziliát, mások mellett jura ammoniteszt gyűjtött. Ezek az Őslénytani Tanszékre kerültek feldolgozásra. Ez tette lehetővé, hogy az 1960-as évek végétől kezdődően a bakonyi toarci és mélyebb liász ammoniteszfaunával is foglalkozzon. Korábban már feldolgozta az úrkúti mangánérces összlet fedőjéből előkerült toarci faunát, az új szelvények alapján először a plienschachi, majd a sine-muri ammoniteszeket tanulmányozta.

Közben lehetőséget kapott arra, hogy a Hantkenhez kötődő másik témához, a villányi callovi ammoniteszek vizsgálatához is hozzákezdjen. A MÁFI gyűjteményéből átkerült az Őslénytani Tanszékre a több száz Hantken gyűjtötte, 19. századi és később bővített, 1915-ben ifj. Lóczy Lajostól mintaszerű monográfiában feldolgozott anyag. A Géczy-féle gyors felülvizsgálat hamarosan egy revideált faunalista formájában el is készült.

Mikor kiderült, hogy a villányi faunában legalább négy, különböző liász és dogger rétegtani szint faunája van képviselve, és ezt a korábbi gyűjtéseknél nem vették figyelembe, új gyűjtést kezdeményezett. Ezek alapján és az azonosítható korábbi példányokat is felhasználva kismonográfiában ismertette az alsó jura (plienschachi), ammoniteszeket, a bath ammoniteszekről pedig egy, a közreműködésével írott dolgozat számolt be.

A villányi revíziót a Magyar Állami Földtani Intézet alapításának 100. évfordulójára rendezett eseményekhez kapcsolódóan tervezték ismertetni. A rendezvények között, egy eocén és egy bauxitföldtani kongresszus mellett 1969 szeptemberében egy Mediterrán Jura Kollokviumot is rendeztek. A jura konferencia szervezésében Géczy Barnabásnak, a Mediterrán Jura Munkacsoport vezetőjeként nagy szerepe volt. Ismertsége és megbecsültsége is komolyan hozzájárult ahhoz, hogy ezen a konferencián a kor jura kutatói szinte teljes létszámban megjelentek, dacára annak, hogy az év áprilisában Londonban egy hasonló nemzetközi jura konferenciát is tartottak.

A budapesti jura konferencia nem csak a megjelent, hívós kutatói gárda miatt volt jelentős. Ekkor jelentkeztek

azok a kutatási eredmények, amelyek a jura időszaki, sokszor mai analógiák nélküli geológiai képződményeket új szemlélettel, a szedimentológia módszereivel és újszerű összefüggés keretbe helyezve tárgyalták.

A budapesti Mediterrán Jura Kollokviumon elhangzottak és az eszmecsere során szerzett új ismeretek lehetőséget adtak arra, hogy a geológiában akkoriban lejátszódó forradalmi változásokról a hazai kutatók is tudomást szerezzenek. Ekkor kezdett tért hódítani a lemeztektonikának elnevezett modell, amely a Föld egészének geológiai folyamatait minden korábbinál jobban és teljesebb összefüggésben láttatta. Géczy Barnabásnak, aki naprakész volt nemcsak a jura ammonitológia, hanem a szedimentológia, a paleobiogeográfia és általában a mezozoos összefüggésre vonatkozó legújabb ismeretek terén is, nem volt újdonság a jura Tethyst, a magyarországi jura tágabb környezete összefüggés rekonstrukcióját is érintő számos új eredmény. A villányi jura fauna megismerésével felfigyelt annak (és a mecseki alsó jura faunának) a dunántúli középhegységtől eltérő jellegére, ami élesen kihangsúlyozta a két terület régóta ismert, közetkifejlődésben mutatkozó, lényeges eltérését.

1972-ben megjelentetett cikkeiben a különbséget azzal magyarázta, hogy a két terület eredetileg a maitól lényegesen eltérő helyzetet foglalt el a Tethysen belül: a Mecsek-Villány zóna a Tethys északi, stabil európai szegélyéhez, a középhegységi régió pedig az óceán déli, Gondwana pereméhez tartozott. Mai, mondhatni „inverz” helyzetüket csak jóval később, a lemeztektonikai alapon magyarázható Alp-Kárpáti hegységképződési mozgásokkal kapcsolatosan nyerték el.

Ez a vélemény, bár teljes összhangban állt a nemzetközi szakirodalomban az egész régióról akkor kialakuló koncepcióval, a magyar geológusok körében csak kevesek számára volt elfogadható. A legelső befogadók a geofizikusok voltak: Stegena Lajos, Horváth Ferenc, Márton Péter. Fontos közreműködőként közös cikkekbe hívták, a geológusok között úttörőnek tekintették.

A sikerek után nem sokkal akadt, aki meggyőzte arról, hogy az efféle gondolatok csak a legrangosabb geológusok számára fenntartott nagytektonikai összesítésekben szerepelhetnek, jura ammonitológusnak a faunafeldolgozás a feladata. Ehhez tartotta magát, és teljes energiáját az oktatás és a jura ammoniteszek tanulmányozásának területére irányította.

Miközben az 1970-es, 80-as években folytatta a bakonyi liász faunák vizsgálatát és az eredmények közlését, a MÁFI kiterjesztette az Alapszelvény Programot a Gerecse hegységi jurára is, és az anyag liász része Géczy Barnabáshoz került. Ez a téma is Hantken korai szaktudományos tevékenységéig vezethető vissza. Az ő munkássága, ami kimerült a gondos kövületgyűjtésben, sokáig nem talált folytatásra, csupán Vigh Gyula a két háború között, és fia, Vigh Gusztáv az 1950-60-as években dolgoztak a gerecsei jura témákon, de kevés publikált eredménnyel. A legfontosabb gerecsei szelvények új feltárásai a Bánya-hegyen, a Tölgyháton, a Kisgerecsén és a Nagy-Pisznícén a toarci rétegekből különösen gazdag faunát szolgáltatottak. Az ezekről közölt előzetes közlemények keltették fel Hugh Jenkyns oxfordi profesz-

szor érdeklődését, aki a toarci óceáni anoxikus eseménnyel kapcsolatos terepi és mintagyűjtési helyszínéül az első között Magyarországot választotta. A jól datált bakonyi és gerecsei szelvényeket Géczy Barnabással járta végig. A részletes faunafeldolgozások első eredményeit a 2000-es években Géczy Barnabás munkatársai bevonásával közölte.

Tudományos karrierje során számos elismerést és díjat kapott. A Magyarhoni Földtani Társulat társelnöke volt, az Őslénytani-Rétegtani Bizottságot vezette, majd a társulat tiszteleti tagsággal ismerte el tevékenységét. Kétszer nyerte el a Hantken Miksa-émlékérmét (1963, 1989), és 1997-ben megkapta a Szabó József-émlékérmét, a társulat legmagasabb rangú kitüntetését is. 1960-ban elnyerte a Magyar Tudományos Akadémián a tudomány kandidátusa, majd 1966-ban a Földtudomány Doktora fokozatot. A 70-es évek elején megcsondult akadémiai levelező tagság végül nem realizálódott, csak két évtized múlva. A rendszerváltás után mint egyike azoknak, akik már régen érdemesek voltak rá, megkaphatta a levelező tagságot. Ekkor a geofizikusok tették meg a legfontosabb lépést. Nem feledkeztek el Géczy Barnabás úttörő munkásságáról a lemeztektonika hazai alkalmazásában, és tisztelettel kísérték figyelemmel paleontológiai munkásságát. Bartha György akadémikus, akkor az ELTE Geofizikai Tanszékének vezetője szervezte meg ajánlását az akadémiai levelező tagságra, amely ajánlás 1993-ban sikerrel teljesült, majd 1998-ban Géczy Barnabás a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja lett.

Jól beszélt németül, még jobban franciául. Az 1960-as évek végén észlelte, hogy a geológia, majd hamarosan az őslélektan nemzetközi nyelve is az angol lett, és ekkor megtanult angolul. Egyetlen angol szót sem tudott kiejteni, de néhány év múltával már tökéletes szövegértéssel olvasott, nemcsak technikai szöveget – morfológiai leírásokat, rétegtani ismertetéseket –, hanem elméleti szövegeket, tudományos esszéket és könyveket is.

Bölcsészatanulmányaiból hozta, hogy az olvasottakat cédulázta. Negyedrészt A4-es lapokra kivonatolta a fontosnak tartott szövegeket, és ezeket tematikusan válogatva, borítékokban gyűjtötte. Cikkeinek, monográfiáinak és könyveinek ezek a feljegyzések voltak azok a gondolatszemcséi, amelyek viszonyrendszerében saját koncepcióját, mondani valóját felépítette és kifejtette.

Véleménye szerint a gyakran emlegetett, a geológiai munkálkodás alapját kifejező mondás: „alak, anyag, folyamat” hiányos, mert nem utal arra, hogy mielőtt adatainkból a földtani történésekre következtetnénk, meg kell ismerünk a tárgyban másutt már elért eredményeket, vagyis tájékozódunk kell az aktuális szakirodalomban. Ehhez tartotta magát. Minden munkája a vonatkozó szakirodalom legteljesebb felhasználásával készült. Hogy a szakirodalmi tájékozottsága naprakész legyen, munkaórái tekintélyes részét az általános tájékozódásra használta. A könyvtárba érkező semmilyen újdonság nem kerülte el a figyelmét. Rendszeres olvasója volt a referáló folyóiratoknak, a *Zentralblatt*-nak és a szovjet *Referativnyi Zhurnal*-nak. Figyelte a folyóiratokban, a *Nature*-ben vagy a *Science*-ben közölt könyvismertetések. Az 1950–60-as, de még a 70–80-as években is a

Földtani Intézet, a Földtani, az Őslénytani és a Geofizikai tanszékek könyvtárai szinte minden fontos folyóiratot járattak, s új könyvek beszerzésének sem volt akadálya, végső soron pedig a könyvtárközi kölcsönzés rendszere hozzáférést engedett a csupán külföldön fellelhető publikációkhoz is.

Nem publikált gyakran társszerzőként, ha igen, csak akkor vállalta, ha egyenrangú részt tudhatott magáénak a befektetett munkából, szaktudásból. Mások mellett különösen eredményesnek bizonyult Christian Meisterrel, a genfi Természetrajzi Múzeum munkatársával folytatott együttműködése, amelynek keretében egy nagyszabású monográfia és több rövidebb cikk született. Ezek a sinemurira és felső pliensbachira vonatkozó publikációk teljessé tették a bakoynyi liász ammoniteszekről folytatott tanulmányait, amelyek első részét, a kora pliensbachiról szóló részt egy korábbi monográfiában (1976-ban) már összefoglalta.

Ammoniteszspecialistaként tevékenykedett a tudomány területén, és emellett mintegy 50 éven át végzett igazi egyetemi oktatómunkát. Nincs nyoma, hogy valaha is egyetlen órája elmaradt volna, vagy hogy hiányzott volna az őslénytani gyakorlatokról. Szívesen vezetett tanulmányi kirándulásokat, és nem csak jura lelőhelyekre. A Géczy-féle bakoynyi kirándulásokból nem hiányozhatott a zirci Ciszterci Apátság könyvtárának megtekintése vagy Erdőbénye környékére látogatva a szakmai program mellett Vizsoly, a Károlibiblia születési helyének meglátogatása.

A budapesti egyetemen megszervezett geológusoktatásnak majdnem a kezdetétől tartotta az őslénytani gyakorlatokat, ami heti háromórás kurzus volt. Válogatott ősmaradványpéldányokat kellett mindenkinek kézbe vennie, a morfológiai jegyeket azokon felismernie és a példányról rajzot készítenie. A cél az volt, hogy amíg a rajzot készíti, mindenki alaposan nézze meg az illető fossziliát, ezért a rajz minősége nem számított. Azért a legszebben rajzolókat számon tartotta, és még évek múltán is emlegette.

A szinte kollégaként kezelt hallgatókkal figyelmes és rendkívül udvarias volt. Ajtajánál – úgyszólván erőszakkal – mindig előre tessékelt a vele együtt érkezőt. A vizsgákon, beszámolókon méltányosan szigorú és megértően támogató volt. Szelíd természetét a hallgatók meg is énekelték: „Igaz-e, hogy Géczy Barna sohase haragszik?”.

Előadásokat geológushallgatóknak sokáig csak Ősnövénytan tárgyából tartott. Bogsch László nyugdíjba vonulásakor átvette a tanszéki főkollégium, az Ősállattan előadásait. Erre már korábban készült. Ennek is köszönhetően gyorsan megjelentek tankönyvei. Először az *Ősnövénytan* 1972-ben, majd az *Őslénytani* (két kiadásban, 1986-ban és 1989-ben), majd újabb nagy előkészületek után a kézikönyvnek is beillő két tankönyv: az *Invertebrata Paleontológia* és a *Vertebrata Paleontológia* (1993). Az akkori szokásoknak megfelelően a könyvek kiadását megelőzte egy szerényebb kiviteli változat, amit egyetemi jegyzetként vehettek kézbe a hallgatók.

Az egyetemi oktató feladatait a lelkiismeretes előadás- és gyakorlattartás melletti tankönyvíráson túl is ellátta, amennyiben speciális kollégiumokat tartott (pl. Korallok és Cephalopodák paleontológiája), diákköri témákat, szakdol-

gozati munkákat és doktori fokozatszerzésre való felkészítést is irányított.

Sok kortársával ellentétben fontosnak tartotta a tudomány, a tudománya népszerűsítését. Írt rövidebb cikkeket is, de két jelentős népszerűsítő könyvet is megjelentetett, egyet a Gondolat Zsebkönyvek között (*Az eltűnt élet nyomában*, 1979), egy másikat a Gyorsuló Idő sorozatban (*Lamarck és Darwin*, 1982, Magvető Kiadó). Fontos könyvek, frissen hatnak ma is.

Politikai kérdésektől távol tartotta magát. Mély és fájó nyomokat hagyott benne, hogy kényszerű tanúja volt az 1940-es és 1950-es években levezényelt értékrontó átalakításoknak, amelyek a kultúrában és a tudományban, nem utolsósorban az egyetemeken zajlottak. A rendszerváltás éveinek eseményeit csendes rezignációval figyelte. Aminek igazán örült, hogy a fiatalok számára kinyílt, elérhetővé vált a világ. Mindazonáltal ha egyetemi vagy akadémiai ügyek kerültek szóba, előtte gondosan becsukta a szobaaajtót – a régi reflex szerint.

A tudomány mellett legjobban a szépirodalmat és a képzőművészetet szerette. Édesapjának értékes könyvtárát hasonló szellemben bővítette: első kiadásokat, ritka kiadványokat vásárolt. A külföldi irodalomból a 19–20. századi franciákat szerette: Proustot és Maupassant-t. A magyar irodalomból Arany Jánost, Kosztolányit, Hamvást vagy Weöres Sándort olvasta legszívesebben. A zenében Mozart, majd Schubert volt a kedvence. Igaz örömmel töltötte el a CD megjelenése: a könnyen kezelhető technika és az, hogy megszerezhetők a legjobb előadók felvételei, számára valódi áldás volt. A festészet iránt érezte a legnagyobb vonzalmat. Értett hozzá: tanulta és maga is gyakorolta fiatal korában. Élete nagy pillanatai közé sorolta azt, amikor lehetősége nyílt arra, hogy Velencében végiglátogassa a templomok híres freskóit, oltárképeit. Az építészet is érdekelte. Míg a festészetben a kifinomult formák, a bravúros kompozíciók nyűgözték le, kedvenc épületei a franciaországi, román stílusú templomok, ezek a súlyos architektúrájú, takarékos visszafogottsággal díszített alkotások voltak.

Szenvedélye volt még a sakk. Nem játszott, de járatta a sakkújságokat (nem csak a magyar), és otthon lejátszotta a partikat. Amíg a Csalogány utcában laktak, hétvégeken gyakran kísértelt a Városmajorba, és nézte a sakkozókat, akik pénzben játszották a schnell-partikat. Egy időben a Ludovika épületében a geofizikus kollégák rávették, hogy alakítsanak kis sakk-kört, ahol rendszerint barátjával, Stegena Lajossal vívtak komoly csatákat.

Géczy Barnabás az Őslénytani Tanszék fennállása 140 évének több mint felét ott, a magyarországi paleontológia szolgálatában töltötte. Diákok generációit, biológus-, geográfus- és elsősorban geológushallgatókat tanított őslénytannra. Nagyon sokan megszerették a paleontológiát – és sokan őt is. 2022. augusztus 15-én a Farkasréti temetőben tisztelőinek százai búcsúztak tőle. Hiányozni fog kollégáinak, tanítványainak, a hazai őslénytannak és a magyar tudományosságnak.

szöveg: GALÁCZ András – VÖRÖS Attila
fotó: LONDON Katalin / 2013.

**Dr. Géczy Barnabás publikációinak jegyzéke
(összeállította Kázmér Miklós)**

Könyvek

- GÉCZY, B. 1954: Cyclolites (Anth.) tanulmányok. Studien über Cycloliten (Anth.). – *Geologica Hungarica, series Palaeontologica* 24, 180 p., 10 pls, 51 figs, Budapest.
- GÉCZY, B. 1966: Ammonoides jurassiques de Csernye, Montagne Bakony, Hongrie. Part I. (Hammatoceratidae). – *Geologica Hungarica, series Palaeontologica* 34, 276 p., 126 figs, 44 pls, Budapest.
- GÉCZY, B. 1967: Ammonoides jurassiques de Csernye, Montagne Bakony, Hongrie. Part II. (excl. Hammatoceratidae). – *Geologica Hungarica, series Palaeontologica* 35, 413 p., 249 figs, 65 pls, Budapest.
- GÉCZY, B. 1970: *Ősnövénytan*. [Palaeobotany.] Egyetemi jegyzet. [Lecture note.] – Tankönyvkiadó, Budapest, 284 p.
- GÉCZY, B. 1972: *Ősnövénytan*. [Palaeobotany.] Egyetemi tankönyv. [University textbook.] – Tankönyvkiadó, Budapest, 356 p.
- GÉCZY, B. 1975: *Ősállattan*. Tematika a II. éves geológus hallgatók részére. [Palaeozoology. Course note for 2nd grade geology students.] – Budapest, 105 p.
- GÉCZY, B. 1976: *Les Ammonitines du Carixien de la Montagne du Bakony*. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 223 p., 138 figs, 39 pls.
- GÉCZY, B. 1977: *Őslénytan*. [Palaeozoology.] Egyetemi jegyzet. [Lecture note.] – Tankönyvkiadó, Budapest, 304 p., 162 figs.
- GÉCZY, B. 1979: *Biosztratigráfia*. [Biostratigraphy.] Egyetemi jegyzet. [Lecture Note.] – Budapest, 102 p., 34 figs.
- GÉCZY, B. 1979: *Az eltűnt élet nyomában*. [In search of the lost life.] – Gondolat, Budapest, 128 p., 57 figs.
- GÉCZY, B. 1979: *Ősállattan*. [Palaeozoology.] Egyetemi jegyzet. [Lecture note.] – Tankönyvkiadó Budapest, 454 p., 400 figs.
- GÉCZY, B. 1980: A biokronológia és a biokronometria alapjai. [Principles of biochronometry and biochronology.] In: BALÁZS Béla, FÉ-
NYES Imre, GÉCZY Barnabás & HORVÁTH József: *Mi az idő?* [What is time?] – Gondolat, Budapest, 111–167, 2 figs, 1 t.
- GÉCZY, B. 1982: Az állatok törzsfajlódása. [Phyletic evolution of animals.] In: VIDA Gábor (szerk): *Evolúció II*, 111–172, 10 figs. – Natura, Budapest.
- GÉCZY, B. 1983: *Lamarck és Darwin*. [Lamarck and Darwin.] – Gyorsuló Idő, Magvető Kiadó, Budapest, 171 p.
- GÉCZY, B. 1984: *Őslénytan*. [Palaeontology.] – Tankönyvkiadó, Budapest, 474 p., 239 figs, 20 t.
- GÉCZY, B. 1993: *Ősállattan*. Vertebrata Paleontologia. [Palaeozoology. Vertebrate Palaeontology.] – Tankönyvkiadó, Budapest, 502 p.
- GÉCZY, B. 1993: *Ősállattan*. Invertebrata Paleontologia. [Palaeozoology. Invertebrate Palaeontology.] – Tankönyvkiadó, Budapest, 595 p.
- GÉCZY, B. 1994: *Brief History of the Hungarian Palaeontology*. – Annals of the History of Hungarian Geology, Special Issue 6, 68 p., Budapest.
- GÉCZY, B. 1995: *A magyar őslénytan története*. [History of Palaeontology in Hungary.] Akadémiai székfoglaló, 1994. február 7. Értekezések, emlékezések. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 74 p.
- Géczy B. 2007: *A magyarországi őslénytan története*. – Hantken Kiadó, Budapest, 112 p.

Folyóiratcikkek és egyéb tanulmányok

1951

- GÉCZY, B. 1951: Az 1950. évi magyarországi földrengések [Earthquakes in Hungary in 1950.] – Országos Földrengéskutató Intézet Kiadványai, Budapest, 3–6.

1954

- GÉCZY, B. 1954: Adatok a sümegi Cyclolitesek ismeretéhez. [Contributions to the knowledge of the *Cyclolites* of Sümeg, Hungary.] – *A Természettudományi Kar Évkönyve 1952–1953*, 103–104.

1957

- GÉCZY, B. 1957: Az Ammonites váz és lágytest viszonyáról. [On the shell and soft body of the Ammonites.] – *Földtani Közlöny* **87**, 348–349.

1958

- GÉCZY, B. 1958: A csernyei jura Cephalopodák mennyiségi értékelése. (Quantitative Auswertung jurassischer Cephalopoden von Csernye.) – *Földtani Közlöny* **88**, 125–127, 2 figs.
- GÉCZY, B. 1958: A Hexacoralliák törzsfajlódásáról. (Über die Stammesentwicklung der Hexacorallen.) – *Földtani Közlöny* **88**, 464–466, 1 fig., 1 tab.

1959

- GÉCZY, B. 1959: Über das Absterben und Einbettung der Ammoniten. – *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sectio Geologica* **2** (1958), 93–98.
- GÉCZY, B. 1959: Sur les *Diploctenium* (Anth.) de Sümeg. – *Acta Geologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **6**, 195–208, 6 figs, 4 pls.
- GÉCZY, B. 1959: *Liparoceras* (*Hemiparinodicer*) *urkaticum* n. sg. n. sp. (Ceph.) a bakonyi középsőliászból. [*Liparoceras* (*Hemiparinodicer*) *urkaticum* n. sg. n. sp. (Ceph.) from the Middle Liassic of the Bakony Mountains, Transdanubia, Hungary.] – *Földtani Közlöny* **89**, 143–147, 2 figs, 1 pl.

GÉCZY, B. 1959: Az Ammonites-félék elhalásáról és beágyazódásáról. (On the decease and internment of Ammonites.) – *Földtani Közlemény* **89**, 29–301.

GÉCZY, B. 1959: *Tragophylloceras vadászi* (LÓCZY 1915) emend. nov. aus der Klippenzone der NW Karpaten. – *Geologické práce*, 183–186, 1 pl.

1960

GÉCZY, B. 1960: Die zeitliche Verbreitung von *Paleotrix* in den jurassischen Schichten des nördlichen Bakonygebirges. – *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sectio Geologica* **3** (1959), 49–53.

GÉCZY, B. 1960: A Neoammonoidea életmódjáról. On the way of life of Neoammonoids. – *Földtani Közlemény* **90**, 200–203.

1961

GÉCZY, B. 1961: Liász konferencia Franciaországban. [Liassic Conference in France.] – *Földtani Közlemény* **91**, p. 81.

GÉCZY, B. 1961: A bakonycsérnyi Tűzkövesárók jura rétegsora. [The Jurassic sequence of the Tűzkövesárók at Bakonycsérnye.] – *Annales Instituti Geologici Publici Hungarici* **49/2**, 393–443, 7 figs, 1 t., 7 pls.

GÉCZY, B. 1961: Die jurassische Schichtreihe des Tűzköves-Grabens von Bakonycsérnye. – *Annales Instituti Geologici Publici Hungarici* **49/2**, 507–567, 7 Abb., 7 Taf.

GÉCZY, B. 1961: Problèmes biostratigraphiques du Bakony septentrional. – *Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Mémoire* **4**, 1–7, 4 figs.

GÉCZY, B. 1961: *Cenoceras truncatus vadaszi* n. ssp. (Ceph.) a Bakony hegység középsőliász rétegösszletéből. (*Cenoceras truncatus vadaszi* n. ssp. from the Middle Liassic complex of Bakony Mts.) – *Földtani Közlemény* **91**, 325–337, 1 fig.

1962

GÉCZY, B. 1962: *Cancellophycus* et *Chondrites*: deux traces de vie du Dogger inférieur de la partie du N de la Montagne Bakony. – *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sectio Geologica* **5** (1961), 47–54, 1 pl.

1963

GÉCZY, B. 1963: A liász–dogger határ kérdéséhez. (Zur Frage der Lias–Dogger Grenze.) – *Földtani Közlemény* **93**, 227–230.

GÉCZY, B. 1963: A jura időszak tagolási kérdései két kongresszus nyomán. [Subdivision of the Jurassic period after two congresses.] – *Földtani Közlemény* **93**, p. 251.

1964

GÉCZY, B. 1964: Szint, életszint, időszint. (Zone, Biozone, Chronozone.) – *Földtani Közlemény* **94**, 132–135.

GÉCZY, B. 1964: Zóna, biozóna, kronozóna. [Zone, biozone, chronozone.] – *Őslénytani Viták* **2**, 1–7.

GÉCZY, B. 1964: Contribution au problème de la limite Lias/Dogger dans la Montagne Bakony. – *Comptes Rendus et Mémoires Sci. Nat. Inst. Luxembourg*.

GÉCZY, B. 1964: Evolúciós folyamatok jura Ammonoideaakon. [Evolutionary processes on Jurassic ammonoids.] – *Őslénytani Viták* **3**, 21–26, 2 figs.

GÉCZY, B. 1964: *Természettudományi Lexikon*. Cnidaria és Cephalopoda címszóanyag. [Natural Sciences Lexicon, titles on Cnidaria and Cephalopoda.] – Akadémia Kiadó, Budapest.

FÜLÖP J. & GÉCZY B. 1964: Határozat a luxemburgi jura kollokvium javaslatának tárgyában. [Decisions on the proposals of the Jurassic Colloquium in Luxembourg.] – *Földtani Közlemény* **94**, 152–153.

FÜLÖP J. & GÉCZY, B. 1964: Résolutions au sujet des recommandations du Colloque du Jurassique tenu à Luxembourg. Colloque du Jurassique Luxembourg. – *Comptes Rendus et Mémoires Sci. Nat. Luxembourg*.

1965

GÉCZY, B. 1965: Hammatoceraten und Eryciten (Ceph.) aus dem Oberlias von Úrkút. – *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sectio Geologica* **8** (1964), 17–34, 5 figs, 5 pls.

GÉCZY, B. 1965: *Jura sztratótipusok*. [Jurassic Stratotypes.] – Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 14 p.

1966

GÉCZY, B. 1966: Le problème de la limite Lias/Dogger en Hongrie. – *Acta Geologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **10**, 195–202.

GÉCZY, B. 1966: *Csernyi jura Ammonoidea*. [Jurassic Ammonoidea from Csernye.] – Doktori értekezés tézisei, Budapest, 11 p.

GÉCZY, B. 1966: Pathologische jurassische Ammoniten aus dem Bakony-Gebirge. – *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sectio Geologica* **9** (1965), 31–40, 3 pls.

GÉCZY, B. 1966: *Mediterrán jura fáciesvizsgálatok*. [Studies on the Mediterranean Jurassic.] – Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 15 p.

GÉCZY, B. 1966: Upper Liassic Dactylioceratids from Úrkút. – *Acta Geologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **10**, 427–443, 8 figs, 2 pls.

GÉCZY, B. 1966: Die Evolution des *Holcophylloceras ultramontanum* (Ammonoidea). – *Vorträge Jahresversammlung, Paläontologische Gesellschaft, Münster*, 13–14.

GÉCZY, B. 1966: Ammoniták, ősi tengerek korjelző lábasfejűi. [Ammonites, age indicator cephalopods of ancient seas.] – *Föld és Ég* **1**, 150–151.

GÉCZY, B. 1966: A *Holcophylloceras ultramontanum* ZITTEL fejlődésmenete. (Sur l'évolution spécifique de l'espèce *Holcophylloceras ultramontanum* ZITTEL.) – *Földtani Közlöny* **96**, 473–475, 1 fig.

1967

GÉCZY, B. 1967: *Biozones et chronozones dans le Jurassique de Csernye*. Colloque Jurassique, Luxembourg (section Jur. Commission Mésozoïque méditerranéenne) – Budapest, 1–23.

GÉCZY, B. 1967: Upper Liassic Ammonites from Úrkút, Bakony Mountains, Transdanubia, Hungary. – *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sectio Geologica* **10** (1966), 115–160, 23 figs, 9 pls.

GÉCZY, B. 1967: *Catacoeloceras tethysi* n. sp. (Ceph.) from the Upper Liassic of Csernye. – *Acta Geologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **11**, 293–298, 7 figs.

GÉCZY, B. 1967: Csernyei jura biozónák és kronozónák. (Biozones and chronozones in the Jurassic of Csernye, Bakony Mts, Hungary.) – *Földtani Közlöny* **97**, 167–176.

GÉCZY, B. 1967: Die Evolution des *Holcophylloceras ultramontanum* (ZITTEL) (Ceph.) – *Paläontologische Zeitschrift* **41**, 230–232, 1 fig., Stuttgart.

GÉCZY, B. 1967: Megemlékezés Telegdi-Roth Károlyról. [In memoriam Károly Telegdi-Roth.] – *Őslénytani Viták* **9**, 5–8.

GÉCZY, B. 1967: Az Ammonoideák törzsfejlődésének vizsgálati módszerei. [Investigation methods on the phyletic evolution of ammonoids.] – *Őslénytani Viták* **10**, 9–14.

1968

GÉCZY, B. 1968: II. Jura Kollokvium Luxemburgban. [The 2nd Jurassic Colloquium in Luxembourg.] – *Földtani Közlöny* **97**, p. 472.

GÉCZY, B. 1968: Rétegtani kérdések – jura kollokviumok tükrében. [Stratigraphic problems in the light of Jurassic Colloquia.] – *MTA X. Osztály Közleményei* **1**, 381–383.

FÜLÖP, J., BARNABÁS, K., BÖJTÖS-VARRÓK, K., CSEH-NÉMETH, J., GÉCZY, B., GIDAI, L., HÓDI, M., GÓCZÁN, F., JÁMBOR, Á., JUGOVICS, L., KNAUER, J., KÓKAY, J., KONDA, J., KOPEK, G., MAJOROS, Gy., MOLDVAY, L., ORAVECZ, J., SZABÓ, I., SZABÓ-DRUBINA, M. & VIGH, G. 1968: *Geology of the Transdanubian Central Mountains*. International Geological Congress, XXIIIrd Session, Prague. Guide to Excursion 39C. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 50 p., 27 figs.

GÉCZY, B. 1968: Felsőliász Ammonoideák Úrkútról. (Ammonoides du Lias supérieur d'Úrkút.) – *Földtani Közlöny* **98**, 218–226, 6 figs.

GÉCZY, B. 1968: Deformed Jurassic Ammonoids from Úrkút (Bakony Mountains, Transdanubia). – *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sectio Geologica* **11** (1967), 117–132, 6 figs, 8 pls.

1969

GÉCZY, B. 1969: Franciaországi tanulmányutam őslénytani tapasztalatai. [Palaeontological experiences of my study tour in France.] – *Őslénytani Viták* **12**, 6–24.

FÜLÖP, J., BARNABÁS, K., BÖJTÖS-VARRÓK, K., CSEH-NÉMETH, J., GÉCZY, B., GIDAI, L., HÓDI, M., GÓCZÁN, F., JÁMBOR, Á., JUGOVICS, L., KNAUER, J., KÓKAY, J., KONDA, J., KOPEK, G., MAJOROS, Gy., MOLDVAY, L., NAGY, E., ORAVECZ, J., SZABÓ, I., SZABÓNÉ DRUBINA, M. & VIGH, G. 1969: *Földtani kirándulás a Dunántúli-középhegységben*. [Geological excursion in the Transdanubian Central Range.] A Kárpát-Balkán Földtani Asszociáció IX. Kongresszusa, Budapest. – Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 60 p., 23 figs.

FÜLÖP, J., BARNABÁS, K., BÖJTÖS-VARRÓK, K., CSEH-NÉMETH, J., GÉCZY, B., GIDAI, L., HÓDI, M., GÓCZÁN, F., JÁMBOR, Á., JUGOVICS, L., KNAUER, J., KÓKAY, J., KONDA, J., KOPEK, G., MAJOROS, Gy., MOLDVAY, L., NAGY, E., ORAVECZ, J., SZABÓ, I., SZABÓNÉ DRUBINA, M. & VIGH, G. 1969: *Geology of the Transdanubian Central Mountains*. Carpatho-Balkan Geological Association, IXth Congress, Budapest. – Geological Institute of Hungary, Budapest, 47 p., 23 figs.

FÜLÖP, J., GÉCZY, B., KONDA, J. & NAGY, E. 1969: *Geological excursion in the Mecsek and Villány Hills and in the Transdanubian Central Range*. Mediterrán Jura Kollokvium, Budapest. – Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 68 p., 22 figs.

GÉCZY, B. 1969: L'âge du banc à Ammonites du Villány. – Magyar Állami Földtani Intézet, Mediterrán Jura Kollokvium, Budapest, 8 p.

GÉCZY, B. 1969: Examen quantitatif des Ammonites liasiques de la Montagne Bakony. – Magyar Állami Földtani Intézet, Mediterrán Jura Kollokvium, Budapest, 8 p.

GÉCZY, B. 1969: A földtani oktatás reformja Franciaországban és Angliában. [The reform of geology education in France and England.] – *Földtani Közlöny* **99**, 221–223.

GÉCZY, B. 1969: Franciaországi tanulmányút. [Study travel in France.] – *Földtani Közlöny* **99**, 286–287.

1970

GÉCZY, B. 1970: A kericséri (Bakony hegység) pliensbachi rétegek biosztratigráfiai értékelése. (Biostratigraphische Auswertung der Pliensbach-Schichten von Kericsér, Bakony Gebirge, Ungarn.) – *Őslénytani Viták* **14**, 45–59.

GÉCZY, B. 1970: Pliensbachi Ammonites-zónák a Bakony-hegységben. (Zone d'Ammonites pliensbachiennes dans la Montagne du Bakony.) – *Földtani Közlöny* **100**, 248–258, 2 figs.

1971

GÉCZY, B. 1971: The Pliensbachien of the Bakony Mountains. – *Acta Geologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **15**, 117–125, 1 fig.

GÉCZY, B. 1971: Jura. – In: *Tudományos eredmények a rétegtan területén*. [Scientific results in stratigraphy.] MTA Földtani Tudományos Bizottság, Budapest, 18–23.

GÉCZY, B. 1971: Inauguration au Colloque du Jura Méditerranéen. – *Annales Instituti Geologici Publici Hungarici* **54/2**, 9–11.

- GÉCZY, B. 1971: L'âge du banc à Ammonites de Villány. – *Annales Instituti Geologici Publici Hungarici* **54/2**, 465–470.
- GÉCZY, B. 1971: Examen quantitatif des Ammonoides liassiques de la Montagne Bakony. – *Annales Instituti Geologici Publici Hungarici* **54/2**, 483–486.
- GÉCZY, B. 1971: Az őslénytani rétegazonosítás alapjai. [Principles of palaeontological correlation.] – *Őslénytani Viták* **17**, 3–13.
- GÉCZY, B. 1971: Hozzászólás „A rétegtani terminológia és osztályozás kérdései” c. előadáshoz. [Discussion on the lecture Problems of stratigraphic terminology and classification.] – *Őslénytani Viták* **17**, 55–56.
- GÉCZY, B. 1971: The Pliensbachian of Kericser Hill, Bakony Mountains, Hungary. – *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sectio Geologica* **14** (1970), 29–52, 15 figs.

1972

- GÉCZY, B. 1972: Jura. – In: *Tudományos eredmények a rétegtan területén*. [Scientific results in stratigraphy.] MTA Földtani Tudományos Bizottság, Budapest, 15–19.
- GÉCZY, B. 1972: Ammonite faunae from the Lower Jurassic standard profile at Lókút, Bakony Mountains, Hungary. – *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sectio Geologica* **15** (1971), 47–77, 2 figs, 7 pls.
- GÉCZY, B. 1972: Szinemuri Ammonites-zónák a Bakony-hegységben. (Zones de Ammonites du Sinémurien dans la Montagne du Bakony.) – *Földtani Közöny* **102**, 1–11.
- GÉCZY, B. 1972: Hozzászólás „A rétegtani korreláció és osztályozás módszerei” c. kollokvium vitájához. [Discussion at the colloquium ‘Methods of stratigraphic correlation and classification’.] – *Őslénytani Viták* **19**, 15–16.
- GÉCZY, B. 1972: Hozzászólás „A tektonikai tagolás módszereiről” c. előadáshoz. [Discussion to the lecture ‘On the methods of tectonic subdivision’.] – *Általános Földtani Szemle* **1**, 39–40.
- GÉCZY, B. 1972: Hozzászólás Szádeczky-Kardoss E. „A Kárpát-Dinarid-terület az új globális tektonika szemszögéből” c. akadémiai vitaindító előadásához. [Discussion on the lecture of SZÁDECZKY-KARDOSS E.: ‘The Carpathian-Dinaride region and the new global tectonics’.] – *MTA X. Osztály Közleményei* **5**, p. 153.
- GÉCZY, B. 1972: A jura faunaprovinciák kialakulása és a mediterrán lemeztektonika. [Development of Jurassic faunal provinces and Mediterranean plate tectonics.] – *MTA X. Osztály Közleményei* **5**, 297–311.
- GÉCZY, B. 1972: Bakonyi liász Ammonites-faunák biosztratigráfiai értékelése. [Biostratigraphical evaluation of Liassic Ammonite faunas in the Bakony.] – *Őslénytani Viták* **20**, 17–21.
- GÉCZY, B. 1972: The Sinemurian in the Bakony Mountains. – *Acta Geologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **16**, 251–265.

1973

- GÉCZY, B. 1973: Lemeztektonika és paleogeográfia a keletmediterrán mezozoós térségben. [Plate tectonics and paleogeography in the East Mediterranean Mesozoic realm.] – *Geonómia és Bányászat* **6**, 219–226.
- GÉCZY, B. 1973: Geobiológia és paleoklimatológia. [Geobiology and palaeoclimatology.] – *Geonómia és Bányászat* **6**, 206–207.
- GÉCZY, B. 1973: A fossziliák üledékföldtani értékelésének módszerei és újabb eredményei. [Sedimentological evaluation of fossils: methods and recent results.] – *Földtani Közöny* **102**, 270–279.
- STEGENA, L., HORVÁTH, F. & GÉCZY, B. 1973: Late Cenozoic evolution of the Pannonian Basin. – *Abstracts of the First Meeting of European Geophysical Societies*, p. 83, Zürich.
- GÉCZY, B. 1973: Plate tectonics and paleogeography of the East Mediterranean Mesozoic. – In: SZÁDECZKY-KARDOSS, E. (ed.): *Studies on the Material and Energy Flows of the Earth*, 374–376, Akadémiai Kiadó, Budapest.
- GÉCZY, B. 1973: The origin of the Jurassic faunal provinces and the Mediterranean plate tectonics. – *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sectio Geologica* **16**, 99–114.

1974

- GÉCZY, B. 1974: Biozones et chronozones dans la Jurassique de Csernye (Montagne Bakony). Colloque du Jurassique, Luxembourg 1967. – *Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Mémoire* **75**, 411–422.
- GÉCZY, B. 1974: Plate tectonics and paleogeography in the East Mediterranean Mesozoic. – *Acta Geologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **17** (1973), 421–428.
- GÉCZY, B. 1974: Hozzászólás az osztálybeszámolóhoz. [Discussion on the account of the Class.] – *MTA X. Osztály Közleményei* **7**, 37–38.
- GÉCZY, B. 1974: Lemeztektonika és paleobiogeográfia. [Plate tectonics and palaeobiogeography.] – *MTA X. Osztály Közleményei* **7**, 136–145.
- GÉCZY, B. 1974: Címszavak a „Modern biológia címszavakban” c. munkában, társszerzőkkel. [Several articles in the volume ‘Modern biology: a Lexicon’, with several co-authors.] – *Natura*, Budapest, 456 p.
- HORVÁTH, F., STEGENA, L. & GÉCZY, B. 1974: Szialikus és szimaikus ívközi medencék. [Sialic and simaic interarc basins.] – *Földtani Kutatás* **17**, 11–16.
- HORVÁTH, F., STEGENA, L. & GÉCZY, B. 1974: Geophysical and geological characteristics of the ensialic interarc basins. – *European Geophysical Society, 2nd Meeting, Trieste, Abstracts*, p. 105.
- GÉCZY, B. 1974: Lemeztektonika és paleontológia. [Plate tectonics and palaeontology.] – *Földtani Kutatás* **17**, 17–21.
- STEGENA, L., HORVÁTH, F. & GÉCZY, B. 1974: Late Cenozoic evolution of the Pannonian Basin. – *Acta Geologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **18**, 21–22.
- STEGENA, L., GÉCZY, B. & HORVÁTH, F. 1974: Late Cenozoic evolution of the Pannonian Basin. – *Tectonophysics* **26**, 71–90, 10 figs.

1975

- GÉCZY, B. 1975: The Lower Jurassic Ammonite faunas of the Southern Bakony. – *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sectio Geologica* **17** (1973), 181–190.
- HORVÁTH, F., STEGENA, L. & GÉCZY, B. 1975: Ensismatic and ensialic interarc basins: Comments on ‘A Neogene Carpathian arc: a continental arc displaying the features of an island arc’ by M. D. BLEAHU, M. BOCCALETTI, P. MANETTI & S. PELTZ. – *Journal of Geophysical Research* **80**, 281–283.
- STEGENA L., GÉCZY B. & HORVÁTH F. 1975: A Pannon-medence késő-kainozoós fejlődése. – *Földtani Közlemények* **105**, 101–123.
- GÉCZY, B. 1975: A magyar őslénytan időszzerű problémái. [Actual problems of Hungarian palaeontology.] – *Földtani Közlemények* **105**, 124–128.
- BOCCALETTI, M., GÉCZY, B., HORVÁTH, F., LODDO, M., MONGELLI, F. & STEGENA, L. 1975: The Tyrrhenian Sea and the Pannonian Basin. – *Abstracts, International Union of Geodesy and Geophysics, XVIth Assembly*, p. 21, Grenoble.
- GÉCZY B. 1975: Tatai alsóliász Ammoniteszek. – In: FÜLÖP J.: Tatai mezozoós alaphegységgrögök. *Geologica Hungarica, series Geologica* **16**, 28–30.

1976

- GÉCZY, B. 1976: A Davoei zóna a Bakony hegységben. [La zone à davoei dans le Montagne du Bakony.] – *Földtani Közlemények* **105**, 419–428.
- GÉCZY, B. 1976: Plate tectonics and paleobiogeography. – *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sectio Geologica* **18**, 193–203.
- GÉCZY, B. 1976: A jura időszak klímája lemeztektonikai megvilágításban. [Climate of the Jurassic period in the light of plate tectonics.] – *MTA X. Osztály Közleményei* **8** (1975), 41–44.
- GÉCZY, B. 1976: Lower Liassic Ammonites from Tata. – In: FÜLÖP, J.: The Mesozoic basement horst blocks of Tata. *Geologica Hungarica, series Geologica* **16**, 25–26.
- DOBOSI, Z. & GÉCZY, B. 1976: Műholdas sugárázsmérések paleoklimatológiai és paleontológiai vonatkozásai. [Paleontological and paleoclimatological implications of satellite radiation measurements.] – *MTA X. Osztály Közleményei* **8**, 301–308.
- GÉCZY, B. 1976: Are the fossil *Platanus* leaf remains equivalent to leaves of recent platans originating from single biotopes? – *Acta Agronomica* **25**, 226–227.
- GÉCZY, B. 1976: A biokronometria és a biokronológia alapjai. [Principles of biochronometry and biochronology.] – *Annual Report of the Hungarian Geological Institute for 1974*, 551–560.

1977

- GÉCZY, B. 1977: Makroevolúciós folyamatok paleontológiai megközelítése. [Palaeontological considerations on macroevolutionary processes.] – *Acta Philosophica* **4**, 147–180.
- GÉCZY, B. 1977: Az emlősök kialakulása és törzsfelődése. [Development and phyletic evolution of mammals.] – *Természet Világa* **108**, 562–566.

1978

- GÉCZY, B. 1978: Jurassique (pp. 16–17), Baconien (73–74), Villány, banc d’Ammonites de Villány (541–542) – Articles in *Lexique stratigraphique international*, Vol. I, Europe, fasc. 9. Hongrie, 2^e éd., dir. FÜLÖP, J. Centre national de la recherche scientifique, Paris.
- DOBOSI, Z. & GÉCZY, B. 1978: Paleoclimatological and paleontological implications of radiation measurements by satellites. – In: *Cyclicities. Theory and Practice*. Commission on Geonomy of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest.

1979

- GÉCZY, B. 1979: Lamarck, az evolúciós elmélet megteremtője. [Lamarck, founder of the theory of evolution.] – *Természet Világa* **110/10**, 450–452.

1980

- GÉCZY, B. 1980: Az őslénytan legújabb eredményei III. A kihalt állattörzsek problémája. [Recent results in palaeontology III. Problem of the extinct phyla.] – *Őslénytani Viták* **26**, 1–9.
- GÉCZY, B. 1980: Az Ammonitesek tengere Magyarországon. [The sea of Ammonites in Hungary.] – In: *Földtudományi ismeretterjesztés, 1980. Fejezetek Magyarország geológiájából* [Popular geology, 1980. Chapters from the geology of Hungary], 79–97.
- GÉCZY, B. 1980: Extant animal phyla – problem of evolution. – *Acta Biologica* **31/4**, 461–464.

1981

- DOBOSI, G. & GÉCZY, B. 1981: Paleoclimatological and paleontological implications of radiation measurements by satellites. – *Acta Geologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **23**, 208–209.
- GÉCZY, B. 1981: Az evolúciós szemlélet kialakulása. [Development of the theory of evolution.] – In: HORVÁTH, J. (ed.): *Filozófia és szaktudományok*. [Philosophy and science.] Kossuth Könyvkiadó, Budapest, 221–243.
- GÉCZY, B. 1981: A „Keletkezés történetéből” – száz év távlatában. [The ‘History of origins’ – a centennial perspective.] – *Természet Világa* **112**, p. 412.

1982

- GÉCZY, B. 1982: The Davoei Zone in the Bakony Mountains, Hungary. – *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sectio Geologica* **21** (1979), 1–11.
- GÉCZY, B. 1982: A villányi jura ammoniteszek. [Jurassic ammonites from Villány.] – *Földtani Közlöny* **112**, 363–371.
- DOMMERGUES, J. L., FERRETTI, A., GÉCZY, B. & MOUTERDE, R. 1983: Elements de corrélation entre faunes d'ammonites mésogéennes (Hongrie, Italie) et subboréales (France, Portugal) au Carixien et au Domérien inférieur. – *Geobios* **16**, 471–499, 5 t., 5 figs.

1984

- GÉCZY, B. & SCHLATTER, R. 1984 : *Protechioceras* und *Tmaegophioceras* SPATH (Ammonoidea) aus dem Sinemurium Ungarns. – *Paläontologische Zeitschrift* **58**, 89–98, 4 Abb.
- GÉCZY, B. 1984: Villány, Templom quarry. – In: *Excursion 104, Guidebook, International Geological Congress, XXVII Session*, 30–33.
- GÉCZY, B. 1984: The Jurassic ammonites of Villány. – *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sectio Geologica* **24** (1982), 189–198.
- GÉCZY, B. 1984: Jurassic ammonite provinces of Europe. – *Acta Geologica Hungarica* **27**, 67–74.
- GÉCZY, B. 1984: Provincialism of Jurassic ammonites. Examples from Hungarian faunas. – *Abstract, International Symposium on Jurassic Stratigraphy*, Erlangen, p. 25.
- GÉCZY, B. 1984: Az evolúciós szemlélet változásai és a rétegtani gyakorlat. [Changes in evolution perspectives and the stratigraphical practice.] – In: HORVÁTH J. (ed.): *Természettudomány, világnézet, kultúra*. ELTE Filozófiai Tanszék, Budapest, 95–97.
- GÉCZY, B. 1984: A Burgess-pala különös állatvilága. [The unique fauna of the Burgess Shale.] – *Természet Világa* **115**, 457–461, 8 figs.
- GÉCZY, B. 1984: Európa jura ammonitesz-provinciái. (Jurassic ammonite provinces of Europe.) – *Földtani Közlöny* **114**, 257–261.

1985

- GÉCZY B. 1985: GÉCZY Barnabás: Őslénytán. (Interjú: NÁDOR Tamás). [GÉCZY, B.: Palaeontology. Interview by Tamás NÁDOR.] – *Könyvvilág* **30/1**, p. 5.
- GÉCZY, B. 1985: Toarcian ammonite zones in the Gerecse Mountains. – *International Symposium on Jurassic Stratigraphy*, I, 218–226, Copenhagen.
- GÉCZY B. 1985: Az Ediacara-fauna különböző megvilágításban. – *Természet Világa* **116/11**, 486–490, 10 figs.
- GÉCZY, B. 1985: The actual problems of biostratigraphy: the main types of biozones. – *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sectio Geologica* **25**, 131–138.
- GÉCZY B. 1985: Nemzetközi jura szimpózium Erlangenben. – *Földtani Közlöny* **115**, p. 220.

1986

- GÉCZY, B. 1986: Provincialism of Jurassic ammonites: examples from Hungarian faunas. – *Acta Geologica Hungarica* **27**, 379–389, 6 figs.
- GÉCZY B. 1986: Az evolúciós szemlélet változásai és a rétegtani gyakorlat. – *Acta Philosophica* **12**, 273–290.
- GÉCZY, B. 1986: Changes of the view of evolution and the practice of stratigraphy. – *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sectio Geologica* **26**, 129–139.
- GÉCZY, B. 1986: A biosztratiográfia aktuális kérdései: fontosabb biozóna típusok. – *Őslénytani Viták* **32**, 11–22.
- DERCOURT, J., GEYSSANT, J., LEPVRIER, C., BERGERAT, F., BIGNOT, G., CROS, P., DE WEVER, P., GÉCZY, B., GUERNET, C. & LACHKAR, G. 1986: Hungarian mountains in Alpine framework. – *Acta Geologica Hungarica* **27/3–4** (1986), 213–222.

1987

- GÉCZY, B. 1987: Egy páratlan *Pterodactylus* lelet. [A unique *Pterodactylus* specimen.] – *Természet Világa* **118/1**, 32–34, 1 fig.
- GÉCZY, B. 1987: Evolúció a hátsólépcsőn...? [Evolution in the backyard...?] – *Magyar Tudomány* **32/2**, 114–122, 2 figs.
- GÉCZY, B. 1987: Földtörténeti katasztrófák és a tengeri gerinctelenek evolúciója. [Catastrophes in earth history and the evolution of marine invertebrates.] – *Meteorológiai Tudományos Napok*, Budapest, 3–4.

1988

- GÉCZY, B. 1988: A kréta/tercier határ és a tengeri gerinctelenek evolúciója. [The Cretaceous/Tertiary boundary and evolution of marine invertebrates.] – *Időjárás* **92/2–3**, 61–68.

1989

- DOMMERGUES, J. L. & GÉCZY, B. 1989: Les faunes d'ammonites du Carixien basal de Villány (Hongrie): un témoin paléobiogéographique des peuplements de la marge meridionale du continent Euro-Asiatique. – *Revue de Paléobiologie* **8/1**, 21–37, 2 figs, 4 pls.
- GÉCZY, B. 1989: Az evolúciós szemlélet változásai és a rétegtani gyakorlat. (Changes in the view of evolution and the stratigraphic practice.) – *Általános Földtani Szemle* **24**, 203–210.
- GÉCZY, B. 1989: A földtudományi szemlélet kialakulása a felvilágosodás korában. [Formation of geological theory in the Age of Enlightenment.] In: HORVÁTH J. (szerk.): *Műveltség, Természettudomány, Technika*. ELTE Filozófiai Tanszék, Budapest, 45–48.

1990

- GÉCZY, B. 1990: Ignace Born et le *Pterodactylus* dans la collection de l'archiduchesse Marianne. – *Transactions of the Second International Congress on Enlightenment*, Voltaire Centenary. Taylor Institute, Oxford, 808–810.

- GÉCZY, B. 1990: La paléobiogéographie des Ammonites du Toarcien. Livre jubilaire scientifique René Mouterde. – *Cahiers de l'Université catholique de Lyon, series des sciences* **4**, 63–72.
- GÉCZY, B. 1990: Mezozoós tengeri gerinctelenek paleobiogeográfiája: módszertani alapelvek. (Palaeobiogeography of Mesozoic marine invertebrates: principles of methods.) – *Általános Földtani Szemle* **25**, 215–222.
- GÉCZY, B. 1990: A toarci ammonoideák paleobiogeográfiai értékelése a mediterrán és a stabil európai régióban. (Palaeobiogeographic evaluation of Toarcian Ammonoidea in the Mediterranean and stable European regions.) – *Általános Földtani Szemle* **25**, 231–249.

1991

- JENKYN, H. C., GÉCZY, B. & MARSHALL, J. D. 1991: Jurassic manganese carbonates of central Europe and the early Toarcian anoxic event. – *Journal of Geology* **99/2**, 137–149, 7 figs.
- GÉCZY, B. 1991: History of the Pester Exemplar of *Pterodactylus*. – In: VITÁLIS, Gy. & KECSKEMÉTI, T. (eds): Museums and Collections in the History of Mineralogy, Geology and Paleontology in Hungary. *Annals of the History of Hungarian Geology, Special Issue* **3**, 159–167, 4 figs.

1992

- GÉCZY, B. 1992: Szemtől szemben a dinoszauruszokkal. [Face to face with the dinosaurs.] – *Természet Világa* **123/2**, 84–85, 3 figs.

1993

- GÉCZY, B. 1993: A Bakony hegység doméri ammonitesz faunái. (Domerian ammonite faunae of the Bakony Hills, Hungary). – *Őslénytani Viták* **39**, 7–11.

1994

- GÉCZY, B. 1994: A *Pterodactylus* „pesti példányának” története. [History of the ‘Pester exemplar’ of *Pterodactylus*.] – In: KECSKEMÉTI, T. (szerk.): *Tanulmányok a magyar földtudományi gyűjtemények történetéből. Studia Naturalia* **4**, 193–200.
- GÉCZY, B. 1994: Beszélgetés Dr. GÉCZY Barnabás Széchenyi-díjas professzorral [Interview: KUSZMANN Cecília]. – *ELTE Tájékoztató*, 1994. szeptember, 32–39, Budapest.
- GÉCZY, B. & MEISTER, C. 1994: Composition des faunes d’ammonites pour le Domérien du Bakony (Hongrie) et comparaison avec les principales régions du nord-ouest de la Téthys. – *Eclogae geologicae Helvetiae* **87/3**, 975–986.

1995

- GÉCZY, B. 1995: Három földtörténeti katasztrófa paleontológus szemmel. [Three catastrophes in earth history as the palaeontologist sees it.] – *Magyar Tudomány* **41/4**, 468–471.

1997

- GÉCZY, B. 1997: Lower Pliensbachian ammonites of Villány (Hungary). – *Hantkeniana* **2**, 5–41.

1998

- GÉCZY, B. & GALÁCZ, A. 1998: Bathonian ammonites from the classic Middle Jurassic locality of Villány, South Hungary. – *Revue de Paléobiologie* **17/2**, 479–511.
- GÉCZY, B. & GALÁCZ, A. 1998: Bath ammonitesek a Villányi-hegység klasszikus középső-jura faunájából. – *I. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés*, Tata, 1998, Előadáskivonatok, p. 5.

1999

- GÉCZY, B. & GALÁCZ, A. 1999: Bath ammonitesek Villányból. – *Földtani Közlöny* **129/2**, 191–211.

2000

- GÉCZY, B. 2000: Kontinuitás, krízis, katasztrófa az ammonitesek törzsejlődésében. Elhangzott 1999. április 20-án. – In: GLATZ, F. (szerk.): *Székfoglalók A Magyar Tudományos Akadémián 1995–1998*, V. kötet. Budapest, 30 p.

2006

- GÉCZY, B. & SZENTE, I. 2006: Middle Toarcian Ammonitina from the Gerecse Mts, Hungary. – *Acta Geologica Hungarica* **49/3**, 223–252.

2007

- GALÁCZ, A., GÉCZY, B. & VÖRÖS, A. 2007: Toarcian and Aalenian (Jurassic) ammonites and brachiopods from Monte Kumeta, Western Sicily. – *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* **245/3**, 341–352.
- GALÁCZ, A., GÉCZY, B. & VÖRÖS, A. 2007: Toarci és aaleni (jura) ammoniteszek és brachiopodák a szicíliai Monte Kumetáról. – *10. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés*, Budapest.

2008

- GALÁCZ, A., GÉCZY, B. & MONOSTORI, M. 2008: Csernye revisited: New ammonite finds and ostracods from the Lower Jurassic Pliensbachian/Toarcian boundary beds in Bakonycsérnye, Transdanubian Hungary. – *Geologica Pannonica* **36**, 187–225.

- GÉ CZY, B., KOVÁ CS, Z. & SZENTE, I. 2008: Remarks on the Toarcian-Aalenian fossil assemblage of the Kis-Teke Hill, Gerecse Mts (Hungary). – *Hantkeniana* **6**, 33–55.
- KOVÁ CS, Z. & GÉ CZY, B. 2008: Upper Toarcian–Middle Aalenian (Jurassic) Erycitinae Spath (Ammonitina) from the Gerecse Mts, Hungary. – In: GALÁ CZ, A. (ed.): 125th Anniversary of the Department of Palaeontology at Budapest University, A Jubilee Volume. *Hantkeniana* **6**, 57–108.

2010

- Ő SI, A., PRONDVAL, E. & GÉ CZY, B. 2010: The history of Late Jurassic pterosaurs housed in Hungarian collections and the revision of the holotype of *Pterodactylus micronyx* MEYER, 1856 (a 'Pester Exemplar'). – In: MOODY, R. T. J., BUFFETAUT, E., NAISH, D. & MARTILL, D. M. (eds): Dinosaurs and Other Extinct Saurians: A Historical Perspective. *Geological Society, London, Special Publications* **343**, 277–286.

2011

- GALÁ CZ, A., CSÁ SZÁ R, G., GÉ CZY, B. & KOVÁ CS, Z. 2011: Ammonite stratigraphy of a Toarcian (Lower Jurassic) section on Nagy-Pisznice Hill (Gerecse Mts, Hungary). – *Central European Geology* **53/4**, 311–342.

2012

- GALÁ CZ, A., CSÁ SZÁ R, G., GÉ CZY, B. & KOVÁ CS, Z. 2012: A Gerecse-hegységi Nagy-Pisznice „Krokodil-szelvényében” feltárt toarci (alsó-jura) rétegek ammonitesz-sztratigráfiája. [The Toarcian ammonite stratigraphy of the so-called 'Crocodile' section on the Nagy-Pisznice Hill in the Gerecse Mountains (North-west Hungary).] – *Földtani Közlöny* **142**, 23–33.

On a Middle Jurassic phylloceratid ammonite from the Bakony Mts (Hungary)

GALÁCZ, András

ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet, Őslénytani Tanszék
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c.
andras.galacz@gmail.com

Új adatok egy bakonyi középső jura phylloceratid ammoniteszről

Összefoglalás

A 2010-es években a Magyar Állami Földtani Intézet Rákóczi-telepi raktárából előkerültek azok az anyagok, amelyeket korábban, még az 1940-es, 50-es években ifj. NOSZKY Jenő gyűjtött a Bakony-hegységben. Ezek között megtalálható volt az a Bakonybél melletti, korábban Pénzeskúthoz tartozó Som-hegyről való kisebb ammoniteszgyűjtemény, amelyről NOSZKY 1943-ban röviden hírt adott. 1959-ben újra kézbe vette az anyagot, és nagyon jellegzetes, egyedi bélyegek alapján egy új fajra alapítható, új phylloceratid ammonitesz genuszt ('*Canaliphylloceras* nov. gen.') azonosított. Erről csak az ősmaradványokkal együtt fennmaradt cédulákból tudunk, mivel sem a többi ammoniteszre vonatkozó – egyébként többnyire helyes – meghatározásról, sem a szerinte új taxonokról semmit nem publikált.

A NOSZKYtól újnak tekintett formák valóban önálló, a többi rokon Phylloceratidától jól különböző alakok, amelyek azonban 1980-ban, mit sem tudva NOSZKY som-hegyi ammoniteszeiről, a hasonló korú, szintén bakonyi, Gyenespusztai faunából is azonosításra és szabályos leírásra kerültek *Adabofoloceras hajagense* n. sp. néven (GALÁCZ 1980).

Az itt közölt adatok, valamint az 1959-ben azonosított példányok bemutatása tisztelgés NOSZKY Jenő, a bakony-hegységi jura nagy tudású kutatója emléke előtt.

Tárgyszavak: Bakony-hegység, Som-hegy, késő bajoci, Phylloceratidae, ifj. Noszky Jenő

Abstract

Unknown fossil collections from the Bakony Mts, collected by J. NOSZKY Jnr. during his mapping activity in the 1940s and 1950s were found in the storage facility of the Hungarian Geological Institute in the 2010s. In these materials from the Upper Bajocian (Middle Jurassic) from the Som-hegy of Bakonybél (formerly known as Pénzeskút) some specimens were determined by NOSZKY in 1959 as '*Canaliphylloceras*' nov. gen. nov. sp.' However, NOSZKY never published these faunal studies, and his designations have only been preserved as notes written on the labels of the specimens. The same form identified by NOSZKY was also identified as a new species from Gyenespuszta, another Middle Jurassic locality in the Bakony Mountains, in 1980 with the name *Adabofoloceras hajagense* n. sp. GALÁCZ, 1980. The name suggested by Noszky is invalid; however, his distinction of these forms as representing an individual taxon is justified. This contribution is a tribute to Jenő NOSZKY, a great researcher of the Hungarian Jurassic by making his faunistic study known and showing his original specimens.

Keywords: Bakony Mts, Som-hegy, Late Bajocian, Phylloceratids, J. Noszky

Introduction

When working on the Bajocian–Bathonian ammonites from Gyenespuszta, Bakony Mts, a new phylloceratid ammonite was described as a new species (*Adabofoloceras hajagense* n. sp. GALÁCZ 1980, p. 34) because it differed from all known Middle Jurassic phylloceratids. Recently it turned

out that J. NOSZKY Jnr. (1909–1970), the outstanding geologist and well-informed Jurassic worker of the Hungarian Geological Institute identified the same, morphologically well-distinguishable form, also on the basis of specimens from the Bakony Mts back in the 1950s. He labelled his specimens as representing a new species of a new genus. Unfortunately, this material remained forgotten lying in a

repository of the Geological Institute for decades. To honour Jenő NOSZKY, a great researcher of the Hungarian Jurassic, this record is introduced here.

A new phylloceratid from Gyenespuszta, Bakony Mts

The Bajocian–Bathonian ammonite fauna of Gyenespuszta is exceptional within the Mediterranean Tethys, because in this interval in almost all regions siliceous deep-sea radiolarite was deposited, a sediment in which calcareous skeletal elements are not preserved. However, in this limited area of the Bakony Mts, which probably formed an elevated submarine high in the pelagic ocean, calcareous sedimentation, though highly incomplete, survived up until the latest Bathonian.

According to the pelagic position of the region, most common ammonites in the rocks are Phylloceratids and Lytoceratids. Even in the Upper Bajocian part of the Gyenespuszta section the beds are characterised by the dominance of Phylloceratids. In beds 16 and 17 (*Strenoceras niortense* and *Garantiana garantiana* zones) Phylloceratids represent 62.4% and 58.7% of the fauna, respectively. These percentages amount to 857 and 116 collected specimens in the rich fauna.

No wonder, in these rich assemblages, new forms also appeared. One of the newly designated species was *Adabofoloceras hajagense* n. sp. This was described on the basis of 31 specimens from the Niortense and the *Garantiana* zones. One 60 mm diameter example was designated as holotype (GALÁ CZ loc. cit., pl. 4, fig. 1, text-fig. 22), and is refigured here (Fig. 1c).

The new species belongs to the genus *Adabofoloceras* JOLY, 1976, based on its small size, flattened lateral sides and simple ribs restricted to the outer part of the flanks and the venter. Its specific features are the strong, forwardly arched, wrinkled outer ribs on the body chamber, the shallow, but well-distinguished spiral groove on the flank, and some characteristic elements of the suture-line. Its species name refers to the Hajag Hills, the wider neighbourhood of the Gyenespuszta locality. The species was identified later in Spain (SANDOVAL 2016), in France (RULLEAU 2011), while PAVIA (1983) regarded it as a junior subjective synonym of *Ptychophylloceras longarae* STURANI, 1971.

A Middle Jurassic locality on the Som-hegy of Bakonybél

In the 2010s, when tracing some particular fossils in the Rákóczi-telep storage facility of the then Geological Institute (now Supervisory Authority for Regulatory Affairs), several fossils came to light, including those having been collected by J. NOSZKY in the Bakony Mountains during the 1940s and 1950s. One faunula represented the Late Bajocian of Som-hegy (Som Hill), near Bakonybél. He collected the

ammonites in 1940, and published the summary on his mapping activity in 1943 (NOSZKY 1943). He accurately recorded the day (6th of July, 1940) of collection on the labels of his specimens¹. In the small ammonite collection, there were three phylloceratid specimens labelled as belonging to a new species of ‘*Canaliphylloceras*,’ a new genus. However, these ammonites represented the above mentioned *Adabofoloceras hajagense* designated from Gyenespuszta in 1980.

The Som-hegy of Bakonybél was a previously known locality of Jurassic fossils, coincidentally, the very first in the Bakony Mts where Jurassic ammonites were ever recorded. This pioneering discovery was made in 1862 by K. M. PAUL, a geologist of the Geologische Reichsanstalt in Vienna, who gave a short list of his identified specimens, including ‘*Ammonites dimorphus* D’ORB.’. He mentioned that the assemblage was dominated by ‘*Heterophyllen*,’ i.e. Phylloceratids (PAUL 1862).

NOSZKY, in his 1943 paper, listed some ammonites, probably from the same place where PAUL collected the first ammonites. NOSZKY mentioned the genera *Stephanoceras*, *Phylloceras*, *Morphoceras* and *Perisphinctes*, and recorded *Apsoroceras baculatum* (QU.) and *Spiroceras bifurcarum* (QU.), the two latter heteromorphs as first occurrences from Hungary².

In the 1960s J. KONDA revisited the Jurassic localities of the Bakony Mts, including the one on Som-hegy (KONDA 1970, pp. 186–188). He discovered a rich fissure-filling fauna with ammonites and other molluscs in the Late Triassic Dachstein Limestone. The age of the fissure-filling red micritic limestone was given as Late Bajocian, *Stephanoceras humphriesianum* to *Garantiana garantiana* zones. Above the Dachstein Limestone, with a significant stratigraphic hiatus, Middle Jurassic red, nodular Rosso Ammonitico limestone beds succeed, with ammonites indicating at least two levels, and a gap in between. Three lower beds yielded ammonites from the *Humphriesianum* Zone, and the five beds above gave species [incl. *Dimorphinites dimorphus* (d’ORB.)] and *Parkinsonia* spp. characteristic to the *Parkinsoni* Zone of the Late Bajocian (GALÁ CZ 1975).

New phylloceratids in the old Noszky collection

In 1959, when NOSZKY became interested in his earlier collections, he thoroughly re-studied the Som-hegy fossils. He determined the ammonites mostly correctly. The majority of the ammonites with *Dimorphinites dimorphus* (D’ORBIGNY), *Cadomites deslongchampsii* (D’ORBIGNY), *Vermisphinctes martiusi* (D’ORBIGNY) indicates the *Parkinsoni* Zone, while *Garantiana bifurcata* (ZIETEN),

¹It was a Friday, a notable day in history. On this very day Hitler gave the order for preparations of German landing in Great Britain (‘*Operation Seelöwe*’).

²As a matter of fact, the first to find a Late Bajocian heteromorph (*Spiroceras* sp.) in Hungary was M. HANTKEN, who collected a specimen from the Fekete-hegy, near Som-hegy, in the late 1860s (see HANTKEN 1870, p. 59). He identified the specimen as *Hamites* sp., which suggested Tithonian age to him (see GALÁ CZ 2022).

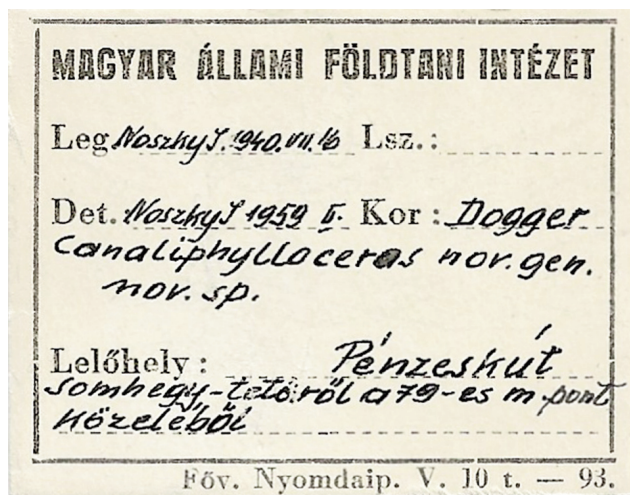


Figure 1. An original label written by J. NOSZKY, belonging to one of his newly identified phylloceratid specimens

1. ábra. NOSZKY Jenő saját cédulája, amelyet a Som-hegyről gyűjtött, új phylloceratid taxonként meghatározott egyik példányhoz mellékel

Sphaeroceras brongniarti (SOWERBY), and some Oppedids point to the Garantiana garantiana Zone. A few stephanoceratids suggested the presence of the Stephanoceras humphriesianum Zone as well. Later, in the 1960s and 70s all these ammonite species were also identified in the Gyenespuszta Upper Bajocian fauna from beds of similar age (GALÁČZ 1980).

Investigating the faunula, NOSZKY noticed the characteristically sculptured Phylloceratids. These strange forms aroused his interest and after recognizing their unique mor-

phology, he suggested a new taxon: *Canaliphyloceras* nov. gen. The name is obviously an allusion to the unusual morphological element, the longitudinal spiral groove on the flank. He regarded the specimens as representing new species within his proposed new genus; however, a new species name was not indicated. All these are attested by the surviving labels, handwritten by NOSZKY himself (Figure 1). Most probably, he arrived to this faunistic conclusion when he prepared his comprehensive summary on the Jurassic of Hungary, which he presented in the Mesozoic Conference held in Budapest in 1959 (NOSZKY 1960). He numbered the specimens, and the best prepared one, with number 'Can 1' was probably regarded as the most typical (see here in Figure 2a). The bigger specimen (Figure 2b) is numbered as 'Can 2'. All specimens are internal moulds, preserving shorter or longer parts of the body chamber, but lacking the aperture.

NOSZKY, in his later works where he discussed the Jurassic formations, the fossil localities or fossils of the Bakony Mts (e.g., in NOSZKY 1972), never mentioned again the Som-hegy Late Bajocian fauna; thus, his new ammonites remained unknown.

'*Canaliphyloceras*' of NOSZKY is an invalid name according to the International Code of Zoological Nomenclature (see KOVÁCS 2022). Nevertheless, realization of the lateral spiral groove as a unique morphological feature justifies the designation of a new species based on specimens found later in rocks of the same age and area. This faunistic recognition goes to prove that Jenő NOSZKY was not only an outstanding field geologist, but also a past master of Jurassic ammonites.

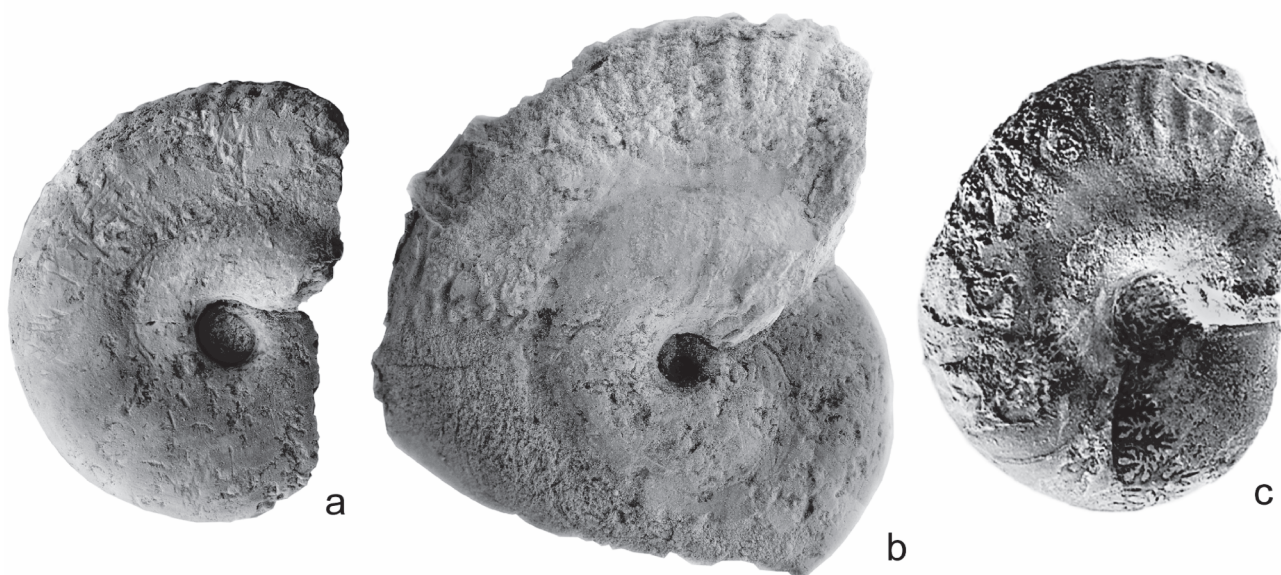


Figure 2. *Adabofoloceras hajagense* specimens from the Bakony Mts. a-b: Original specimens named '*Canaliphyloceras* nov. gen. nov. sp.' by J. NOSZKY from Som-hegy; c: The holotype of the species from Gyenespuszta (GALÁČZ 1980, pl. 4, fig. 1, in the collections of the Mining and Geological Survey of Hungary, No. J9218)

2. ábra. *Adabofoloceras hajagense* példányok a Bakonyból. a-b: NOSZKY Jenő som-hegyi, '*Canaliphyloceras* nov. gen. nov. sp.'-nek nevezett példányai; c: A faj Gyenespusztáról leírt holotipusa (GALÁČZ 1980, pl. 4, fig. 1, a Magyar Bányászati és Geológiai Szolgálat gyűjteményében, J9218 számon)

Acknowledgements

I am grateful to dr. Klára PALOTÁS of the Geological Collections, Mining and Geological Survey of Hungary, Budapest, for loaning the specimens for this study. I thank

Miklós KÁZMÉR for his help, who critically read the manuscript and made useful comments. The help of Emőke MOHR with the photographs is also gratefully appreciated. My special thanks go to Attila VÖRÖS who reviewed this manuscript.

References – Irodalom

- GALÁ CZ, A. 1975: Bajocian (Middle Jurassic) sections from the Northern Bakony (Hungary). – *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis, Sectio Geologica* **18**, 177–191.
- GALÁ CZ, A. 1980: Bajocian and Bathonian ammonites from Gyenespuszta, Bakony Mts., Hungary. – *Geologica Hungarica, Series Palaeontologica* **39**, 1–227.
- GALÁ CZ, A. 2022: HANTKEN Miksa és a magyarországi jura ammoniteszkutatók kezdetei. – *Földtani Közlöny* **152/2**, 139–146. <https://doi.org/10.23928/fold.kozl.2022.152.2.139>
- HANTKEN, M. 1870: Geologische Untersuchungen im Bakonyer Wald. – *Verhandlungen der k.-k. geologischen Reichsanstalt*, **1870/4**, 58–59.
- KONDA, J. 1970: Lithologische- und Fazies-Untersuchung der Jura-Ablagerungen des Bakony-Gebirges. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **50/2**, 161–260.
- KOVÁ CS Z. 2022: HANTKEN Miksa és a tudományos névadás. – *Földtani Közlöny*, **152/4**, 331–334. <https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2022.152.4.331>
- NOSZKY, J. jun. 1943: Földtani vázlat az Északi Bakony belső részéből (Előzetes jelentés az 1940. évi földtani felvételekről.) – *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése (1939–40)* **1**, 248–252.
- NOSZKY, J. 1961: Magyarország jura képződményei. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **49/2**, 375–392.
- NOSZKY J. 1972: Jura In: DEÁK M. (szerk.): *Magyarászó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához*. Veszprém. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest. 72–110.
- PAVIA, G. 1983: Il genere *Ptychophylloceras* SPATH, 1927 (Ammonoidea, Phyllocerataceae) nel Bajociano sudeuropeo. – *Atti della Accademia Nazionale dei Lincei, Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali*, Ser. 8 **17/1**, 5–31.
- RULLEAU, L. 2011: *Les ammonites du Bajocien en France et dans le Monde. Inventaire des genres et des espèces*. – Section Géologie et Paléontologie du Comité d'Enterprise Lafarge Ciments, Lozanne, 299 p.
- SANDOVAL, L. 2016: Ammonite assemblages and chronostratigraphy of the uppermost Bajocian – Callovian (Middle Jurassic) of the Murcia Region (Betic Cordillera, south-eastern Spain). – *Proceedings of the Geologists' Association* **127**, 230–240. <https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2015.11.007>

Manuscript received: 01/12/2022

Middle Miocene Risssoidea (Caenogastropoda) of Letkés (Hungary)

KOVÁCS, Zoltán^{1,2}, STEIN, Gerhard³

¹Department of Palaeontology, Eötvös Loránd University, H-1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A, Hungary

²Hungarian Natural History Museum, H-1083 Budapest, Ludovika tér 2, Hungary

E-mail: kzkovacsoltan@gmail.com. Orcid.org/0000-0001-7276-7321

³Lüneburg, Georg-Böhm-Straße 15, D-21337, Germany

E-mail: gerhard-stein.lg@t-online.de

Középső miocén Risssoidea (Caenogastropoda) Letkésről (Magyarország)

Összefoglalás

Tanulmányunk Letkés (Börzsöny hegység) kora badeni (középső miocén) gastropoda-faunájának ismeretéhez járul hozzá a Risssoidea öregcsalád tíz nemzetségéhez tartozó 19 faj leírásával és ábrázolásával. A közismert lelőhely agyagos és homokos üledékei a Lajtai Mészakő Formáció alsó badeni Pécsszabolcsi Tagozatát képviselik, és a Pannon-medence magyarországi részének leggazdagabb badeni tengeri molluszkanyagát tartalmazzák. Az itt bemutatott anyag az öregcsalád legmagasabb diverzitású megjelenését igazolja a Pannon-medencében, emellett kilenc faj jelenlétét először sikerült dokumentálni hazai lelőhelyről. A szakirodalom áttekintése alapján új nevet, *Rissoa federicoi* nom. nov. javasunk a fiatal homonimát jelentő *Rissoa* (*Turboella*) *acuticosta* Sacco, 1895 helyett.

Tárgyszavak: középső miocén, badeni, Pannon-medence, Letkés, Littorinimorpha, Risssoidea

Abstract

A Middle Miocene (Early Badenian) Risssoidea assemblage with 19 species representing ten genera is described and illustrated here from a fossiliferous locality at Letkés (Börzsöny Mts., Hungary). The material represents the most highly diverse occurrence of the superfamily in the Pannonian Basin System. Nine species are recorded for the first time in this region. *Rissoa federicoi* nom. nov. is proposed here as a new name for the junior homonym *Rissoa* (*Turboella*) *acuticosta* Sacco, 1895.

Keywords: Middle Miocene, Badenian, Pannonian Basin, Letkés, Littorinimorpha, Risssoidea

Introduction

The aim of this paper is to report the Early Badenian (early Middle Miocene) Risssoidea material in the mollusc assemblage of Letkés (N Pannonian Basin, Hungary) as a contribution to the description of the highly diverse gastropod material of the locality. Letkés is a well-known Middle Miocene fossiliferous site in the western Börzsöny Mts. The studied locality is situated on the low slope of Bagoly Hill, about 400 m eastward from the village (N 47.888319°, E 18.784647°) (Figure 1). The deposits are characterized by resedimented beds consisting of limonitic clayey sand with andesite rock fragments, andesitic tuff and eroded colonial coral blocks. The sediments represent the Lower Badenian Pécsszabolcs Member of the Lajta Limestone Formation that was deposited in littoral–sublittoral zones. The extremely rich macrofauna shows a mixture of taxa derived from different biotopes (KOVÁCS & VICIÁN 2014).

Although numerous papers have dealt with the molluscs of Letkés (e.g., CSEPREGHY-MEZNERICS 1956; see KOVÁCS & VICIÁN 2021 with additional references) the Risssoidea has been under-represented in the previous literature. From the neighboring locality of Szob, 14 risssoidean species were listed by CSEPREGHY-MEZNERICS (1956), while only three were mentioned from Letkés. Intensive field work during the last decade yielded a relatively rich risssoidean material with 19 species from which *Alvania brachia* BOETTGER, 1902; *A. cf. convexispira* BOETTGER, 1907; *A. cf. subcrenolata* APPELIUS, 1869; *Pusillina cf. philippi* (ARADAS & MAGGIORE, 1844); *Chilostigma obsoleta* (HÖRNES, 1856); *Zebinella extranea* (EICHWALD, 1830); *Z. semidecussata* (BOETTGER, 1902); *Zebina cf. taurolaevis* SACCO, 1895 and *Stosicia costata* BOETTGER, 1887 are recorded for the first time in the Pannonian Basin System.

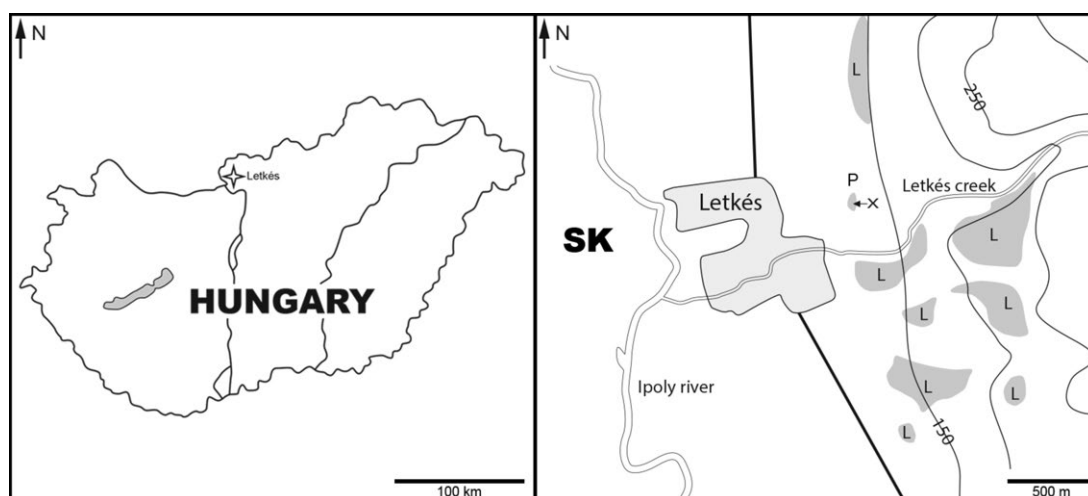


Figure 1. Location, and the Lower Badenian marine deposits at Letkés. P – Pécsszabolcs Member of the Lajta Limestone Formation sensu lato (L), X – locality (Modified from: <https://map.mbfisz.gov.hu/fdt100>)

1. *ábra.* Alsó badeni üledékek Letkés térségében. Lajtai Mésző Formáció sensu lato (L), Pécsszabolcsi Tagozat (P), X – lelőhely (<https://map.mbfisz.gov.hu/fdt100> alapján)

Material and methods

The study material was collected by the authors from the Bagoly Hill locality at Letkés (Northern Hungary), and stored in private collections of Gerhard STEIN (collection hereinafter referred to as Coll. GSL) and Zoltán KOVÁCS (collection hereinafter referred to as Coll. ZK). The Szob and Letkés gastropod assemblages in the palaeontological collection of the Hungarian Natural History Museum, Budapest (HNHM) were also revisited. Illustrations of the study specimens contain only digital images as the shells in the sandy layers of Letkés were not preserved well-enough for SEM studies. Abbreviation: SL indicates shell length in mm.

Systematic palaeontology

Class Gastropoda CUVIER, 1795

Order Littorinimorpha GOLIKOV & STAROBOGATOV, 1975

Superfamily Rissooidea GRAY, 1847

Family Rissoidae GRAY, 1847

Genus *Alvania* RISSO, 1826

Type species: *Alvania europea* RISSO, 1826 (= *Turbo cimex* LINNAEUS, 1758) (type by subsequent designation)

Alvania brachia BOETTGER, 1902

(Plate I, figures 1–5)

1902 *Alvania* (*Alvania*) *brachia* n. sp. – BOETTGER, p. 139.

1934 *Alvania* (*Alvania*) *brachia* BOETTGER – ZILCH, p. 211, pl. 5, fig. 80.

1975 *Alvania* (*Alvania*) *brachia* BOETTGER – BAŁUK, p. 79, pl. 9, fig. 12.

Type – Holotype from Kosteĵ (Coșteiu de Sus, Romania), illustrated by ZILCH (1934, pl. 5, fig. 80).

Material – 112 specimens in Coll. ZK; 53 specimens in Coll. GSL.

Description – Small, solid, conical shell, protoconch of about two rounded whorls. Teleoconch of four whorls, spire whorls slightly rounded, last whorl rounded. Ovate aperture, outer lip thickened by varix, smooth or lirate within. Sculpture of almost straight, rounded, prominent axial ribs (10–12 on adult last whorl) and low, broad spiral cords in strongly concave interspaces, and on base.

Remarks – The specimens illustrated herein correspond perfectly to the original description (BOETTGER 1902) and the description of BAŁUK (1975). *Alvania brachia* is similar in morphology to *A. lachesis* (BASTEROT) but clearly differs by its more robust shell bearing stronger and straight ribs and deeper and more concave interspaces. *Alvania brachia* is a new record in the Pannonian Basin, and it is the most abundant *Alvania* species at Letkés.

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

Alvania cf. *convexispira* BOETTGER, 1907
(Plate I, figures 6–7)

cf. 1907 *Alvania* (*Actonia*) *convexispira* n. sp. – BOETTGER, p. 159.

cf. 1934 *Alvania* (*Actonia*) *convexispira* BOETTGER – ZILCH, p. 213, pl. 5, fig. 89.

? 1981 *Alvania* (*Actonia*) *convexispira* BOETTGER – ŠVAGROVSKÝ, p. 120, pl. 36, fig. 5.

Type – Lectotype from Kosteĵ (Coșteiu de Sus, Romania), illustrated by ZILCH (1934, pl. 5, fig. 89).

Material – 2 specimens in Coll. GSL.

Description – Elongated shell, protoconch of about 2½ rounded whorls with trace of very fine spiral sculpture, teleoconch of 3.5 rounded whorls with deeply incised suture. Wide, ovate aperture, outer lip bearing nine weakly developed, rounded denticles within. Spiral sculpture of strong, narrow cords (two on the first, six on the penultimate teleoconch whorls) and narrow, prominent axial ribs giving

the surface a moderately finely cancellate appearance. At the intersections there are small rounded tubercles, the sub-sutural cord is characterized by coronate appearance.

Remarks – Identification not entirely certain. BOETTGER (1907) points out the similarity to the Recent *Alvania testae* (ARADAS & MAGGIORE). The species is similar to *Alvania transiens* SACCO but with significantly narrower sculptural elements.

Distribution – Middle Miocene: Central Paratethys (Badenian): Hungary (this paper), ?Slovakia, Romania.

Alvania perregularis SACCO, 1895

(Plate I, figures 8–10)

- 1856 *Rissoa mariae* – HÖRNES, p. 563, pl. 48, fig. 9 (non D'ORBIGNY, 1852)
 1895 *Alvania* [*Acinus*] *mariae*? var. *perregularis* SACCO – SACCO, p. 25.
 1956 *Alvania perregularis* SACCO – CSEPREGHY-MEZNERICS, p. 379, pl. 1, figs 25–28.
 ? 1966 *Rissoa* (*Alvania*) *perregularis* SACCO – STRAUZ, p. 73, pl. 46, figs 12–13.
 1973 *Alvania perregularis* SACCO – BOHN-HAVAS, p. 1103, pl. 3, figs 1–2.
 2004 *Alvania* (*Alvania*) *perregularis* (SACCO) – KOWALKE & HARZHAUSER, p. 120, fig. 7B.
 2013 *Alvania perregularis* (SACCO) – LANDAU et al., p. 72, pl. 6, fig. 6 (cum syn.).
 2013 *Alvania* (*Alvania*) *perregularis* (SACCO) – TĂMAȘ et al., p. 60, fig. 2f.

Type – SACCO refers to HÖRNES (1856, pl. 48, fig. 9) as an illustration for this “variety” and further reports the variety from S. Agata, Montegibbio (“Tortoniano”). Since there is no description, the illustration must be interpreted as the typification of the species. The lectotype (HÖRNES 1856, pl. 48, fig. 9) was designated by ŠVAGROVSKÝ (1981: 118).

Material – One specimen in Coll. ZK, two specimens in Coll. GSL.

Description – Teardrop-shaped shell with six slightly rounded whorls and deeply canaliculated suture. Drop-shaped aperture, outer lip with strong labral varix and bearing 10–11 denticles within. Finely reticulate teleoconch sculpture of 24–33 fine axial ribs and 8–10 spiral cords on last whorl.

Remarks – *Alvania perregularis* is similar to *A. transiens*, but differs by its lower protoconch, and finer teleoconch sculpture with 6–7 spiral cords on penultimate whorl. The specimen illustrated by STRAUZ (1966, pl. 46, figs 12–13) was regarded as *Alvania tenuicostata* BALUK by LANDAU et al. (2013). The latter species is characterized by its much finer sculpture, and smooth outer lip within (see BALUK 1975). *Alvania perregularis* is a new record at Letkés.

Distribution – Middle Miocene: Central Paratethys (Badenian): Austria, Bosnia, Bulgaria, Czechia, Hungary, Poland, Romania, Slovakia, Ukraine; Proto-Mediterranean Sea (Serravallian): Türkiye. Late Miocene: Proto-Mediterranean Sea (Tortonian): Italy.

Alvania cf. *subcrenulata* APPELIUS, 1869

sensu BALUK (1975)

(Plate I, figures 11–12)

- ?1869 *Alvania subcrenulata* SCHWARTZ – APPELIUS, p. 191.
 ?1884 *Alvania subcrenulata* SCHWARTZ – BUCQUOY et al., p. 293, pl. 36, figs 11–13.
 1907 *Alvania* (*Acinus*) *subcrenulata* SCHWARTZ – BOETTGER, p. 157.
 1975 *Alvania* (*Turbona*) *subcrenulata* (SCHWARTZ) – BALUK, p. 86, pl. 9, fig. 16.

Type – Described from Livorno and Castiglioncello, fossil shells from “Quaternario di Livorno”.

Material – 11 specimens in Coll. GSL.

Description – Small, conical shell, protoconch of about 2½ rounded whorls with a very fine adapical spiral striation before the transition into the teleoconch. Teleoconch of three slightly rounded whorls, incised suture. Wide, suboval aperture, outer lip bearing six rounded denticles within. Spiral sculpture of well-developed cords (seven on the last whorls) and broad, prominent axial ribs (11–13 on the last whorl), beaded intersections.

Remarks – The shell figured herein corresponds perfectly to the description of BALUK (1975). However, BALUK mentioned smooth protoconch whorls. In fact, the protoconch has a very fine ornamentation on its last part, which, however, is only recognizable in very well preserved specimens. *Alvania subcrenulata* is currently attributed to the authorship of BUCQUOY, DOLLFUS and DAUTZENBERG and the name introduced by APPELIUS is considered a nomen nudum. In fact, APPELIUS refers to a description by SCHWARTZ VON MOHRENSTERN, which was never published and is therefore not available, but on the other hand he gives a definition: “*Questa specie che è molto affine alla precedente [Alvania crenulata], e che io considerava come una varietà piccola di essa [...]*” that characterizes the species, which is in accordance with ICZN Art. 12.1.

Distribution of *Alvania subcrenulata* APPELIUS sensu BALUK (1975) – Middle Miocene: Central Paratethys (Badenian): Hungary (this paper), Poland, Romania.

Alvania transiens SACCO, 1895

(Plate I, figures 13–14, Plate II, figures 1–5)

- 1856 *Rissoa venus* – HÖRNES p. 565, pl. 48, fig. 10 (non D'ORBIGNY, 1852)
 1895 *Alvania* [*Acinopsis*] *sculpta*? var. *transiens* SACCO – SACCO, p. 27.
 1956 *Alvania venus danubiensis* COSSMANN et PEYROT – CSEPREGHY-MEZNERICS, p. 379, pl. 2, figs 15–16.
 1966 *Rissoa* (*Alvania*) *venus danubiensis* COSSMANN & PEYROT – STRAUZ, p. 72, pl. 46, figs 17–18.
 2004 *Alvania* (*Alvania*) *transiens* (SACCO) – KOWALKE & HARZHAUSER, p. 121, fig. 7C.
 2013 *Alvania transiens* (SACCO) – LANDAU et al., p. 73, pl. 6, fig. 8 (cum syn.).
 2013 *Alvania* (*Alvania*) *transiens* (SACCO) – TĂMAȘ et al., p. 61, fig. 2i.
 2019 *Alvania transiens* (SACCO) – THIVIAIOU et al., p. 340, fig. 5H1–H4.

Type – SACCO refers to HÖRNES (1856, pl. 48, fig. 10) as an illustration for this “variety” and continues to report the variety from Colli torinese, Sciolze (“Elveziano”), Stazzano, S. Agata, Montegibbio (“Tortoniano”), Zinola, Bordighera (Piacenziano). Since there is no description, the illustration must be interpreted as the typification of the species. Therefore, we hereby determine the specimen shown by HÖRNES as the lectotype.

Material – Four specimens in Coll. ZK, ten specimens in Coll. GSL. Presumed transitional morph: 30 specimens in Coll. ZK, 53 specimens in Coll. GSL.

Description – Elongated, egg-shaped shell of six whorls separated by deep sutures. Protoconch of $2\frac{3}{4}$ rounded whorls bearing trace of fine spiral threads abapically. Teleoconch whorls slightly rounded. Drop-shaped aperture, outer lip thickened by a labral varix and bearing denticles within. Teleoconch sculpture of well-developed spiral cords (four on penultimate, six on last whorl), and axial ribs with equal strength (16–18 on last whorl) forming a regular reticulate pattern.

Remarks – The taxonomical revision of the species was arranged by KOWALKE & HARZHAUSER (2004). The species is characterized by moderate intraspecific variability in strength of sculpture (see the syntypes /MNHN.F.J08925*/ in the palaeontological collection of the Muséum national d’Histoire naturelle, Paris from the Vienna Basin, Austria). Most *Alvania transiens* specimens in the Letkés assemblage are more finely sculptured than the typical form (Plate I, figs 13–14, Plate II, fig. 1) of the species, they are considered herein as transitional morphs between *A. transiens* and *A. perregularis* (Plate II, figs 2–5). Similarly, the *Alvania transiens* specimen figured by TĂMAŞ et al. (2013, fig. 2i) from Lăpuş de Sus (Romania) is also regarded herein as belonging to this transitional morph. The species is a new record at Letkés.

Distribution – Early Miocene: Central Paratethys (Eggenburgian): Austria; Proto-Mediterranean Sea (Aquitanian): Greece, (Burdigalian): N Italy. Middle Miocene: Central Paratethys (Badenian): Austria, Bulgaria, Hungary, Poland, Romania, ?Slovakia; Proto-Mediterranean Sea (Serravallian): Türkiye. Late Miocene: Proto-Mediterranean Sea (Tortonian): N Italy. Pliocene: Central Mediterranean Sea: Italy.

*<https://science.mnhn.fr/institution/mnhn/collection/f/item/j08925>

Genus *Manzonina* BRUSINA, 1870

Type species: *Turbo costatus* J. ADAMS, 1797 (type by monotypy) (= *Turbo crassus* KANMACHER, 1798)

Manzonina scalaris (DU BOIS DE MONTPÉREUX, 1831)
(Plate II, figures 6–8)

1831 *Cyclostoma scalare* Nov. – DU BOIS DE MONTPÉREUX, p. 37, pl. 3, figs 40–41.

1856 *Rissoa scalaris* DUBOIS – HÖRNES, p. 567, pl. 48, fig. 12.

1975 *Alvania (Taramellia) scalaris* (DUBOIS) – BALUK, p. 75, pl. 8, figs 13–14.

2004 *Manzonina (Manzonina) scalaris* (DUBOIS) – KOWALKE & HARZHAUSER, p. 124, fig. 8D.

2013 *Manzonina (Manzonina) scalaris* (DUBOIS) – TĂMAŞ et al., p. 61, fig. 3b (cum syn.)

2014 *Manzonina scalaris* (DUBOIS) – GARILLI & PARRINELLO, fig. 3A.

2018 *Manzonina scalaris* (DUBOIS) – HARZHAUSER et al., pl. 3, fig. 8.

2021 *Manzonina scalaris* (DUBOIS) – CHIRLI & FORLI, p. 218, pl. 173, figs C 1–2, ?3–6, 7–12, pl. 174, figs A 1–5.

Type – Described from Shushkivtsi (= Szuskowce, W Ukraine).

Material – One specimen in Coll. GSL.

Description – The illustrated specimen is not fully grown. Protoconch of about two whorls, ornamentation not recognizable (height 0.3 mm, width 0.4 mm). Aperture thickened, inside smooth. Teleoconch sculpture of last whorl consisting of 11 axial ribs with interspaces about twice as wide and seven spiral cords. The ribs end at the last spiral, which is relatively strong. Base also with two stronger spiral cords.

Remarks – The only specimen available is juvenile; it corresponds to the descriptions given in the literature. The Pannonian Basin records of the species in the earlier literature needs confirmation as no material was illustrated from this region – the figure in STRAUSS (1966, p. 77, fig. 42) is a copy of FRIEDBERG (1923, pl. 23, fig. 4).

Distribution – Middle Miocene: Central Paratethys (Badenian): Austria, Hungary, Poland, Romania, ?Slovakia, Ukraine. Late Miocene: Proto-Mediterranean Sea (Tortonian): N Italy.

Manzonina sp.
(Plate II, figures 9–10)

2013 *Manzonina* sp. – TĂMAŞ et al., p. 63, fig. 3c.

Material – Two specimens in Coll. ZK.

Description – Small shell, protoconch of about 2 smooth, rounded whorls, junction with teleoconch eroded. Teleoconch of three rounded whorls, incised suture, ovate aperture, outer lip moderately thickened, smooth within. Sculpture of narrow, slightly opisthocline, prominent axial ribs (12 on last whorl) overriding by strong, sharp spiral cords (seven on last whorl), three well-developed spiral cords on base, subtle spiral threads between cords on entire shell.

Remarks – The study specimens are closely allied to *Manzonina scalaris* but differ by their lower protoconch, more rounded teleoconch whorls, and higher penultimate whorl. *Manzonina miocrassicosta* SACCO is characterized by less opisthocline axial ribs and fewer spiral cords. The specimen figured herein is very similar to the *Manzonina* specimen in TĂMAŞ et al. (2013, fig. 3c), the subtle spiral threads appear on both materials. The Letkés specimens probably represent a new species.

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

Genus *Obtusella* COSSMANN, 1921

Type species: *Rissoa intersecta* WOOD, 1857 (type by monotypy)

Obtusella communis (BOETTGER, 1907)
(Plate II, figures 11–12)

1907 *Cingula* (*Cingulina*) *communis* n. sp. – BOETTGER, p. 162.

1934 *Cingula* (*Obtusella*) *communis* BOETTGER – ZILCH, p. 210, pl. 5, fig. 78.

1975 *Putilla* (*Pseudosetia*) *taurominima* – BAŁUK, p. 65, pl. 8, figs 1–3 (non SACCO, 1895).

? 1993 *Pseudosetia taurominima* – ILJINA, p. 49, pl. 5, figs 16–17 (non SACCO, 1895).

1996 *Putilla* (*Pseudosetia*) *taurominima* – KÓKAY, p. 455, pl. 2, fig. 1 (non SACCO, 1895).

Type: Holotype from Kosteĵ (Coșteiu de Sus, Romania), illustrated in ZILCH (1934, pl. 5, fig. 78).

Material – Three specimens in Coll. GSL.

Description – Minute, globose shell with protoconch of about $2\frac{1}{2}$ smooth, rounded whorls. Teleoconch of two whorls occasionally showing hardly visible, fine spiral ornaments. Ovate aperture, outer lip smooth within, narrow umbilicus.

Remarks – The Paratethyan specimens described herein as *Obtusella communis* (BOETTGER) are similar in size and overall morphology to *Obtusella taurominima* (SACCO) but differ in lack of dense, well-defined spiral sculpture that is typical of the latter species (see the holotype in FERRERO MORTARA et al. 1984, pl. 40, fig. 5). The Serravallian *Obtusella taurominima* shells from the Proto-Mediterranean Sea illustrated by LANDAU et al. (2013, pl. 56, figs 2–3) show a distinct spiral thread just above the suture. *Obtusella communis* is a new record at Letkés.

Distribution – Middle Miocene: Central Paratethys (Badenian): Austria, Hungary, Poland, Romania; ?Eastern Paratethys: (Tshokrakian): Ciscaucasia, S Russia.

Genus *Pusillina* MONTEROSATO, 1884

Type species: *Rissoa pusilla* PHILIPPI, 1836 (= *Rissoa philippi* ARADAS & MAGGIORE, 1844) (type by monotypy)

Pusillina cf. *philippi* (ARADAS & MAGGIORE, 1844)
(Plate II, figures 13–14)

? 1836 *Rissoa pusilla* mihi – PHILIPPI, p. 154, pl. 10, fig. 13 (non BROCCI, 1814).

? 1844 *Rissoa Philippi* Nob – ARADAS & MAGGIORE, p. 136

? 2013 *Pusillina philippi* (ARADAS & MAGGIORE) – LANDAU et al., p. 69, pl. 6, fig. 2, pl. 56, figs 5–6 (*cum syn.*).

? 2020 *Pusillina philippi* (ARADAS & MAGGIORE) – TABANELLI et al., p. 23, pl. 1, fig. 11.

Type – Described from Sicily (Italy).

Material – One specimen in Coll. GSL.

Description – Elongated, thin, rissoiform shell, eroded protoconch of about $2\frac{1}{2}$ convex whorls. Teleoconch of four rounded whorls, incised suture, ovate aperture, simple outer lip smooth within. Sculpture of slightly opisthocline, rounded axial ribs (16 on penultimate whorl), spiral sculpture absent.

Remarks – Based on its morphology (rissoiform, thin shell, regularly rounded last whorl, simple outer lip, lack of spiral sculpture) the study specimen is assigned to genus *Pusillina*. The most similar form is *Pusillina philippi* (ARADAS & MAGGIORE), which is characterized by slightly more inflated teleoconch whorls. The Miocene *Pusillina philippi* specimen illustrated by LANDAU et al. (2013, pl. 6, fig. 2) is similar in size and morphology but differs by its more inflated whorls. The Tortonian *Pusillina gallica* LANDAU, CEULEMANS & VAN DINGENEN is smaller in size and has a slenderer shell (see LANDAU et al. 2018, pl. 114). *Pusillina* cf. *philippi* is a new record in the Pannonian Basin.

Distribution of Pusillina philippi – Miocene: Proto-Mediterranean Sea: Italy; (Serravallian): Türkiye. Middle Miocene: Central Paratethys (Badenian): Hungary (this paper). Pliocene–Recent: Mediterranean Sea.

Genus *Rissoa* DESMAREST, 1814

Type species: *Rissoa ventricosa* DESMAREST, 1814 (type by subsequent designation)

Rissoa federicoi nom. nov.
pro *Rissoia* (*Turboella*) *acuticosta* SACCO, 1895 (non
Rissoa acuticosta KOENEN, 1892)
(Plate III, figures 1–3)

1856 *Rissoa Lachesis* – HÖRNES, p. 572, pl. 48, fig. 16 (non BAS-TEROT, 1825)

1895 *Rissoia* [*Turbella*] *acuticosta* SACCO – SACCO, p. 23.

1933 *Turbella acuticosta* SACCO – MEZNERICS, p. 329, pl. 13, fig. 7.

1966 *Rissoa turricula acuticosta* SACCO – STRAUZ, p. 69, pl. 46, figs 6–7.

1966 *Rissoa* (*Turboella*) *podhorcensis* (FRIEDBERG) – KÓKAY, p. 37, pl. 2, fig. 20.

1973 *Rissoa acuticosta* SACCO – BOHN-HAVAS, p. 1039, pl. 3, fig. 7.

1975 *Turboella* (*Turboella*) *acuticosta* SACCO – BAŁUK, p. 69, pl. 8, figs 9–11.

2004 *Rissoa acuticosta* (SACCO) – KOWALKE & HARZHAUSER, p. 116, fig. 4C (*cum syn.*).

2013 *Rissoa acuticosta* (SACCO) – TĂMAȘ et al., p. 58, fig. 2a (*cum syn.*).

2021 *Rissoa acuticosta* (SACCO) – CHIRLI & FORLI, p. 14, pl. 1, figs C1–5, pl. 2, figs A1–10.

Type material – SACCO indicated the shell pictured by HÖRNES (1856, pl. 48, fig. 16) as descriptive of the species; therefore, we hereby designate it as the lectotype of *Rissoia* (*Turboella*) *acuticosta* SACCO, and as the holotype of *Rissoa federicoi* nom. nov.

Type strata and locality – Middle Miocene (Early Badenian) sand, Steinebrunn, Vienna Basin, Austria.

Derivation of name – In honour of Federico SACCO (1864–1948), Italian palaeomalacologist.

Study material – Five specimens in Coll. ZK.

Diagnosis – Small shell, conical spire, rounded whorls, aperture with smooth outer lip within, sculpture of low, rounded axial ribs and spiral cords.

Description – Small shell with protoconch of $2\frac{1}{2}$ rounded whorls and about four teleoconch whorls. Conical spire,

drop-shaped aperture, outer lip slightly thickened, smooth within. Axial sculpture of slightly opisthocline, straight, low, rounded ribs with broader interspaces than their width (13–17 on last whorl), spiral sculpture of cords on base, and about eight spiral cords in interspaces on spire whorls.

Remarks – SACCO described the species *acuticosta* in the genus *Rissoia* (an unjustified emendation by BRONN, 1848 for *Rissoia* DESMAREST, 1814) and placed it in the subgenus *Turbella* (incorrect spelling of *Turboella* LEACH, 1847). A peculiarity in SACCO's work is the use of subgeneric names as if they were generic names, although generic and subgeneric names are clearly indicated. Thus, *Rissoia* (*Turboella*) *acuticosta* SACCO, 1895 is a younger primary homonym of *Rissoia acuticosta* KOENEN, 1892 and is hereby replaced by the name *Rissoia federicoi*.

Specimens in the Letkés assemblage correspond to the type (HÖRNES 1856, pl. 48, fig. 16) and the illustration in KOWALKE & HARZHAUSER (2004, fig. 4C). *Rissoia federicoi* differs from the similar *Alvania lachesis* (BASTEROT) in sculpture bearing almost radial and slightly broader axial ribs with fewer, stronger spiral cords. The specimen figured by KÓKAY (1966, pl. 2, fig. 20) from the Herend Sub-basin (Pannonian Basin, Hungary) differs in morphology from the type of *Turbella podhorcensis* FRIEDBERG by its more widely spaced axial ribs (see FRIEDBERG 1923, pl. 22, fig. 3), it is regarded herein as *Rissoia federicoi*. The species is a new record at Letkés.

Distribution – Early Miocene: NE Atlantic (Burdigalian): France; Central Paratethys (Karpatian): Austria. Middle Miocene: Central Paratethys (Badenian): Austria, Czechia, Hungary, Poland, Slovakia, Romania; Eastern Paratethys (Konkian): S Russia. Late Miocene: Proto-Mediterranean Sea (Tortonian): N Italy.

Rissoia sp.

(Plate III, figures 4–5)

Material – Four specimens in Coll. ZK.

Remarks – The specimens in the Letkés assemblage recorded herein as *Rissoia* sp. are closely allied to *R. federicoi* but differ by their fewer and more rounded axial ribs, and weaker spiral cords. They probably represent only a variety of *Rissoia federicoi*.

Family Rissoinidae STIMPSON, 1865

Genus *Chiliostigma* MELVILL, 1918

Type species: *Rissoina (Chiliostigma) refugium* MELVILL, 1918 (type by monotypy)

Chiliostigma obsoleta (HÖRNES, 1856)

(Plate III, figures 6–7)

1856 *Rissoina obsoleta* PARTSCH – HÖRNES, p. 556, pl. 48, fig. 3.

1949 *Rissoina (Zebinella) obsoleta* PARTSCH (in HÖRNES) – GLIBERT, p. 111, pl. 6, fig. 8.

2009 *Rissoina (Rissoina) obsoleta* (PARTSCH) – ZUNINO & PAVIA, p. 56 (pars), pl. 1, fig. 6.

2013 *Rissoina (Zebinella) obsoleta* HÖRNES – LANDAU et al., p. 76, pl. 6, fig. 12, pl. 58, fig. 7 (*cum syn.*)

2018 *Zebinella obsoleta* (HÖRNES) – LANDAU et al., p. 294, pl. 120, fig. 1.

Type – Described from Steinebrunn (Austria).

Material – One specimen in Coll. ZK, one specimen in Coll. GSL.

Description – Conical shell, protoconch missing. Rounded early but flattened late teleoconch whorls, large aperture. Sculpture of weakly developed, slightly opisthocline axial riblets and dense, fine spiral cords forming a fine reticulate pattern.

Remarks – The taxonomical revision of subgenus *Rissoina* (*Chiliostigma*) was arranged by FABER & MOOLENBEEK (2014) and *Chiliostigma* was considered at the genus rank including one fossil species, *Rissoina obsoleta* HÖRNES. The genus differs from *Zebinella* by its larger size, almost flattened spire whorls and much finer sculpture. HÖRNES' species is markedly similar in size and morphology both to the type species and *Chiliostigma tumida* FABER & MOOLENBEEK, its last whorl is, however, somewhat less inflated than that of its two Recent congeners (see FABER & MOOLENBEEK 2014, figs 1–6). *Chiliostigma obsoleta* is a new record in the Pannonian Basin.

Distribution – Early Miocene: Central Paratethys (Karpatian): ?Czechia. Middle Miocene: NE Atlantic (Langhian): France; Central Paratethys (Badenian): Austria, Hungary (this paper), Romania; Proto-Mediterranean Sea (Burdigalian?–Langhian): N Italy; (Serravallian): Karaman Basin, Türkiye. Late Miocene: NE Atlantic (Tortonian–Messinian): France, Portugal; Proto-Mediterranean Sea (Tortonian): N Italy.

Genus *Rissoina* D'ORBIGNY, 1841

Type species: *Rissoia (Rissoina) inca* D'ORBIGNY, 1841 (type by monotypy)

Rissoina podolica COSSMANN, 1921

(Plate III, figures 8–12)

1856 *Rissoina pusilla* – HÖRNES, p. 557, pl. 48, fig. 4 (non BROCCHI, 1814)

1921 *Rissoina podolica* nov. sp. – COSSMANN, p. 317, pl. 3, figs 43–44.

1956 *Rissoina podolica* COSSMANN – CSEPREGHY-MEZNERICS, p. 379, pl. 2, figs 13–14.

1966 *Rissoina pusilla podolica* COSSMANN – STRAUZ, p. 79, pl. 12, figs 23–28.

1969 *Rissoina podolica* COSSMANN – CSEPREGHY-MEZNERICS, p. 19, pl. 2, figs 1, 5.

1975 *Rissoina (Rissoina) podolica* COSSMANN – BALUK, p. 90, pl. 10, figs 11–14.

2013 *Rissoina (Rissoina) pusilla* – TĂMAȘ et al., p. 63, fig. 3f (non BROCCHI, 1814).

non 2019 *Rissoina (Rissoina) podolica* COSSMANN – TUREK & HLADILOVÁ, fig. 4.2 (= *Rissoina vindobonensis* SACCO, 1895)

Type – Holotype from Holdy (Brody region, Ukraine) (FRIEDBERG 1928).

(<https://science.mnhn.fr/institution/mnhn/collection/f/item/j04419>)

Material – 133 specimens in Coll. ZK, 17 specimens in Coll. GSL.

Description – Slender shell with eight slightly convex whorls. Ovate aperture, outer lip bearing a strong labral varix. Teleoconch sculpture of narrow, straight to slightly opisthocline axial ribs (22–32 on last whorl), dense, fine spiral threads in interspaces, and weakly developed spiral cords on base.

Remarks – The species is characterized by slight intra-specific variability in sculpture. The holotype bears about 19 sharp, prominent axial ribs – similar specimens were figured from the Central Paratethys e.g. by BAŁUK (1975, pl. 10, fig. 14) and TÁMAŠ et al. (2013, fig. 3f) (see this paper Plate III, fig. 8). Other specimens with identical outline have denser axial ribbing either on the entire shell (e.g., STRAUZ 1966, pl. 12, figs 23–26; ŠVAGROVSKÝ 1981, pl. 38, figs 1–4), or on the penultimate and last whorls (BAŁUK 1975, pl. 10, fig. 13; this paper Plate III, figs 11–12). The specimen on Plate III, figs 9–10 bearing fewer strong ribs is regarded herein as a morphotype of *Rissoina podolica*. The species was reported at Letkés by CSEPREGHY-MEZNERICS (1956).

Availability of *Rissoina podolica* is discussed in the literature; it was synonymized under *R. subconoidea* (GRATELOUP) by LOZOUET et al. (2001), LANDAU et al. (2013) and STEIN et al. (2016). The two species are closely allied in teleoconch morphology but due to a lack of detailed comparison of the protoconchs their separation is provisionally retained in this paper. Another similar species is *Rissoina zboroviensis* FRIEDBERG, which is distinguishable by its more opisthocline and flexuous axial ribs (see FRIEDBERG 1923, pl. 21, fig. 1).

Distribution – Early Miocene: Central Paratethys (Karpatian): Austria. Middle Miocene: Central Paratethys (Badenian): Austria, Bosnia, Bulgaria, Hungary, Poland, Romania, Slovakia, Ukraine.

Rissoina vindobonensis SACCO, 1895
(Plate IV, figures 1–4)

- 1856 *Rissoina bruguieri* – HÖRNES, p. 558, pl. 48, fig. 5 (non PAYRAUDEAU, 1826).
1895 *Rissoina* [*Rissoina*] *bruguieri* var. *vindobonensis* SACCO – SACCO, p. 35.
1966 *Rissoina bruguieri vindobonensis* SACCO – STRAUZ, p. 80, pl. 12, figs 19–22.
1975 *Rissoina* (*Rissoina*) *vindobonensis* SACCO – BAŁUK, p. 91, pl. 10, figs 6–7.
1993 *Rissoina* (*Rissoina*) *vindobonensis* SACCO – ILJINA, p. 51, pl. 5, figs 20–21.
2013 *Rissoina vindobonensis* SACCO – LANDAU et al., p. 75, pl. 6, fig. 10, pl. 58, fig. 6 (*cum syn.*)
2013 *Rissoina* (*Phosinella*) *steinabrunnensis* SACCO – TÁMAŠ et al., p. 63, fig. 3d.
2013 *Rissoina* (*Rissoina*) *vindobonensis* SACCO – TÁMAŠ et al., p. 63, fig. 3e.
2019 *Rissoina* (*Rissoina*) *podolica* – TUREK & HLADILOVÁ, fig. 4.2. (non COSSMANN, 1921)

Type – Holotype from Steinebrunn, illustrated by HÖRNES (1856, pl. 48, fig. 5).

Material – Eight specimens in Coll. ZK, one specimen in Coll. GSL.

Description – Slender shell with about seven whorls. Eroded multispiral protoconch, rounded teleoconch whorls. Ovate aperture, outer lip bearing a strong varix, smooth within, inner lip bearing a small fold abapically. Teleoconch sculpture of well-developed, widely spaced, opisthocline axial ribs (15–18 on last whorl), and fine spiral cords in the interspaces.

Remarks – All *Rissoina vindobonensis* specimens in the Letkés assemblage slightly differ from the holotype in their spiral ornamentation. The species is distinguishable from *R. podolica* in sculpture by bearing more widely spaced, broader, and generally more opisthocline axial ribs and stronger spiral cords. *Rissoina steinabrunnensis* SACCO differs by its more gradate spire (see HÖRNES 1856, pl. 48, fig. 6; BAŁUK 2006, pl. 4, fig. 1). Slender morph of *Rissoina vindobonensis* (Plate IV, fig. 3) was figured also by KRACH (1981, pl. 15, figs 29–30) from the Polish-Ukrainian Fore-Carpathian Basin (Lublin region). The species was reported by CSEPREGHY-MEZNERICS (1956: 431) at Letkés without any description or illustration.

Distribution – Middle Miocene: Central Paratethys (Badenian): Austria, Bulgaria, Hungary, Poland, Romania, Ukraine; Eastern Paratethys (Konkian): S Russia; Proto-Mediterranean Sea (Serravallian): Türkiye.

Genus *Zebinella* MÖRCH, 1876

Type species: *Helix decussata* MONTAGU, 1803 (type by subsequent designation)

Zebinella extranea (EICHWALD, 1830)
(Plate IV, figures 5–6)

- 1830 [*Rissoia*] *extranea* m. – EICHWALD, p. 218–219.
1853 *Rissoia cochlearella* – EICHWALD, p. 267 (non LAMARCK, 1804).
1933 *Rissoina* (*Zebinella*) *extranea* EICHWALD – MEZNERICS, p. 326, pl. 13, fig. 4.
1975 *Rissoina* (*Zebinella*) *extranea* (EICHWALD) – BAŁUK, p. 94, pl. 10, figs 10.
2013 *Rissoina* (*Zebinella*) *extranea* (EICHWALD) – LANDAU et al., p. 76, pl. 6, fig. 11 (*cum syn.*)

Type – Described from Shukowze (Shushkivtsi, Ukraine).

Material: One specimen in Coll. ZK.

Description – Elongated, slender, conical shell of seven preserved whorls. Ovate aperture, thickened outer lip. Spire whorls slightly rounded, almost flattened, bearing narrow, slightly curved, opisthocline axial ribs (23 on last whorl) and fine, dense spiral threads in interspaces.

Remarks – *Zebinella extranea* differs from *Z. decussata* (MONTAGU) by its more slender shell, somewhat higher spire, and more prominent, curved axial ribs. (For discussion of *Zebinella decussata* see e.g. LANDAU et al. 2013,

2018; STEIN et al. 2016). The spire whorls of *Zebinella semidecussata* (BOETTGER) are more rounded, its aperture is larger and its axial ribs are finer, and less curved; while *Z. eleonorae* BOETTGER bears denser, finer, and much curved axial ribs (ZILCH 1934, pl. 6, fig. 1). *Zebinella extranea* is a new record in the Pannonian Basin.

Distribution – Middle Miocene: Central Paratethys (Badenian): Austria, Hungary (this paper), Poland, ?Slovakia; Proto-Mediterranean Sea (Serravallian): Türkiye.

Zebinella semidecussata (BOETTGER, 1902)
(Plate IV, figure 7)

1902 *Rissoina* (*Rissoina*) *semidecussata* n. sp. – BOETTGER, p. 148.
1934 *Rissoina* (*Rissoina*) *semidecussata* BOETTGER – ZILCH, p. 215, pl. 6, fig. 2.

Type – Lectotype from Kosteş (Coşteiu de Sus, Romania), illustrated by ZILCH (1934, pl. 6, fig. 2).

Material – 1 specimen in Coll. ZK.

Description – Elongated shell of seven slightly rounded whorls with incomplete protoconch. Ovate aperture, outer lip smooth within, slightly thickened. Teleoconch sculpture of moderately developed, narrow, opisthocline axial ribs (36 on last whorl), and fine spiral cords in the interspaces.

Remarks – According to BOETTGER (1902) one of the specific features of the type specimen is the lack of spiral striations on the upper half of the last whorl. Apart from that, the shell figured herein corresponds perfectly to the illustration of the lectotype. The species differs from *Zebinella decussata* (MONTAGU) by its higher spire bearing stronger axial sculpture. *Zebinella semidecussata* is a new record in the Pannonian Basin, and is recorded for the first time outside its type locality, Coşteiu de Sus (SW Romania).

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

Family Zebinidae COAN, 1964

Subfamily Zebininae COAN, 1964

Genus *Zebina* H. ADAMS & A. ADAMS, 1854

Type species: *Rissoina semiglabrata* A. ADAMS, 1854 (type by subsequent designation)

Zebina cf. *taurolaevis* (SACCO, 1895)
(Plate IV, figures 8–9)

cf. 1856 *Rissoina nerina* – HÖRNES, p. 561, pl. 48, fig. 8 (non D'ORBIGNY, 1852).

cf. 1895 *Rissoina* [*Zebina*] *nerina* var. *taurolaevis* SACCO – SACCO, p. 39, pl. 1, fig. 112.

? 1902 *Rissoina* (*Zebina*) *nerina* – BOETTGER, p. 151 (non D'ORBIGNY, 1852).

cf. 1960 *Rissoina* (*Zebina*) *nerina* var. *taurolaevis* SACCO – KÖJUMDIEVA, p. 103, pl. 30, figs 22–23.

Type – Described from the Elveziano (Langhian) of the Colli Torinesi.

Material – Two specimens in Coll. ZK, 14 specimens in Coll. GSL.

Description – Shell small for genus, up to about 2.5 mm

long. Protoconch of $3\frac{1}{2}$ smooth whorls, last whorl narrower than the previous one and slightly keeled before the transition to the teleoconch. About four teleoconch whorls, smooth and glossy, with microscopically recognizable growth lines. First two whorls almost flat, the last two slightly rounded. Suture is perfectly flat, with a faint and not very wide dark band just below. Aperture opisthocline with thickened outer lip, when fully developed with a more or less prominent swelling in the upper area inside outer lip. A second such swelling is not present in any specimens.

Remarks – D'ORBIGNY (1852: 3) described *Rissoa nerina* based on four illustrations in GRATELOUP (1847, pl. 4, figs 63–66). GRATELOUP's shells came from Dax, Gaas and Tartas in Aquitaine. LOZOUET (2015: 24, pl. 5, figs 11–13) restricted the stratigraphic range of *Rissoa nerina* to the Early Oligocene. The shell figured by LOZOUET from Gaas shows that the specimens previously reported with this name from the Middle Miocene are different in morphology. SACCO described shells from the Middle Miocene of the Colli Torinesi as var. *taurolaevis*, including the specimen illustrated by HÖRNES (1856, pl. 48, fig. 8) as *Rissoina nerina*. HÖRNES noted that there were two distinct swellings in the outer lip of his specimen. The species was recorded by HÖRNES at Steinebrunn (Austria) and at Lăpugiu de Sus (Romania). According to BOETTGER (1902) the species was “very common” around Lăpugiu, and also occurred at Coşteiu de Sus (Romania). Since the shells available from Letkés do not completely correspond to those described and illustrated by HÖRNES and no further material from the Paratethys was available for comparison, the species assignment is made with reservations. The Badenian *Zebina neriniformis* BOETTGER differs by the lack of swellings in its outer lip (see BOETTGER 1902, BAŁUK 2006).

Distribution of *Zebina taurolaevis* – Middle Miocene: Proto-Mediterranean Sea (Langhian): N Italy; Central Paratethys (Badenian): Austria, ?Bosnia, Bulgaria, ?Hungary (this paper), Romania.

Subfamily Stosiciinae FABER & GORI, 2016

Genus *Stosicia* BRUSINA in PILAR, 1871

Type species: *Rissoa buccinalis* GRATELOUP, 1828 (type by monotypy)

Stosicia costata BOETTGER, 1887
(Plate IV, figures 10–11)

1887 *Stossichia costata* n. sp. – BOETTGER, p. 144, pl. 6, fig. 5.

1934 *Stossichia costata* BOETTGER – ZILCH, p. 210, pl. 5, figs 76–77.

Type – Lectotype from Lapugy (Lăpugiu de Sus, Romania), illustrated by ZILCH (1934: pl. 5, fig. 76).

Material – One specimen in Coll. GSL.

Description – The only available specimen is slightly corroded. Shell shape and aperture typical of the genus. Protoconch partially eroded, teleoconch of about four whorls. Aperture opisthocline with a thickened and smooth outer lip within. Sculpture of numerous radial axial ribs (26 on last whorl), with interspaces of approximately equal

width, and narrow spiral cords, also separated by spaces of about the same width.

Remarks – Spelling of genus name was clarified by PONDER (1984: 92) and STEIN et al. (2016: 55). *Stosicia costata* is a new record in the Pannonian Basin.

Distribution – Middle Miocene: Central Paratethys (Badenian): ?Bosnia, Hungary (this paper), Romania.

Stosicia multicingulata BOETTGER, 1887
(Plate IV, figures 12–14)

1856 *Rissoa planaxoides* – HÖRNES, 578, pl. 48, fig. 24 (non GRATELOUP, 1838).

1887 *Stossichia multicingulata* n. sp. – BOETTGER, 142, pl. 6, fig. 3.

1934 *Stossichia multicingulata* BOETTGER – ZILCH, p. 209, pl. 5, figs 72–73.

1966 *Stossichia planaxoides helvetica* COSSMANN et PEYROT – KÓKAY, p. 37, pl. 2, fig. 22.

1975 *Zebina (Stossichia) multicingulata* (BOETTGER) – BAŁUK, p. 73, pl. 8, fig. 26 (cum syn.)

2002 *Stossichia multicingulata* (BOETTGER) – HARZHAUSER, p. 79, pl. 4, fig. 7.

2013 *Stossichia multicingulata* (BOETTGER) – LANDAU et al., p. 77, pl. 6, fig. 13, pl. 58, fig. 8 (cum syn.)

Type – Lectotype from Lapugy (Lăpugiu de Sus, Romania), illustrated by ZILCH (1934, pl. 5, fig. 72).

Material – 19 specimens in Coll. ZK; two specimens in Coll. GSL.

Description – Shell fusiform, thick-walled, protoconch of about two rounded whorls, teleoconch of five slightly rounded whorls, shallow suture. Ovate aperture, outer lip thickened by a varix, three elongate denticles within, inner lip bearing a swelling abapically. Teleoconch sculpture of numerous flat, weakly developed, narrow spiral cords on entire shell.

Remarks – *Stosicia multicingulata* differs from the rare *S. costata* in lack of axial ribs. The species is a new record at Letkés.

Distribution: Early Miocene: Central Paratethys (Karpatian): Austria. Middle Miocene: NE Atlantic (Serravallian): France; Central Paratethys (Badenian): Austria, Bosnia, Croatia, Czechia, Hungary, Poland, Romania, Slovakia, Ukraine; Proto-Mediterranean Sea (Serravallian): Türkiye.

Conclusion

Nineteen rissooidean species are recorded in this paper from the Early Badenian (early Middle Miocene) deposits of Letkés (N Hungary) (*Rissoa turricula* EICHWALD mentioned by CSEPREGHY-MEZNERICS 1956 from another locality around Letkés does not appear in the newly collected material). This Rissooidea assemblage is more highly diverse than was reported in previous literature, in fact, its alpha diversity is the highest in the Pannonian Basin. Moreover, nine species are new records in this region. Slightly lower diversity with 17 species is known from the small Herend Sub-Basin (Bakony Mts, western Hungary) (KÓKAY 1966). (However, only six species were illustrated from this area. Therefore, the fauna here needs to be reinvestigated.) From the neighboring locality at Szob (Börzsöny Mts, N Hungary) 14 species were recorded by CSEPREGHY-MEZNERICS (1956), and 11 species occur at Várpalota (Bakony Mts) (STRAUSZ 1954, KATONA et al. 2011). In the eastern Mecsek Mts (SW Hungary) the highest alpha diversity with nine species was reported at Hidas (BOHN-HAVAS 1973). The most highly diverse Rissooidea assemblages in the Badenian Central Paratethys with more than 30 species are known in the Korytnica Basin (Poland) (BAŁUK 1975, 2006) and in the Făget Basin (Coșteiu de Sus, Lăpugiu de Sus, SW Romania) (BOETTGER 1902–1907). Occurrence of *Zebinella semidecussata* (Boettger) is recorded herein for the first time outside its type locality, Coșteiu de Sus.

Acknowledgements

We are grateful to Alfréd DULAI (Hungarian Natural History Museum), Olga PIROS and Tímea SZLEPÁK (Library of the Mining and Geological Survey of Hungary), and Ewa NOSOWSKA (Poland) for their professional help. Zoltán VICIÁN kindly made his land property on the Bagoly Hill at Letkés (where the studied fossiliferous deposits are located) available for field works. We thank our reviewers, Maurizio FORLI (Italy) and Bernard M. LANDAU (Portugal) for their contributions that helped to improve the quality of the manuscript.

References – Irodalom

- APPELIUS, F. L. 1869: Le Conchiglie del Mar Tirreno – Parte Seconda (Continuazione e fine). – *Bullettino Malacologico Italiano* **2/5**, 177–206.
- ARADAS, A. & MAGGIORE, G. 1844: Catalogo ragionato delle conchiglie viventi e fossili di Sicilia. – *Atti dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali* **20**, 101–142, 343–360.
- BAŁUK, W. 1975: Lower Tortonian Gastropods from Korytnica, Poland. Part I. – *Palaeontologia Polonica* **32**, 1–86.
- BAŁUK, W. 2006: Middle Miocene (Badenian) gastropods from Korytnica, Poland. Part V Addenda et Corrigenda ad Prosobranchia. – *Acta Geologica Polonica* **56/2**, 177–220.

- BOHN-HAVAS, M. 1973: Tortonische Molluskenfauna des östlichen Mecsek-Gebirges. – *Jahrbuch der Ungarischen Geologischen Anstalt* **53/4**, 951–1161.
- BOETTGER, O. 1887: Die Rissoidengattung *Stossichia* Brus., ihre Synonymie u. ihre lebenden u. fossilen Vertreter. – *Jahrbücher der Deutschen Malakozoologischen Gesellschaft* **14**, 136–147.
- BOETTGER, O. 1902–1907: Zur Kenntnis der Fauna der mittelmiozänen Schichten von Kostež im Krassó-Szörényer Komitat. – *Verhandlungen und Mitteilungen des siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaften zu Hermannstadt* **51**(1902), 1–200; **54**(1906), i–viii, 1–99; **55**(1907), 101–244.
- BUCQUOY, E., DAUTZENBERG, P. & DOLLFUS, G. 1882–1886: *Les mollusques marins du Roussillon – Tome I – Gastropodes*: 1–84, pls 1–10 (1882); 85–196, pls 11–20 (1883); 197–342, pls 21–40 (1884); 343–418, pls 41–50 (1885); 419–570, pls 51–66 (1886). Baillière & fils, Paris.
- CHIRLI, C. & FORLI, M. 2021: *The Family Rissoidae Gray, 1847 from Miocene to Present-day, in the Mediterranean Basin*. – Edizioni Danaus, Palermo, 466 pp.
- COSSMANN, M. 1921: *Essais de Paléoconchologie comparée – Douzième Livraison*. – l'Auteur, Paris, 348 pp.
- CSEPREGHY-MEZNERICS, I. 1956: Die Molluskenfauna von Szob und Letkés. – *Jahrbuch der Ungarischen Geologischen Anstalt* **45/2**, 363–477.
- CSEPREGHY-MEZNERICS, I. 1969: La faune Tortonienne-Inférieure des gisements tufiques de la Montagne de Bükk: Gastropodes I. – *Annales Musei Agriensis* **7**, 17–34.
- DU BOIS DE MONTPEREUX, F. 1831: *Conchologie fossile et aperçu géognostique des formations du plateau Wolhyni-Podolien*, I–IV. – Schropp, Berlin, 76 pp., pls 1–8.
- EICHWALD, E. 1830: *Naturhistorische Skizze von Lithauen, Volhynien und Podolien in Geognostisch-Mineralogischer, Botanischer und Zoologischer Hinsicht*. – Zawadzki, Wilna, 256 pp.
- EICHWALD, E. 1853: *Lethaea Rossica ou Paléontologie de la Russie. Troisième Volume. Dernière Période*. – Schweizerbart, Stuttgart, v–xix, 1–533.
- FABER, M. J. & MOOLENBEEK, R. G. 2014: A new species of *Chilostigma* (Gastropoda: Rissoidae) from Guadeloupe and other Caribbean islands. – *Miscellanea Malacologica* **6/5**, 65–68.
- FERRERO MORTARA, E., MONTEFAMEGLIO, L., NOVELLI, M., OPESSO, G., PAVIA, G. & TAMPPIERI, R. 1984: *Catalogo dei tipi e degli esemplari fi gurati della collezione Bellardi e Sacco. Parte II*. – Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino, 484 pp.
- FRIEDBERG, W. 1923, 1928: *Mięczaki mioceńskie ziem polskich* [Mollusca miocaenica Poloniae, I. Gastropoda et Scaphopoda] **4**, 361–440, **5**, 441–631, Lwów–Poznań.
- GARILLI, V. & PARRINELLO, D. 2014. Taxonomy and palaeobiogeography of the Cenozoic Euro-Mediterranean rissoid gastropod *Galeodinopsis* and its relationship with close genera. – *Acta Palaeontologica Polonica* **59/2**, 379–406. DOI: <http://dx.doi.org/10.4202/app.2012.0044>
- GLIBERT, M. 1949: Gastropodes du Miocène Moyen du Bassin de la Loire – Première Partie. – *Memoires de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique* **30**, 3–240.
- GRATELOUP, J. P. S. de (1845–1847): *Conchylologie fossile des terrains tertiaires du bassin de l'Adour, (Environs de Dax). Tome I – Univalves. Atlas*. pls 1, 3, 5–10, 12–48 (1845); i–xx, 1–12, pls 2, 4, 11 (1847). – Lafargue, Bordeaux.
- HÖRNES, M. 1856: Die fossilen Mollusken des Tertiär-Beckens von Wien. – *Abhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt* **3**, 461–736, pls 46–52.
- HARZHAUSER, M. 2002: Marine and brachyhaline Gastropoden aus dem Karpatium des Korneuburger Beckens und der Kreuzstettner Bucht (Osterreich, Untermiozan). – *Beiträge zur Paläontologie* **27**, 61–159.
- HARZHAUSER, M., THEOBALT, D., STRAUSS, P., MANDIC, O., CARNEVALE, G. & PILLER, W. 2018: Miocene biostratigraphy and paleoecology of the Mistelbach Halfgraben in the northwestern Vienna Basin (Lower Austria). – *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* **157/1–4**, 57–108.
- ILJINA, L. B. 1993: Handbook for identification of marine middle Miocene gastropods of Southwestern Eurasia. – *Transactions of the Paleontological Institut* **255**, 1–149 (in Russian).
- KATONA, L. T., KÓKAY, J. & BERTA, T. 2011: Badenian mollusc fauna from Várpálot (Faller street). – *Földtani Közlöny* **141/1**, 3–22 (in Hungarian with English abstract).
- 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. 1996: Palaeontological and geological revision of the Badenian mollusc fauna from Illés street, Budapest. – *Földtani Közlöny* **126/4**, 447–484 (in Hungarian with English summary).
- KOVÁCS, Z. & VICIÁN, Z. 2014: Badenian (Middle Miocene) Conoidean (Neogastropoda) fauna from Letkés (N Hungary). – *Fragmenta Palaeontologica Hungarica* **30** (2013), 53–100.
- KOVÁCS, Z. & VICIÁN, Z. 2021: Conoidea (Neogastropoda) assemblage from the Lower Badenian (Middle Miocene) deposits of Letkés (Hungary), Part II. (Borsoniidae, Cochlespiridae, Clavatulidae, Turridae, Fusiturridae). – *Földtani Közlöny* **151/2**, 137–158. DOI: [10.23928/foldt.kozl.2021.151.2.137](https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2021.151.2.137)
- KOWALKE, T. & HARZHAUSER, M. 2004: Early ontogeny and palaeoecology of the Mid-Miocene rissoid gastropods of the Central Paratethys. – *Acta Palaeontologica Polonica* **49/1**, 111–134.
- KRACH, W. 1981: The Baden Reef formations in Rostocze Lubelskie. – *Prace Geologiczne* **121**, 5–115 (in Polish with English summary).

- LANDAU, B. M., 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**, 584 pp.
- LANDAU, B. M., CEULEMANS, L. & VAN DINGENEN, F. 2018: The upper Miocene gastropods of northwestern France, 2. Caenogastropoda. – *Cainozoic Research* **18/2**, 177–368.
- LOZOUET, P. 2015: Nouvelles espèces de gastéropodes (Mollusca: Gastropoda) de l'Oligocène et du Miocène inférieur d'Aquitaine (Sud-Ouest de la France). Partie 5. – *Cossmanniana* **17**, 15–84.
- LOZOUET, P., LESPORT, J.-F. & RENARD, P. 2001: Révision des Gastropoda (Mollusca) du Stratotype de l'Aquitainien (Miocène inf.): site de Saucats "Larrey", Gironde, France. – *Cossmanniana*, Hors-série **3**, 190 pp.
- MEZNERICS, I. 1933: Die Minutien der tortonischen Ablagerungen von Steinabrunn in Niederösterreich. – *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien* **46**, 319–359.
- ORBIGNY, A. d' 1852: *Prodrome de Paléontologie Stratigraphique Universelle des Animaux Mollusques & Rayonnés faisant suite au Cours élémentaire de Paléontologie et de Géologie Stratigraphiques, troisième Volume*. – Masson, Paris, 1–196, Index 1–189.
- PHILIPPI, R. A. 1836: *Enumeratio molluscorum Siciliae cum viventium tum in tellure tertiaria fossilium quae in itinere suo observavit*. – Berolini, Berlin, xiv, 268 pp.
- PONDER, W. F. 1984: A review of the Genera of the Rissoidae (Mollusca: Mesogastropoda: Rissoacea). – *Records of the Australian Museum – Supplement* **4**, 1–221.
- SACCO, F. 1895: *I Molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria. Parte XVIII. (Melaniidae, Littorinidae, Fossaridae, Rissoidae, Hydrobiidae, Paludinidae e Valvatidae)* – Clausen, Torino, 51 pp.
- STEIN, G., MOTH, H., ALBRECHT, F., HAVEKOST, U. & FEHSE, D. 2016: Revision der miozänen Molluskenfauna (Hemmoorium) von Werder bei Achim (Nordwest-Niedersachsen). – *Palaeofocus* **5**, 289 pp.
- STRAUSZ, L. 1954: Les Gastropodes du Méditerranéen supérieur (Tortonien) de Várpalota. – *Geologica Hungarica, Series Palaeontologica* **25**, 130 p.
- STRAUSZ, L. 1966: *Die miozän-mediterranen Gastropoden Ungarns*. – Akadémiai, Budapest, 692 pp.
- ŠVAGROVSKÝ, J. 1981: Lithofazielle Entwicklung und Molluskenfauna des oberes Badeniens (Miozän M₄₀) in dem Gebiet Bratislava–Devínska Nová Ves. – *Západné Karpaty, séria paleontológia* **7**, 204 pp.
- TABANELLI, C., BERTACCINI, E., BERTAMINI, R., BONGIARDINO, C., GARDELLA, F. & PETRACCI, P. 2020: La malacofauna dello "spungone". Le famiglie Rissoidae e Rissoinidae: addenda et corrigenda (Mollusca: Caenogastropoda: Littorinimorpha: Rissoidae, Rissoinidae). – *Quaderno di Studi e Notizie di Storia Naturale della Romagna* **51**, 19–40.
- TĂMAȘ, A., TĂMAȘ, D. M. & POPA, M. V. 2013: Badenian small gastropods from Lăpugiu de Sus (Făget Basin, Romania). Rissoidae family. – *Acta Palaeontologica Romaniae* **9/1**, 57–66.
- THIVIAOU, D., HARZHAUSER, M. & KOSKERIDOU, E. 2019: Early Miocene Gastropods from the Felli Section (Proto-Mediterranean Sea, NW Greece). – *Geodiversitas* **41/8**, 323–366.
- TUREK, T. & HLADILOVÁ, Š. 2019: Měkkýší fauna (Gastropoda, Bivalvia) z lokality Mušlov (vídeňská pánev). – *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku* **26/1–2**, 58–65. DOI: <https://doi.org/10.5817/GVMS2019-1-2-58>
- ZILCH, A. 1934: Zur Fauna des Mittel-Miocens von Kostež (Banat); Typus Bestimmung und Tafeln zu O. Boettger's Bearbeitungen. – *Senckenbergiana* **16**, 193–302.
- ZUNINO, M. & PAVIA, G. 2009: Two new species of *Rissoina* (Gastropoda: Rissoidae) in the Lower Miocene of Valle Ceppi (Torino, NW Italy). – *Bollettino della Società Paleontologica Italiana* **48/1**, 51–57.

Manuscript received: 05/01/2023

Plates – Táblák

Plate I – I. tábla

- Fig. 1. *Alvania brachia* BOETTGER, 1902. SL 3.7 mm (20×), Coll. ZK
 Fig. 2. *Alvania brachia* BOETTGER, 1902. SL 2.9 mm (20×), Coll. ZK
 Figs 3–4. *Alvania brachia* BOETTGER, 1902. SL 2.7 mm (20×), Coll. ZK
 Fig. 5. *Alvania brachia* BOETTGER, 1902. SL 1.4 mm (30×), Coll. GSL
 Figs 6–7. *Alvania* cf. *convexispira* BOETTGER, 1907. SL 2.4 mm (25×), Coll. GSL
 Fig. 8. *Alvania perregularis* SACCO, 1895. SL 3.6 mm (20×), Coll. GSL
 Figs 9–10. *Alvania perregularis* SACCO, 1895. SL 2.6 mm (22×), Coll. GSL
 Figs 11–12. *Alvania* cf. *subcrenulata* APPELIUS, 1869. SL 2.1 mm (30×), Coll. GSL
 Figs 13–14. *Alvania transiens* SACCO, 1895. SL 2.5 mm (25×), Coll. ZK

Plate II – II. tábla

- Fig. 1. *Alvania transiens* SACCO, 1895. SL 3 mm (22×), Coll. ZK
 Figs 2–3. *Alvania transiens* SACCO, 1895. Transitional morph, SL 2.7 mm (22×), Coll. ZK
 Fig. 4. *Alvania transiens* SACCO, 1895. Transitional morph, SL 3.2 mm (22×), Coll. ZK
 Fig. 5. *Alvania transiens* SACCO, 1895. Transitional morph, SL 2.1 mm (25×), Coll. ZK
 Figs 6–8. *Manzonina scalaris* (DU BOIS DE MONTPÉREUX, 1831). SL 1.6 mm (40×), Coll. GSL
 Fig. 9–10. *Manzonina* sp., SL 1.9 mm (36×), Coll. ZK
 Figs 11–12. *Obtusella communis* (BOETTGER, 1907). SL 1 mm (60×), Coll. GSL
 Figs 13–14. *Pusillina* cf. *philippi* (ARADAS & MAGGIORE, 1844). SL 3.1 mm (20×), Coll. GSL

Plate III – III. tábla

- Figs 1–2. *Rissoa federicoi* nom. nov. SL 3.9 mm (16×), Coll. ZK
 Fig. 3. *Rissoa federicoi* nom. nov. SL 2.9 mm (16×), Coll. ZK
 Fig. 4. *Rissoa* sp. SL 3.8 mm (16×), Coll. ZK
 Fig. 5. *Rissoa* sp. SL 4.5 mm (16×), Coll. ZK
 Figs 6–7. *Chilostigma obsoleta* (HÖRNES, 1856). SL 9.1 mm (10×), Coll. ZK
 Fig. 8. *Rissoina podolica* COSSMANN, 1921. SL 5.5 mm (16×), Coll. ZK
 Figs 9–10. *Rissoina podolica* COSSMANN, 1921. SL 4.1 mm (16×), Coll. ZK
 Figs 11–12. *Rissoina podolica* COSSMANN, 1921. SL 4.6 mm (16×), Coll. ZK

Plate IV – IV. tábla

- Figs 1–2. *Rissoina vindobonensis* (SACCO, 1895). SL 3.7 mm (17×), Coll. ZK
 Fig. 3. *Rissoina vindobonensis* (SACCO, 1895). SL 5.3 mm (14×), Coll. ZK
 Fig. 4. *Rissoina vindobonensis* (SACCO, 1895). SL 4.3 mm (15×), Coll. ZK
 Figs 5–6. *Zebinella extranea* (EICHWALD, 1830). SL 6.1 mm (13×), Coll. ZK
 Fig. 7. *Zebinella semidecussata* BOETTGER, 1902. SL 5.7 mm (15×), Coll. ZK
 Figs 8–9. *Zebina* cf. *taurolaevis* (SACCO, 1895). SL 2.5 mm (30×), Coll. ZK
 Figs 10–11. *Stosicia costata* BOETTGER, 1887. SL 3.8 mm (16×), Coll. GSL
 Fig. 12. *Stosicia multicingulata* BOETTGER, 1887. SL 3.9 mm (14×), Coll. ZK
 Figs 13–14. *Stosicia multicingulata* BOETTGER, 1887. SL 5.2 mm (14×), Coll. ZK

Plate I. – I. tábla

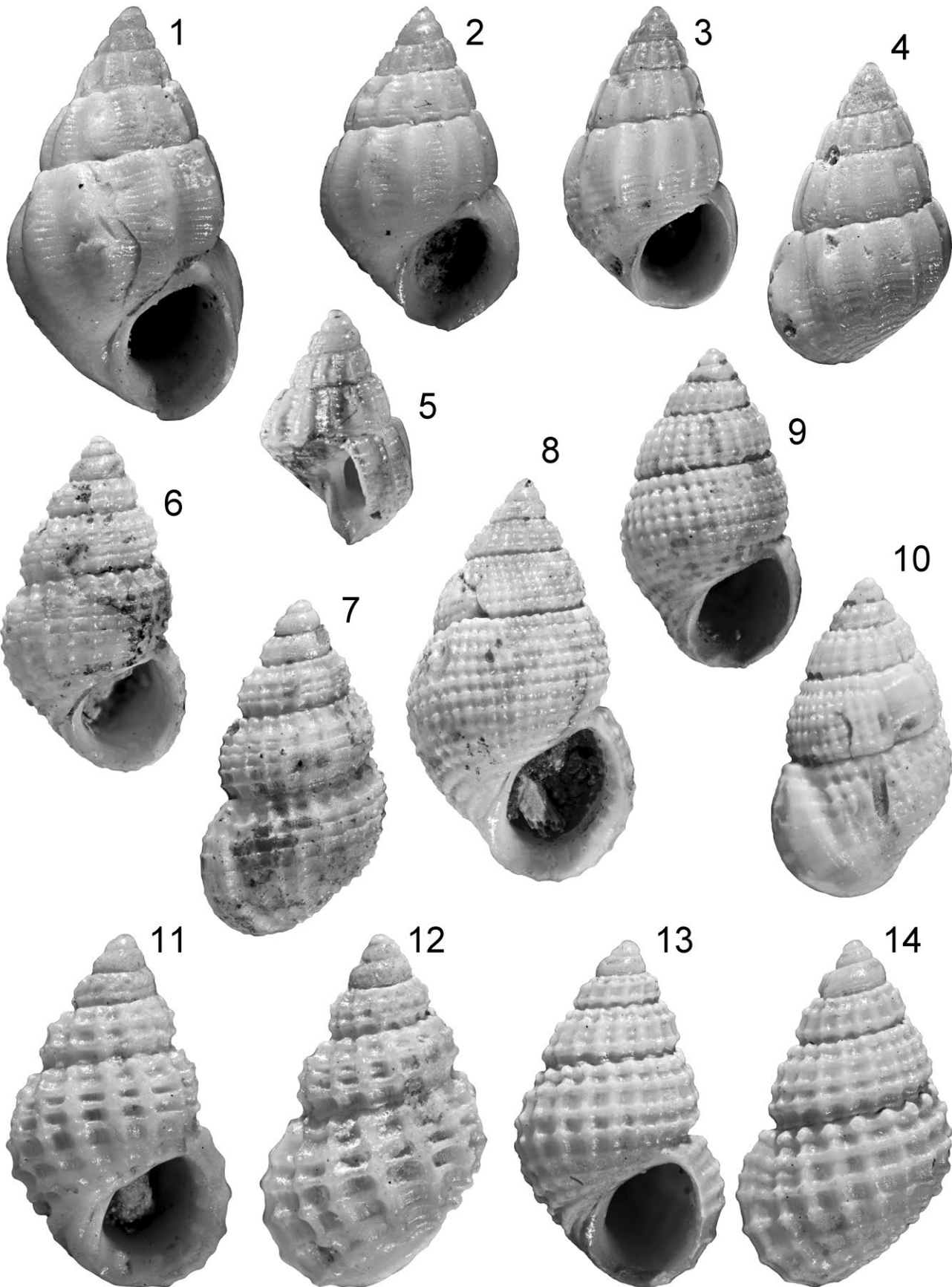


Plate II. – II. tábla

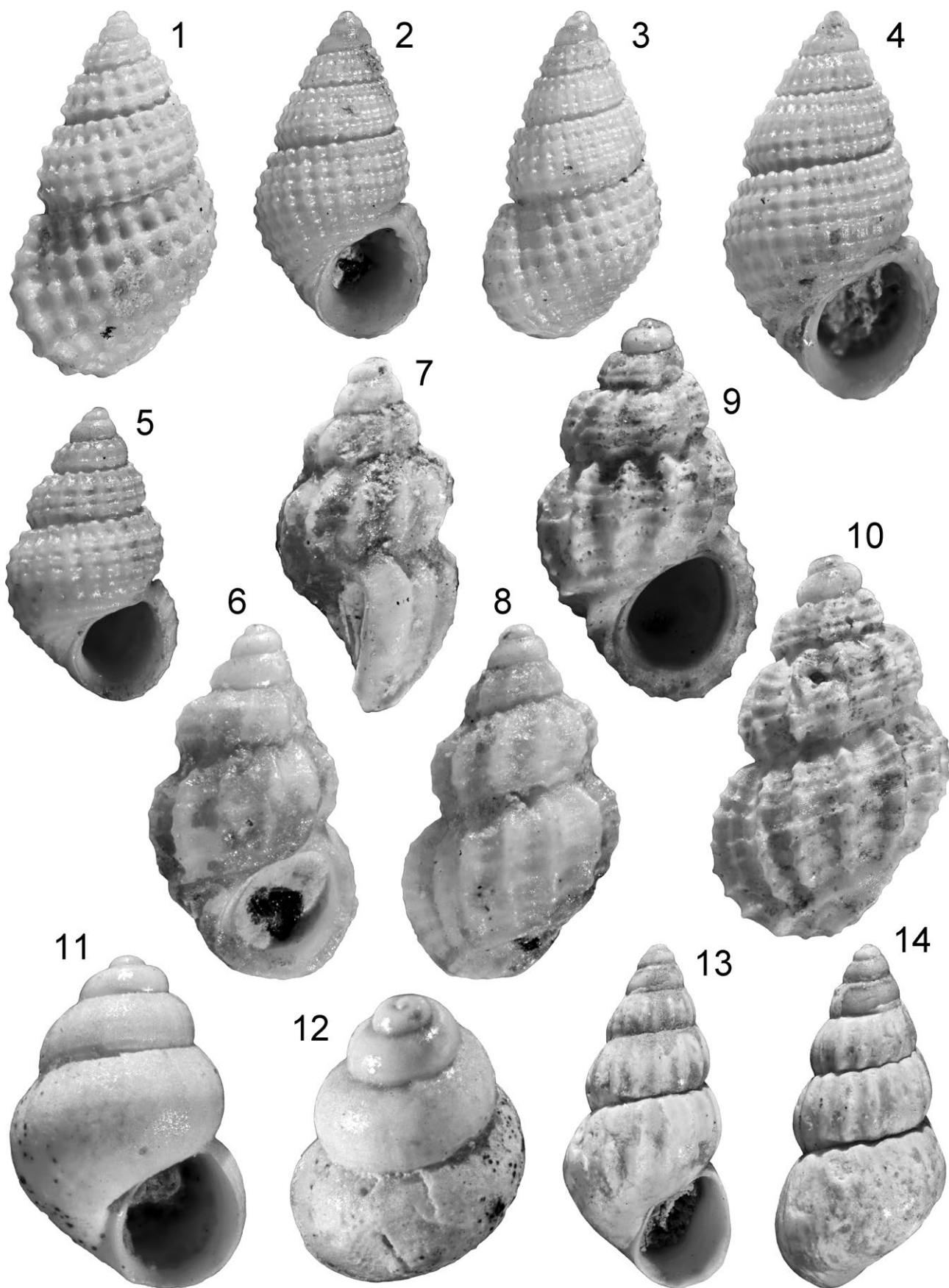


Plate III. – III. tábla

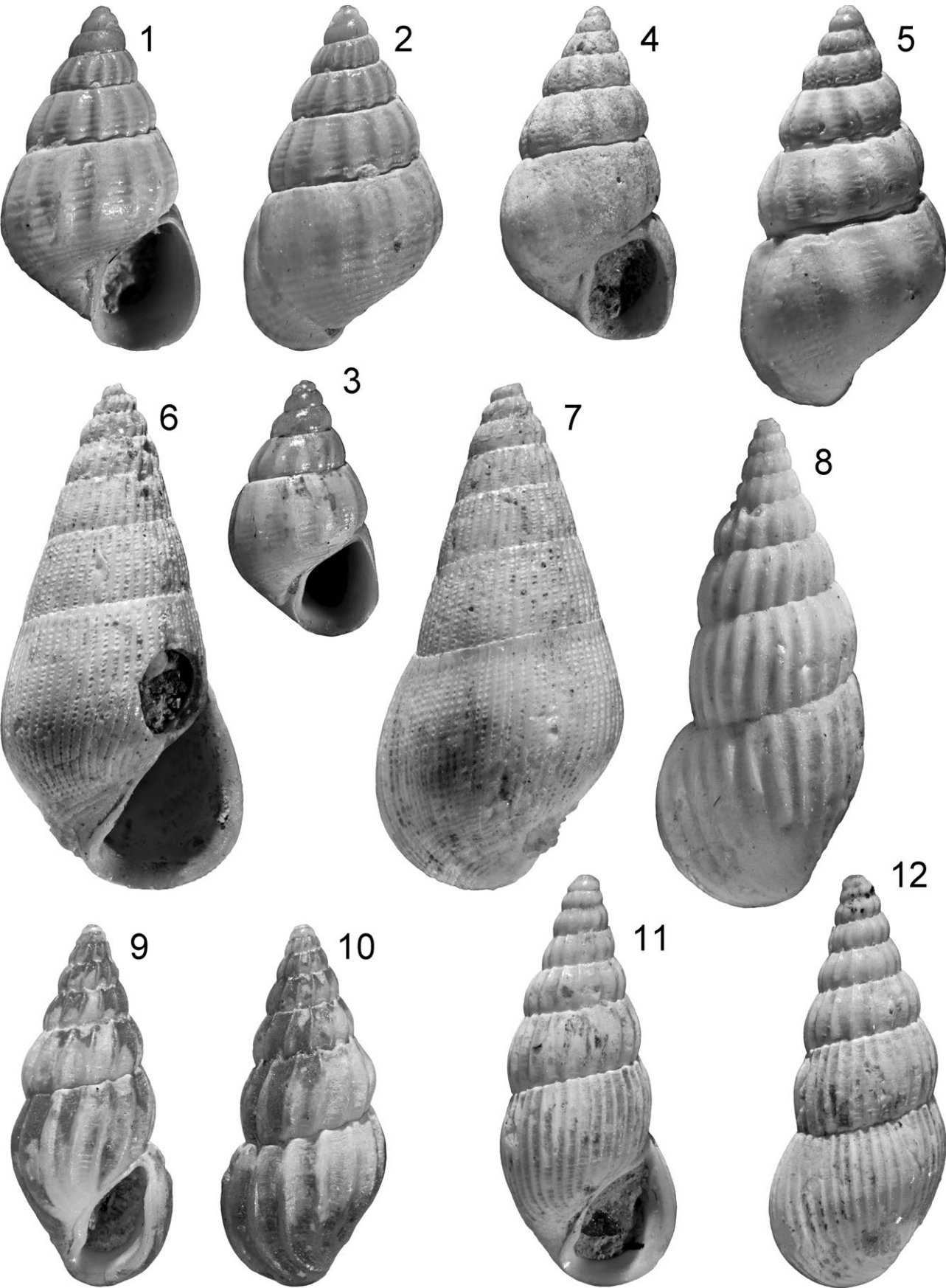
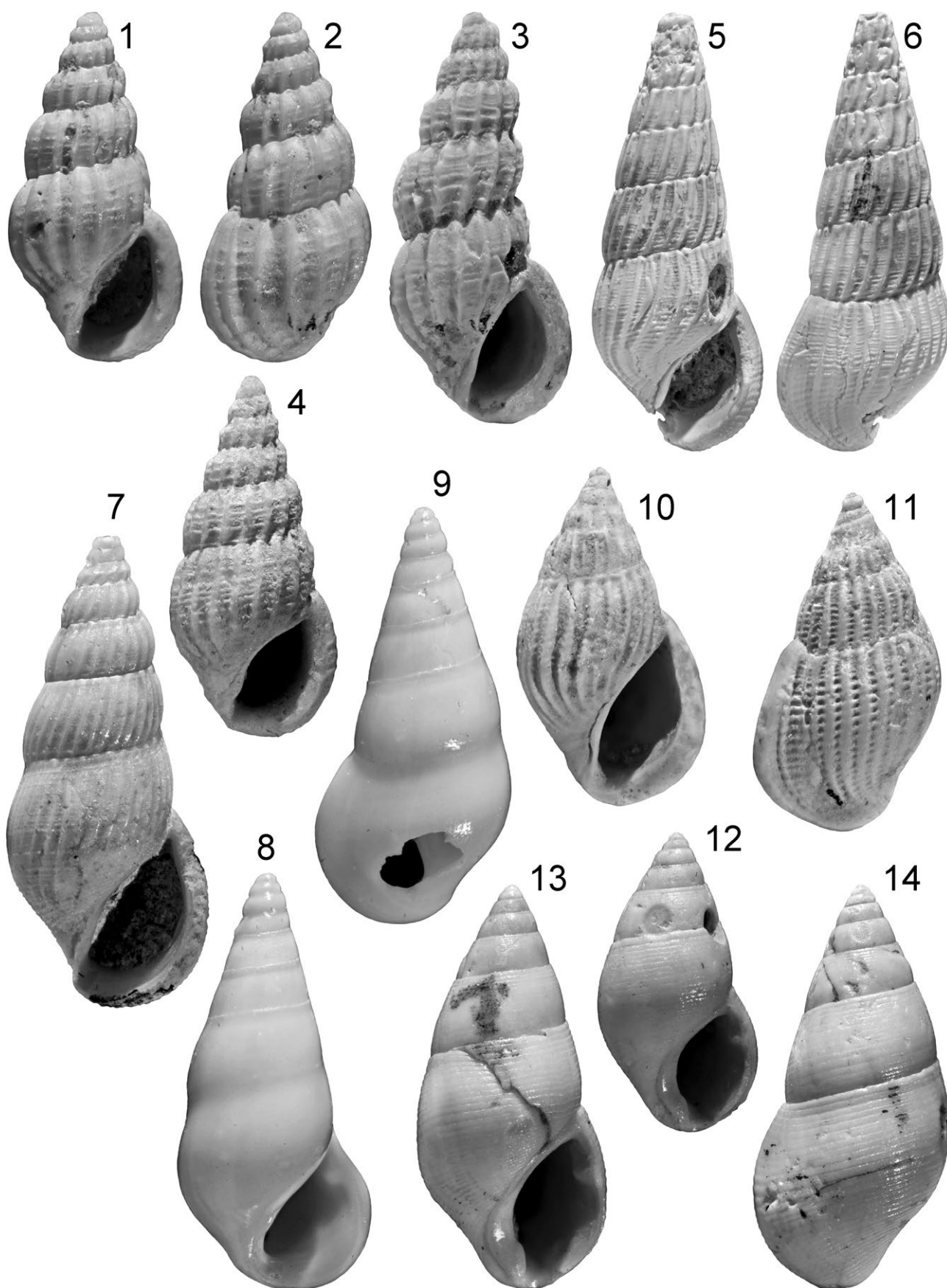


Plate IV. – IV. tábla



Dél-zselici pannon-tavi (késő miocén) rétegsorok őskörnyezeti rekonstrukciója

SZABÓ Fanni¹, SEBE Krisztina², SZTANÓ Orsolya¹

¹ELTE Eötvös Loránd Tudományegyetem, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, Budapest, Hungary

²Pécsi Tudományegyetem, Földtani és Meteorológiai Tanszék, Pécs, Hungary

Szabó Fanni: e-mail: szafa@student.elte.hu, ORCID:0000-0003-3779-6287

Sebe Krisztina: e-mail: sebe@gamma.ttk.pte.hu, ORCID:0000-0002-4647-2199

Sztanó Orsolya: e-mail: orsolya.sztano@ttk.elte.hu, ORCID:0000-0003-0786-3653

Paleoenvironmental reconstruction of Lake Pannon (Upper Miocene) successions in South Zselic, Hungary

Abstract

In the last decade, lots of new results were published on the evolution of Lake Pannon based on borehole and seismic data from the Drava Basin and the vicinity of the Mecsek Mts. However, we still know relatively little about the geological structure of the transitional region, the area of South Zselic, located west of the Mecsek Mountains in the southern part of Hungary. This is a key area where both subsurface and outcrop data can help to connect the sedimentary environments, especially the deltaic systems of Lake Pannon between the Mecsek Mountains and the surrounding basins.

In this study, a detailed analysis is provided for three roughly coeval Pannonian (late Neogene) localities, where shallow lacustrine deposits crop out. Facies analysis was performed based on field observations in abandoned sand pits around Szigetvár; eight facies units and four facies associations were distinguished. The latter represent channel-filling (CH), terminal distributary channel (TDC), mouth bar (MB) and offshore (FF) depositional settings. Three main sedimentation processes impacted the formation of the investigated strata. These include sedimentation in delta plain channels of different size, valley incision and flooding caused by lake level rise. Channels of two different scales were identified from the sandy units. The larger ones represent distributary channels, while the small ones are interpreted as terminal distributary channels with connected mouth bars. Two main transport directions (towards SSE and WSW) were determined. The clay-prone lithological unit was formed as a result of flooding and it has been deposited above a wave ravinement surface. The paleoenvironmental reconstruction suggests that the channels and mouth bars formed within multi-level, complex incised valley fills: a larger, main and two smaller tributary valleys were reconstructed. The incision was created by a lake-level drop of 15–20 m, and then it gradually filled up by deltaic deposits as the water level rose. The overlying clay beds appearing in all outcrops were deposited after flooding reached the shelf. By comparing the findings with other known valley fills from the sediments of Lake Pannon, we determined that the studied outcrops represent lake-level drops on the scale of 15–20 m, which might have been common in Lake Pannon. Our results contribute to understand the architecture of incised valleys, terminal distributary channels, mouth bars and deltas formed in lacustrine environments, as well as the effect of minor water level fall events of lakes.

Keywords: mouth bar, terminal distributary channel, incised valley, water level change, sequence stratigraphy

Összefoglalás

A Mecsektől nyugatra eső dél-zselici terület geológiai felépítéséről viszonylag keveset tudunk, pedig kulcsfontosságú terület, hiszen a mélyföldtani adatok és a feltárások alapján össze tudnánk kapcsolni a Mecsek és a Dráva-medence pannon-tavi üledékképződési környezetét.

Ebben a tanulmányban elvégeztük három Mecsek környéki, kevésbé ismert neogén rétegsor elemzését, ahol a tavi üledékek a felszínre bukkannak. Felhagyott homokbányákban tettünk terepi megfigyeléseket Szigetvár környékén, majd fácieselemzést végeztünk: nyolc fáciesegységet és négy fáciesegyüttest különítettünk el. A fáciesegyüttesek alapján elkülönítettünk deltamedrekben (CH), deltaág-elvégződésekben (TDC), torkolati zátonyokon (MB) és nyílt vízben (FF) zajló üledékképződést. Megállapítottuk, hogy három fő üledékképződési folyamat volt hatással a vizsgált rétegsorok képződésére. Ezek a delta síkságon lévő, eltérő méretű medrekben zajló üledékképződés, a völgybevághatóságok kialakulása, valamint egy vízszintemelkedés hatására bekövetkező elöntés. A homokos, mederkitöltő egységekben két különböző mederméretet határoztunk meg. A nagyobbak deltaágak, míg a kisebbek deltaág-elvégződések és azokhoz kapcsolódó torkolati zátonyok. Az agyagos összlet kimélyülés hatására alakult ki a hullámszerűen legyalult elöntési felszín felett. Az

öskörnyezeti rekonstrukció arra mutat, hogy az összes feltárás rétegsora egy többszintű, összetett völgykitöltés során keletkezett. A völgybevágódást egy 15–20 méteres vízszintesítés hozta létre, amely fokozatosan feltöltődött a vízszint emelkedésének ütemében. Ezekre a völgykitöltő üledékekre települ a fedő agyagos rész, amely mindegyik feltárásban hasonlóan jelenik meg, és egy elöntési esemény hatására jött létre. A vizsgált feltárásokban két fő szállítási irányt állapítottunk meg. Az egyik DDK-i, amely a völgybevágódás irányát mutatja és megegyezik a Pannon-tó selfperemének a területen megállapított épülési irányával. A másik NyDNY-i, amely a mellékvölgy alárendeltsége miatt eltér a jellemző szállítási iránytól. A Pannon-tóból már ismert völgykitöltéseket összevetve a dél-zselici területen létrejött völgybevágódással megállapítottuk, hogy ezek egy vagy akár több 15–20 méteres vízszintesítési esemény hatására alakulhattak ki, melyek jellemzőek voltak a Pannon-tóra. Eredményeink hozzájárulnak a völgybevágódások, deltaág-elvégződések, torkolati zátonyok és tavi környezetben létrejött delták megismeréséhez, valamint a tavi vízszintváltozások hatásainak vizsgálatához.

Tárgyszavak: torkolati zátony, deltaág-elvégződés, völgybevágódás, vízszintváltozás, szekvencia-sztratigráfia

Bevezetés

A Mecsektől nyugatra eső dél-zselici terület nemcsak domborzati, de földtani értelemben is átmenetet képez a Mecsek és a Dráva-medence között. A Dráva-medencéről mint a Pannon-tó egyik részmedencéjéről a mélyföldtani adatok alapján több kutatási eredmény is született az utóbbi évtizedekben (UJSÁSZI & VAKARCS 1993, SACCHI et al. 1999, LUČIĆ et al. 2001, SAFTIĆ et al. 2003, VRBANAC et al. 2010, UHRIN 2011). A Mecsek késő neogén fejlődéstörténetéről is egyre többet tudunk (KLEB 1973, SEBE et al. 2013, KOVÁCS et al. 2018, BUDAI et al. 2019, HORVÁTH & CLOETINGH 1996, CSONTOS et al. 2002, KONRÁD & SEBE 2010), azonban a kettő közötti, a Mecsektől nyugatra eső terület neogén üledékeit kevésbé ismerjük részleteiben, pedig a terület kulcsfontosságú lenne a Mecsek és a Dráva-medence fejlődéstörténetének összekapcsolásához.

Munkánk célja, hogy a szóban forgó terület kevésbé ismert pannóniai rétegsorai közül néhányat megismerjünk. Megvizsgáljuk, hogy a Mecsek kiemelt helyzete vagy a Dráva-medence mélysége befolyásolta-e jobban az üledékszállítás irányát, amelynek megértésével pontosabb képet kaphatunk a terület fejlődéstörténetéről és az üledékképződést meghatározó tényezőkről. Tanulmányunkban keressük a választ arra a kérdésre is, hogy a Pannon-tó klimatikus eredetű vízszintingadozásai (MAGYAR 2010, SZTANÓ et al. 2013a, GONG et al. 2019) mennyiben hagytak nyomot a vizsgált rétegsorokban.

A kutatási terület földtani környezete

A kora miocén végétől a késő miocén korai szakaszáig, a színrift során a Pannon-medence aljzata normál vetők mentén földarabolódott. Egy tagolt térszín jött létre jelentős sülyedések kialakulásával, mint pl. a Dráva-medence (TARI & HORVÁTH 1992, HORVÁTH 1995, HORVÁTH et al. 2018, BALÁZS et al. 2022). A Pannon-medence délnyugati részén a késő miocénben zajló posztrift szakaszt intenzív termális sülyedés jellemezte, amit egy kb. 8 millió évvel ezelőt kezdődő, majd a pliocén elején intenzívvé váló inverzió követett (HORVÁTH & CLOETINGH 1996, HORVÁTH & TARI 1999, BADA et al. 2007, UHRIN et al. 2009, BALÁZS et al. 2016). Ez utóbbi

hatására egyes vetők feltolódásként reaktiválódtak, ami differenciális sülyedéshez és kiemelkedéshez vezetett ezáltal tagoltabbá vált az aljzat (HORVÁTH & CLOETINGH 1996). Mindezek során jött létre az a helyzet, hogy a késő miocén kezdetétől néhány millió éven keresztül több magaslat is szigetként emelkedett ki a Pannon-tóból, míg a közelben már mély medencékben zajlott az üledékképződés. Erre példa a Mecsek, ami egy paleo-mezozoos kőzetekből álló, kiemelt aljzatmagaslat, illetve a közeli Dráva-medence, melyben a jelentős mértékű sülyedés (FODOR et al. 1999, CSONTOS et al. 2002, KONRÁD & SEBE 2010) miatt akár 1000 m-t meghaladó vízmélység is kialakulhatott, s aminek az intenzív feltöltődése csak 8 millió évvel ezelőtt kezdődött el (KOVÁCS et al. 2021).

A Pannon-tó körülbelül 9,5–9,8 millió éve már az egész Pannon-medencét elborította, akkor lehetett a legnagyobb a kiterjedése (MAGYAR et al. 1999, 2007; MAGYAR 2010). A tó mélyebb, belső részein ebben az időben nyílt vízi mészmárga és agyagmárga (Endrődi Formáció) ülepedése zajlott. A folyók az Alpokból és a Kárpátokból nagy mennyiségű üledéket szállítottak a tóba, ezek elsőként a lejtőről érkező zagyarak üledékei (Szolnoki Formáció) formájában halmozódtak fel a medencékben (JUHÁSZ 1994, UHRIN & SZTANÓ 2012, SZTANÓ et al. 2013b). A progradáló lejtőkön elsősorban agyag ülepedett le (Algyői Formáció; cf. POGÁCSÁS & RÉVÉSZ 1987; BÉRCZI 1988), az efölött elterülő, illetve a szigetek elöntésével létrejövő közel sík, sekély vízzel borított területeken pedig a folyók által épített delták üledékei rakódtak le (Újfalui Formáció; cf. MUCSI & RÉVÉSZ 1975; RÉVÉSZ 1980; SZTANÓ et al. 2013a; KATONA et al. 2015; MAGYAR et al. 2017). A deltarendszerek háttérében alluviális síkságok terültek el, ahol a folyók a továbbra is zajló sülyedés miatt nagy mennyiségű üledéket raktak le (Zagyva Formáció; cf. BÉRCZI & PHILLIPS 1985; UHRIN et al. 2011).

A Mecsek a késő miocén jelentős részében szigetként magaslott a Pannon-tó vízszintje fölé (KLEB 1973, SEBE et al. 2013, KOVÁCS et al. 2018, BUDAI et al. 2019). A kiemelkedés környezetében főleg a helyi, gyakran idősebb miocén szárazföldi és tengeri sorozatok lepusztulásából származó üledék felhalmozódása zajlott többnyire part menti durvahordalékos delták, ritkábban mély vízbe áthalmozott üledékek formájában (SEBE et al. 2020, 2021; KOVÁCS et al. 2021). A Mecsek északi előterének és a dél-zselici terület – való-

színűleg meglehetősen sekély – elöntése után megjelentek az Alpok-Kárpátok felől érkező ős-Duna hordalékából épülő delták (KOVÁCS et al. 2018, BUDAI et al. 2019, SEBE et al. 2020). A pliocén során újabb kiemelkedés, közben pedig lepusztulás is zajlott (cf. HORVÁTH & CLOETINGH 1996, SACCHI et al. 1999, CSONTOS et al. 2002, KONRÁD & SEBE 2010, HORVÁTH et al. 2018).

A Mecsek melletti Dráva-medence a Pannon-tó egyik legmélyebb részmedencéje volt, amelynek központi részén az üledék vastagsága elérheti a 7 km-t is (SAFTIĆ et al. 2003, MALVIĆ & CVETKOVIĆ 2013). A medence legnagyobb vízmélysége az 1 km-t is meghaladhatta (UHRIN et al. 2009, KOVÁCS et al. 2021), feltöltődése leginkább É-ről D felé zajlott (UHRIN 2011, TÖRŐ et al. 2012, MAGYAR et al. 2013), majd a medence tengelyében DK felé fordult (ŠPELIĆ & SZTANÓ 2019, SEBE et al. 2020, ŠPELIĆ et al. 2023). A Dráva-medence jelentős szénhidrogén-potenciálja miatt a medencét kitöltő üledékek felépítése, szekvencia-sztratigráfiai modellje (UJSZÁSI & VAKARCS 1993, SACCHI et al. 1999, UHRIN & SZTANÓ 2012), a pannóniai rétegsorok turbiditjei és a delta-üledékek szénhidrogén-tárolóképesége, rétegtana (LUČIĆ et al. 2001, SAFTIĆ et al. 2003, VRBANAC et al. 2010, SEBE et al. 2020), valamint a medence szerkezetfejlődése, feltöltődéstörténetének több aspektusa (HORVÁTH et al. 2018, KOVÁCS et al. 2021) is meglehetősen jól ismert.

A Mecsek és a Dráva-medence közötti zselici területől azonban keveset tudunk. A Mecsek nyugati előterében megjelenő átmeneti lejtők (SZTANÓ et al. 2015) segítségünkre szolgálnak a terület megismerésében. Ezek a lejtők ÉÉNy-i irányból épültek a Mecsek környezetének kiemelt aljzata miatt kisebb vízmélységben (<100 m). Az átmeneti lejtőket tápláló deltaüledékek megismerésével már elég információ állhat rendelkezésünkre, hogy megértsük az őskörnyezeti változásokat.

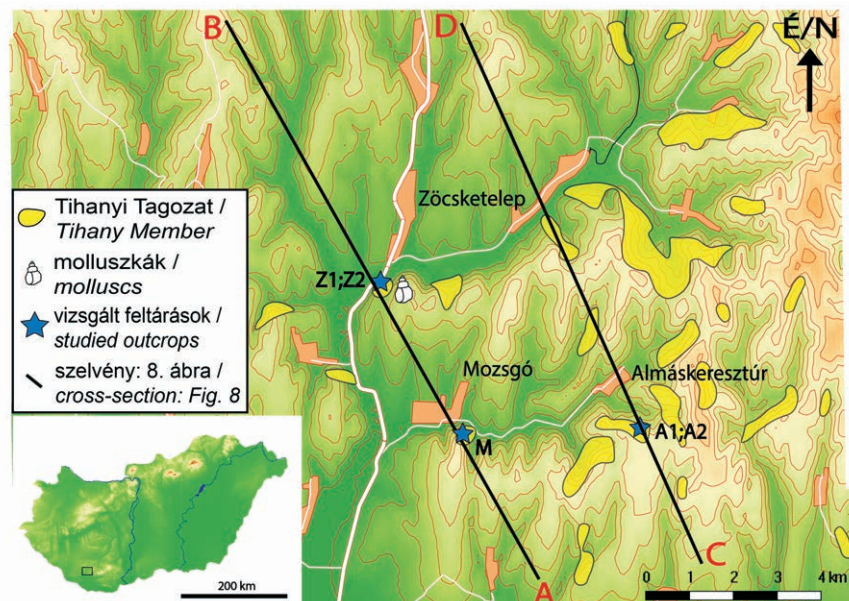
A dél-zselici terület rétegtani felépítése

A Mecsektől nyugatra, Szigetvártól északra található terület már a Zselic déli részéhez tartozik. Itt a már említett pannóniai-kvarter fedő alól a felszínre bukkan karbon korú gránit (Mórnyi Gránit), perm riolit (Gyűrűfői Riolit), homokkő (Korpádi Homokkő) és konglomerátum (Cserdi Formáció) is (CHIKÁN & BUDAI 2005). A Mecsekhez közelebb eső területen található triász mészköveket a kora miocén Szászvári Formációba sorolható kavics, homok(kő) vagy konglomerátum fedi. Ez a formáció lehetett a dél-zselici területen is megtalálható pannóniai Kállai Formáció anyagának forrása (KLEB 1973). Utóbbi gyakran a tavi rétegsorok kezdőtagja, és az adott terület elöntésének idejét jelzi. A Mecsektől északra és

nyugatra a felszínen már a regresszióval érkező pannon-tavi deltaüledéket térképeztek (KLEB 1973, CHIKÁN & BUDAI 2005), amelyet akkor a Somlói és a Tihanyi Formációba soroltak, a mai meghatározás szerint ezek az Újfalu Formáció tagozatai (SZTANÓ et al. 2013b, KERCSMÁR 2015).

Az Újfalu Formációba főleg finom- és középszemcsés homokból, agyag, aleurit és lignit közbetelepülésekből álló sekély-, brakkvízi faunát tartalmazó összleteket sorolunk (JUHÁSZ & MAGYAR 1992, JUHÁSZ 1994, SZTANÓ et al. 2013b). Ezek olyan területen képződtek, ahol a folyó által szállított üledék a tóba érve a deltasíksági medrekben és mocsarakban, a torkolati zátonyokon, az azokhoz kapcsolódó turzásokon és a deltafront előterében felhalmozódtak (RÉVÉSZ 1980, SZTANÓ et al. 2013b). A Somlói Tagozatot a deltalejtőtől a torkolati zátonyokig, míg a Tihanyi Tagozatot a deltalejtőtől a deltasíkságig terjedő környezetek üledékei alkotják jelentős átfedéssel. A két egység fő megkülönböztető bélégyét a kizárólag a Tihanyi Tagozatban előforduló lignites, huminites agyag rétegei adják (JÁMBOR 1980).

A Somlói Tagozat jelen munka kutatási területétől északra jelenik meg a felszínen; az általunk vizsgált feltárások CHIKÁN & BUDAI (2005) térképe alapján a Tihanyi Tagozatba tartoznak (1. ábra). A Tihanyi Tagozat litológiai összetétele rendkívül változatos (JÁMBOR 1989, JÁMBOR et al. 1997, KÖRPÁSNÉ-HÓDI 1998): apró- és finomszemcsés, közepesen vagy jól osztályozott homok váltakozik különféle színű és szervesanyag-tartalmú agyagokkal. A homokrétégek keresztlemezese, keresztretegzettek vagy szerkezetmentesek; a molluszkafauna brakk-, sekélyvízi, nyílt tavi, partközeli és édesvízi formákból áll (MÜLLER & SZÓNOKY 1988; MÜLLER & MAGYAR 1992a, 1992b; SZTANÓ et al. 2013b; KATONA et al. 2015; MAGYAR et al. 2019).



1. ábra. Az Újfalu Formáció Tihanyi Tagozatának kibukkanásai (ALBERT et al. 2009 alapján), a szelvények nyomvonalai és a vizsgált feltárások elhelyezkedése a Zselicben. A szelvények a 8. ábrán láthatóak

Figure 1. The location of the examined excavations, the tracks of the cross-sections and the outcrops classified in the surrounding Újfalu Formation, Tihany Member (based on ALBERT et al. 2009). The sections are shown in Figure 8.

A Tihanyi Tagozat litológiai változékonysága a képződési környezet sokszínűségét tükrözi. Torkolatok közelében, a torkolati zátonyok előterében, az alsó deltafronton, gyakran a hullámbázisnál mélyebb vízben agyag és aleurit rakódott le, melyet gyakran a torkolati zátonyok homokos üledéke fed. Majd a deltaágak között lévő öblökben fokozatos feltöltődés révén egyre sekélyebb lett a víz, míg végül a deltasíksági mocsarak és a mocsaraktól a torkolatig futó medrek voltak az üledékképződés színterei. Itt jelentek meg a huminites és tarkaagyagok, amelyekben gyakran mészfelhalmozódások is találhatók a képződési környezet időszakos szárazra kerülését, kiszáradását jelezve. A tagozatra jellemző, hogy az egyre kisebb vízmélységben lerakódott üledékek 8–30 m vastag paraszekvenciákat alkotnak. A klimatikus eredetű vízszintemelkedésekkel visszatért a nyíltvízi környezet, melyet ismételt feltöltődés követett, ezért a paraszekvenciák ciklikusan ismétlődnek a rétegsorokban (SZTANÓ & MAGYAR 2007; SZTANÓ et al. 2013b, 2015; MAGYAR et al. 2019).

Adatok és módszerek

A vizsgált feltárások

A mozgói [M] (EOV X:085829; EOV Y:557286; Z:153 m) a legdélebbi és egyben legnagyobb feltárás a három közül. A községtől délre húzódó domboldalon található a felhagyott homokbánya, amelyben kb. 15 m vastagságban tárnak fel a pannóniai rétegek (2. ábra).

Almáskeresztúrtól délre, a László-forrás mellett (EOV X:085673; EOV Y:561782; Z:189 m) található az a régi homokbánya, amelyben két (A1, A2) egymásra merőleges falon 3,5–4 m vastagságban tanulmányozható a pannóniai üledékes összlet (3. ábra).

Szentlászló-Zöcsketeleptől (Zöcsketelep) délre (EOV X:088978; EOV Y:555513; Z:133 m), a főúttal párhuzamosan futó falszakaszon található feltárások. Ezek ÉK–DNy irányúak, a Z1-es fal kb. 10 m magas, az északi, Z2-es feltárás magassága 2,5–3 m (4. ábra).

Módszerek

A feltárásokban végzett terepi szedimentológiai megfigyelések során leírtuk az egyes kőzettestek alakját, fáciesét (szemcseméretét, a bennük található üledékszerkezeteket), a fáciesek oldalirányú vastagságváltozását, dőlését. Tanulmányoztuk az egyes rétegek közötti, esetenkénti eróziót, illetve kiékelődést mutató határfelületeket.

A rétegsort fáciesegységekre különítettünk el, az együtt előforduló fáciesegységeket csoportokba rendeztük, és ezen fáciesegyüttesek segítségével meghatároztuk az üledékképződési környezet legfontosabb építőelemeit.

A szállítási irányok kijelöléséhez megmértük a kereszt-rétegzett homoktestek mellső lemezének dőlését. A dőlésadatok az 5° alatti regionális dőlésérték miatt további korrekcióra nem szorulnak (COLLINSON & THOMPSON 1989).

Eredmények

Fáciesegységek és üledékszállítási-lerakódási folyamatok

A feltárások rétegsorában 8 fáciesegység különíthető el (1. táblázat) azok szemcsemérete és a megfigyelt üledékszerkezetek alapján.

Fáciesegységek

Molluszkás, középszemcsés homok (Sb)

Apró- és középszemcsés, jól osztályozott, morzsolható, csillámos homok (5. ábra, a). Megfigyelhetők benne *Viviparus* és *Lymnocardium* kőbelek (6. ábra, d, e) és kb. 2–3 cm hosszúságú vertikális járatok, más üledékszerkezet azonban nem látható. Jól követhető 0,2–0,25 m vastag betelepülésként a rétegsorok legfiatalabb részét alkotó fehér agyag (Fm) rétegei között jelenik meg.

Az üledékszerkezetek hiánya valószínűleg utólagos, mivel tömegmozgásra utaló jegyeket sehol sem észleltünk. Kétféle magyarázat lehetséges: a víztelenedés vagy a bioturbáció. Víztelenedést többek között a nagy mennyiségű, gyorsan felhalmozódó üledék okozhat, azonban erre utaló nyom egyik feltárás rétegsorában sem látható. Ez alapján valószínűleg bioturbált üledékről van szó, amit a rétegben megfigyelhető, a többi üledékben feltűnően ritka molluszkaköbél is megerősít. A Mecsek környékéhez hasonlóan a molluszkák megőrződése rossz; limonitos cementációjú kőbelek formájában jelennek meg (6. ábra, d, e). Annak ellenére, hogy a Pannon-medence más feltárásaiban, a hasonló rétegsorokban, felszíni körülmények között akár még eredeti színben is megőrződtek héjak (MAGYAR et al. 2017).

Szerkezetmentes, középszemcsés homok (Sm)

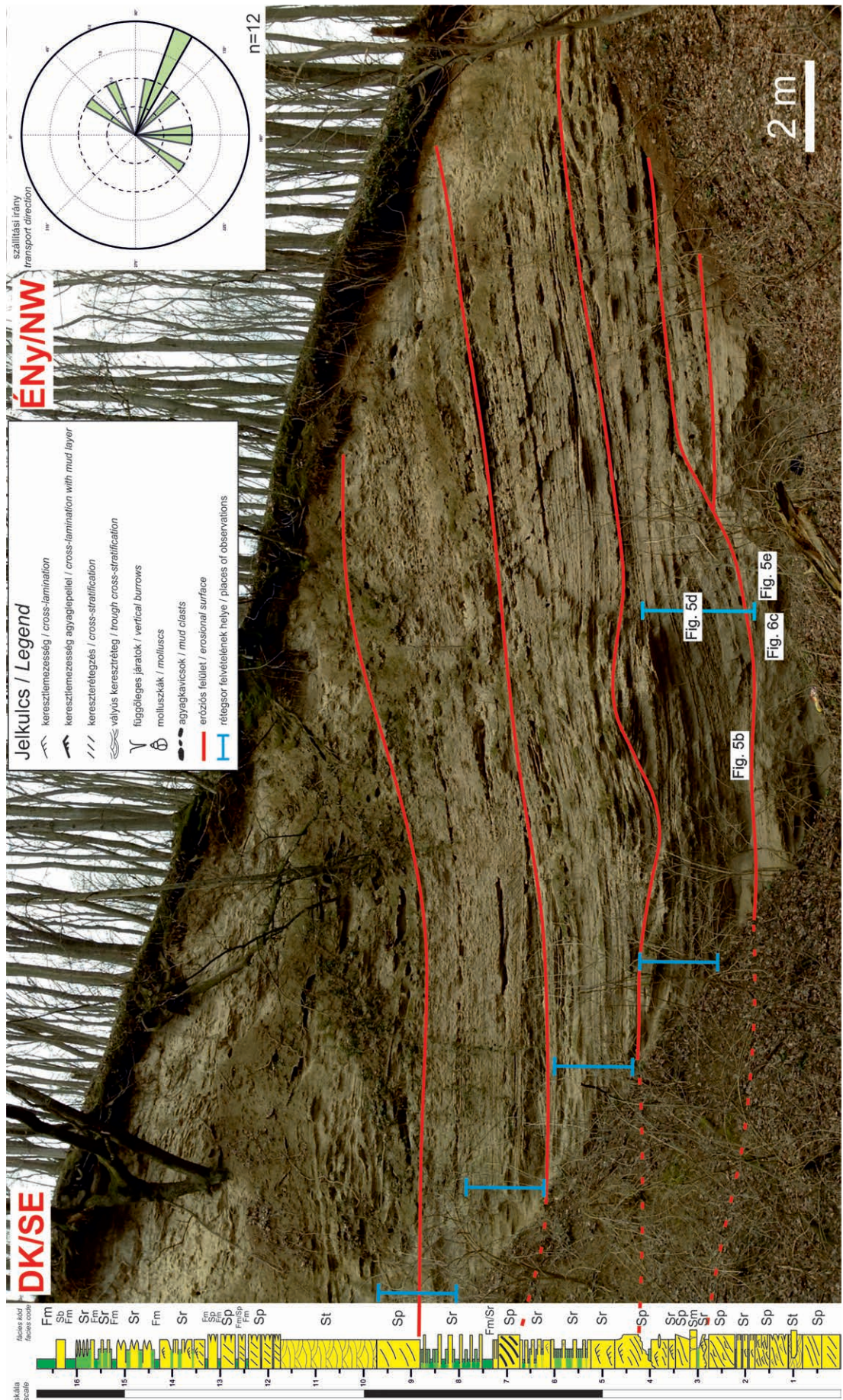
Középszemcsés, kiválóan osztályozott, tömör homok, amely 0,1–1,5 m vastagságú, kemény, ellenálló padokat alkot (5. ábra, b). Helyenként 4–5 cm hosszú, 1 cm átmérőjű, homokkal kitöltött vertikális, hengeres járatkitöltések (5. ábra, b) találhatók benne.

Eredetileg áramló közegből ülepedett, később a hullámvéréssel osztályozódhatott. A szerkezetmentesség oka itt is a bioturbáció lehet, amire az említett járatok szolgálnak bizonyítékkul. A látható üledékszerkezetek hiányához a kiváló osztályozottság is hozzájárulhatott.

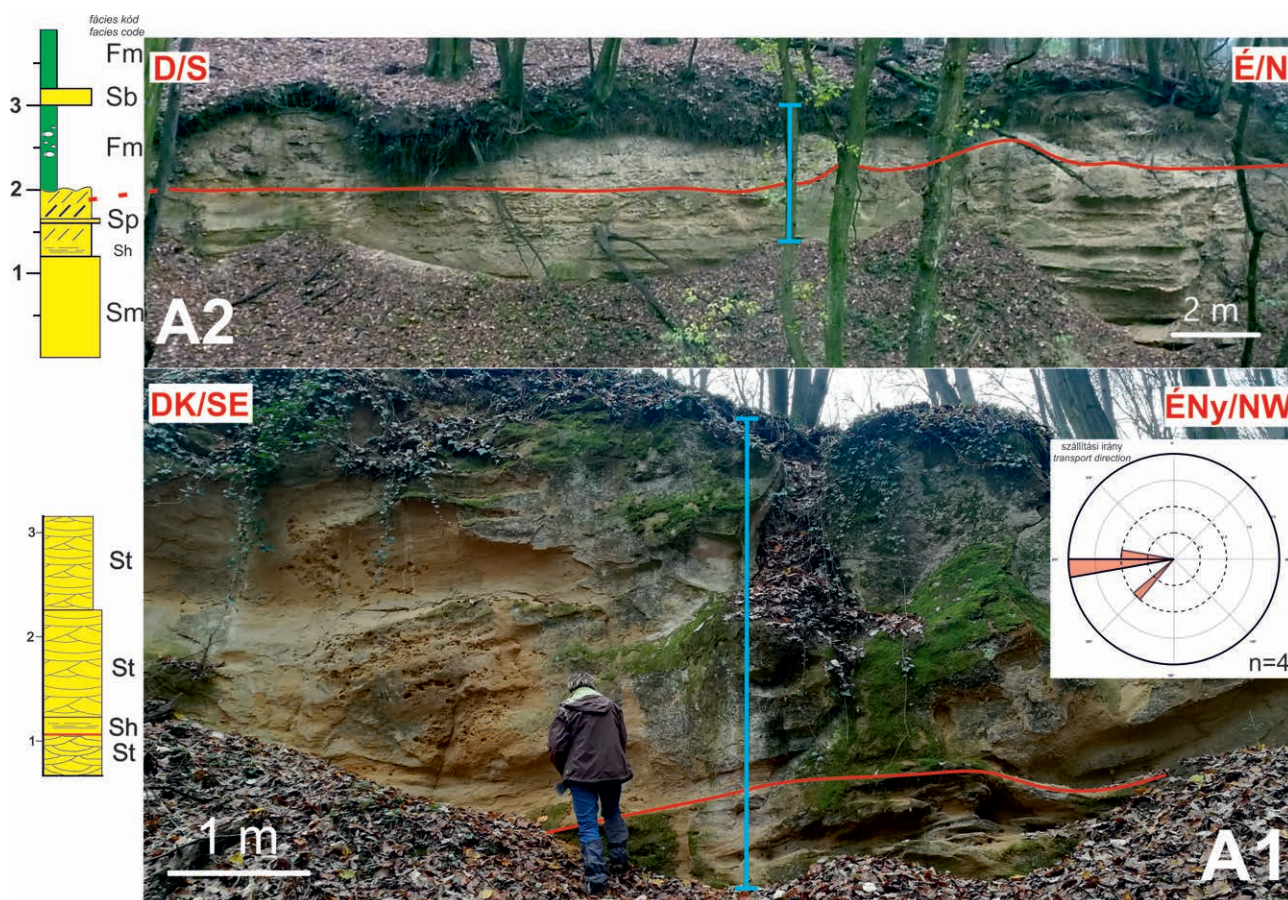
Vályúsan kereszt-rétegzett homok (St)

Közepesen osztályozott, 0,3–5 m vastag szakaszokat alkotó, vályúsan kereszt-rétegzett, apró- és középszemcsés homok (5. ábra, c). Az egyes kötegek vastagsága 0,4–0,8 m. Zöcsketelepen (Z1) az alsó eróziós felszínre és az azt borító agyagkavics konglomerátumra (Gmc) települ. Szintén ebben a feltárásban egy nagyobb köteg vízkiszökéses deformációt is mutat (6. ábra, a).

A vályús kereszt-rétegzés csendesen áramló (ALLEN 1984) vízben keletkezik; az áramlási irány a vályúk hossztenge-



2. ábra. A mozsói feltárás panorámaképe, kompozit rétegsora és szállítási irányai. A négyzetben lévő betűk az 5. ábrán látható részleteképekre mutatnak
Figure 2. Photo, sedimentary log and rose diagram showing the paleocurrent data of the Mozsó outcrop. The letters in the box point to the detail images shown in Figure 5.



3. ábra. Az almáskeresztúri A1-es és A2-es feltárás panorámaképe, rétegsora és szállítási irányjai. Pirossal jelölve az eróziós felület. Jelkulcs a 2. ábránál

Figure 3. Photos, sedimentary log and rose diagram showing the paleocurrent data of the Almáskeresztúr A1 and A2 outcrops. Erosion surface marked in red. Legend in Figure 2.

lyével párhuzamos. A dűnék vastagságának segítségével meg tudjuk becsülni az áramló víz minimális mélységét, ami ALLEN (1968), BRADLEY & VENDITTI (2019) és CISNEROS et al. (2020) képlete szerint $H=(h/11,628)^{0.84}$ (h: dűnemagasság, H: vízmélység). Üledékes rétegsorokban ez a képlet csak a vízmélység lehetséges legkisebb értékét adja meg, mivel a kötegvastagság az erózió folytán legtöbbször kisebb, mint az eredeti dűne magassága. A fentiek alapján legalább kb. 3–6 m mély vízben épülhettek a vályús kereszt-rétegzést kialakító dűnék.

Táblás kereszt-rétegzésű homok (Sp)

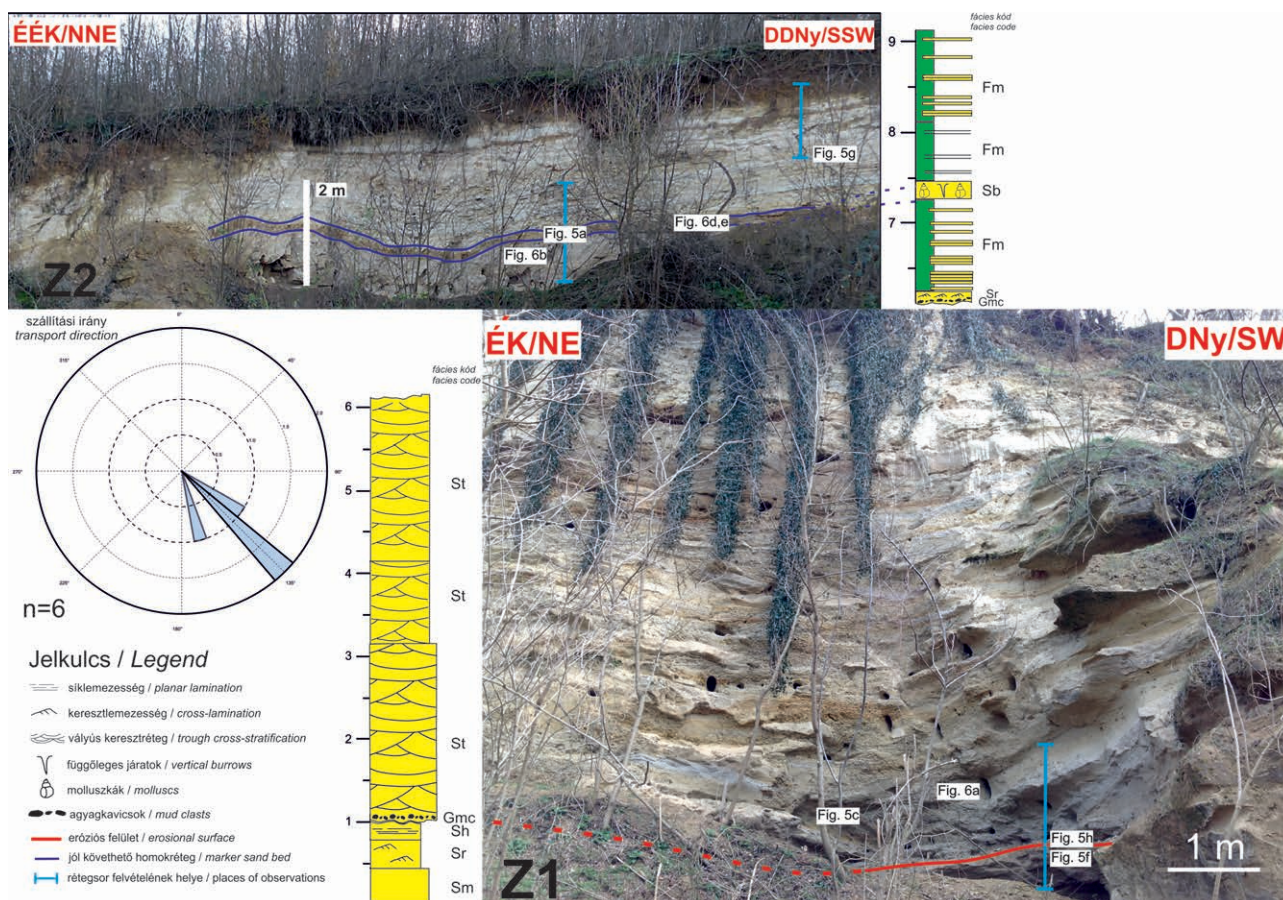
Közepesen osztályozott, finom- és aprószemcsés, kereszt-rétegzett homok (5. ábra, d) ritkán agyaglepellel a mellső lemezen. Az egyes kötegek vastagsága kb. 0,1–0,7 m között változik. Ahol kisebb vastagságban (0,3–0,5 m) jelenik meg, ott a kötegek vastagsága is általában kisebb (0,1 m). Másutt a kötegvastagság felfelé fokozatosan csökken, majd a legfelső köteghatár dőlésével azonos irányú keresztlemezésbe (Sr) megy át az üledékszerkezet. A mozsói feltárás alsó részén egy köteg mellső lemezein a kereszt-rétegzett köteg dőlésével ellenkező irányba épülő, 5–6 cm vastagságú keresztlemezes homokot (Sr) figyelhetünk meg. Szintén Mozsón némely kereszt-rétegzett köteg alján vagy mellső lemezen 0,1–0,5 cm átmérőjű agyagmorzsák-agyagkavicsok is megfigyelhetők.

A táblás kereszt-rétegzésű homok képződéséhez szintén csendes áramlású közeg szükséges, ami minimum 1 m, a legnagyobb kötegvastagságokból kiindulva akár 5–6 m mély is lehetett. A rétegsorban felfelé csökkenő kötegvastagság általában feltöltődő, sekélyebbé váló víztestet jelez. Az agyagleplet áramlásmentes, pangó vízből történő ülededés hozta létre, az agyagmorzsákat pedig az agyagleplet vagy más kiszáradt és felcserepesedett agyagréteget felszakító, újrainduló áramlás alakította ki. A kereszt-rétegzés mellső lemezen megőrződő, ellenirányú áramlásfodrok – az úgynevezett „back-flow ripples” (JOHANSSON 1963) – a rétegformát kialakító örvényesség ritka bizonyítékai. Ezek a formák a dűnék vagy zátanyok áramlásirányba dőlő oldalán jönnek létre az ott kialakuló turbulencia miatt (JOPLING 1961).

Keresztlemezes homok (Sr)

Finom- és aprószemcsés, közepesen osztályozott homok 1–2 cm vastag, főképp aszimmetrikus, ritkábban szimmetrikus keresztlemezésű kötegekből (5. ábra, e). Ezek 0,1–0,9 m vastagságú rétegeket alkotnak. Egy helyen kúszó keresztlemezésűt is észleltünk (6. ábra, c). Az aszimmetrikus keresztlemezeknél néhol 1–2 mm vastagságú és néhány cm hosszú agyagbevonatot (flázereket) találhatunk.

Az aszimmetrikus keresztlemezés kialakulásához csendes áramlású közegre van szükség, a flázerek pedig az



4. ábra. A zöcsketelepi feltárások panorámaképe, rétegsora és szállítási irányai. A négyzetben lévő betűk az 5. ábrán látható részletképekre mutatnak

Figure 4. Photos, sedimentary log and rose diagram showing the paleocurrent data of the Zöcsketelep outcrops. The letters in the box point to the detail images shown in Figure 5.

áramlás időszakos megállását bizonyítják. A ritkább szimmetrikus keresztlemezőséget oszcilláló vízmozgás, azaz hullámozás hozta létre.

Síklemezes homok (Sh)

Jól osztályozott, finom- és aprószemcsés homokból álló, 0,1–0,2 m vastag rétegek (5. ábra, f).

A síklegezőség sebes áramlású (BRIDGE & BEST 1988) közegre utal, ahol az áramlás nagy sebessége és ehhez viszonyítva kis vastagsága megakadályozza az üledékformák kialakulását.

Agyag (Fm)

Fehér színű, kissé meszes agyag és aleurit, mely helyenként váltakozik finomszemcsés homoklemezekkel vagy lencsékkel (5. ábra, g). 0,1–3 m vastagságú, összefüggő rétegei, gyakran szerkezetmentesek, de előfordul, hogy 1–2 cm-es réteggel jelenik meg. A fáciesegység legnagyobb észlelt vastagsága 3 m. A szerkezetmentes szakaszokon 5–6 cm hosszú, 1 cm átmérőjű, vertikális, homokkal kitöltött járatokat írtunk le (6. ábra, b). Előfordul a homokos fáciesekkel váltakozva, illetve mindhárom feltárásban a rétegsor lezárásaként.

Kialakulásához olyan környezetre volt szükség, ahol nem volt számottevő vízmozgás, de az aljzaton élő szervezetek összetűrték az iszapot (6. ábra, b).

Agyagkavics konglomerátum (Gmc)

7–10 cm-es rétegeket alkotó, mátrixvázú konglomerátum, amelyben 5–8 cm-es kerekített, rosszul osztályozott agyagkavicsok figyelhetők meg. A mátrix anyaga homok és a fáciesegység eróziós felületek felett található. A zöcsketelepi feltárásokban jelenik meg egy vályús kereszttrétegű (St) köteg és egy keresztlemezős homok (Sr) réteg alatt (5. ábra, h).

Az agyagkavicsokat áramló víz hozza létre például azáltal, hogy erodálja a partoldal homokrétégeit, az így alámosott agyagrétegek pedig támaszt veszítve nagyobb darabokban leszakadnak és összetörnek, majd hosszabb-rövidebb távolságra szállítódnak, aprózódnak, koptatódnak.

Fáciesegyüttesek és az öskörnyezet építőelemei

A feltárásokban megjelenő fáciesegységeket, melyek az üledékképződés folyamatára engednek következtetni, gyakori együttes vagy egymást követő előfordulásuk, valamint genetikai rokonságuk alapján fáciesegyüttesekbe lehet rendezni. Az értelmezés során a fáciesegyüttesek az öskörnyezet különböző részeinek feleltethetők meg. A fenti szempontok alapján négy fáciesegyüttest különítettünk el (II. táblázat).

I. táblázat. Az elkülönített fáciesek összefoglaló táblázata. Fácies kódok M₁ALL (1988) alapján**Table 1.** Summary table of recognized facies. Facies codes used after M₁ALL (1988)

Fácies	Név	Litológia	Üledékszerkezetek és ösmaradványok	Réteg- és kötegvastagság	Feltárások A=Almáskeresztúr M=Mozsgó Z=Zöcsketelep	Létrehozó folyamatok
Sb	molluszkás homok	apró- és középszemcsés homok	szerkezetmentes, nem v. gyengén cementált, egyszerű 5–6 cm- es vertikális járatok, <i>Viviparus</i> és <i>Lymnocardium</i> kőbelek	0,2–0,25 m-es réteg	AMZ	eredeti szállítási körülményeket a bioturbáció felülbélyegezte
Sm	szerkezetmentes homok	középszemcsés homok	ferde járatok, tömör, meszesen cementált	0,1–1,5 m-es rétegek	AMZ	eredeti szállítási körülményeket a bioturbáció felülbélyegezte
St	vályúsan kereszttrétegzett homok	apró- és középszemcsés homok	vályús kereszttrétegzés	0,3–2 m-es rétegek, 0,4–0,8 m-es kötegek	AMZ	2,8–5,6 m mély, csendes áramlás
Sp	táblás kereszttrétegzésű homok	finom- és aprószemcsés homok	kereszttrétegzés, ritkán agyaglepel a mellső lemezek	0,3–1 m-es rétegek, 0,1–0,7 m-es kötegek	AMZ	0,7–5 m mély, csendes áramlás, időnként állóvíz
Sr	keresztlemezes homok	finom- és aprószemcsés homok	aszimmetrikus és szimmetrikus keresztlemezesesség, flázerek	0,1–0,9 m-es rétegek, 1–2 cm-es kötegek	MZ	csendes, időszakos állóvíz, hullámlás
Sh	síklemes homok	finom- és aprószemcsés homok	síklemesesség	0,1–0,2 m-es rétegek	AMZ	sebes áramlás
Fm	agyag	meszes agyag, aleurit	szerkezetmentes, vastag rétegek, lencsék	1 cm–1,5 m-es rétegek	AMZ	állóvíz
Gmc	agyagkavics konglomerátum	mátrixvázú, homokos mátrix, kerekített, rosszul osztályozott, agyagkavicsok	feltépett agyagkavicsok az eróziós felületek felett	7–10 cm-es réteg, 5–8 cm-es kavicsok	Z	áramlás

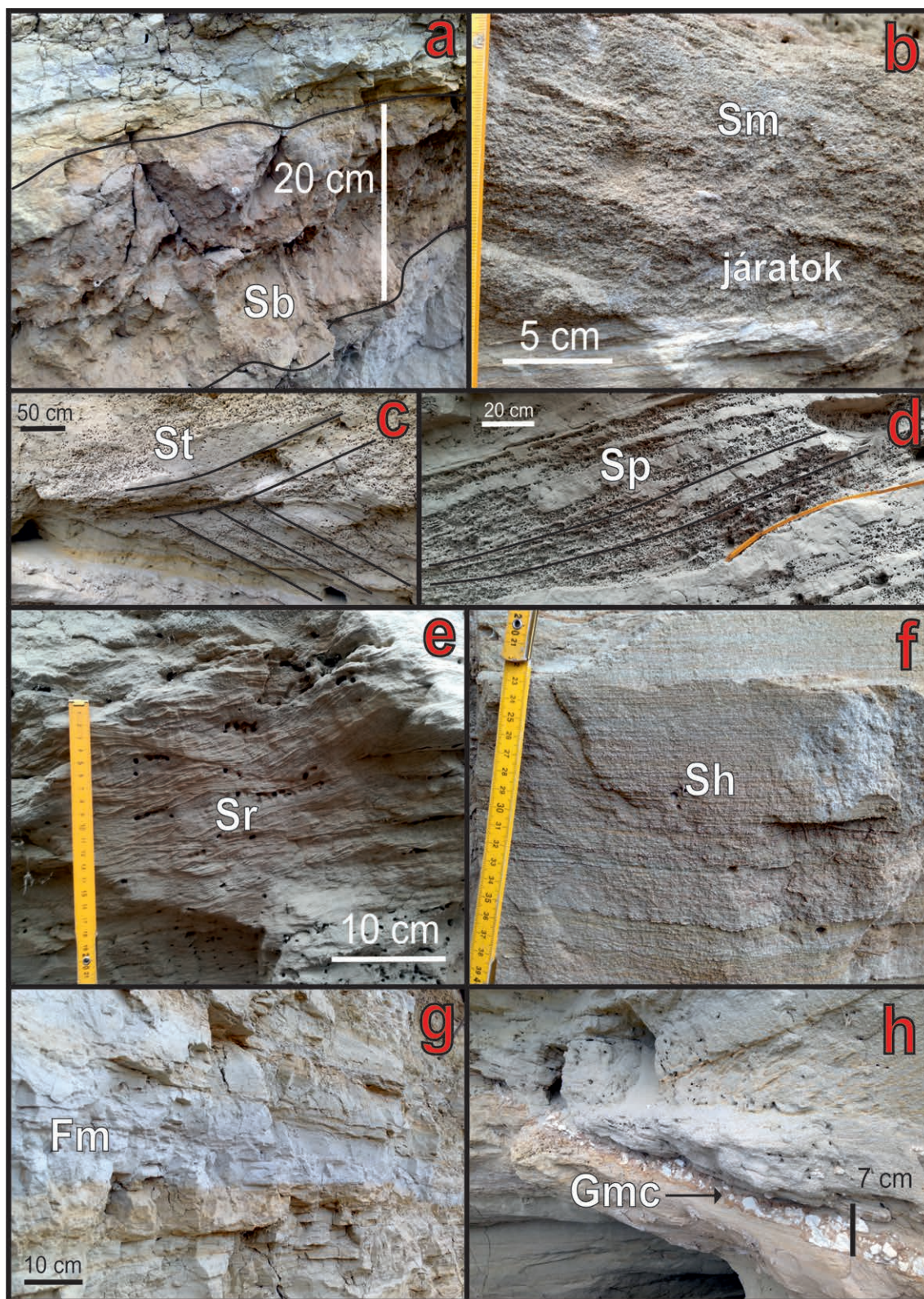
Deltameder (CH)

Ebbe a fáciesegyüttesbe tartozik a vályúsan kereszttrétegzett homok (St), a táblás kereszttrétegzésű homok (Sp) és az agyagkavics konglomerátum (Gmc), ami minden esetben az egység alját kijelölő eróziós felszínre vagy apróbb kavicsok esetén köteghatárra települ. Az agyagkavics konglomerátumok leginkább mederpáncélként fordulnak elő. A partoldal vagy ártér erózióját követően, rövid szállítás után a mederben, a sodorvonal környékén halmozódnak fel. A kereszttrétegzett fáciesegységek sorrendje nem állandó, a vályúsan kereszttrétegzett homok (St) vastagsága elérheti az 5 m-t, míg a táblás kereszttrétegzésű homok 0,5–1 m vastagságban fordul elő. A kereszttrétegzések egyirányú, csendesen áramló vizet jeleznek, amelyben a homokdűnék vándorlásával alakultak ki a táblás (Sp) és a vályús (St) kereszttrétegzésű formák. A vízmélység a kisebb kötegek esetében

legalább kb. 0,7 m volt, a nagyobbaknál pedig meghaladhatja az 5 m-t. Több feltárásban is megfigyelhető 4–5 m vastag, felfelé finomodó szemcseméretű és csökkenő kötegvastagságú kereszttrétegzett sorozat, amely egyre sekélyebb vízből ülepedett. Így annak ellenére, hogy sem a talpi eróziós felülete, sem az az üledék, amelybe bevágódott, nincsen feltárva, mederkitöltő üledékként értelmezhetjük. Mind a kötegvastagságokból, mind a mederkitöltések vastagsága alapján azt valószínűsíthetjük, hogy ezek a deltasíkságon elhelyezkedő, mélyebb medrek a deltafronttól távolabb helyezkedhettek el (cf. OLARIU & BHATTACHARYA 2006).

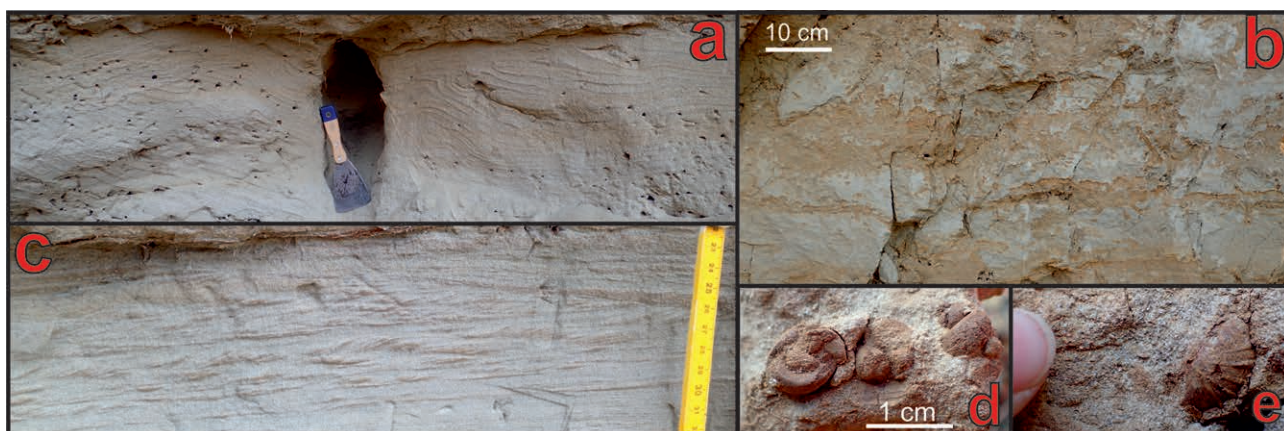
Deltaág-elvégződés (TDC)

Ebbe a fáciesegyüttesbe tartoznak a kis reliefű eróziós felület felett települő szerkezetmentes (Sm), táblásan kereszttrétegzett (Sp), keresztlemezes (Sr) és síklemes (Sh) homokrétégek. A felsorolt fáciesegységek mindegyike



5. ábra. A feltárásokban előforduló fáciesegységek, üledékszerkezetek és ősmaradványok. a) Molluszkás, közepszemcsés homok. b) Szerkezetmentes, közepszemcsés homok 4–5 cm hosszú, vertikális járatokkal. c) Vályúsan kereszttrétegzett homok, fekete vonallal jelölve a köteghatárok. d) Táblás kereszttrétegzésű homok, fekete vonallal jelölve a köteghatárok. e) Keresztlemezes homok. f) Síklemezes homok. g) Kissé meszes agyag, finomszemcsés homokrétégekkel váltakozva. h) Agyagkavics konglomerátumszint a Z1-es feltárásban.

Figure 5. Facies units, sedimentary structures and fossils found in the outcrops. a) Medium-grained sand with molluscs. b) Structureless, medium-grained sand with 4–5 cm long vertical burrows. c) Trough cross-stratified sand, bedset boundaries are marked with black lines. d) Tabular cross-stratified sand, bedset boundaries are marked with black lines. e) Cross-laminated sand. f) Horizontal-laminated sand. g) Slightly calcareous clay, alternating with fine-grained sand layers. h) Clay clast conglomerate level in excavation Z1.



6. ábra. A feltárásokban észlelt különleges üledékszerkezetek, ősmaradványok. a) Vízszökéses deformációs szerkezetek a Z1-es feltárásban. b) Agyag és finomszemcsés homok váltakozása, 2–3 cm-es vertikális járatokkal. c.) Kúszó keresztlemezesség a mozgósi feltárásból. d, e) *Viviparus*- és *Lymnocardium*-köbelek a Z2-es feltárásból

Figure 6. Special sedimentary structures and fossils discovered in the excavations. a) Water escape deformation structures in excavation Z1. b) Alternation of clay and fine-grained sand, with 2–3 cm vertical burrows. c.) Climbing-ripple cross lamination from the Mozgó excavation. d, e) *Viviparus* and *Lymnocardium* casts from excavation Z2

megjelenik másik fáciesegyüttesben is, azonban ezek felfelé finomodó trendje és a fáciesek sorrendje egyértelműen definiálja ezt a fáciesegyüttest. Az eróziós talp felett túlnyomórészt 0,5–1 m vastagságú, 0,1–0,2 m-es kötegekben megjelenő, táblásan kereszttrétegzett (Sp) homok települ. Ezekre következnek a keresztlemezes (Sr) és síklemezes (Sh) homokrétegek, valamint a 0,1–0,5 m vastag szerkezetmentes (Sm) homokok, melyek a kissé mélyebb vízben aktívabb bioturbáció hatására alakulhattak ki. A táblásan kereszttrétegzett (Sp) homok kis vastagságú kötegei 1–2 m mély vízre utalnak, míg az együttes tetején a síklemezes (Sh) homokrétegek csupán néhány dm mély, sebesen mozgó vizet jeleznek.

A fáciesegyüttesbe tartozó eróziós felületek jóval kisebb reliefűek, mint a deltamedreknél látottak, valamint agyagkavics konglomerátum (Gmc) sem kíséri az eróziót. A táblás kereszttrétegzések (Sp) és keresztlemezes homokrétegek (Sr) alapvetően egyirányú áramlást jeleznek, amely a kötegvastagságok és az erózió mértékét figyelembe véve valószínűleg sekély, széles, szétterülő medrekben jött létre, melyeket deltaág-elvágódésként (terminal distributary channel) értelmezünk (7. ábra; cf. OLARIU & BHATTACHARYA 2006; MARTINI & SANDRELLI 2015). Egy folyó víz- és üledékhoza-

ma egy deltán a befogadó víztömeg felé közeledve egyre többfelé oszlik el, sekély, gyakran kevesebb, mint 2 m mély medreket kialakítva a delták vízhálózatának peremén, a befogadó állóvízhez legközelebb (OLARIU et al. 2005, OLARIU & BHATTACHARYA 2006, SCHOMACKER et al. 2010, MARTINI & SANDRELLI 2015). Kis vízhozamuk és vízmélységük miatt erodáló képességük is jóval kisebb, mint a delta nagyobb medreinek. Kis reliefű eróziós felszínt hoznak létre, ami csak kevés esetben, kisebb mértékben vágódik be az agyagos fekébe, így jóval ritkább az agyagkavicsos (Gmc) mederpáncél is. Ugyanakkor ezen a területen már érezhető hatását a tó vagy tenger hullámverése, ami a partközben a hullámtörést kísérő kifutóvíz övét jelenti, ahol a síklemezes (Sh) homok a tipikus üledék.

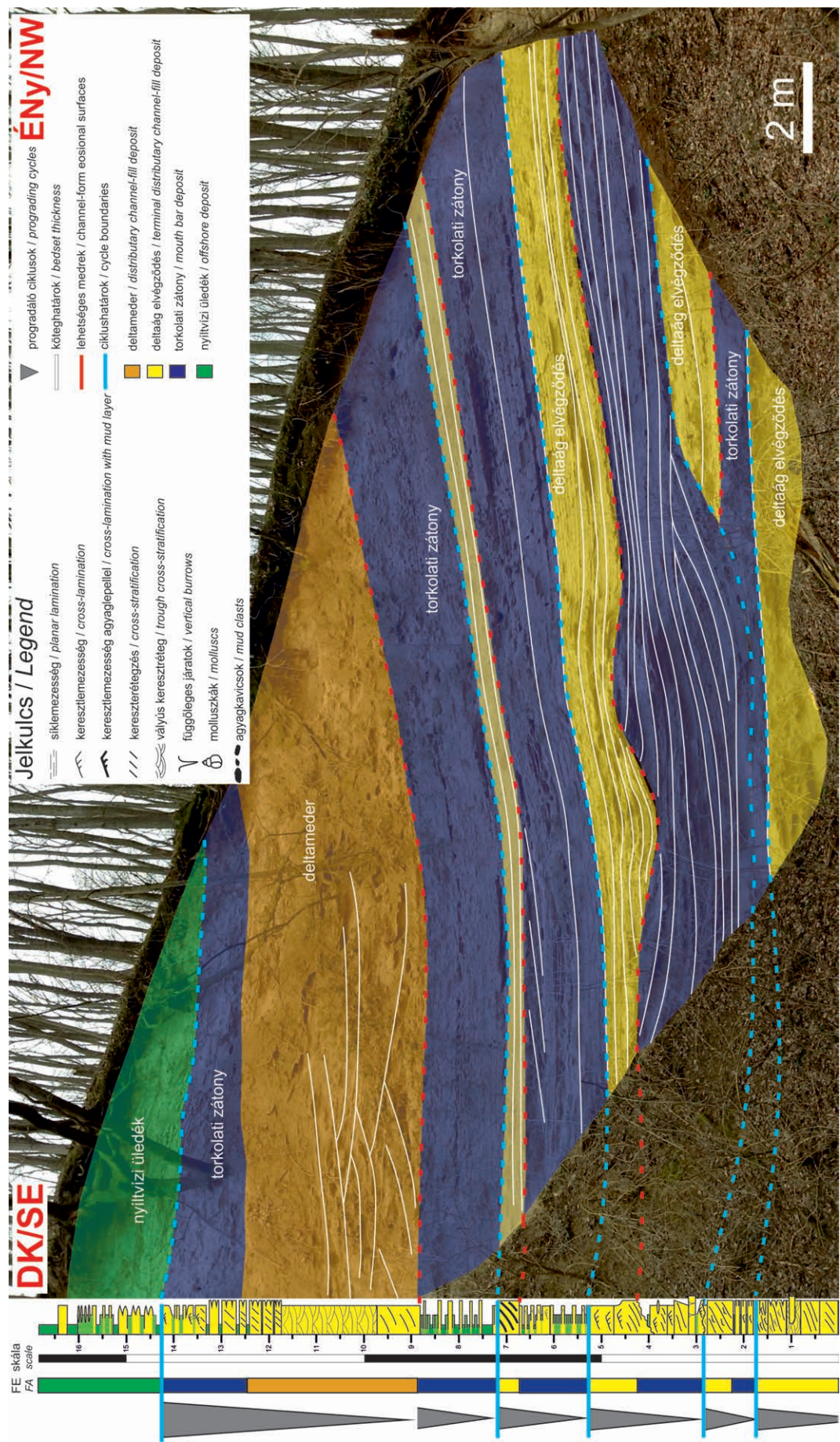
Torkolati zátony (MB)

Ebbe a fáciesegyüttesbe tartozik a vékony agyag–aleurit (Fm) réteg, továbbá a keresztlemezes homok (Sr), a szerkezetmentes homok (Sm), a táblás kereszttrétegzésű homok (Sp), valamint a síklemezes homok (Sh) együttese. A fáciesegyüttesbe tartozó üledékes testek fekü-fedőtől eltérő dőlése is figyelemre méltó: a mozgósi feltárás 1–4 és 5–9 métere között kb. 20 fokban dőlő, 10 m hosszúságban elnyúló fer-

II. táblázat. Az elkülönített fáciesegyüttesek összefoglaló táblázata

Table II. Summary table of recognized facies associations

Fáciesegyüttes	Leírás	Fáciesek	Környezeti értelmezés
CH	kereszttrétegzett homokrétegek, agyagkavics konglomerátum	St, Sp, Gmc	mederkitöltés
TDC	szerkezetmentes, kereszttrétegzett, keresztlemezes, síklemezes homokrétegek	Sm, Sp, Sr, Sh	deltaág-elvágódás
MB	szerkezetmentes, kereszttrétegzett, keresztlemezes, síklemezes homokrétegek, aleurit- és agyag-közbetelepüléssel	Sm, Sp, Sr, Sh, Fm	torkolati zátony
FF	bioturbált, molluszkás homok- és agyagrétegek	Sb, Fm	nyílt víz



7. ábra. A mozsói rétegsor környezeti értelmezése. FE a fáciesegységeket jelöli
Figure 7. Schematic drawing of sedimentary units observed in Mozsói. FA means facies associations

dén épülő rétegekből áll (7. ábra). A fáciesegyüttes bizonyos részein az agyag aleurittal és finomszemcsés homokkal váltakozik. Ezek ülepedésekor állóvízes és átmozgatott időszakok váltogatták egymást. Az áramlásmentes időszakokban ülepedhetett le az agyag és az aleurit, mely folyamat esetünkben a tó hullámbázisnál mélyebb vízében történhetett. A csendes áramlású víz pedig létrehozta a keresztlemezes (Sr) betelepüléseket, melyek helyenként kúszó keresztlemezes homokkal váltakoznak (6. ábra). Ezt a felhalmozódó üledékmennyiség fluktuációja okozhatta, ami a rendszert tápláló folyó áradásaival magyarázható. A síklegezes homok (Sh) a ciklusok tetején gyakori, bár felette többször előfordul keresztlemezes (Sr) homok is, ami arra utal, hogy sebes áramlási tartományból csendesre váltott az üledéket szállító közeg. Ez viharok vagy nagyobb árvizek elcsitulásakor jellemző.

A fáciesegyüttesbe tartozó üledékek változatos, összességében felfelé durvuló szemcsemérete arra enged következtetni, hogy az üledékképződés olyan helyen zajlott, ahol a vízhozam, üledékhozam, a vízmozgás erőssége és típusa rövid időn belül váltakozott, de egy közettest fokozatos előreépülése és a vízmélység ezzel járó csökkenése mellett. Utóbbit a megfigyelt üledékszerkezetek gyakorisága is alátámasztja. Ilyen feltételek egy torkolati zátony épülésekor adódtak. A torkolati zátony a folyók medrénél mélyebb állóvízbe – tavakba, tengerekbe, tározókba – lépésénél képződik, és arra kényszeríti a tápláló vízfolyást, hogy elágazzon (cf. BHATTACHARYA & TYE 2004). A kis vízhozamú deltaág-elvegződések torkolatainál is gyakran épülnek ki torkolati zátonyok. Az agyag (Fm) a torkolati zátony előterében keletkezhetett, ahol a lebegtetett hordalék nyugodt környezetben le tudott ülepedni. Mivel az édesvíz csökkentsós vízbe érkezett, a viszonylag kis sűrűségkontraszt miatt az agyag nem jutott messzire ellentétben a tengeri rendszerekkel (cf. BATES 1953). A zátony progradációja során az előterében leülepedett agyagra fokozatosan egyre durvább szemcseméretű üledék érkezett, kialakítva a felfelé durvuló tendenciát. A keresztlemezes homok (Sr) rétegek és az azokhoz kapcsolódó aleuritlemezek és -rétegek a zátony alsó részén keletkezhetek a kereszttrétegzett formák (Sp) mellső lemezeire épülve. Ugyancsak a torkolati zátonyok tetején a hullámtörésnek, kifutó hullámnak kitett helyzetet jelzi a síklegezes homok (Sh), ami sebes áramlás mellett kis vízmélységre utal (cf. YPEREN et al. 2020). A szerkezetmentes homok (Sm) valószínűleg a torkolati zátony kevésbé átmozgatott, már nem aktív részén alakult ki, ahol adóttak voltak a bioturbációnak kedvező feltételek. A táblás kereszttrétegzésű homokkötegek (Sp) a torkolati zátonyok tetején, deltaág-elvegződésekkel összefogazódva keletkeztek, a folyásirányt és a torkolati zátony épülésének irányát jelezve.

A torkolati zátonyra a progradálás következményeként más analóg példák alapján is (OLARIU & BHATTACHARYA 2006, SCHOMACKER et al. 2010) alulról felfelé az alábbi szerkezetek jellemzőek: síklegezes és szerkezetmentes finomszemcsés homok, aleurit, keresztlemezes, vályús kereszttrétegzés, táblás kereszttrétegzés, valamint a szerves anyagban dús agyagok és agyagklastok jelenléte. A felsorolt

szerkezetek az agyag-aleurit fáciesek és a síklegezes homok kivételével deltaág-elvegződés keletkezése során is leülepedhetek, azonban míg a deltaág-elvegződések felfelé finomodó rétegsorokat alkotnak, addig a torkolati zátonyok üledékei felfelé durvuló, növekvő rétegvastagságú sorozatokat hoznak létre (OLARIU & BHATTACHARYA 2006, SCHOMACKER et al. 2010, MARTINI & SANDRELLI 2014). A másik fontos elkülönítő tulajdonságuk a közettestek alakja. Míg a deltaág-elvegződések homorú aljú, lapos tetejű formák, addig a torkolati zátonyok domború alakjuk miatt gyakran képeznek kicsiny kliniformokat, zátonygyarapodási felszíneket, melyek rétegei lelapolódnak az alatta található felületre (SCHOMACKER et al. 2010, MARTINI & SANDRELLI 2014), ahogy azt a mozgói feltárásban is észleljük (7. ábra).

Nyílt vízi üledék (FF)

Ezt a fáciesegyüttest a vékonyréteges vagy szerkezetmentes agyag-aleurit (Fm) és a molluszkás homok (Sb) alkotja. Az agyag-aleurit (Fm) szakaszokba 5–15 cm vastag finomszemcsés homokrégeket vagy 0,5–1,5 m széles lencsákat láthatunk. Általánosan jellemző, hogy a molluszkás, középszemcsés homok (Sb) kb. 0,25 m vastag, jól követhető betelepülésként jelenik meg az agyagrégek (Fm) között (5. ábra, a).

A fáciesegyüttesbe tartozó képződmények kb. 2–3 m vastagságban észlelhetők mindhárom feltárásban. Az FF fáciesegyüttesbe sorolt összlet alapvetően nyugodt, vízmozgással csak időszakosan megszakított területen, a torkolattól távolabb képződött. A feltárásokban megfigyelt, szembeutó litológiai váltás arra utalhat, hogy hirtelen következett be egy elöntési esemény, amely miatt a vízmélység és parttávolság megnőtt, így a pélites üledék le tudott ülepedni. A homokszemcse méretű üledékek kisebb-nagyobb viharok, illetve árvizek idején tudtak bekerülni a kissé mélyebb, nyílt vízbe.

A molluszkák – *Viviparusok* és *Lymnocardiumok* – mindhárom feltárásban az elöntést követő üledékekben jelennek meg. A *Viviparusok* az édesvízi környezetet kedvelik, míg a *Lymnocardiumok* inkább a delta front – prodelta brakk vízi környezeteire jellemzőek. Együttes előfordulásuk ezek alapján valószínűleg üledékszállítás és keveredés eredménye, amit a kizárólag homokban való előfordulás is alátámaszt. Így lehetséges, hogy a viharok során fellépő parterózió, és/vagy a kimélyüléssel járó víz alatti erózió miatt megnövekedett üledékmennyiséggel érkezhettek be a delta előterébe hasonlóan más, kevert puhatestű maradványokat tartalmazó tavi rétegekhez (cf. MAGYAR 2010, SZTANÓ et al. 2013b, KATONA et al. 2015, MAGYAR et al. 2019).

Diszkusszió

Képződési környezet

A terepi megfigyelések és a fácieselemzés alapján rekonstruálható a terület ökoszisztémája és annak fejlődéstörténete. Mindhárom vizsgált feltárás rétegsora két részre bontható: egy legalább 7–14 m vastag, uralkodóan homokos, és

az azt fedő, kb. 2–3 m vastagságban észlelt agyagos összletre. A megfigyelt homoktestek kisebb-nagyobb deltamederkitöltések és torkolati zátonyok üledékei, melyek a Pannontó partjának épülését, míg a fedő pélites sorozat a part hátrálását, a terület elöntését jelzik.

A vizsgált területen két mederméret különíthető el. A deltamedrek mérete nem a tápláló folyó méreteitől, sokkal inkább a deltavízhálózat típusától és azon belül elfoglalt helyzetüktől függ. Ráadásul a méretbeli különbségek minden delta esetben egyediek, így a különböző méretű medreket az adott deltán belül kell összehasonlítani (BHATTACHARYA 2006). A kisebb méretű medrek deltaág-elvegződések, amelyek szorosan összekapcsolódnak a torkolati zátonyokkal, így a két fáciesegyüttes sok esetben együttesen jelenik meg (OLARIU et al. 2005, OLARIU & BHATTACHARYA 2006, SCHOMACKER et al. 2010, MARTINI & SANDRELLI 2015). A deltaág-elvegződések talpán csupán kis relieffű eróziós felületek találhatók, amelyek a deltasíkság és a deltafront üledékeibe vágódhatnak. Ezeknek az eróziós felületeknek közös vonása, hogy nem található felettük agyagkavics konglomerátum (Gmc) szint, ami a nagyobb méretű mederbevágódásoknál gyakori (MARTINI & SANDRELLI 2015). A deltaág-elvegződések medreinek feltöltődését befolyásolja az ezekhez szorosan kapcsolódó torkolati zátony épülése és vándorlása is. Az ilyen sekély, agyagkavicsmentes, felfelé finomodó kitöltésű medreket és az azokhoz kapcsolódó torkolati zátonyok üledékeit láthatjuk Mozsgón, melyek 4 db, 1–6,5 m vastag felfelé durvuló, valamint 2 csonka ciklust alkotnak (7. ábra).

A torkolati zátonyok geometriáját és az üledék eloszlását több tényező is befolyásolja. Ilyenek pl. a folyami áramlási viszonyok, a folyóvíz és a befogadó víztest közötti sűrűségkontraszt, a vízmélység, a medencealjzat morfológiája, az árapály-tevékenység, valamint a hullámozgás (WRIGHT 1977, EDMONDS & SLINGERLAND, 2007). Tavi környezetben azonban a vízszintváltozás és az üledékbeszállítás az a tényező, amely leginkább befolyásolja a torkolati zátonyok kialakulását, ahogy azt az analóg példaként használható utahi eocén Uinta-medence sekélytavi üledékei is bizonyítják (SCHOMACKER et al. 2010). Ezeknek a deltaág-elvegződéseknek és a hozzájuk kapcsolódó torkolati zátonyoknak az üledésmódját a tó ritmikus vízszintváltozásai, az üledékbehordás mértékének váltakozása, valamint a tó kis mélysége (a medence központi részén több mint 30 m) is befolyásolhatta. A befolyásoló tényezők hasonlóak lehettek a dél-zselici területen is, ahol a közeli Mecsek kiemelt helyzete miatt viszonylag sekély volt a Pannontó, valamint kisebb-nagyobb klimatikus eredetű vízszintváltozási események itt is bizonyítottan jelen voltak (SZTANÓ & MAGYAR 2007; SZTANÓ et al. 2013a, 2015; GONG et al. 2019). Így valószínű, hogy a Zselic déli részén is adottak voltak a feltételek az Uinta-deltakéhoz hasonló deltaág-elvegződések és torkolati zátonyok kialakulásához.

A torkolati zátonyoknál leírt keresztlemez homok (Sr) képződésének egyik lehetséges környezete a torkolati zátonyok mögötti, deltaágak közt elterülő öblök területe is lehetne, hiszen a mozgói feltárásban megfigyelhető szimetri-

kus keresztlemezesség bármely sekély, hullámbázis feletti területen kialakulhatott. Azonban a szerves anyagban dús (szenes agyagos, lignites) üledékek hiánya nem teszi valószínűvé, hogy deltaágak közti öblökben történt az üledékfelhalmozódás.

A zselici feltárásokban nagyobb medreket is azonosítottunk. Ilyen a Z1-es feltárásban található, több mint 5 méteres összvastagságú, vályús kereszttrétegzésű (St) homokos összlet, melynek talpi eróziós felületén 5–8 cm átmérőjű agyagkavicsok (Gmc) ülnék. Almáskeresztúron is egy legalább 2–3 m vastag, felfele finomodó és csökkenő kötegvastagságú kereszttrétegzett sorozat figyelhető meg egy talpi eróziós felület felett, amelyet deltamederként értelmezhetünk. A mederkitöltések vastagsága és a kereszttrétegzés kötegvastagságai alapján ezek a medrek legalább 5–6 méter mélyek – a mozgói deltaág-elvegződéseknél kialakult legfeljebb 1–2 méter mély medreknel jóval mélyebbek – lehetnek. Ennek alapján valószínűleg a deltafronttól távolabb, a deltasíkságon helyezkedhettek el (cf. OLARIU & BHATTACHARYA 2006). A mozgói feltárásban megfigyelhető, kb. 3,5 méternyi (7. ábra, a szelvény 9–12,5 métere) vályús (St) és táblás kereszttrétegzésű (Sp) homok valószínűleg szintén egy nagyobb deltameder üledéke lehetett, mivel kötegvastagságuk alapján legalább 2,5–3 méter mély vízben keletkezhetek.

A homokos deltameder-üledékek fedőjében mindhárom feltárásban uralkodóan nyílt vízben lerakódott agyagos üledékek települnek. A feltárások legfiatalabb, agyagos szakaszait összevetve sok hasonlóságot figyelhetünk meg: a legfontosabb ezek közül a molluszkás homok (Sb) betelepülése, ami minden feltárásban megjelenik, és a pélites szakasz viszonylag nagy vastagsága. Ez arra utalhat, hogy mindegyik helyen egyformán jelentkezett egy nagyobb, hosszabb időre parttávoli helyzetet teremtő elöntés. A zöcsketelep és almáskeresztúri rétegsorokban éles határt látunk a homokos és agyagos összlet között, míg Mozsgón vékony homok- és aleuritrétegek váltakozása ad fokozatos átmenetet (7. ábra). Mindhárom helyen kb. 1,1–1,3 méterrel a határ felett megjelenik a molluszkaköbelet tartalmazó homokréteg (Sb), ami azért figyelemreméltó, mert más rétegekben nem találtunk ősmaradványokat. A látottak alapján a deltasíkság szintjét jelző medreket viszonylag gyorsan és tartósan borította el a nyílt víz, hátraleptetve ezzel a tó partvonalát, hasonlóan a Pannontóból máshonnan, illetve a környékről leírt vízszintemelkedési eseményekhez (cf. SZTANÓ et al. 2013b, 2015). A deltasíkság egy nagyon lapos, a vízszintnél alig magasabb terület, így a vízszint pár méteres emelkedése során is sok 10 km-t hátrál a partvonal. A lapos térszín és az egyensúlyi partprofil eltolódása miatt a hullámozgás erodáló hatása (*wave ravinement*) jobban tud érvényesülni, nagy területen formálja át az aljzatot, kialakítva a friss eróziós elöntési felületet, amelyen gyakran felhalmozódik a transzgresszív talpi hordalék (POSAMENTIER & ALLEN 1999, CATTANEO & STEEL 2003, CATUNEANU 2006, ZECCHIN & CATUNEANU 2013, ZECCHIN et al. 2019). A vízszint további emelkedésével vagy stagnálásával a terület a hullámbázis alá kerülhetett, ahol nyugodt körülmények között tudott leülepedni az agyagos, aleuritos üledék. A lencsékből és vé-

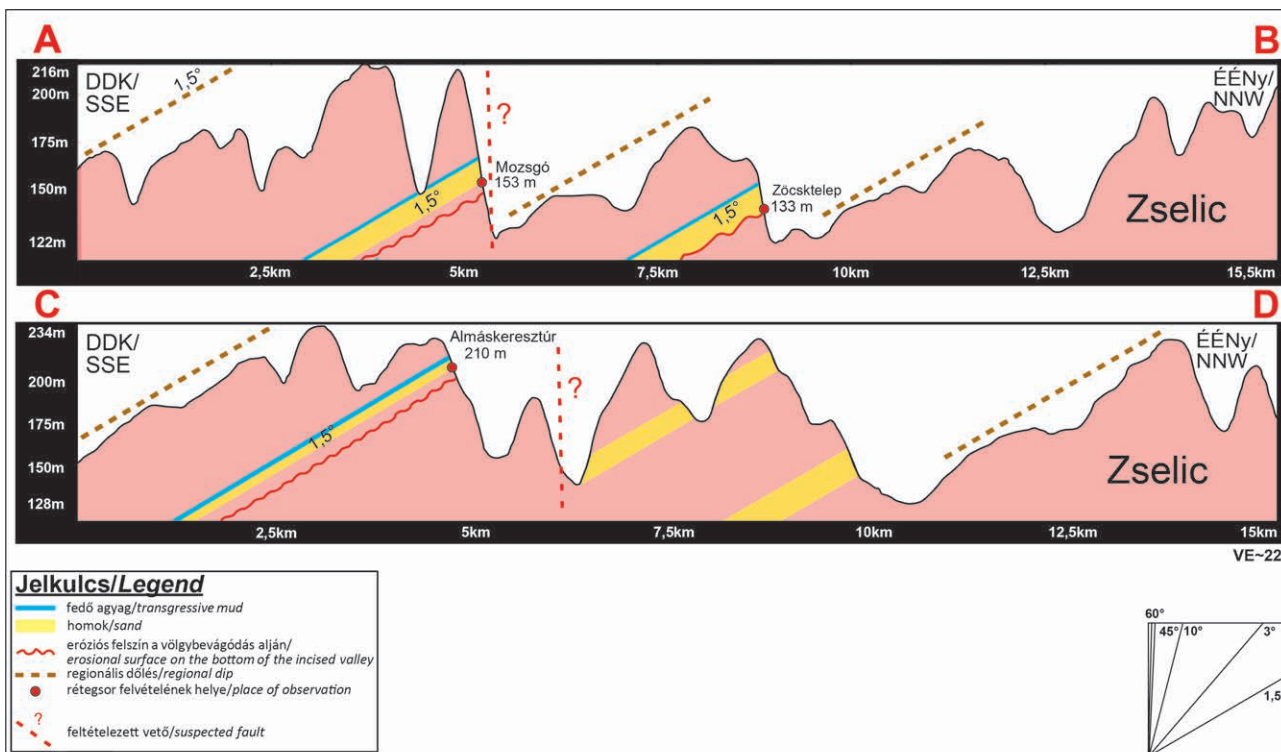
kony rétegekben megjelenő finomszemcsés homok a távolba átkerült folyók áradása, valamint viharok következtében kerülhetett a hullámbázis alatti aljzatra. A vastag, *Viviparus*- és *Lymanocardium*-köbeleket tartalmazó homokrég szintén árvízi események, viharok hatására vagy a transzgresszív talpi hordalék elterülésével halmozódhatott át, így kerülhettek a különböző környezeti igényű puhatestűek vázai egymás mellé (MAGYAR 2010).

Közzettestek lehetséges korrelációja

A három vizsgált rétegsor hasonló felépítésű, azonos környezetben képződött: a homokos kitöltésű deltamedrekre agyagos, jellegzetes, ősmaradványtartalmú fedő következik. A fejlődéstörténeti értelmezés egyik kérdése, hogy vajon a rétegsorok egykorúak-e, ahogy azt a fentiek sugallják. Ennek eldöntésére szerkesztettünk egy Mozsgó–Zöcsketelep, valamint egy Almáskeresztúr–Almamellék nyomvonalú topográfiai szelvényt (8. ábra), hogy a dőlésviszonyok ismeretében a három feltárást, az azokban észlelt homoktestek és nyílt vízi üledékek egymáshoz viszonyított rétegtani helyzetét megadhatassuk. A Mozsgó környékén készült fúrás-korreláció alapján a pannóniai képződmények becsült regionális dőlése $2,5\text{--}3^\circ$, a dőlésirány DK-i (SZTANÓ et al. 2015). A dombok fokozatosan lejtnek DK felé, míg az ÉNy-i, patak völgyet követő oldaluk ehhez képest meredek, ezeken helyezkednek el a feltárások. A DDK-i domboldalak lejtése közel egyezhet a dőlésiránnyal, meredekségük csu-

pán $1,5^\circ$, ami valószínűleg a helyi dőlést jobban jellemzi vagy attól kicsit eltérő. A morfológiából arra következtethetünk, hogy a meredek ÉNy-i leszakadások a litológiai változékonyságot tükröző rétegfejek, a jelenkori erózió és/vagy vetők összjátékaként jöhetnek létre. Mozsgó és Almáskeresztúr közel csapásirányban helyezkedik el egymáshoz képest, azaz feltehetőleg közel egykorú üledékek táruznak fel. Ha nem számolunk vetőkkel, akkor a zöcsketelepi feltárás lényegesen idősebb, mintegy 70–80 méterrel mélyebben lévő rétegtani szintet képvisel. Ha azonban a rétegsorok hasonlóságát számításba vesszük, azaz egykorúnak tekintjük mindhárom feltárást, akkor az vető jelenlétére utal. Sajnos terepi adatok nem állnak rendelkezésre ennek eldöntésére, de ekkora elvetés és annak kinematikája amúgy is leginkább csak szeizmikus adatokkal lenne igazolható.

Hasonló korú, kb. 8 millió éves normálvetőket azonosítottak a Tapolcai-medence környékén (FODOR et al. 2021), míg a balatoni területről ismerünk 8 millió évesnél fiatalabb normálvetőket és eltolódásokat, melyeket neotektonikus eredetűnek értelmezett VISNOVITZ et al. (2021). A közeli somogyi területeken csak idősebb, középső miocén normálvetőket írtak le (TÖRÖ et al. 2012). Ugyanakkor az sem egydülálló, hogy a pannóniai korú üledékek esetében pliocén-kvarter extenziós tektonikai hatások észlelhetők (VISNOVITZ et al. 2021, RUSZKICZAY-RÜDIGER et al. 2007). A dél-nyugat-dunántúli területen a késő miocén – pliocén során leginkább kompressziós szerkezetalakulás történhetett (HORVÁTH & CLOETINGH 1996; FODOR et al. 1999, 2005a, b;



8. ábra. Az 1. ábrán jelzett nyomvonalak domborzati profiljai. A dőlésértékeket SZTANÓ et al. (2015) által a területen készült fúrás-korrelációból számolt regionális posztpannóniai dőlés alapján határoztuk meg

Figure 8. Terrain profiles of the sections indicated in Figure 1. The dip values were calculated by SZTANÓ et al. (2015). They were determined based on the regional post-Pannonian dip derived from the drilling correlation made in the area

BADA et al. 2001, 2007; KONRÁD & SEBE 2010; KOROKNAI et al. 2020), ami inkább fel- és eltolódások, nem pedig normálvetők kialakulásával járt, gyakran idősebb szerkezeti elemek reaktivációjával. Nagyobb aljzati vető a vizsgált területen is keresztülhúzódik (HAAS et al. 2010), amely esetleg új-jáéledhetett a pannóniai üledékképződés után. A részletesebb szerkezeti adatok hiánya ellenére a továbbiakban a terület fejlődéstörténeti modelljében mindhárom rétegsor egykorúságával számoltunk.

Szállítási irányok

A szállítási irányok értelmezéséhez fontos tisztázni, hogy az üledékképződés közben a Mecsek és környezete kiemelt helyzetben lehetett, amit KLEB (1973); SEBE et al. (2013); SZTANÓ et al. (2015) és KOVÁCS (2019) is említ. A Pannon-tó selflejtője a dél-zselici területen 8–6,8 millió éve haladt át (MAGYAR et al. 2013, SZTANÓ et al. 2015, BUDAI et al. 2019) egy <100 m vízmélységbe épülő „átmeneti lejtővel” (SZTANÓ et al. 2015), melynek nyomait a kutatási területhez közel található szulimáni feltárásban figyelhetjük meg. Egészen biztos, hogy a Mecsek – mint magaslat – nemcsak az átmeneti lejtők méretét, hanem a selfperem épülésének menetét és irányát is befolyásolta, amely ezen a területen alapvetően ÉÉNy felől DDK felé volt (UHRIN 2011, MAGYAR et al. 2013). A lejtőépüléssel a lejtőket tápláló deltaüledékek felbukkanására is számíthatunk a szulimáni feltárás közelében, ahogy ezt a terület földtani térképe is jelzi (1. ábra). A Zöcsketelepen és Mozsón mért szállítási irány DK-i, illetve DDK-i volt, ami megegyezik a közelben meghatározott selfépülési irányokkal. Almáskeresztúron ezzel ellentétben az üledékszállítás iránya NyDNy-i. Ilyen összetartó szállítási irányok nem jellemzőek egy épülő delta síkságára, valami más magyarázat szükséges az összetartó mintázatra.

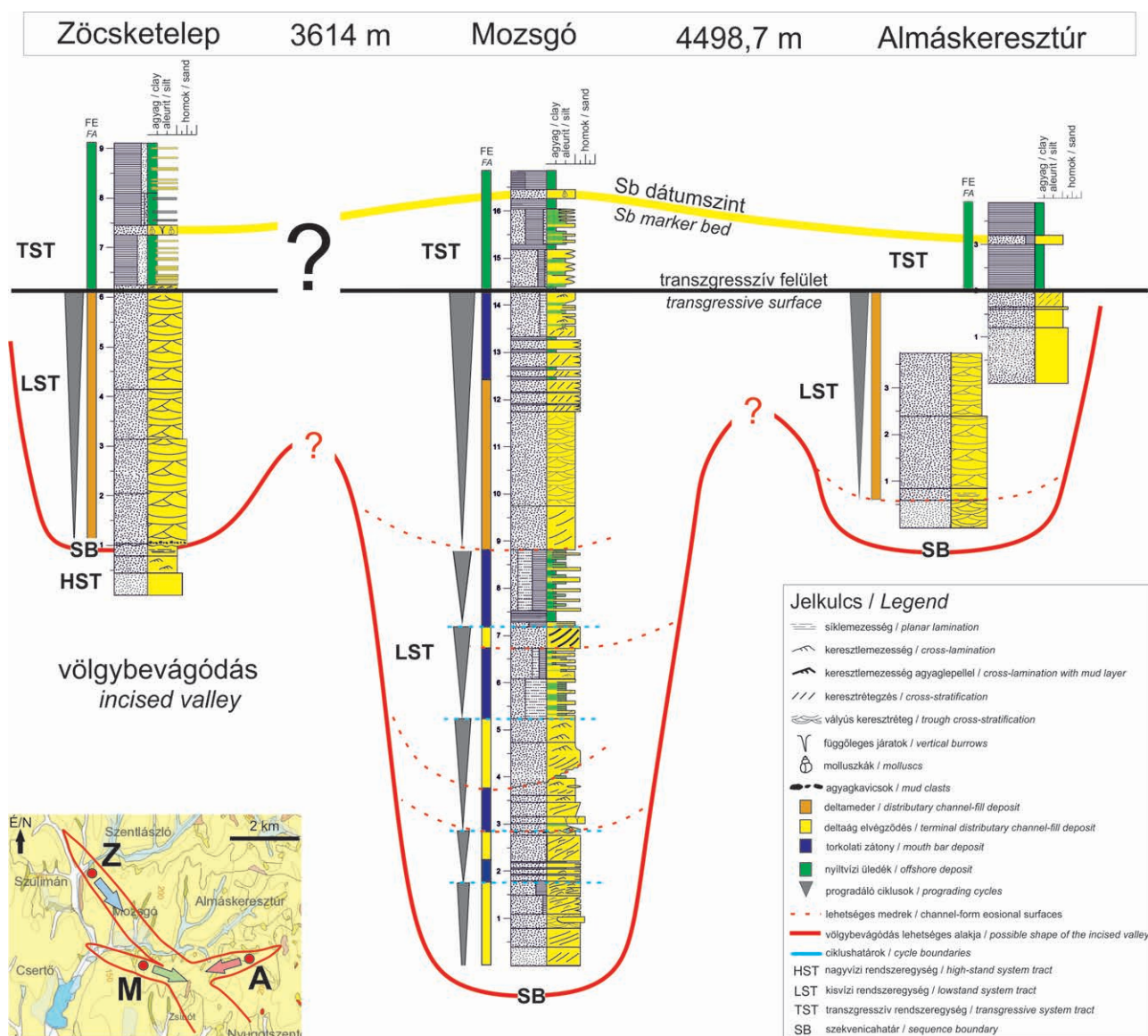
Normál regressziós torkolat vagy erőltetett regressziós völgykitöltés?

Egy delta épülése végbemehet normál regressziós körülmények közt, azaz emelkedő vagy stagnáló vízszint mellett, vagy erőltetett regressziókor, azaz vízszintesítéshez kapcsolódóan. Érdemes ennek lehetőségét is megvizsgálni, mert nemcsak a különböző helyzetű deltamedrek megkülönböztetése okozhat problémát, hanem a deltasíkságba vágódó völgykitöltéseké is. Egy esetleges vízszintesítés során a deltasíkság addig vízzel borított része szárazra kerül, a deltasíkságon található folyók pedig a nyílt víz felé igyekezve bevágódnak a szárazra került felszínbe (POSAMENTIER et al. 1992). Az így létrejött völgyekben kezdetben nem zajlik üledékfelhalmozódás, a bennük lévő folyó a korábbi nyílt vízig kitöltődött partra szállítja az üledéket (VAN WAGONER et al. 1990). Általánosságban a völgybevágódások több 100 méter – több km szélesek, valamint akár 30–40 m mélyek is lehetnek (cf. BOWEN & WEIMER 2003, BHATTACHARYA & TYE 2004, BHATTACHARYA 2006, ALQAHTANI et al. 2015). Fontos különbség a deltamedrek és a völgybevágódás között a szé-

lességen és mélységen kívül az erózió helye is (cf. TYE & COLEMAN 1989, BHATTACHARYA & TYE 2004, BOWEN & WEIMER 2004). A deltamedrek és a deltaág-elvégződések a deltasíkság és a deltafront üledékeivel váltakozva jelennek meg, de lényegesen kisebb mélységűek, mint egy-egy le-benyépülési üledékciklus (paraszekvencia) vastagsága. Ezzel szemben az erózióbázis esésével kimélyülő völgybevágódások több üledékciklusnyi vastagságban, a fáciesövek jelentős eltolódása miatt akár nyílt vízi agyagokba is képesek bevágódni, így kitöltésük a fekélyképződménytől jelentősen eltérhet (POSAMENTIER 2001, BHATTACHARYA 2006). A völgybevágódások másik fontos vonása, hogy az egyszerű deltamedrektől eltérően feltöltődésük összetett. Jellemzőjük, hogy a kisvízi időszak kisebb időtartamú és amplitudójú vízszintingadozásaira érzékenyen reagálnak, így ismétlődő bevágódások és feltöltődések sorozata tölti őket. Ennek során a bevágódás után kezdetben folyóvízi szállítás, majd főképp felfelé épülő folyóvízi üledékfelhalmozódás zajlik, végül deltaüledékek rakódnak le bennük.

A Mozsón értelmezett deltaág-elvégződések és torkolati zátonyok kisebb bevágódás-feltöltődés ciklusainak ismétlődése egy összetett völgykitöltés jelenlétére utal (9. ábra). Ahogy a bevágódás után a vízszint emelkedett, a völgy fokozatosan töltődött fel, így nem zárható ki, hogy a Mozsón észlelt deltaág-elvégződések és torkolati zátonyok a völgykitöltés végső szakaszában, de még a völgyön belül keletkezettek.

A feltárások legfiatalabb, agyagos szakaszaiban fellelhető hasonlóságok egy nagyobb, hosszabb időre parttávoli helyzetet teremtő kimélyülési esemény következtében alakulhattak ki. Amennyiben ezen rétegek korrelációja helytálló, úgy a deltaüledékek időbeliségét tekintve két lehetőség adódik. Ha a zöcsketelepi és almáskeresztúri deltamedrek a völgyön kívül helyezkednek el, akkor kissé idősebbek, keletkezésük a völgybevágódást megelőző nagyvízi rendszerhez tartozik. Ha ezek egykorúak a mozsói rétegsor legfiatalabb medrével, úgy a dél-zselici területen egy olyan kiterjedt, összetett völgykitöltés képződhetett, melynek mindhárom rétegsor része lehetett (9. ábra). Ezt a lehetőséget támasztják alá a rétegsorokban mért összetartó szállítási irányok, ugyanis a völgybevágódások során nemcsak egy fő völgy keletkezik, hanem több, a fő völgy felé tartó kisebb mellékvölgy is. Utóbbiak szállítási iránya természetesen a fő völgy felé mutat. A Zselicben a bevágódott fő völgy iránya DK-i lehetett, míg mellékvölgyei DDK és NyDNy felé csatlakozhattak hozzá (10. ábra). A völgybevágódás méretére vonatkozóan ugyan nem áll rendelkezésünkre megbízható adat, de a Pannon-tóban más helyszíneken is rekonstruáltak völgykitöltéseket. A fonyódi magaspárt rétegsorában lévő, ciklikus felépítésű, deltasíksági sorozatokba kb. 20 méter mély és kb. 400 méter széles, kisebb medrekből felépülő, többszintes mederkitöltésű völgybevágódás mélyült (NOVÁK 2006). A gerecsei Disznóskúti- és Nyáraskavölgyben deltasíksági rétegsorok és két különböző méretű mederkitöltés jelenik meg, amelyek közül a kisebb medrek deltaág-elvégződés üledékei, míg a nagyobb szintén völgykitöltés lehetett (BARTHA 2015, MAGYAR et al. 2017). Bár a



9. ábra. A feltárások rétegsora a transzgresszív felülethez korrelálva, a szállítási irányok és a medrek/völgyek két lehetséges ősföldrajzi helyzete

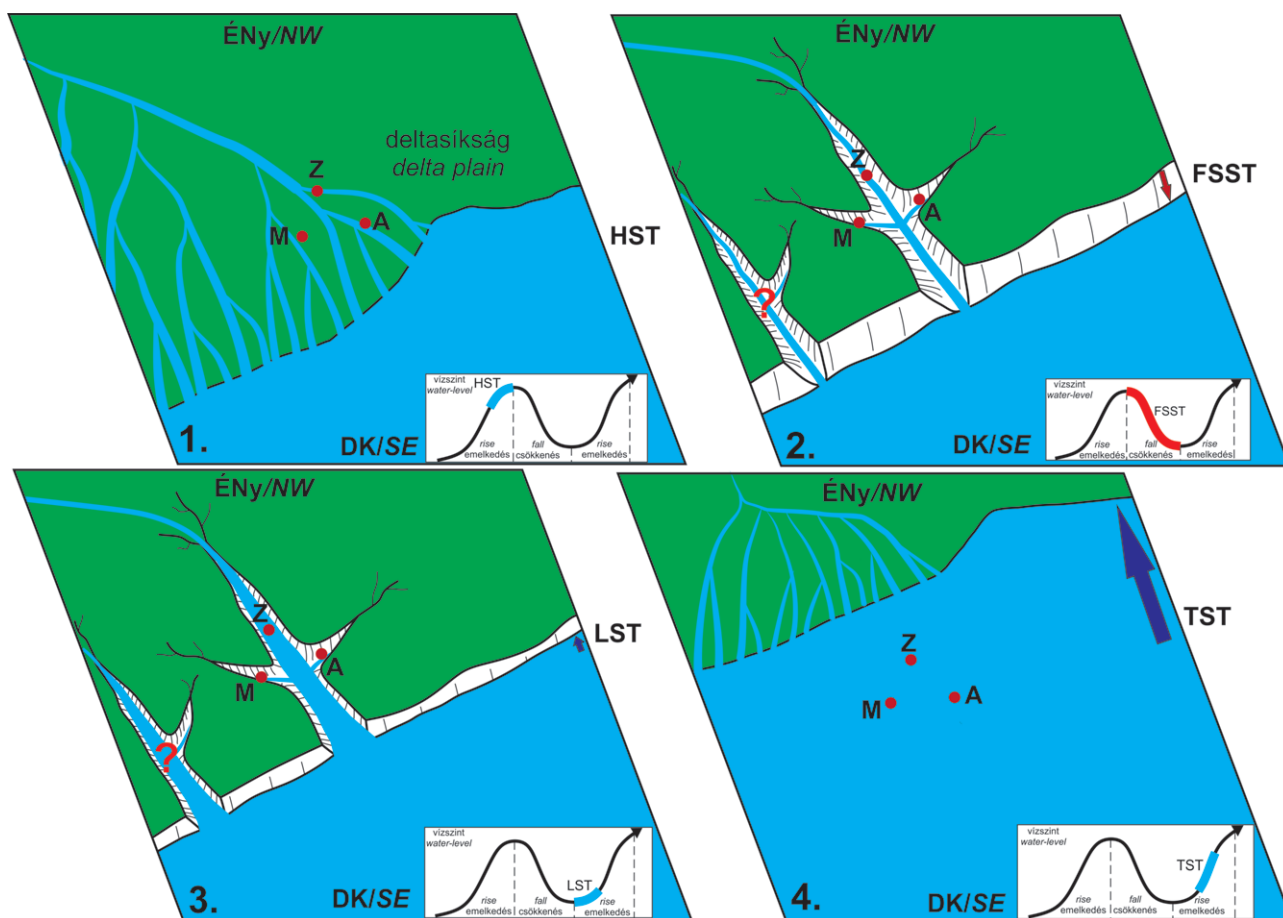
Figure 9. Detailed sedimentary logs of excavations correlated to the transgressive surface, the transport directions and the two possible paleogeographical positions of the incised valleys

három helyszín kora kissé eltérő, nem lenne egyedülálló, hogy a dél-zselici területen is egy nagyobb völgybeágódás feltöltődése során keletkeztek a völgyön belül elhelyezkedő medrek és torkolati zátonyok. További analógiát szolgáltat RASMUSSEN (2014) munkája, ahol egy Dániából leírt, alsó miocén völgykitöltésben jelenik meg a kisebb medrek, azokhoz kapcsolódó zátonyok és felhagyott mederágak kombinációja.

Völgybeágódások szerepe a medencefejlődés történetében

A völgybeágódások kialakulása és feltöltődése szorosan összefügg a vízszintváltozásokkal (POSAMENTIER et al. 1988, WILLIS 1997), ezáltal szekvenciasztratigráfiai jelentőségük is nagy. A csökkenővízi szakaszban (FSST) a part

progradálását a vízszintesés okozza, ezért erőltetett regresszió zajlik (10. ábra, 2.), ekkor vágódnak be a völgyek (POSAMENTIER et al. 1992). A csökkenővízi szakasz végére az erózióbázis szintjének esése és a völgy mélyülése megáll, ez a szekvenciahatár (SB), mely a völgytalpon és a völgyképződéssel nem érintett, szárazulati területen jelölhető ki. A következő, kisvízi szakaszban (LST) a vízszint lassan elkezd emelkedni (10. ábra, 3.), a folyók nagy mennyiségű üledéket szállítanak a völgyön át, ami közben fokozatosan feltöltődik. Ez úgy történik, hogy a völgyön belül mederát-helyeződések és az egyre nagyobb frekvenciájú vízszintingadozások érvényesítik hatásukat. Eközben pedig a folyóvízi hatás és az egyre erősebben jelentkező elöntés miatt ismétlődő bevágódás-feltöltődés ciklusok zajlanak a deltator-kolati rétegsorokban, kialakítva a völgykitöltés összetett képét. A vízszintemelkedés üteme ezalatt fokozatosan nő,



10. ábra. A vizsgált terület fejlődéstörténeti modellje. A feltárások egymáshoz viszonyított elhelyezkedése piros pontokkal jelölve.

Rövidítések: HST - nagyvízi rendszerezőség; FSST - csökkenővízi rendszerezőség; TST - transzgresszív rendszerezőség; LST - kisvízi rendszerezőség

Figure 10. The development history model of the studied area. The relative position of the outcrops is marked with red dots.

Abbreviations: HST - highstand system tract; FSST - falling-stage systems tract; TST - transgressive systems tract; LST - lowstand systems tract

majd a következő, transzgresszív szakaszban (TST) az eddig szárazulaton levő, korábbi deltasíkság is víz alá kerül (10. ábra, 4.) annak kis lejtése miatt szinte pillanatszerűen.

A zselici völgyek bevágódását is folyamatos vízszintemelkedés követte, melynek következtében a völgy fokozatosan feltöltődött deltalebenyek, torkolati zátonyok, az azokat tápláló deltaág-elvégződés és más deltasíksági medrek üledékeivel. A feltöltődés után a vízszintemelkedés tovább folytatódott, ennek hatására jöhetett létre a 2–3 m vastag fedő agyagos összlet, ami jóval vastagabb, mint a rétegsorokban bárhol megfigyelhető agyagos szakaszok, ráadásul minden feltárásban ugyanúgy jelenik meg. Emiatt feltételezzük, hogy ez az előntés egy nagyobb léptékű esemény lehetett a Pannon-tó életében. Ilyen vízszintemelkedési események nyomai ismertek a területen fúrási rétegsorokból (SZTANÓ et al. 2015), ám völgykitöltéseket eddig nem azonosítottak. Habár a jelenleg rendelkezésre álló adatokból nem bizonyítható, hogy ez a vízszintemelkedés egybeesik a kb. 7,2 millió éve bekövetkezett megnövekedett csapadékmennyiségű időszakkal (MAGYAR 2010, MAGYAR et al. 2013, SZTANÓ et al. 2013a), valószínű, hogy ez az esemény volt hatással a vízszintre a dél-zselici területen is. Ennek bizonyítására a

későbbiekben mikropaleontológiai vizsgálatok elvégzésére lenne szükség.

Völgybevágódás létrejöttéhez a tapasztalatok szerint már 15–20 méteres vízszintingadozás is elegendő. Hasonló mértékű vízszintesés okozta a Utahban található, kréta korú Ferron-delta összetett völgykitöltéseit (LI et al. 2010, LI & BHATTACHARYA 2013, ULLAH et al. 2015, KIMMERLE & BHATTACHARYA 2018), továbbá a Fonyódon (NOVÁK 2006), illetve a gerecsei Disznóskúti- és Nyáraska-völgyben azonosított völgybevágódásokat is (BARTHA 2015, MAGYAR et al. 2017). Mind a Ferron-delta, mind a többi pannon-tavi példa sorába illeszkedik a dél-zselici területen feltételezett völgybevágódás is. A szeizmikus szelvényeken általában a felbontás miatt ugyan nem azonosíthatók a kisebb vízszintesések bizonyítékai és az erőltetett regresszióra utaló selfperemlépések, illetve a reflexiók kilapolódása (offlap) sem figyelhető meg (UHRIN & SZTANÓ 2012, SZTANÓ et al. 2013a, BALÁZS et al. 2018), mégis tudjuk, hogy a Pannon-tó történetében is gyakoriak lehetnek a kisebb, 30 métert nem meghaladó amplitúdójú vízszintesések, melyeket a fúrási rétegsorok (pl. Paks; MAGYAR et al. 2019), vagy a terepen észlelt völgykitöltések megyőzően bizonyítanak.

Következtetések

A Mecsektől nyugatra eső dél-zselici terület pannóniai korú feltárásainak vizsgálata hozzájárul a Mecsek és a Dráva-medence közti átmeneti terület jobb megismeréséhez. Munkánk során eddig le nem írt feltárásokat dokumentáltunk azzal a céllal, hogy a fácieselemzés és szállítási irányok meghatározásával rekonstruálni tudjuk a késő miocén ősföldrajzi helyzetet.

Elkülönítettünk nyolc fáciesegységet, melyeket gyakori együttes vagy egymást követő előfordulásuk, valamint genetikai rokonságuk alapján négy fáciesegyettesbe soroltunk: mederkitöltés (CH), deltaág-elvégződés (TDC), torkolati zátony (MB) és nyílt vízi üledékek (FF).

Megállapítottuk, hogy három folyamat alakította az üledékek arculatát: a deltasíkság eltérő méretű medreiben és ezek torkolatán zajló üledékszállítás és lerakódás, valamint nyíltabb, hullámbázis alatti, nyugodt vízi üledékfelhalmozódás.

Az öskörnyezeti rekonstrukció arra mutat, hogy a feltárások rétegsora valószínűleg egy többszintű, összetett völgy feltöltődése során keletkezhetett. A völgybevágodást egy 15–20 méteres vízszintes hozta létre, majd ezután fokozatosan töltődött torkolati zátonyok, deltaág-elvégződések és medrek üledékeivel. A völgykitöltő üledékekre mindegyik feltárásban agyagos egység települ, melynek alsó határa egy elöntési eseményt jelez.

A vizsgált feltárásokban két fő szállítási irányt állapítottunk meg. Az egyik DDK-i, amely a völgybevágodás irányát mutatja, és megegyezik a Pannon-tó selfperemének a területen megállapított épülési irányával. A másik NyDNY-i, amely egy mellékvölgy alárendeltsége miatt eltér a jellemző szállítási iránytól. A szállítási irányok összetartó jellege is bizonyítékkal szolgálhat a feltételezett völgybevágodás meglétére.

A dél-zselici területen létrejött völgykitöltést összevetve a Pannon-tóból már ismert völgybevágodásokkal valószínűsítjük, hogy ez is 15–20 méteres vízszintingadozási ciklusok hatására jöhetett létre, melyek jellemzőek lehettek a Pannon-tóra.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk FODOR Lászlónak hasznos szerkesztői tanácsaiért, valamint a két bírálónak, UHRIN Andrásnak és TÖRŐ Balásznak a mindenre kiterjedő, alapos és építő megjegyzéseikért, melyekkel egy világosabb, fókuszáltabb tanulmány született. Köszönjük továbbá MAGYAR Imrének a terepen nyújtott segítségét, az ősmaradványok meghatározását, valamint a konzultációkat. A munka elkészülését a MOL és a Papp Simon Alapítvány támogatta. A tanulmány elkészülését az NKFI 116618 projekt tette lehetővé.

Irodalom – References

- ALBERT G., GYARMATI P., KAISER M., KUTI L., LESS GY., PELIKÁN P., SCHAREK P., SÍKHEGYI F. 2009: Földtani térkép. — In: BUDAI T. & GYALOG L. (szerk.): *Magyarország földtani atlasza országjáróknak, 1: 200 000*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 1–276.
- ALLEN, J. R. L. 1968: *Current ripples. Their relation to patterns of water and sediment motion*. — North Holland Publishing Co., Amsterdam, 433 p.
- ALLEN, J. R. L. 1982: Sedimentary structures: their character and physical basis. — *Development in Sedimentology* **30A**, 593.
- ALQAHTANI, F. A., JOHNSON, H. D., JACKSON, C. A. L. & SOM, M. R. B. 2015: Nature, origin and evolution of a Late Pleistocene incised valley fill, Sunda Shelf, Southeast Asia. — *Sedimentology* **62/4**, 1198–1232. <https://doi.org/10.1111/sed.12185>
- BADA, G., HORVÁTH, F., CLOETINGH, S., COBLENTZ, D. D. & TÓTH, T. 2001: Role of topography induced gravitational stresses in basin inversion: The case study of the Pannonian basin. — *Tectonics* **20/3**, 343–363. <https://doi.org/10.1029/2001TC900001>
- BADA, G., HORVÁTH, F., DÖVÉNYI, P., SZAFIÁN, P., WINDHOFFER, G. & CLOETINGH, S. 2007: Present-day stress field and tectonic inversion in the Pannonian basin. — *Global and Planetary Change* **58/1–4**, 165–180. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2007.01.007>
- BALÁZS, A., MATENCO, L., MAGYAR, I., HORVÁTH, F., & CLOETINGH, S. A. P. L. 2016: The link between tectonics and sedimentation in backarc basins: New genetic constraints from the analysis of the Pannonian Basin. — *Tectonics* **35/6**, 1526–1559. <https://doi.org/10.1002/2015TC004109>
- BALÁZS, A., MAGYAR, I., MATENCO, L., SZTANÓ, O., TÓKÉS, L. & HORVÁTH, F. 2018: Morphology of a large paleo-lake: Analysis of compaction in the Miocene-Quaternary Pannonian Basin. — *Global and Planetary Change* **171**, 134–147. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2017.10.012>
- BALÁZS, A., FACCENNA, C., GERYA, T., UEDA, K., & FUNICIELLO, F. 2022: The dynamics of forearc–backarc basin subsidence numerical models and observations from Mediterranean subduction zones. — *Tectonics* **41/5**. <https://doi.org/10.1029/2021TC007078>
- BARTHA I. R. 2015: *Pannóniai delták a Gerecse északi előterében: üledékképződés, vízszintváltozások és szerkezeti események*. — MSc szakdolgozat, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, Budapest, 64 p.
- BATES, C. C. 1953: Rational theory of delta formation. — *AAPG Bulletin* **37/9**, 2119–2162.
- BÉRCZI, I. 1988: Preliminary sedimentological investigation of a Neogene depression in the Great Hungarian Plain. — In: ROYDEN, L. & HORVÁTH, F. (eds): *The Pannonian Basin. AAPG Memoir* **45**, 107–116.
- BÉRCZI, I. & PHILLIPS, R. L. 1985: Process and depositional environments within Neogene deltaic–lacustrine sediments, Pannonian Basin, Southeast Hungary. — *Geophysical Transactions* **31**, 55–74.

- BHATTACHARYA, J. P. 2006: Deltas. — In: POSAMENTIER, H. W. & WALKER, R. G. (eds): *Facies Models Revisited. (SEPM) Society for Sedimentary Geology. Special Publication* **84**, 237–292. <https://doi.org/10.2110/pec.06.84.0237>
- BHATTACHARYA, J. P. & TYE, R. S. 2004: Searching for modern Ferron analogs and application to subsurface interpretation. — In: CHIDSEY, T. C., ADAMS, R. D. & MORRIS, T. H. (eds): *The Fluvial-deltaic Ferron Sandstone: Regional to Wellbore-scale Outcrop Analog Studies and Application to Reservoir Modeling. American Association of Petroleum Geologists, Studies in Geology* **50**, 39–57. <https://doi.org/10.1306/St50983>
- BRADLEY, R. W. & VENDITTI, J. G. 2019: Transport scaling of dune dimensions in shallow flows. — *Journal of Geophysical Research: Earth Surface* **124/2**, 526–547. <https://doi.org/10.1029/2018JF004832>
- BRIDGE, J. S. & BEST, J. L. 1988: Flow, sediment transport and bedform dynamics over the transition from dunes to upper-stage plane beds: implications for the formation of planar laminae. — *Sedimentology* **35/5**, 753–763. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.1988.tb01249.x>
- BOWEN, D. W. & WEIMER, P. 2003: Regional sequence stratigraphic setting and reservoir geology of Morrow incised-valley sandstones (lower Pennsylvanian), eastern Colorado and western Kansas. — *AAPG Bulletin* **87/5**, 781–815. <https://doi.org/10.1306/08010201131>
- BOWEN, D. W. & WEIMER, P. 2004: Reservoir geology of Nicholas and Liverpool Cemetery fields (lower Pennsylvanian), Stanton County, Kansas, and their significance to the regional interpretation of the Morrow Formation incised-valleyfill systems in eastern Colorado and western Kansas. — *AAPG Bulletin* **88/1**, 47–70. <https://doi.org/10.1306/09100301132>
- BUDAI, S., SEBE, K., NAGY, G., MAGYAR, I. & SZTANÓ, O. 2019: Interplay of sediment supply and lake-level changes on the margin of an intrabasinal basement high in the Late Miocene Lake Pannon (Mecsek Mts., Hungary). — *International Journal of Earth Sciences* **108/6**, 2001–2019. <https://doi.org/10.1007/s00531-019-01745-3>
- CATTANEO, A. & STEEL, R. J., 2003: Transgressive deposits: a review of their variability. — *Earth-Science Reviews* **62/3–4**, 187–228. [https://doi.org/10.1016/S0012-8252\(02\)00134-4](https://doi.org/10.1016/S0012-8252(02)00134-4)
- CATUNEANU, O. 2006: *Principles of sequence stratigraphy*. — Elsevier, Amsterdam, 386 p. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-19362-5>
- CHIKÁN, G. & BUDAI, T. 2005: *Magyarország földtani térképe, L-33-72 Szigetvár*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, Budapest.
- CISNEROS, J., BEST, J., VAN DIJK, T., ALMEIDA, R. P. D., AMSLER, M., BOLDT, J., FREITAS, B., GALEAZZI, C., HUIZINGA, R., IANNIRUBERTO, M., NITTRouer, J. A., OBERG, K., ORFEO, O., PARSONS, D., SZUPIANY, R., WANG, P. & ZHANG, Y. 2020: Dunes in the world's big rivers are characterized by low-angle lee-side slopes and a complex shape. — *Nature Geoscience* **13/2**, 156–162. https://doi.org/10.1031/B2IDB-7525764_V2
- COLLINSON, J. D. & THOMPSON, D. B. 1989: *Sedimentary Structures*. — 2nd Edition, Chapman & Hall, London, 207 p.
- CSONTOS, L., BENKOVICS, L., BERGERAT, F., MANSY, J.-L. & WÓRUM, G. 2002: Tertiary deformation history from seismic section study and fault analysis in a former European Tethyan margin (the Mecsek–Villány area, SW Hungary). — *Tectonophysics* **357/1–4**, 81–102. [https://doi.org/10.1016/S0040-1951\(02\)00363-3](https://doi.org/10.1016/S0040-1951(02)00363-3)
- EDMONDS, D. A. & SLINGERLAND, R. L. 2007: Mechanics of river mouth bar formation: implications for the morphodynamics of delta distributary networks. — *Journal of Geophysical Research* **112**, F02034. <https://doi.org/10.1029/2006JF000574>
- FODOR, L., CSONTOS, L., BADA, G., GYÖRFI, I. & BENKOVICS, L. 1999: Tertiary tectonic evolution of the Pannonian Basin system and neighbouring orogens: a new synthesis of palaeostress data. — In: DURAND, B., JOLIVET, L., HORVÁTH, F. & SÉRANNE, M. (eds): *The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen. Geological Society, London, Special Publications* **156**, 295–334. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1999.156.01.15>
- FODOR, L., BADA, G., CSILLAG, G., RUSZKICZAY-RÜDIGER, Zs., HORVÁTH, E., PALOTÁS, K., SÍKHEGYI, F., TÍMÁR, G., CLOETINGH, S. & HORVÁTH, F. 2005a: An outline of neotectonic structures and morphotectonics of the western and central Pannonian basin. — *Tectonophysics* **410**, 15–41. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2005.06.008>
- FODOR, L., BADA, G., CSILLAG, G., HORVÁTH, E., RUSZKICZAY-RÜDIGER, Zs. & SÍKHEGYI, F. 2005b: New data on neotectonic structures and morphotectonics of the western and central Pannonian Basin. — *MÁFI Alkalmi Kiadvány* **204**, 35–44.
- FODOR, L., BALÁZS, A., CSILLAG, G., DUNKL, I., HÉJA, G., JELEN, B., KELEMEN, P., KÖVÉR, Sz., NÉMETH, A., NYÍRI, D., SELMECZI, I., TRAJANOVA, M., VRABEC, M. & VRABEC, M. 2021: Crustal exhumation and depocenter migration from the Alpine orogenic margin towards the Pannonian extensional back-arc basin controlled by inheritance. — *Global and Planetary Change* **201**, 103475. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2021.103475>
- GONG, C., SZTANÓ, O., STEEL, R. J., XIAN, B., GALLOWAY, W. E. & BADA, G. 2019: Critical differences in sediment delivery and partitioning between marine and lacustrine basins: A comparison of marine and lacustrine aggradational to progradational clinothem pairs. — *GSA Bulletin* **131/5–6**, 766–781. <https://doi.org/10.1130/B32042.1>
- HAAS, J., BUDAI, T., CSONTOS, L., FODOR, L. & KONRÁD, Gy. 2010: *Pre-Cenozoic geological map of Hungary, 1:500 000*. — Geological Institute of Hungary, Budapest.
- HOLBROOK, J. M. & BHATTACHARYA, J. P. 2012: Reappraisal of the sequence boundary in time and space: case and considerations for an SU (Subaerial Unconformity) that is not a sediment bypass surface, a time barrier, or an unconformity. — *Earth-Science Reviews* **113**, 271–302. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2012.03.006>
- HORVÁTH, F. 1995: Phases of compression during the evolution of the Pannonian Basin and its bearing on hydrocarbon exploration. — *Marine and Petroleum Geology* **12/8**, 837–844. [https://doi.org/10.1016/0264-8172\(95\)98851-U](https://doi.org/10.1016/0264-8172(95)98851-U)
- HORVÁTH, F. & CLOETINGH, S. 1996: Stress-induced late-stage subsidence anomalies in the Pannonian basin. — *Tectonophysics* **266/1–4**, 287–300. [https://doi.org/10.1016/S0040-1951\(96\)00194-1](https://doi.org/10.1016/S0040-1951(96)00194-1)
- HORVÁTH, F. & TARI, G. 1999: IBS Pannonian Basin project: a review of the main results and their bearings on hydrocarbon exploration. — In: DURAND, B., JOLIVET, L., HORVÁTH, F. & SÉRANNE, M. (eds): *The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen. Geological Society, London, Special Publications* **156**, 195–213. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1999.156.01.11>

- HORVÁTH, F., DULIĆ, I., VRANKOVIĆ, A., KOROKNAI, B., TÓTH T., WÓRUM, G. & KOVÁCS, G. 2018: Overview of geologic evolution and hydrocarbon generation of the Pannonian Basin. — *Interpretation* **6/1**, 111–122. <https://doi.org/10.1190/INT-2017-0100.1>
- JÁMBOR Á. 1980: A Dunántúli-középhegység pannóniai képződményei. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **62**.
- JÁMBOR, Á. 1989: Review of the geology of the s.l. Pannonian formations of Hungary. — *Acta Geologica* **32**, 269–324.
- JÁMBOR Á., NÉMETH G., GAJDOS I., PAPP S. & JUHÁSZ GY. 1997: A pannon s.l. litosztratiográfiai beosztása. — In: CSÁSZÁR G. (szerk.): *Magyarország litosztratiográfiai alapegységei*. — Magyar Állami Földtani Intézet, 72–76.
- JOHANSSON, C. E. 1963: Orientation of pebbles in running water. A laboratory study. — *Geografiska Annaler* **45**, 85–112.
- JOPLING, A. V. 1961: Origin of regressive ripples explained in terms of fluid-mechanic processes. — *U.S. Geological Survey Professional Paper* **424-D**, 15–17.
- JUHÁSZ GY. 1994: Magyarországi neogén medenceképződés pannóniai s.l. üledéksorának összehasonlító elemzése. — *Földtani Közlöny* **124/4**, 341–365.
- JUHÁSZ, GY. & MAGYAR, I. 1992: Review and correlation of the Late Neogene (Pannonian s.l.) lithofacies and mollusc biofacies in the Great Plain, Eastern Hungary. — *Földtani Közlöny* **122**, 167–194.
- KATONA L., MAGYAR I., BERTA T., VARGA A. & SZTANÓ O. 2015: Pannóniai puhatestű fauna a Füzfői-öböl környékének két feltárásából. — *Földtani Közlöny* **145/2**, 127–150.
- KERCSMÁR ZS., BUDAI T., CSILLAG G., SELMECZI I. & SZTANÓ O. 2015: *Magyarország felszíni képződményeinek földtana*. Magyarázó „Magyarország felszíni földtani térképéhez” (1:500 000). — Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Budapest, 62 p.
- KIMMERLE, S. & BHATTACHARYA, J. P. 2018: Facies, backwater limits, and paleohydraulic analysis of rivers in a forced-regressive, compound incised valley, Cretaceous Ferron Sandstone, Utah, USA. — *Journal of Sedimentary Research* **88/2**, 177–200. <https://doi.org/10.2110/jsr.2018.5>
- KLEB B. 1973: A mecseki pannon földtana. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **53/3**, 750–943.
- KONRÁD GY. & SEBE K. 2010: Fiatal tektonikai jelenségek új észlelései a Nyugati-Mecsekben és környezetében. — *Földtani Közlöny* **140/2**, 135–161.
- KORPÁSNÉ-HÓDI M. 1998: Medenceperemi pannóniai s.l. üledékes formációk rétegtana. — In: BÉRCZI I. & JÁMBOR Á. (szerk.): *Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana*. MOL Rt. és MÁFI kiadvány, 453–468.
- KOROKNAI, B., WÓRUM, G., TÓTH, T., KOROKNAI, Z., FEKETE-NÉMETH, V. & KOVÁCS, G. 2020: Geological deformations in the Pannonian Basin during the neotectonic phase: New insights from the latest regional mapping in Hungary. — *Earth-Science Reviews* **211**, 103411. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103411>
- KOVÁCS Á. 2019: *Késő-miocén események nyomai a Dráva-medence üledékes architektúrájában: rétegtani modellezés és terepi észlelések*. — MSc szakdolgozat, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, Budapest, 58 p.
- KOVÁCS, Á., BALÁZS, A., ŠPELIĆ, M. & SZTANÓ, O. 2021: Forced or normal regression signals in a lacustrine basin? Insights from 3D stratigraphic forward modeling in the SW Pannonian Basin. — *Global and Planetary Change*, **196**, 103376. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2020.103376>
- KOVÁCS Á., SEBE K., MAGYAR I., SZUROMI-KORECZ A. & KOVÁCS E. 2018: Pannóniai üledékképződés és szerkezeti mozgások az Északi-pikkely (Kelet-Mecsek) területén. — *Földtani Közlöny* **148/4**, 327–340. <https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2018.148.4.327>
- LI, Y. & BHATTACHARYA, J. P. 2013: Facies-architecture study of a stepped, forced regressive compound incised valley in the Ferron Notom Delta, Southern Central Utah, USA. — *Journal of Sedimentary Research* **83/3**, 206–225. <https://doi.org/10.2110/jsr.2013.19>
- LI, W., BHATTACHARYA, J. P. & CAMPBELL, C. 2010: Temporal evolution of fluvial style in a compound incised-valley fill, Ferron “Notom Delta,” Henry Mountains Region, Utah (USA). — *Journal of Sedimentary Research* **80**, 529–549. <https://doi.org/10.2110/jsr.2010.053>
- LUČIĆ, D., SAFTIĆ, B., KRIZMANIĆ, K., PRELOGOVIĆ, E., BRITVIĆ, V., MESIĆ, I. & TADEJ, J. 2001: The Neogene evolution and hydrocarbon potential of the Pannonian Basin in Croatia. — *Marine and Petroleum Geology* **18/1**, 133–147. [https://doi.org/10.1016/S0264-8172\(00\)00038-6](https://doi.org/10.1016/S0264-8172(00)00038-6)
- MAGYAR, I. 1992: An Upper Pannonian s.l. (Miocene) mollusc fauna from Fehérvárcsurgó (Hungary). — *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sectio Geologica* **29**, 285–302.
- MAGYAR I. 2010: *A Pannon-medence ősföldrajza és környezeti viszonyai a késő-miocénben (Paleogeography and environmental conditions of the Pannonian basin in the Late Miocene)*. — GEO-Litera, Szeged, 134 p.
- MAGYAR, I., GEARY, D. H. & MÜLLER, P. 1999: Paleogeographic evolution of the Late Miocene Lake Pannon in Central Europe. — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **147/3–4**, 151–167. [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(98\)00155-2](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(98)00155-2)
- MAGYAR, I., LANTOS, M., UJSZÁSZI, K. & KORDOS, L. 2007: Magnetostratigraphic, seismic and biostratigraphic correlations of the Upper Miocene sediments in the northwestern Pannonian Basin System. — *Geologica Carpathica* **58**, 277–290.
- MAGYAR, I., RADIVOJEVIĆ, D., SZTANÓ, O., SYNÁK, R., UJSZÁSZI, K. & PÓCSIK, M. 2013: Progradation of the paleo-Danube shelf margin across the Pannonian Basin during the Late Miocene and Early Pliocene. — *Global and Planetary Change* **103**, 168–173. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2012.06.007>
- MAGYAR I., SZTANÓ O., CSILLAG G., KERCSMÁR ZS., KATONA L., LANTOS Z., BARTHA I. R. & FODOR L. 2017: A Gerecse pannóniai puhatestű és lelőhelyeik: rétegtan, őskörnyezet és fejlődéstörténet. — *Földtani Közlöny* **147/2**, 149–176. <https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2017.147.2.149>
- MAGYAR, I., SZTANÓ, O., SEBE, K., KATONA, L., CSOMA, V., GÖRÖG, Á., TÓTH, E., SZUROMI-KORECZ, A., ŠUJAN, M., BRAUCHER, R., RUSZKICZAY-RÜDIGER, Zs., KOROKNAI, B., WÓRUM, G., SANT, K., KELDER, N. & KRIJGSMAN, W. 2019: Towards a high-resolution chronostratigraphy and geochronology for the Pannonian Stage: Significance of the Paks cores (Central Pannonian Basin). — *Földtani Közlöny* **149/3–4**, 351–351. <https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2019.149.4.351>

- MALVIĆ, T. & CVETKOVIĆ, M. 2013: Lithostratigraphic units in the Drava Depression (Croatian and Hungarian parts) – a correlation. — *NAFTA (Croatian Scientific Journal)* **64/1**, 27–33.
- MARTINI, I. & SANDRELLI, F. 2015: Facies analysis of a Pliocene river-dominated deltaic succession (Siena Basin, Italy): Implications for the formation and infilling of terminal distributary channels. — *Sedimentology* **62/1**, 234–265. <https://doi.org/10.1111/sed.12147>
- MIAL, A. D. 1988: Reservoir heterogeneities in fluvial sandstones: lessons from outcrop studies. — *AAPG bulletin* **72/6**, 682–697. <https://doi.org/10.1306/703C8F01-1707-11D7-8645000102C1865D>
- MUCSI, M. & RÉVÉSZ, I. 1975: Neogene evolution of the southeastern part of the Great Hungarian Plain on the basis of sedimentological investigations. — *Acta Mineralogica-Petrographica* **22/1**, 29–49.
- MÜLLER, P. & MAGYAR, I. 1992a: Continuous record of the evolution of lacustrine cardiid bivalves in the Late Miocene Pannonian lake. — *Acta Palaeontologica Polonica* **36**, 353–373.
- MÜLLER P. & MAGYAR I. 1992b: A Prosodacnomyák rétegtani jelentősége a Kőtcse környéki pannóniai s. l. üledékekben. — *Földtani Közlemény* **122**, 1–38.
- MÜLLER P. & SZÓNOKY M. 1988: *Tihanyi-félsziget, Tihany, Fehér-part. Magyarország Geológiai Alapszervei.* — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- NOVÁK D. 2006: A Pannon-tó deltasíksági kifejlődései (Tihanyi Formáció) Fonyód környékén. — MSc szakdolgozat, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, Budapest, 92 p.
- OLARIU, C. & BHATTACHARYA, J. P. 2006: Terminal Distributary Channels and Delta Front Architecture of 59 River-Dominated Delta Systems. — *Journal of Sedimentary Research* **76/2**, 212–233. <https://doi.org/10.2110/jsr.2006.026>
- OLARIU, C., BHATTACHARYA, J., XU, X., AIKEN, C. L. V., ZENG, X. & McMECHAN, G. A. 2005: Integrated study of ancient delta front deposits, using outcrop, ground penetrating radar and three dimension photorealistic data: Cretaceous Panther Tongue sandstone, Utah. — In: GIOSAN, L. & BHATTACHARYA, J. P. (eds): *River Deltas: Concepts, Models, Examples. SEPM Special Publication* **83**, 155–178. <https://doi.org/10.2110/pec.05.83.0155>
- POGÁCSÁS, GY. & RÉVÉSZ, I. 1987: Seismic stratigraphic and sedimentological analysis of Neogene deltaic features in the Pannonian Basin. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **70**, 267–273.
- POSAMENTIER, H. W. 2001: Lowstand alluvial bypass systems: incised vs. unincised. — *AAPG Bulletin* **85/10**, 1771–1793. <https://doi.org/10.1306/8626D06D-173B-11D7-8645000102C1865D>
- POSAMENTIER, H. W. & ALLEN, G. P., 1999: Siliciclastic sequence stratigraphy: Concepts and applications. — *SEPM Concepts in Sedimentology and Paleontology* **7**, 210 p. <https://doi.org/10.2110/csp.99.07>
- POSAMENTIER, H. W., JERVEY, M. T. & VAIL, P. R. 1988: Eustatic controls on clastic deposition I-conceptual framework. — In: WILGUS, C. K., HASTINGS, B. S., KENDALL, C. G. ST. C., POSAMENTIER, H. W., ROSS, C. A. & VAN WAGONER, J. C. (eds): *Sea-level changes: an integrated approach. SEPM Special Publication* **42**, 109–124. <https://doi.org/10.2110/pec.88.01.0109>
- POSAMENTIER, H. W., ALLEN, G. P., JAMES, D. P. & TESSON, M. 1992: Forced regressions in a sequence stratigraphic framework: concepts, examples, and exploration significance. — *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* **76/11**, 1687–1709. <https://doi.org/10.1306/BDF8AA6-1718-11D7-8645000102C1865D>
- RASMUSSEN, E. S. 2014: Development of an incised-valley fill under the influence of tectonism and glacio-eustatic sea-level change: valley morphology, fluvial style, and lithology. — *Journal of Sedimentary Research* **84/4**, 278–300. <https://doi.org/10.2110/jsr.2014.24>
- RÉVÉSZ I. 1980: Az Algyő-2 telep földtani felépítése, üledékföldtani heterogenitása és ősföldrajzi viszonyai. — *Földtani Közlemény* **110/3–4**, 512–539.
- RUSZKICZAY-RÜDIGER, Z., FODOR, L. I. & HORVÁTH, E. 2007: Neotectonics and quaternary landscape evolution of the Gödöllő Hills, central Pannonian basin, Hungary. — *Global and Planetary Change* **58/1–4**, 181–196. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2007.02.010>
- SACCHI, M., HORVÁTH, F. & MAGYARI, O. 1999: Role of unconformity-bounded units in the stratigraphy of the continental record: a case study from the Late Miocene of the western Pannonian Basin, Hungary. — *Geological Society, London, Special Publications* **156**, 357–390. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1999.156.01.17>
- SAFTIĆ, B., VELIĆ, J., SZTANÓ, O., JUHÁSZ, GY. & IVKOVIĆ, Z. 2003: Tertiary subsurface facies, source rocks and hydrocarbon reservoirs in the SW Part of the Pannonian Basin (Northern Croatia and South-Western Hungary). — *Geologia Croatica* **56/1**, 101–122. <https://doi.org/10.4154/232>
- SCHOMACKER, E. R., KJEMPERUD, A. V., NYSTUEN, J. P. & JAHREN, J. S. 2010: Recognition and significance of sharp based mouth bar deposits in the Eocene Green River Formation, Uinta Basin, Utah. — *Sedimentology* **57/4**, 1069–1087. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2009.01136.x>
- SEBE K., KONRÁD GY. & MAGYAR I. 2013: A legmagasabban fekvő mecseki pannon-tavi üledékek helyzete és kora. — *Földtani Közlemény* **143/1**, 67–72.
- SEBE, K., KOVAČIĆ, M., MAGYAR, I., KRIZMANIĆ, K., ŠPELIĆ, M., BIGUNAC, D., SÜTŐ-SZENTAI, M., KOVÁCS, Á., SZUROMI-KORECZ, A., BAKRAČ, K., HAJEK-TADESSE, V., TROSKOT-ČORBIĆ, T. & SZTANÓ, O. 2020: Correlation of upper Miocene–Pliocene Lake Pannon deposits across the Drava Basin, Croatia and Hungary. — *Geologia Croatica* **73/3**, 177–195. <https://doi.org/10.4154/gc.2020.12>
- SEBE, K., KONRÁD, GY. & SZTANÓ, O. 2021: An exceptional surface occurrence: the middle to upper Miocene succession of Pécs-Danitzpuszta (SW Hungary). — *Földtani Közlemény* **151/3,4**, 235–235. <https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2021.151.3.235>
- ŠPELIĆ, M. & SZTANÓ, O. 2019: Seismic-scale basin-fill architecture in the Late Neogene Lake Pannon, SW Pannonian Basin, Croatia. — *34th IAS Meeting of Sedimentology Rome, Abstract book*.
- ŠPELIĆ, M., KOVÁCS, Á., SAFTIĆ, B. & SZTANÓ, O. 2023: Competition of deltaic feeder systems reflected by slope progradation: a high-resolution example from the Late Miocene–Pliocene, Drava Basin, Croatia. — *International Journal of Earth Sciences*, 1–19. <https://doi.org/10.1007/s00531-023-02290-w>

- SZTANÓ, O. & MAGYAR, I. 2007: Deltaic Parasequences on Gamma Logs, Ultra-high Resolution Seismic Images and Outcrops of Lake Pannon Deposits. — In: GROSS, M. & FRITZ, I. (eds): *2nd International Workshop on the „Neogene of Central and South-Eastern Europe”*. Kapfenstein, Ausztria, 105–108.
- SZTANÓ O., MAGYAR I., SZÓNOKY M., LANTOS M., MÜLLER P., LENKEY L., KATONA L. & CSILLAG G. 2013a: A Tihanyi Formáció a Balaton környékén: típuszelvény, képződési körülmények, rétegtani jellemzés. — *Földtani Közöny* **143/1**, 73–98. <https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2017.147.3.283>
- SZTANÓ, O., SZAFIÁN, P., MAGYAR, I., HORÁNYI, A., BADA, G., HUGHES, D. W., HOYER, D. L. & WALLIS, R. J. 2013b: Aggradation and progradation controlled clinothems and deep-water sand delivery model in the Neogene Lake Pannon, Makó Trough, Pannonian Basin, SE Hungary. — *Global and Planetary Change* **103**, 149–167. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2012.05.026>
- SZTANÓ, O., SEBE, K., CSILLAG, G. & MAGYAR, I. 2015: Turbidites as indicators of paleotopography, Upper Miocene Lake Pannon, Western Mecsek Mountains (Hungary). — *Geologica Carpathica* **66/4**, 331–344. <https://doi.org/10.1515/geoca-2015-0029>
- TARI, G. & HORVÁTH, F. 1992: Styles of extension in the Pannonian Basin. — *Tectonophysics* **208**, 203–219. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(92\)90345-7](https://doi.org/10.1016/0040-1951(92)90345-7)
- TÖRÖ, B., SZTANÓ, O. & FODOR, L., 2012: Inherited and syndepositional structural control on the evolution of the slope of Lake Pannon, Northern Somogy, Hungary. — *Földtani Közöny* **142**, 339–356.
- TYE, R. S. & COLEMAN, J. M. 1989: Depositional processes and stratigraphy of fluvially dominated lacustrine deltas: Mississippi delta plain. — *Journal of Sedimentary Research* **59/6**, 973–996. <https://doi.org/10.1306/212F90CA-2B24-11D7-8648000102C1865D>
- UHRIN A. 2011: *Vízszintváltási ciklusok és kialakulásuk okai a késő-miocén Pannon-tó egyes részmedencéiben*. — PhD értekezés, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, 127 p.
- UHRIN, A. & SZTANÓ, O. 2012: Water-level changes and their effect on deepwater sand accumulation in a lacustrine system: a case study from the Late Miocene of western Pannonian Basin, Hungary. — *International Journal of Earth Sciences* **101/5**, 1427–1440. <https://doi.org/10.1007/s00531-011-0741-4>
- UHRIN A., MAGYAR I. & SZTANÓ O. 2009: Az aljzatdeformáció hatása a pannóniai üledékképződés menetére a Zalai-medencében. — *Földtani Közöny* **139/3**, 273–282.
- UHRIN A., SZTANÓ O., CSILLAG G. & HÁMORI Z. 2011: Késő-miocén – pliocén folyók rekonstrukciója a Vértes délkeleti előterében. — *Földtani Közöny* **141/4**, 363–381.
- UJSÁSZI, K. & VAKARCS, G. 1993: Sequence stratigraphic analysis in the south Transdanubian region, Hungary. — *Geophysical Transactions* **38**, 69–87.
- ULLAH, M. S., BHATTACHARYA, J. P. & DUPRE, W. R., 2015: Confluence scours versus incised valleys: examples from the Cretaceous Ferron Notom Delta, Southeastern Utah, U.S.A. — *Journal of Sedimentary Research* **85**, 445–458. <https://doi.org/10.2110/jsr.2015.34>
- VAN WAGONER, J. C., MITCHUM, R. M., CAMPION, K. M. & RAHMANIA, V. D. 1990: *Siliciclastic Sequence Stratigraphy In Well Logs, Cores, and Outcrops*. — AAPG, Tulsa, Oklahoma, 55 p. <https://doi.org/10.1306/Mth7510>
- VRBANAC, B., VELIĆ, J. & MALVIĆ, T. 2010: Sedimentation of deep-water turbidites in the SW part of the Pannonian Basin. — *Geologica Carpathica* **61/1**, 55–69. <https://doi.org/10.2478/v10096-010-0001-8>
- WILLIS, B. 1997: Architecture of fluvial-dominated valley-fill deposits in the Cretaceous Fall River Formation. — *Sedimentology* **44/4**, 735–757. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3091.1997.d01-48.x>
- WRIGHT, D. L. 1977: Sediment transport and deposition at river mouths: a synthesis. — *Geological Society of America Bulletin* **88**, 857–868. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1977\)88%3C857:STADAR%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1977)88%3C857:STADAR%3E2.0.CO;2)
- VISNOVITZ, F., JAKAB, B., CZECE, B., HÁMORI, Z., SZÉKELY, B., FODOR, L. & HORVÁTH, F. 2021: High resolution architecture of neotectonic fault zones and post-8-Ma deformations in western Hungary: Observations and neotectonic characteristics of the fault zone at the Eastern Lake Balaton. — *Global and Planetary Change* **203**, 103540. <http://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2021.103540>
- YPEREN, A. E. VAN, POYATOS MORÉ, M., HOLBROOK, J. M. & MIDTKANDAL, I. 2020: Internal mouth bar variability and preservation of subordinate coastal processes in low accommodation proximal deltaic settings (Cretaceous Dakota Group, New Mexico, USA). — *The Depositional Record* **6(2)**, 431–458. <https://doi.org/10.1002/dep2.100>
- ZECCHIN, M. & CATUNEANU, O. 2013: High-resolution sequence stratigraphy of clastic shelves I: units and bounding surfaces. — *Marine and Petroleum Geology* **39**, 1–25. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2012.08.015>
- ZECCHIN, M., CATUNEANU, O. & CAFFAU, M. 2019: Wave-ravinement surfaces: classification and key characteristics. — *Earth-Science Reviews* **188**, 210–239. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.11.011>

Kézirat beérkezett: 2022. 08. 31.

Újlipótváros–Angyalföld: kiemelkedő geotermikus anomáliák és tektonikai értelmezésük hőszivattyús szondatesztadatok alapján

LORBERER Árpád Ferenc

Földtudományi Tervező Kft., loare@t-online.com

Budapest city core: Intense geothermal anomalies and their tectonic interpretations based on geothermal heat-pump borehole thermal tests

Abstract

Ground Source Heat-Pump (GSHP) boreholes can provide the most numerous new data for Urban Geology projects. The authors used the thermal measurements taken in several ground-source heat-pump sites to locate previously unknown geological phenomenon within the city core of Budapest, the capital of Hungary.

The only reliable scientific data are the baseline temperature-log measured during the initial phase of individual thermal response tests. Our data suggests that these temperatures measured within finished geothermal U-loops represent the real ground temperature distributions.

We found one of the highest geothermal gradients in Hungary not connected to volcanism and natural thermal springs. 66 °C occurred in the depth of only 120 meters below surface (m b.s.) at the corner of two main streets in Pest.

Our research indicates, that in geothermal areas, shallow-temperature profiles can be used to locate hidden geological structures. We could outline the existence of a previously unknown fault, as well as modified the location of the main tectonic fault of the area, the so called “Buda Thermal Line”. The hydrogeologic discharge along the Buda thermal line appears to be much wider, not necessarily confined under the Danube according to the new temperature data.

The intense positive anomaly we found under the southern part of the XIII district of Budapest represents a previously unknown horst-structure (a hidden pair of the Margaret Island). We expect 45–65 °C thermal water aquifer within 100–300 m b.s. under this part of the city. This tectonic structure could not have been detected using only the available seismic and borehole data, so this result can highlight the importance of geological documentations of GSHP drillings (which are mainly non existent).

Interestingly, our data also shows an extended negative geothermal anomaly at the north part of our research area. Our maps and several separate T/depth logs indicated a ground temperature decrease of appr. 2–5 °C in depths between 30 and 100 m b.s. This is probably not a natural phenomenon, but the result of intense urban coverage. We have three possible theories to explain it. The first one is related to direct cooling by the Budapest Ice Factory works of the area. Curves with downward decreasing temperatures can also occur if some of the upper layers are heated up by the urban heat-island phenomenon or by exotherm reactions of forgotten waste landfills.

GSHP data can definitely assist not just their routine heating+cooling installations, but thermal water-based heating projects as well. Both options should be kept in mind in geothermal areas, like Budapest, and the required quality of borehole geological data should be improved accordingly.

Keywords: Ground Source heat-pump boreholes, underground temperature profiles, tectonics, positive and negative geothermal anomalies, urban geology, thermal waters, Budapest

Összefoglalás

Városaink földtani felépítéséről a legtöbb új földtani információt a nagy számban készülő, jellemzően 100–150 méter mély, geotermikus hőszivattyús fúrások alapján kaphatnánk. Sajnos ez többnyire csak elvi lehetőség, még a nagy méretű beruházások többségénél is csak a közethőmérsékleti adatok mérésére kerül sor. Anyagunkban az ilyen fúrásmezők tervezéséhez készülő termikus tesztelések hőmérséklet-alapállapot adatait gyűjtöttük össze és értékeltük a főváros XIII. kerületének a térségéből.

Újlipótváros alatt intenzív, felszínközeli, pozitív hőmérsékleti anomáliát mutattunk ki. A Váci út és a Dózsa György út sarkánál 120 m mélységben mért 66 °C közethőmérséklet Magyarország legmagasabb (forrásoktól független) geotermikus gradiensét eredményezi.

A vizsgált területen ismert és korábban feltételezett tektonikai elemekkel nem volt magyarázható a jelenség. A hőmérsékletadatok alapján új tektonikus elemeket kell feltételezni. Értelmezésünk szerint a XIII. kerület két része, Újlipótváros és Angyalföld között éles tektonikai határ rajzolódik ki, amely a Budai Termális Vonal teljes vetőzónáját is érinti. Adataink alapján a BTV fővetőjének a lefutása módosul, és a hozzá kapcsolódó hévíz-megcsapolási terület is a folyómedernél jóval szélesebb zónára terjedhet ki. Továbbá Újlipótváros alatt egy eddig ismeretlen, a felszín közelébe felnyúló alaphegységi kiemelkedést valószínűsítünk. Ebből a kiaknázatlan földtani szerkezetből közvetlen fűtésre alkalmas hévíz lehet beszerezhető már 100–300 m mélységből.

A XIII. kerület északi felén, 30–90 méter között miocén üledékekben az előzővel ellentétes, negatív geotermikus anomália rajzolódik ki, ugyanis a közethőmérséklet a felszínközeli értékhez képest több fokkal alacsonyabb. Ez a jelenség több egymástól távolabb eső fúrásban, eltérő időben, eltérő műszerekkel vizsgálva is észlelhető volt. Véleményünk szerint ez a negatív anomália mesterséges eredetű, értelmezésére három teóriát állítottunk fel. Az első a városi jéggyár aktív hűtését tételezi fel, a másik kettő a felsőbb rétegek felfűtöttségéből eredezteti a mélység felé csökkenő hőfokokat.

Az adatok feldolgozása során nyert tapasztalatok alapján javaslatokat fogalmaztunk meg a jövőbeni geotermikus-szonda-tesztelési jegyzőkönyvek tartalmának a pontosítására, a fúrási eredmények archiválására és a mély fűtési és a sekély hőszivattyús hűtési és fűtési célú építőipari projektek összehangolására.

Tárgyszavak: hőszivattyús szondafúrások, mélységi hőmérsékletek, tektonika, pozitív és negatív anomália, hévízkutatás, Budapest

Adatgyűjtés bemutatása és problematikái

A Dózsa György út és a Váci út sarka közelében 2019-ben felfigyeltem egy geotermikus hőszivattyús próbafúrásra, majd pár nap múlva jelen lehettem a fúrás termikus tesztelésén is. A 118 méter mély fúrásban mért hőmérséklet meghaladta a 60 °C fokot, a fúrás mellett felhalmozott, kitermelt furadékban pedig nagyforaminiferás mészkő volt észlelhető (a rétegsort nem írták le). Kiugró hőmérsékletek jelentek meg a környéken a következő években is, így 2021-ben TÓTH László geológus és hőszivattyús tesztelő-szakértő kollégával együtt nagyobb területre kiterjedő adatfeldolgozást kezdtünk el. Megkerestük a hasonló felszín alatti termikus méréseket végző fővárosi cégeket és szakértőket. Az érintett cégek (F-Geo Kft., HGD Kft., Geort Kft. és Geoszonda Kft.) és kollégák pozitívan válaszoltak, és feldolgozásra megosztották velünk a XIII. kerület tágabb környékére vonatkozó mérési adataikat (MARTON et al. 2005–2021, TÓTH et al. 2006–2021, TÓTH 2016–2021). A kapott adatok előzetes feldolgozását a Magyar Geotermális Egyesület 2021. évi 4. hírlevelében közzétettük (LORBERER & TÓTH 2021).

100–150 méter mély, zárt U-csöves hőszivattyús rendszerek kivitelezése a hazai építőiparban ma már rutin feladatnak számít. A nagyobb geotermikus fúrásmezők előkészítésekor általában készül az adott telken egy vagy két szondának kiépített előzetes próbafúrás, és az ezeknél elvégzett termikus szondateszt eredménye alapján történik meg a végleges fúrásmező méretezése (a vonatkozó magyar és EU-szabványoknak megfelelően).

Elvileg ezekből a hőszivattyús fúrásokból lehetne a legtöbb új geológiai adatot kinyerni városi területeink földtani felépítéséről. Az építőipari „rutin” azonban tudományos szempontból ritkán hasznos, minthogy a gyors, szabványosítható kivitelezésre és a mesterséges elemek számszerűsítésére fókuszál. A fúrások révén keletkező földtani adatok sajnos, az építőipari kivitelezők szempontjából többnyire értéktelenek. A helyszíni adatok leírása vagy archiválása szinte mindig elmarad (annak ellenére, hogy ezt a fúrásokra

vonatkozó minden szabály előírja, és a *Mélyfúrási Biztonsági Szabályzat* is kiemeli).

A 18 vizsgált hőszivattyús nagyberuházás során létrejött földtani adatok:

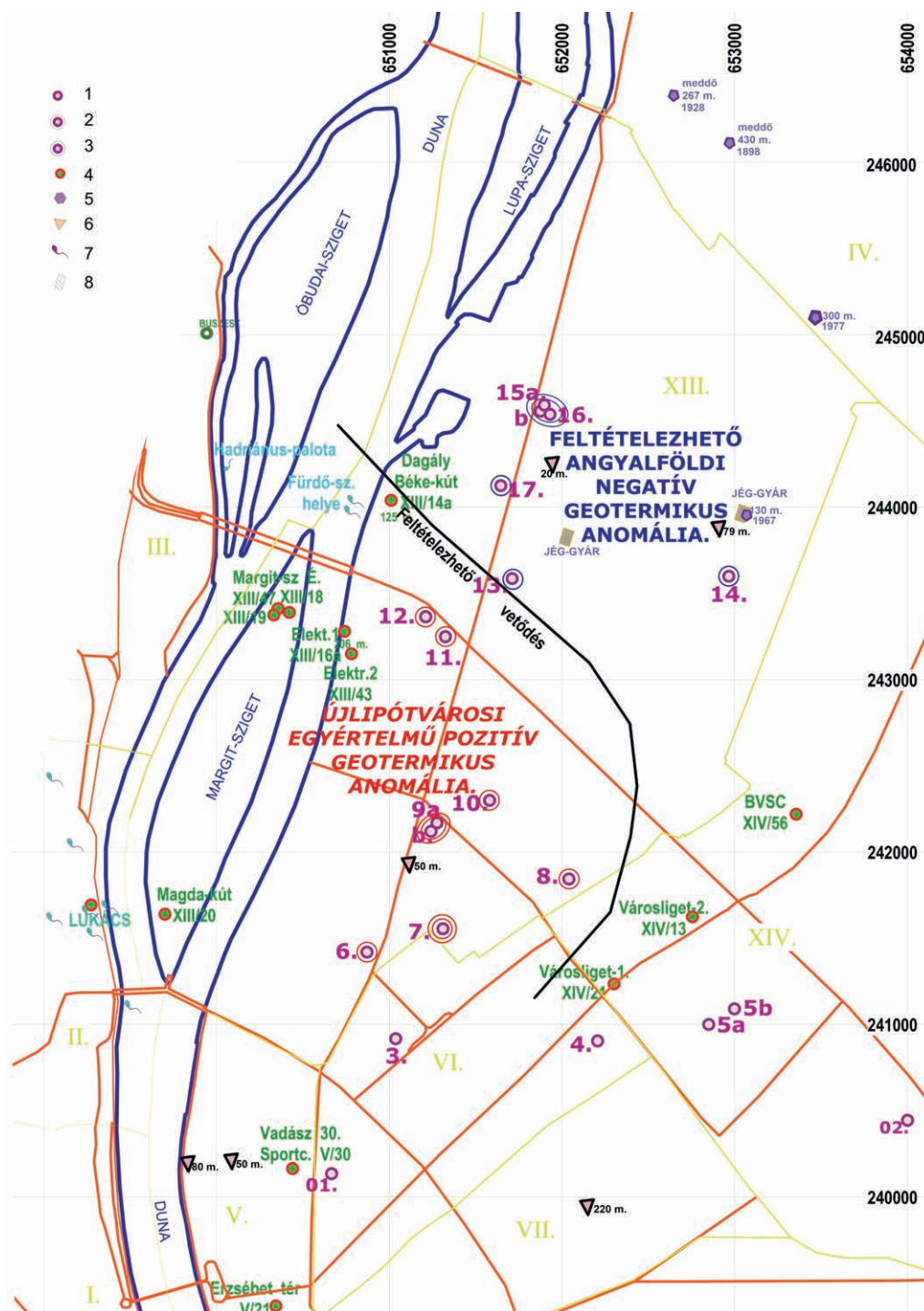
- hét helyről közöltek rétegsort, bár ezek közül kettő csak igen elnagyolt leírás volt;
- mindössze három helyen készült karottázmérés (a 8-as, 11-es és 13-as helyszíneken);
- egyetlen esetben, a saját munkaként készült 13-as helyszínen került sor pontos, dokumentált rétegsor felvételére közetminták vételével, laborelemzéssel és részletes kútgeofizikai méréssel, ott viszont szondateszt nem készült (LORBERER 2019).

A fúrási helyeket EOY-alapú térképeken mutatjuk be a környező kutak, hévízkutak és jól dokumentált rétegsorú fúrások helyét is feltüntetve (*1. ábra*). A vizsgált fúrások fő adatait az *1. táblázatban* és részletesebben a cikk digitális mellékletében összesítettük.

A hőmérsékleti adatok ellenőrzése

A szondafúrásokból kinyerhető egyetlen közvetlen, összehasonlítható földtani adat a mélységi közethőmérséklet, a tesztelési jegyzőkönyvekben megadott alapállapotú hőmérsékleti szelvényezés. Ekkor, a teszt megkezdése előtt a hőmérsékletek 2 m-ként kerültek rögzítésre kalibrált hőmérőkkel, tized vagy század °C pontossággal. E mérések adatait használtuk fel egységes léptékbe szerkesztve.

A 8-as és 11-es helyszíneken volt lehetőség a hagyományos, fúrólukban mért karottázs-termoszelvény adatainak összevetésére az ugyanazon fúrásban több nappal később, a kiépített szondán belül végzett alapállapot-hőmérsékleti méréssel. E két-két mérés párhuzamosíthatónak tűnik, bár eltérésük több fok. A fúrólukban történő karottázmérés sokszor ki van téve az öblítőfolyadék hűtő hatásának, azaz időnként a valósánál kissé alacsonyabb hőfokot mérhet különösen a fúrás alján. A szondában történő mérés a természete-



1. ábra. Alaptérkép a vizsgált fúrásokkal

Jelmagyarázat: 1 = Szondafúrás, 2 = Pozitív geotermikus anomália, 3 = Negatív geotermikus anomália, 4 = Hévízkút megnevezéssel, 5 = Vizkutató fúrás, 6 = Földtani fúrás, 7 = Hévízforrás, 8 = Jéggyár üzemei

Figure 1. Schematic map with the measured boreholes

Key: 1 = GSHP borehole 2 = GSHP with positive anomaly 3 = GSHP with negative anomaly, 4 = Thermal well, 5 = Old boreholes, 6 = Exploration borehole, 7 = Natural thermal spring 8 = Ice factory

tes hőállapotot valószínűleg jobban közelíti, bár a keringtetés idejétől függően esetenként adhat a valóságnál kiegyenlítettebb képet, a felsőbb rétegeket a valóságnál kissé melegebbnek észlve.

A kapott szondatesztjegyzőkönyvekben sajnos a fúrás

óta eltelt idő, a feltöltőfolyadék hőfoka és a feltöltés ideje nem szokott szerepelni, csak a mérés idején jellemző levegő-hőmérséklet, emiatt sajnos pár °C hibalehetőség sehol sem zárható ki.

Hévíz- és rétegvízkutaktól minden vizsgált szonda több

I. táblázat. Az értékelt tesztelt geotermikus szondafúrások adatainak összessége (részletesebb, koordinátákat is megadó táblázat a digitális mellékletben érhető el)

Table I. Measured data of the tested GSHP boreholes (more details are in the digital attachment)

Szám/ No	Helyszín/Location	Dátum/Date	Talp/ Depth (m)	Hőmérséklet / Ground temperature (°C)				Anomália/ Anomaly
				10 m	50 m	100 m	120 m	
1	VI. Dessewfy u.14.	2012. 09. 10.	100	17,5	15,1			?0
2	XIV. Gizella út	2020. 10. 07.	100	14,4	15,2	18,1		0
3	Ferdinánd híd	2021. 10. 13.	120	15,7	18,8	22,7	24,1	
4	VI. Rippl-Rónai 2.	2011. 08. 22.	101	15,9	18,1	20,7		-0
5a	XIV. Liget Napozó1	2016. 06. 17.	100	13,6	14,7	17,1		-0
5b	XIV. Liget Napozó2	2016. 06. 15.	153	14,1	15,4	17,6	18,6	-0
6	XIII. Victor Hugo 1.	2020. 04. 27.	120	18	28	32,9	36,5	++
7	VI. Lehel u. 9.	2020. 10. 30.	116	20	24	42,7	~46	+ +
8	XIII. Szabolcs u. 33.	2015. 09. 02.	150	20,1	20,9	21,7	21,7	-0
		2015. 09. 08.		20,3	16,7	19,2	19,9	
9a	XIII. Dózsa Gy. út – Váci út sarok	2019. 08. 24.	116	20,7	35,6	59,4		+ + +
9b		2019. 08. 26.	118	26	41,6	58	66,2	
10	Kassák L. – Huba sarok	2017. 07. 03.	120	15	19	25,5	27,5	+
11	XIII. Esztergomi – Árboc u. sarok	2017. 03. 10.	150	18,3	19,8	23,3	24,6	+
		2017. 03. 21.		15,2	17,2	21,8	24,8	
12	XIII. Esztergomi és Dunavirág sarok	2019. 12. 06.	120	17,2	20,0	27,3	30,5	++
13	XIII. Frangepán – Lomb u. sarok	219. 11. 22.	150	16,8	16,3	15,4	~15,4	-
14	XIII. Jász u. – Zsinór u. sarok	2012. 01. 23.	103	14,5	14	15		?-
15a	XIII. Fiastyúk u.1 – Madarász V. 6.	2014. 12. 09.	125	16,1	13,5	12,8	12,8	-
15b		2014. 12. 11.		16,2	13,4	12,7	12,8	
16	XIII. Váci út – Főveny u sarok	2015. 06. 15.	120	15,8	13,7	12,4	12,2	-
17a	XIII. Váci út 152–158.	2021. 10. 19.	127,5	16	16	14,5	14,6	-
17b		2021. 10. 12.		15,7	15,8			

A dőlt betűs mélységi hőfok fúrólukban mért karottázs-termoszervén adata (8, 11, 13 helyszínek), a többi szondateszt alapállapot-mérés.

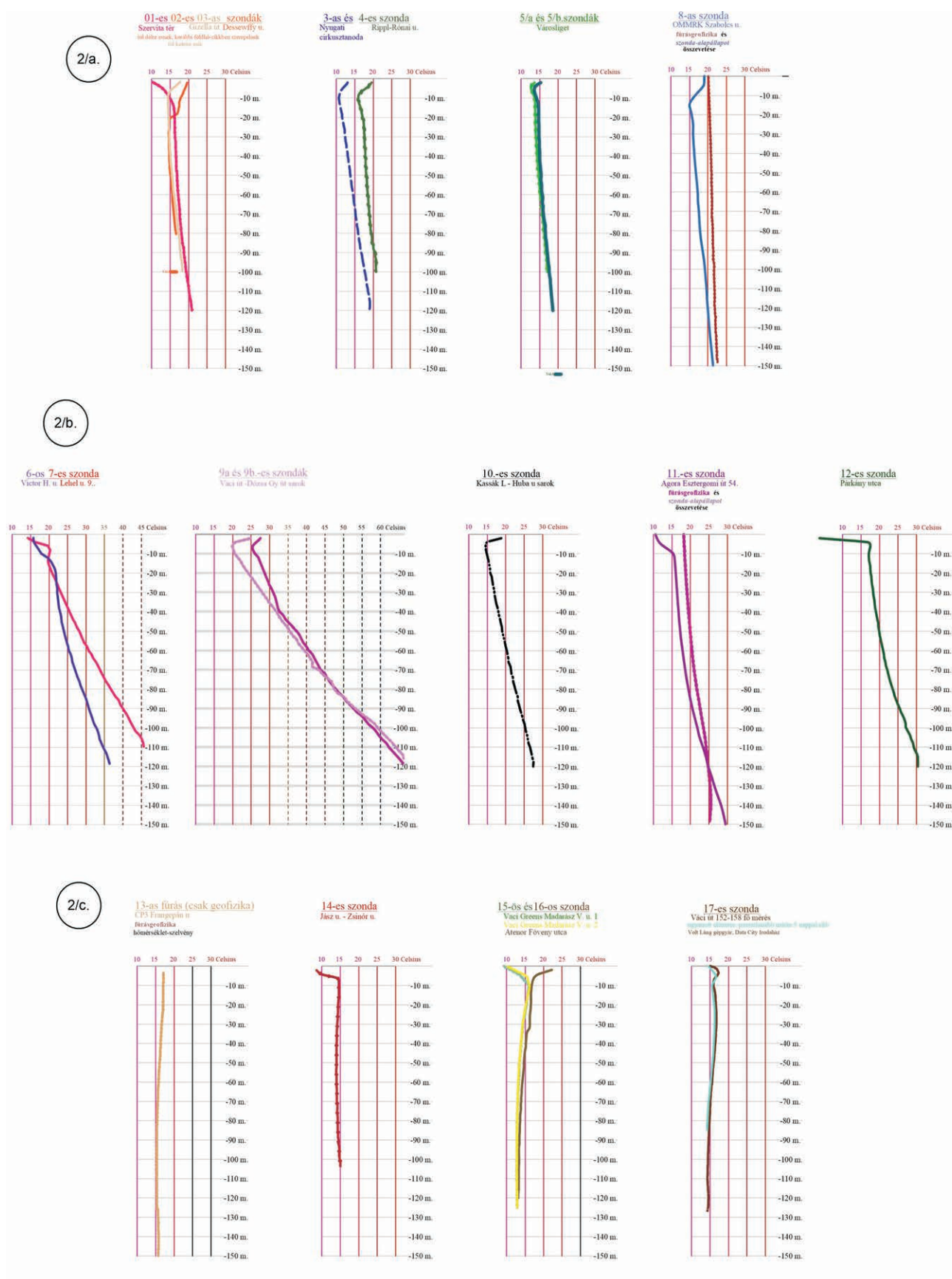
Values in italic are classic borehole geophysical ground temperatures values (No 8, 11, 13), all the others are baseline temperature profiles from GSHP thermal tests.

száz méter távolságra esik. Antropogén elemek, pl. metró-alagutak vagy mélygarázsok a legtöbb helyszín közelében előfordulhatnak, de csak 10–30 m mélységig.

A bemutatott mélységi hőmérsékleti adatok tehát reálisnak mondhatók.

Eredmények

A 2. ábrán a mélység függvényében közöljük a mért hőmérsékleteket az észlelt anomáliáknak megfelelően három csoportba szedve.



2. ábra. Furatokban mért középhőmérsékletek
Figure 2. Temperature/depth logs measured

Az egyes hőmérsékleti görbék egyenként is analizálhatók.

Természetes felszínközeli hőhatás látható pl. a 12-es szonda hőmérsékletgörbéjén, ami a téli mérés miatt alacsony szintről indul, de a léghőmérsékleti hatás már 10 métertől elenyészik. A fordított, nyári tendencia jelenik meg pl. a 9-es és 10-es helyszíneknél. A dunai kavicssterasz hatása – többnyire hűtő hatásként – 10–30 méter mélységig is kimutatható például a közel egy vonalba eső 2-es, 7-es és 8-as helyszínen.

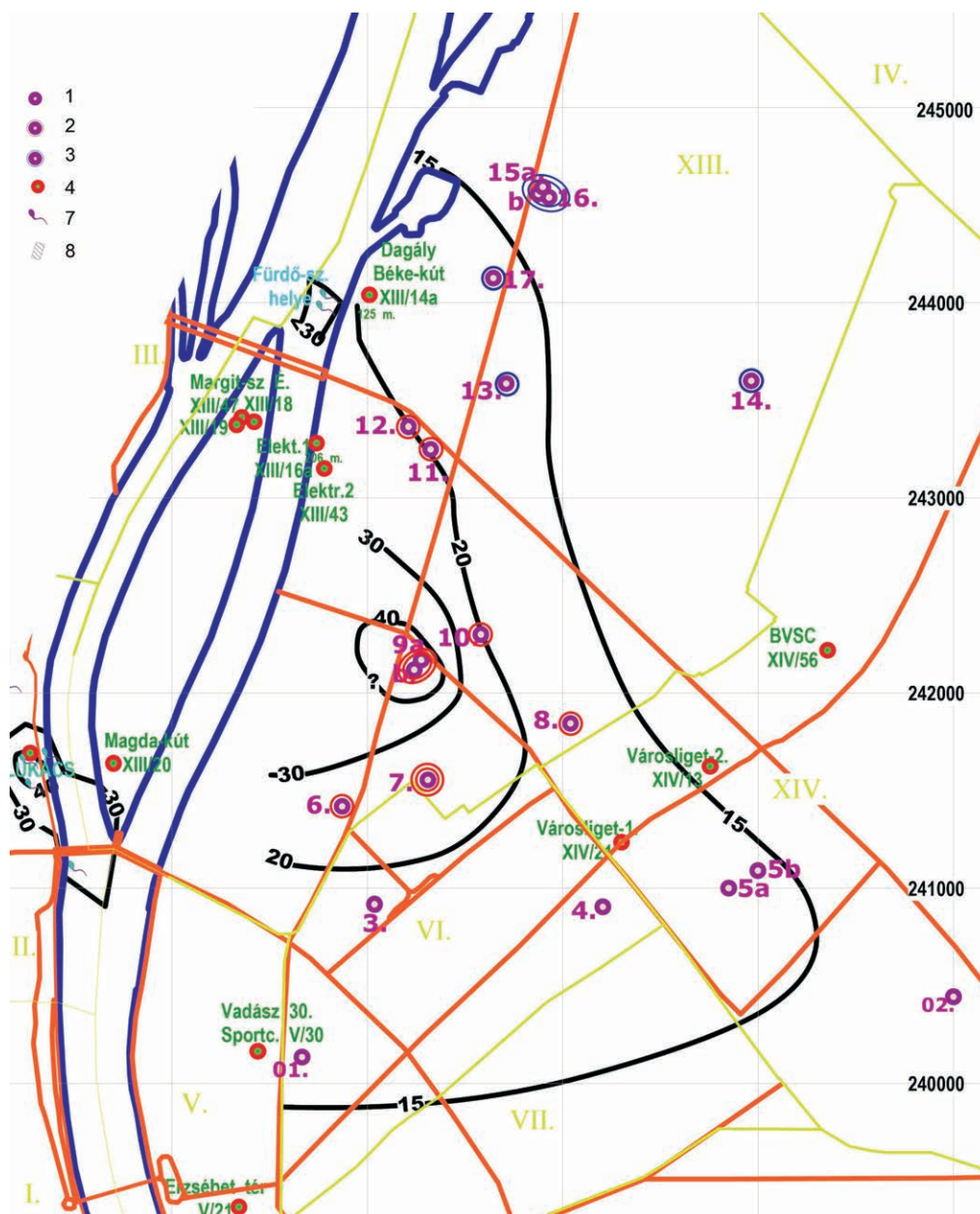
A talajhőmérsékletek térbeli eloszlását a 3–7. ábrán mutatjuk be (a mérések nem egyidejűek, lásd az 1. táblázatban). A mélységi hőmérsékletek mellett a hőfokok adott jellemző középértéktől való eltérését és a felszínközeli geotermikus gradienseket is megszerkesztettük.

A szelvényeken és táblázatban bemutatott hőmérsékleti szelvények alapján az alábbiak figyelhetők meg:

A) Újlipótváros térségében intenzív, felszínközeli, pozitív geotermikus anomália jelenik meg (7. ábra). A talajhőmérsékletek a kavicssterasz aljától lefelé folyamatosan és gyorsan emelkednek, helyről helyre változó ütemben (ahogy ez a 2. ábra b szelvényeiről is leolvasható).

A Váci út és a Dózsa György út sarkánál, az egykori vízműszékház alatt már 25–29 méter mélységtől 30 °C feletti hőmérséklet jelent meg, 100 métertől pedig túllépte a hőmérséklet a fűtésre is alkalmas 60 °C értéket. A felfűtött zóna minimum a Lehel tértől az Árpád híd lábáig terjed, de nyugatabbra a Margit-szigetig is átnyúlhat.

A mért adatok alapján rejtett hévizes szökevényforrások



3. ábra. 50 méter mélységben jellemző mért hőmérsékletek (jelkulcs az 1-es ábránál)

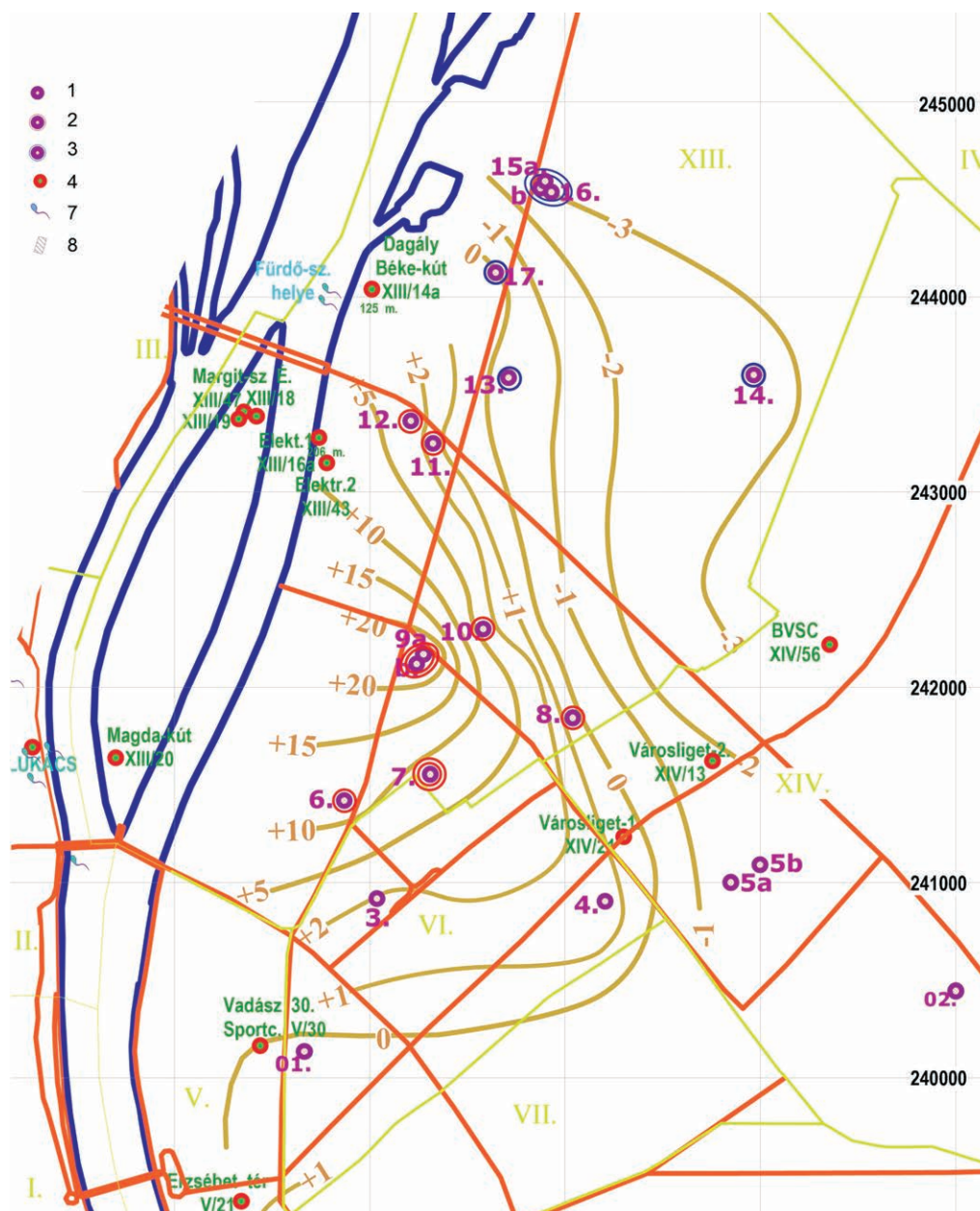
Figure 3. Characteristic temperature values at ~50 m depth (key in the Figure 1)

működése is lehetséges a legkiemeltebb zónában. Az Óbudai-szigeten a Hadriánus-palota romjainál és a Rákospatak torkolatánál ismerthez hasonló lokális forrásmézőkőpadok tehát előfordulhatnak a belváros alatt is (SCHWEITZER 2011, SCHAUER & SZLABÓCZKY 1984).

B) A keletebbre és délre eső, V., VI., VII. és XIV. kerületi méréseknél a talajrétegek hőmérséklete az országos átlagot meghaladja, de fővárosi viszonylatban nem számít kiemelkedőnek. A mélység felé a hőmérséklet fokozatosan emelkedik, de a talpnál is 22 fok alatt marad (2. ábra, a). A hőfokadatok szórása itt is több fok, azaz természetes különbségek nem hanyagolhatóak el ebben a „közel normál” állapotú zónában sem.

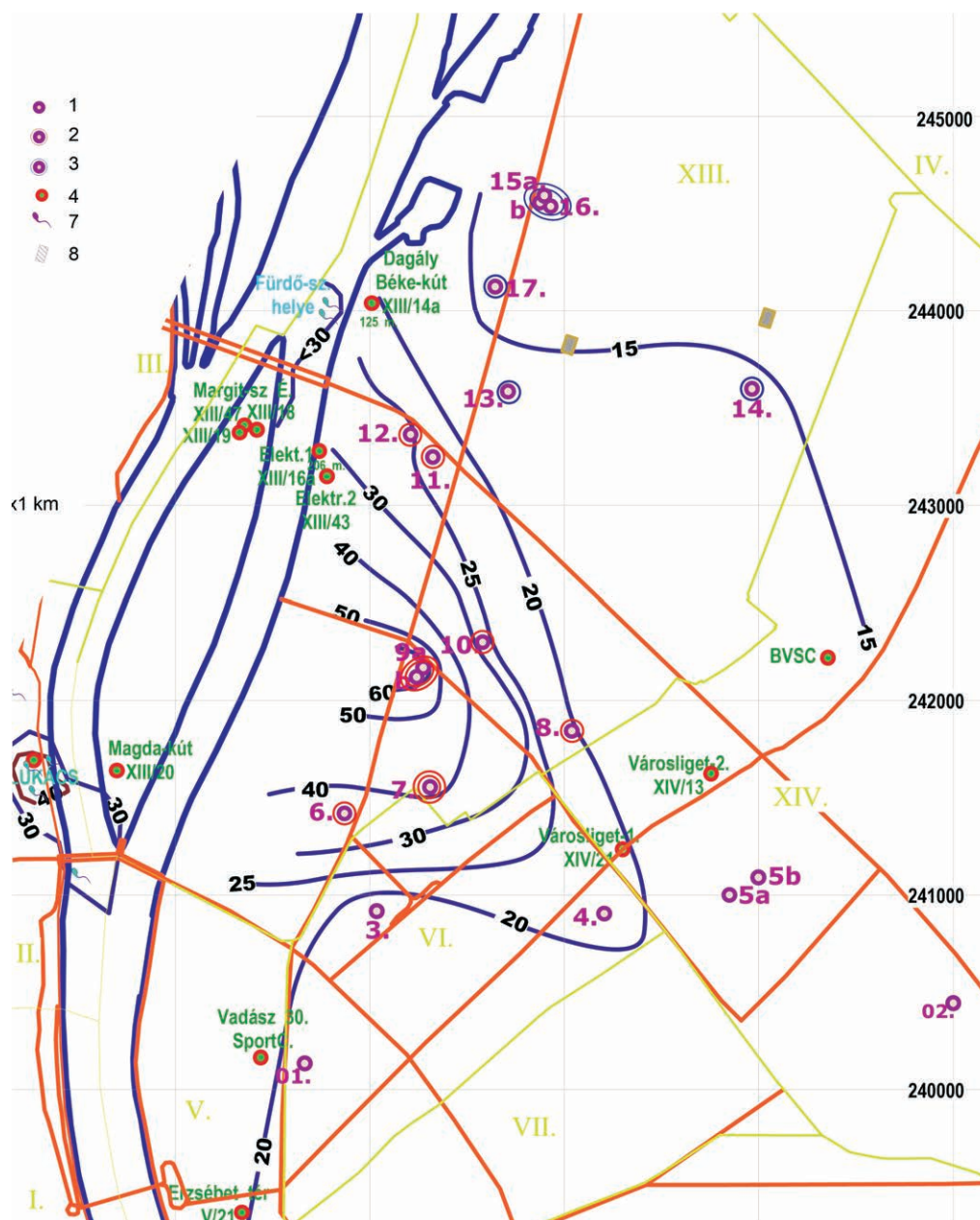
A lipótvárosi pozitív anomáliát még inkább kiemeli az, hogy a Széchenyi fürdő két régóta termelő hévízkútjának a környékétől is élesen elkülönül. Az 1878 óta termelő, palástcementezés nélküli Városliget-1 artézi hévízkút rátáplálhat a felső rétegekre, felfűtheti őket, de ilyen hatás nem volt észlelhető.

C) A XIII. kerület északi felén, Angyalföldön végzett négy szondateszt negatív geotermikus anomáliát jelez. A 15., 16. és 17. számú helyszíneken több időben eltérő mérés is nehezen értelmezhető, mélység felé csökkenő, anomális hőfokokat regisztrált. A délebbre eső 13-as és 14-es helyszíneken kisebb mérvű és mélységű negatív anomália jelent meg.



4. ábra. Az 50 méteres mélységben mért hőfokok eltérése a jellemző medián értéktől

Figure 4. Deviation of measured temperature values from the characteristic median values (at -50 m depth)



5. ábra. 100 méter mélységben jellemző mért hőmérsékletek (jelkulcs az 1-es ábránál)

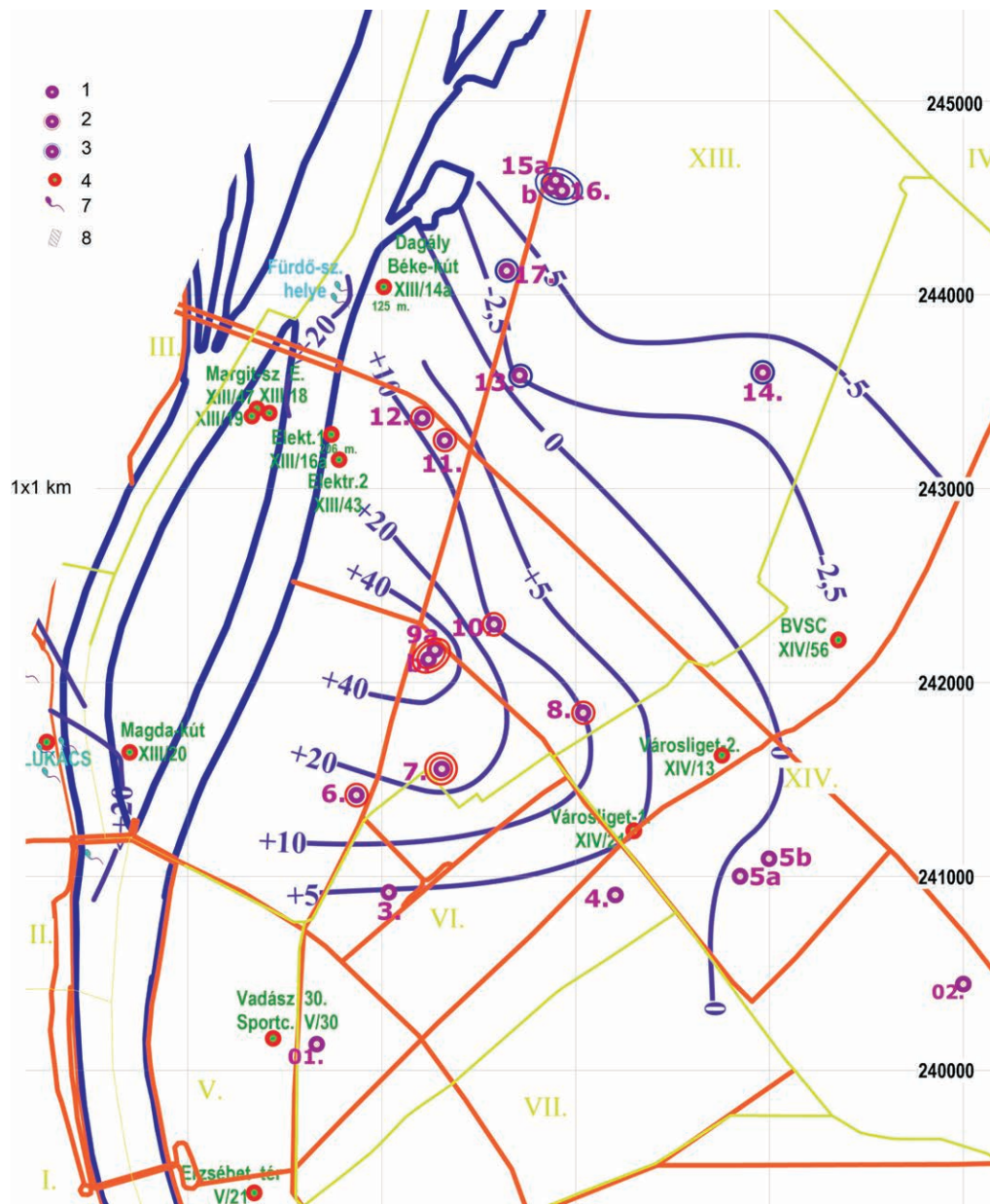
Figure 5. Characteristic temperature values at ~100 m depth (key in the Figure 1)

A feltárt, intenzív pozitív anomália földtani értelmezése

A Váci út és a Dózsa György út sarkán levő 9-es szondafúrás talpi szakaszán a kivitelező szóbeli közlése szerint mészkövet tárt fel. A helyszínen kiszórt furadékhulladék egy része egyértelműen nagyforaminiferás mészkő és márga volt (saját észlelés). A megfelelő rétegsor hiánya ellenére is jogosan feltételezhető, hogy az újlipótvárosi fúrások egy eddig ismeretlen alaphegységi kiemelkedést (sasbércet) tártak fel. A gravitációs mérések figyelembevételével általunk még 2018-ban szerkesztett, *Geotermikus Budapest* című kiadványban (LORBERER in TÓTH et al.) közölt alaphegységtérkép is ezt az értelmezést támasztja alá.

A jelenlegi ismeretek alapján a Margit-szigetet és a keletrebbre feltárt, eltemetett párját összetett tektonikus árok választja el egymástól. Várhatóan pár éven belül lesz új szondafúrás, esetleg metróvonalhoz kapcsolódó feltérképezési adat is e köztes területéről is, így pontosítható lesz a két terület kapcsolata.

Az észlelt hőmérsékletek a Budai Termális Vonal dunai megcsapolási zónája felé szivárgó, a mély tárolórésztől fokozatosan a felszín felé emelkedő csóvához is kapcsolódnak. A magas hőfokok illeszkednek POYENMEHR & TÓTH (2013), majd MÁDLNÉ SZÖNYI (2021) hidrogeológiai modellezési eredményeihez. A mért hőfokok alapján azonban a dunai megcsapolási zóna több km széles lehet, és a hőfokeloszlás, illetve a pesti oldal felől érkező hévizek szivárgása is



6. ábra. A 100 méteres mélységben mért hőfokok eltérése a medián értéktől

Figure 6. Deviation of measured temperature values from the characteristic median values (at -100 m depth)

összetettebb. A kelet és ÉK felől széles fronton beérkező, egységes melegági áramlással szemben összetett törés-rendszerek közötti, többszintű karsztos üregrendszerben történő hévízszivárgást valószínűsítünk a pesti belváros alatt is.

Elképzelhető, hogy a feltárt hőfokeloszlás a fürdők hővíztermelésének az intenzitásával is kapcsolatban áll. Ez esetben a Városliget és a Margitsziget-dél, illetve Lukács-Császár fürdő intenzíven termelt kútjai közötti zónában jelentkező magas hőmérsékletek egy DNY-ÉK irányú preferált áramlási pászmát jelölnek ki, amelyhez képest az Árpád híd környéki megcsapolások másodlagosak, vagy részben eltérő eredetűek, vagy az üreghálózataik kevésbé kapcsolódnak össze (BÖCKER 1967).

A feltételezhető negatív geotermikus anomália leírása

Az angalföldi anomália az átlaghoz képest csak pár fok eltérést mutat negatív irányban, emiatt bizonytalanabb, mint a délebbi, pozitív anomália. A 15a mérés eredménye után a mérést végző geológus pár nap várakozás után új mérést is végzett, mivel az első adatsor számára sem tűnt reálisnak. Az ismételt téli tesztelés, majd a nyár közepén a másik szondán végzett, független mérés is hasonló lefelé csökkenő hőfokokat mutatott. A feltöltési, mérési hiba esélye emiatt kicsi, bár természetesen itt sem zárható ki teljesen. A 15-ös és 16-os tesztelések ideje alatt vízöblítéssel fűrészi munka folyt a területen a teszteléstől 25–50 m távolságban. Ez a távolság

tudunk adni. Termohalin vagy hőkonvekciós áramlás és természetes földgázképződés az adott miocén rétegsorban valószínűtlen. Felszíntől induló leszivárgás sem elégséges magyarázat. Még a Dunához vagy a Rákospatakhoz kapcsolódó üregrendszerek és/vagy az Angyalföld északi felén lemélyített több régi fúrás mentén történő vízfelfutás sem indokolja a talajrétegek közötti ilyen mérvű hőfokkülönbséget.

Valószínűleg nem természetes, hanem emberi eredetű jelenségről van szó. Három teóriát állítottunk fel:

1) A dunai regionális megcsapolási terület közvetlen közelében nagy mennyiségű hideg víz leszivárgásához és a hűtőhatás fenntartásához nagy hozamú vízelvonás, azaz (engedélyezett vagy illegális) rétegvíz-megcsapolás is szükségesnek látszik. Angyalföldön működik az 1960-as évek óta a Jég- és Ásványvíz-ellátó gyár, amely a két telephelyén legalább öt különböző mélységű kutat is fenntart, amelyek akár vízkivételre, akár fagyasztásos hűtőtelésre is hasznosíthatóak. A mért adatokra jó magyarázatot adhat a jéggyár túlűtésének rétegbeli levezetése, bár az anomália ez esetben is meglepően nagy kiterjedésűnek látszik.

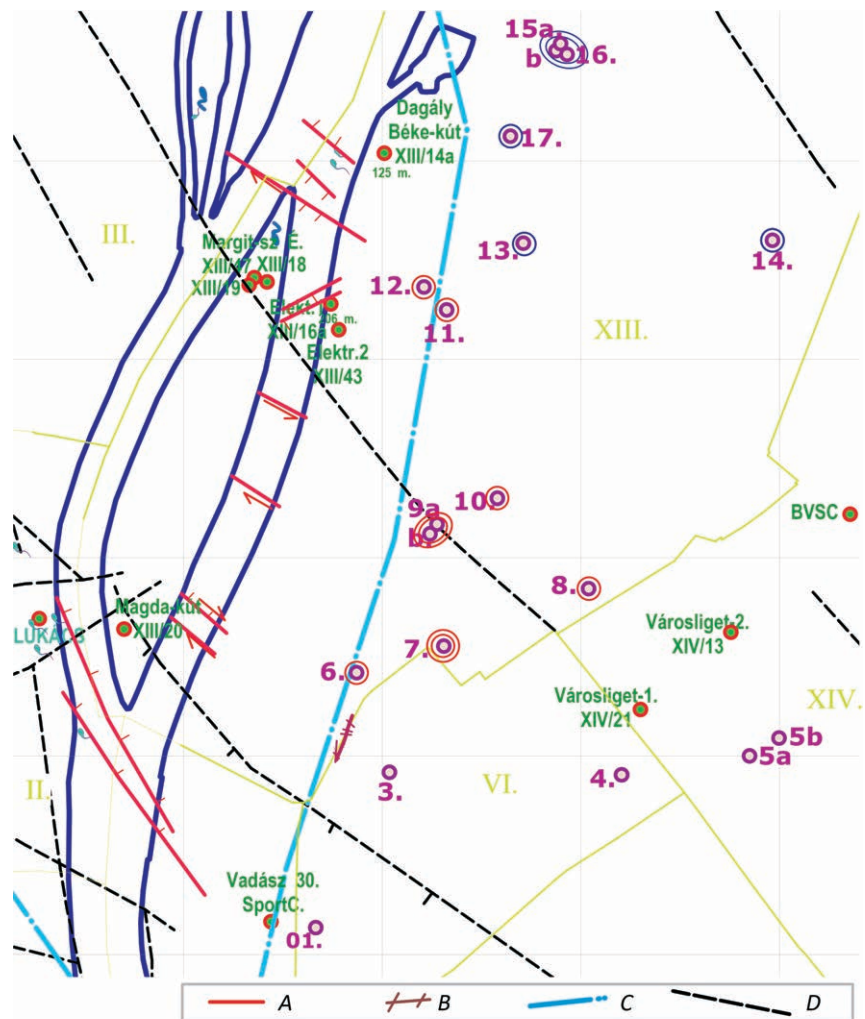
2) Valószínűbb magyarázat a talajrétegek városi hőszigetethatással összefüggő felfűtöttsége a Debrecenben BUDAY (2016) által kimutatott jelenségekhez hasonlóan. Eszerint a városi hősziget lefelé nemcsak a felső talajrétegekre hat, de Angyalföldön egészen 20–40 méteres mélységig lejut a város fűtőhatása, és ez okozza mért görbék alsó szakaszán észlelt látszólagos hőmérséklet-csökkenést. A konkrét görbék kevésbé támasztják alá ezt a magyarázatot, de sok esetben ez lehet a reális magyarázat negatív anomáliák észlelésekor.

3) Elvileg lehetséges, hogy az elmúlt kétszáz évben végzett városi feltöltések, mederrendezések alkalmával nagy mennyiségű szerves anyag jutott a kavicssterasz alatti mélyebb rétegekbe, esetleg egy nagy fajsúlyú, elfolyó vegyianyag töltötte ki a pórusok egy részét. Ennek hatására biogázképződés és ezzel járó hőtermelés indulhatott meg. Az előző pontban leírthoz hasonlóan itt is a felsőbb rétegek felfűtöttsége magyarázhatja az alsó szakaszok látszólagos hőfokcsökkenését. Nagy mélységű és nagyobb területű szemétfeltöltések a fővárosban nem itt, hanem Kőbányán ismertek – érdemes lehet az esetleges hőmérsékleti hatásukat is monitorozni.

A geotermikus adatok tektonikus értelmezése

A feltárások alapján érdemes átgondolni a belváros tektonikai értelmezését is. A 8. ábrán mutatjuk be a XIII. kerület tágabb környezetében ismert és feltételezett vetőszerkezeteket.

A Duna mai íves medrétől keletre, a Váci út alatt húzta meg a hegységperemi fő vetődés – azaz a Budai Termális Vonal – helyét a HAAS et al. (2010) által szerkesztett országos prekainozoos aljzattérkép. Az általuk feltételezett fő tektonikus törésszóna helye jól egyezik a legmagasabb észlelt hőmérsékletekkel. A Lehel téri geotermikus anomáliától kissé délre, a Balzac utca és a Váci út sarkánál a metró előzetes tervezésekor készült fúrások is több felszínközeli vető keresztezését tárták fel (BUBICS & VAJDA 1978). Az alaphegységből induló, de a fedőrétegekre még nagyobb mértékben kiterjedő tektonikus szerkezetek jelenlétét iga-



8. ábra. Ismert és korábban feltételezett szerkezeti elemek a vizsgált terület közelében

Jelmagyarázat: A = SZAFIÁN et al. (2003) által a Margitsziget körül kimért normálvetők és oldaleltolódások, B = BUBICS & VAJDA (1978) által kimutatott Balzac utcai vetők, C = HAAS et al. (2010) országos térképén feltételezett tektonikus törések, D = KISDINÉ BULLA et al. (1982) fedetlen térképén jelölt vetők

Figure 8. Known and previously assumed tectonic elements

Key: A = Faults documented from seismic measurements taken on the Danube by SZAFIÁN et al. (2003), B = Faults observed during underground planning (BUBICS & VAJDA 1978), C = Main faults based on the pre-cenozoic geological map of Hungary (HAAS et al. 2010), D = Faults shown on the 1:40.000 scaled Geological Map of Budapest (KISDINÉ BULLA et al. 1982)

III) A hazai szondatesztelési munkák ritkán veszik figyelembe a feltárt rétegsort, noha ez tudományosan is indokolható volna. A tesztelési és méretezési jegyzőkönyvekben minden esetben meg kellene adni a tesztelés napja és a lég-hőmérséklet mellett a fúrás készítés dátumát, a folyadékfeltöltés idejét és hőfokát, és a teszteléssel egyidőben a helyszínen végzett munkálatok leírását is.

IV) A geotermikus fúrások földtani értékelésének, rétegsorleírásának a hiánya földtudományi szempontból tragikus és ijesztő. Még a fővárosi, kiemelt fontosságú és közismerten bonyolult geológiai felépítésű területen készült nagyberuházások résztvevői sem szántak energiát és időt

földtani adatok begyűjtésére és arciválására, a családi házak hőszivattyúhoz készülő kis fúrási projekteknél így ezt még nehezebb elvárni. A kialakult rossz kivitelezési gyakorlat is bizonyosan megváltoztatható, ha a szabályozások motiválnák a kivitelezőket a környezeti adatok begyűjtésére és leadására, kutatók bevonására.

A geotermikus fejlesztéseknek köszönhetően az utóbbi években folyamatosan új földtani eredmények születnek Budapesten. Jelen cikkünk a földtani szempontból legelnyagoltabb geotermikus szondafúrásokra fókuszált. A későbbiekben mindezt az új hévízkutak és fúrások földtani adatainak a szintetizálásával tervezzük folytatni.

Irodalom – References

- BÖCKER T. 1967: A budapesti hévízkutak összefüggése. – *Vízügyi Közlemények* **49/2**, 365–389.
- BUBICS I. & VAJDA P. 1978: A Marx tér és Élmunkás tér közötti Metró vonalszakasz építésföldtani, mérnökgeológiai ismertetése. – *Mérnökgeológiai Szemle* **20**, 43–58.
- BUDAY T. 2016: A városi felszín alatti hőtöbblet hatása a geotermikus hőszivattyúk működésére. – In: LÁZÁR I. (szerk.): *Környezet és energia a mindennapokban*. MTA DAB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen, 127–132.
- HAAS J., BUDAI T., CSONTOS L., FODOR L. & KONRÁD GY. (szerk.) 2010: *Magyarország pre-kainozoos földtani térképe M=1:500 000*. – Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- KISDINÉ BULLA J., RAINCSÁKNÉ KOSÁRY ZS. & SZABÓNÉ DRUNINA M. 1982: *Budapest építésföldtani térképsorozata. – Fedetlen földtani térkép M=1:40 000*. – Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- MÁDLNÉ SZÖNYI J. 2021: Felszín alatti vízáramlások mintázata fedetlen és kapcsolódó fedett karbonátos víztartó rendszerekben, a Budai termálkarszt tágabb környezetének példáján. – *Kézirat, MTA doktori értekezés* (<http://real-d.mtak.hu/1317/>)
- LORBERER, Á. F. 2019: Geothermal exploration borehole report and design suggestions for the CP3 office building located in Budapest, between the Váci, Frangepán and Lomb streets. – *Manuscript*, Project-report Bánáti-Hartvig Építésziroda, Földtudományi Tervező Kft., 8 p.
- LORBERER Á. & LORBERER Á. F. 2003: Hévízföldtani-rezervoármekanikai szakvélemény a Duna Pláza (Bp. XIII. Meder u.) geotermikus energiahasznosítási lehetőségeiről. – *Kézirat*, 12 p.
- LORBERER Á. F. & TÓTH L. 2021: Geotermikus anomáliák Újlipótváros és Angyalföld alatt geotermikus hőszivattyús fúrások alapján. – *Magyar Geotermális Egyesület Földhő hírlevél*, 2021/4.
- LORBERER Á. F. & TÓTH T. 2019: A fővárosi Fürdő-sziget és hőforrásainak hasznosítása. – *Hidrológiai Közlöny* **97/1**, 59–66.
- MARTON B., TÓTH L. & ÁDÁM B. 2005–2022: Jelentés geotermikus próbafúrás és szondateszt elvégzéséről. (*kézirat több helyszínről*)
- POYANMEHR, Z. & TÓTH, GY. 2013: Conceptualization and implementation of a groundwater flow model for the Buda thermal-karst system, Hungary. – *Central European Geology* **56/4**, 359–380. <https://doi.org/10.1556/CEuGeol.56.2013.4.4>
- SCHEUER GY. & SZLABÓCZKY P. 1984: Új szökevény hőforrások a pesti oldalon. – *Hidrológiai Tájékoztató* **1984. október**, 23–25.
- SCHWEITZER F. 2011: Aquincum római kori környezetének hidrográfiai viszonyai. – http://www.mtafk.hu/konyvtar/kiadv/Schweitzer/5_Aquincum.pdf
- SZAFIÁN P., TÓTH T. & DÖVÉNYI P. 1996: A margitszigeti pesti Duna-ág tektonikai vizsgálata többcsatornás vízi szeizmikus szelvények segítségével. – *Kézirat*, KöDuVizIlg, BGyH Zrt., Geomega Kft., 8 p.
- TÓTH A. (főszerk.), TÓTH GY., LORBERER Á. F., KERÉKGYÁRTÓ T., MÁRTON B., ÁDÁM B., NYIKOS I., OROSZ I., PETŐ Z., TEREMY V. & ALBRECHT U. 2020: *Geotermikus Budapest kézikönyv*. – A Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal kiadványa, Budapest, 125 p. (<http://www.mekh.hu/geotermikus-budapest>)
- TÓTH L. 2016–2021: Geotermikus szondateszt és hőszivattyús szondafúrás-rendszer méretezés – beszámoló a XIV. kerületben a Gizella utcai konzulátusnál és a városligeti Magyar Zene házában, a XIII. kerületi Lehel u. 9. és Viktor Hugo u. 1., a VI. kerületben a Ferdinánd híd mellé tervezett cirkusz és az V. kerületi Szervita téren végzett mérésekről. – *Kéziratos projektjelentések*.
- TÓTH L., BÖJTE Á., MÁRKY GY. & NÉMETH I. 2006–2021: Szondateszt – Geothermal Response Test a talaj hővezető-képességnek a meghatározására a Zsinór és Jász utcák sarkán épülő 100 lakásos passzívház, a XIII. kerületi H₂O irodaház, a Párkány utcai CPI irodaház és a Dessewffy u. 14. c. hotel területéről. – *kéziratos projektjelentések*.
- Kézirat beérkezett: 2022. 08. 02.

A fénymikroszkóp rövid története és magyarországi használatának elterjedése a geológia területén

CSATH Béla

(sajtó alá rendezte JÓZSA Sándor)

History of using the optical microscope in Hungarian geology

Abstract

You can't know for sure who and when they made magnifying tools for the first time. But when people noticed and experienced the effects of such certain natural phenomena, and they were able to produce the right instrument, human curiosity about the wonders of infinitely large, distant, and infinitely small worlds, it has led to incredible technical progress in this area too. In the present work, we will outline this process until the end of the 1800s, started from the lenses made 4–5000 years ago of simple rock crystal, glass, or a container full of water, to the simpler, then more and more complex microscopes giving more beautiful image. Then we get to the penetration of polarization microscope and petrography, and the activities of greatest Hungarian geologists, Miksa Hantken, József Szabó and Vilmos Zsigmondy.

Keywords: *magnifying glass, microscope, petrography, thin section, József Szabó*

Összefoglalás

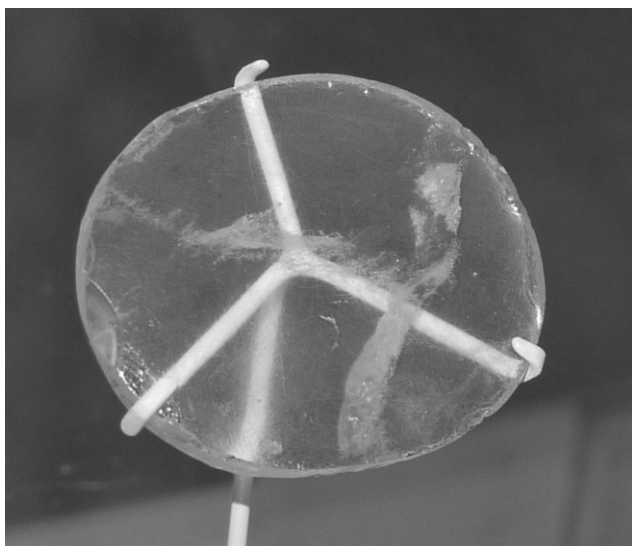
Nem tudjuk biztosan, hogy kik és mikor készítettek nagyításra alkalmas eszközöket először, de amikor észrevették az emberek egyes természeti jelenségek ilyen hatását, majd ezek mintájára a megfelelő eszközt elő is tudták állítani, a végtelenül nagy, távoli és végtelenül kicsi világok csodáira vonatkozó emberi kíváncsiság ezen a területen is hihetetlen technikai fejlődést eredményezett. Jelen munkában csak a közelmúltig, az 1800-as évek végéig vázolom fel ezt a folyamatot a 4–5000 évvel ezelőtti, egyszerű hegyikristályból, üvegből vagy vízzel teli edény segítségével készített lencsétől az egyszerűbb, majd egyre bonyolultabb és egyre szebb képet adó mikroszkópokig. Eljutunk a polarizációs mikroszkóp és a petrográfia térhódításához és a legnagyobb magyar geológusok, Hantken Miksa, Szabó József és Zsigmondy Vilmos mikroszkóppal kapcsolatos tevékenységéhez.

Tárgyszavak: *nagyítólencse, mikroszkóp, petrográfia, vékonycsiszolat, Szabó József*

Az első leletek és írásos emlékek

A fénymikroszkóp története a nagyításra alkalmas lencsék készítésével kezdődik. Az első ismert lencsét a Kr. e. 2620–2400 közötti időszakban Egyiptomban csiszolták, de a Mediterrán régióból, Peruból és Skandináviából is számos hasonló lelet került elő (pl. BARKER 1930; ENOCH 1998, 2000; GERHARD 2021; BARDELL 1986, 2004; SINES & SAKELLARAKIS 1987). Ilyen például az asszíriai Nimrud város egyik palotájának ásatásakor az Austen Henry Layard által 1850-ban talált, Nimrud lencse néven ismert hegyikristály lencse is (LAYARD 1853) (1. ábra).

Az első írásos emlékek az ókorból maradtak fenn. Például Seneca, a Római Birodalom filozófusa apró betűk vízzel töltött, üveg félgömbökkel történő olvasásáról ír (SENECA 65), de már jóval korábban, Arisztófanész Kr. e. 423-ban írt egyik vígjátékában is arról értesülünk, hogy kanóc meggyújtásához árusítanak nagyítólencsét (DOVER 1970, SEGAL & DOVER 1971). A ma is érvényes fénytan alapjait Abu Ali Muhammad ibn al-Haszan ibn al-Hajszam al-Baszri, ismertebb nevén Alhazen középkori arab fizikus és matematikus írta meg hétkötetes értekezésében 1021-ben (NASR 1968, BARDELL 2004, NADER EL-BIZRI 2005), amely az optikáról és más tudományterületekről szól. Ebben a műben többek



1. ábra. A British Múzeumban őrzött, kb. 2700 éves, 38 mm átmérőjű „Nimrud lencse” (http6)

Figure 1. The Nimrud lens on display in the British Museum (http6)

között a szem és az üveglencse működési elvét is részletezi (NADER EL-BIZRI 2005). Talán e művet is megismerve Roger Bacon angol ferences szerzetes és filozófus, az Oxfordi Egyetem előadója lencsákat készített, és a 13. század végén segített az első szemüveg kifejlesztésében. Tudományos munkásságát, többek között az optikával kapcsolatos ismereteit legnagyobb művében, az *Opus Majus*ban (Nagy Mű) foglalta össze (BACON 1267, BARDELL 2004).

Az első távcsövek és mikroszkópok

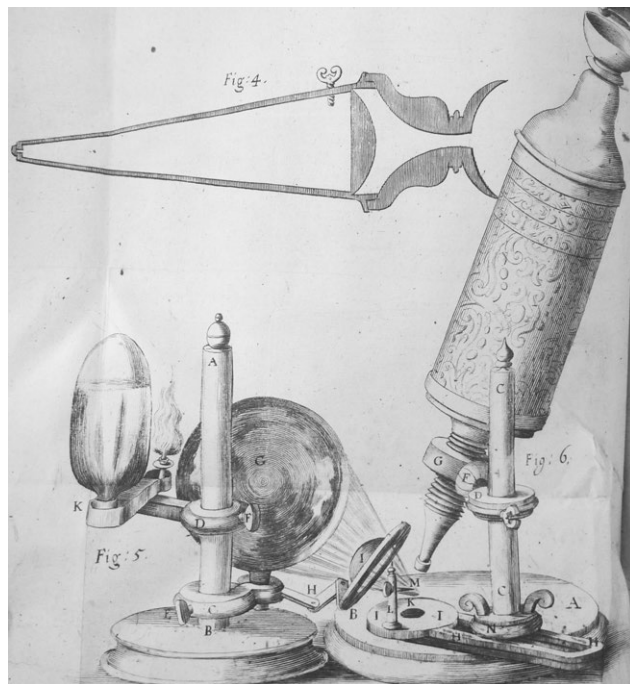
A mikroszkóp (górcső) és teleszkóp (távcső) történetének kezdete összefonódik. A legkorábbi ilyen eszköz készítője vitatott (BARTHA 1993). Az első távcsővel kapcsolatos írásos adat egy 1608-as szabadalmi beadvány, amelyet Hans Lippershey német-holland szemüvegcsiszoló nyújtott be (BARDELL 2004, KING 2003). Azonban sok kutató szerint nem őt, hanem a holland szemüvegkészítő Janssen család apa és fiú tagjait, Johannes (Hans) és Zacharias Janssent illeti az elsőség kb. 1595-ben (KALDERON 1983, KRISS & KRISS 1998, DAVIDSON 2009). Fennmaradt azonban egy olyan írás is, amelyben már Bacon utal arra, hogy optikai eszközzel távoli tárgyak közeleink látszódnak (BARTHA 1993).

Az első mikroszkóp készítőjének személye is vitatott. A 17. század első felétől többen, például a Janssen család is készített mikroszkópot (BRADBURY 1967, 1968; BALL 1966). Galileo Galilei az 1609-ben készült mikroszkópját ‘occholino’-nak nevezte, rovarokat is megfigyelt vele (BEDINI 1967), de őt – mint ismeretes – inkább a csillagok világa érdekelte (BALL 1966, BARDELL 2004). Cornelis Drebbel már az 1600-as évek elején üvegcsiszoló géppel készített lencsákat Nyugat- és Dél-Európában elterjedt mikroszkópjaihoz (SNELDERS 2004, BALL 1966). A mikroszkóp kifejezés a görög mikrosz (kicsiny) és szkopeó (figyel) szavak összetétele

(http1), elnevezése Johann (Giovanni) Fabertől, VIII. Orbán pápa orvosától származik 1625-ből (PURPLE 1973).

Az első klasszikus értekezés mikroszkóppal való vizsgálatokról az angol polihisztor tudós, Robert Hooke 1665-ben megjelent, *Micrographia* című munkája volt (PURPLE 1973, KALDERON 1983, BARDELL 2004). Ebben szerepel mikroszkópjának rajza is, amelyhez a fényt olajmécses szolgáltatja, amit egy vízzel teli, gömbölyű lombik és egy plánkonvex lencse gyűjtött egy pontba (2. ábra) (HOOKE 1665). Hooke kortársa, a holland amatőr zoológus, Antonie van Leeuwenhoek egy sokáig megfegtetlen módszerrel készített, különleges lencsével korszakában egyedülállóan nagy nagyítású (266-szoros), egylencsés, átvilágítás, rendkívül egyszerű mikroszkópot gyártott nagy mennyiségben (BOLT et al. 2018). Ezekkel korszakalkotó mikrobiológiai megfigyeléseket tett, de nem tudományos céllal (VAN ZUYLEN 1981, RADNAI 2011). Marcello Malpighi itáliai orvosprofesszor pedig a mikroszkóp segítségével értékes felismerésekhez jutott a biológia és anatómia területén (WEST 2013). Johan és Samuel von Musschenbroek nevéhez is több technikai újítás fűződik, az egyik a gömbcsuklókkal mozgatható mintatartó kar (BRADBURY 1967, 1968). John Cuff pedig 1730 és 1745 között megépítette kora legnépszerűbb, stabil talapzattal rendelkező mikroszkópjait (HANSEN et al. 1974).

1846-ban Matthias Schleiden kutató meggyőzte Carl Zeiss jénai vállalkozót a mikroszkóp technológiájának továbbfejlesztéséről. Zeiss szerződtette a fiatal Ernst Abbé kutatót, akinek működése nagy ugrást jelentett a mikroszkóp teljesítőképességében (3. ábra). Így Zeiss mikroszkópgyártó műhelyével született meg a későbbi Zeiss Optikai Művek (WIMMER 2017, GERHARD 2021; http3).



2. ábra. Robert Hook mikroszkópja (http7)

Figure 2. Robert Hooke's microscope. From Scheme I. of his *Micrographia* (1665) (http7)



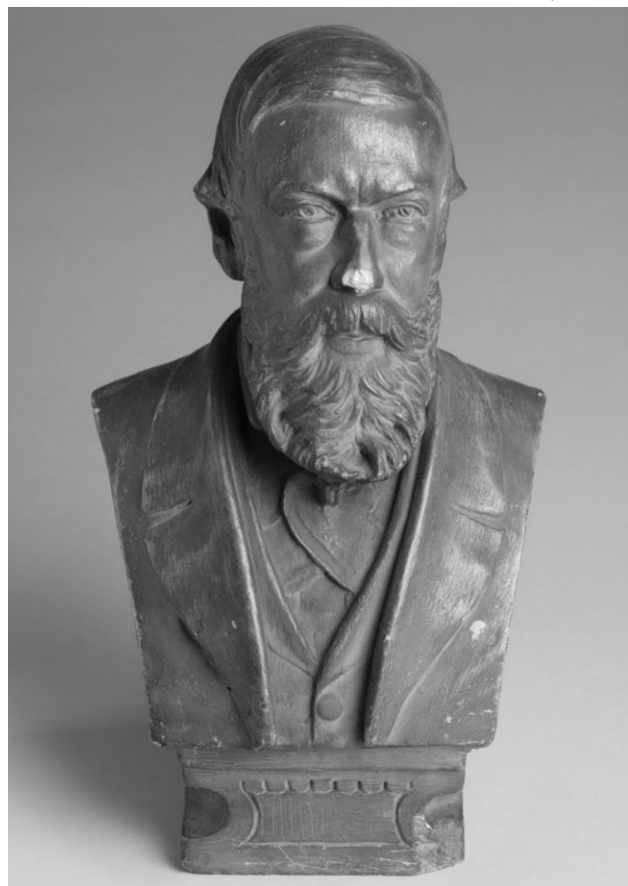
3. ábra. Az 1875-ös Zeiss mikroszkóp (balra) (<http8>) és Ernst ABBE (jobbra) (<http9>)
 Figure 3. Zeiss microscope from 1875 (left) (<http8>) and Ernst ABBE (right) (<http9>)

Vékony fametszeteket mikroszkópi vizsgálathoz már az 1700-as évek vége felé készítettek (HILL 1770), ásványmetszetek korai, akár 1819 előtti készítéséről William Nicol skót geológus és fizikus, a Nicol-prizma feltalálója tudósít (NICOL 1834). Cikkében megemlíti, hogy a vékonycsiszolat készítésének módszerét George Sandersontól tanulta (FALCON-LANG & DIGRIUS 2014). Elsőként Nicol készített fosszíliaiból vékonycsiszolatot, és ő alkalmazott vizsgálatukhoz polarizált fénnel működő, átvilágító mikroszkópot (uott). Kőzetminták vékonycsiszolatos vizsgálati módszeréről először Henry Clifton Sorby értekezik (SORBY 1851, Judd 1908). Az ő kutatásait David Forbes kémikus és mineralógus támogatta és védte meg személyét az új módszer ellenlábasaival szemben (WORLEY 2009, FALCON-LANG & DIGRIUS 2014, FORBES 1867, KERBEY 2013, PETERSON 2009). Nem sokkal később ez a módszer elindult hódító útjára (MIDDLETON 2003, <http2>).

Szabó József és a mikroszkóp

Selmezbányai akadémiai tanulmányai után Szabó József 1846-ban kezdte meg hivatalos működését. 1848-ban, egy sikertelen tanszéki pályázatot követően Kossuth Lajos pénzügyminisztériumának bányászati osztályán segédfogalmazó, majd salétromfelügyelő lett. A szabadságharc után, 1850–1855 között a Pesti Tudományegyetem Ásványtani Tanszékén helyettes tanár, majd 1855-től először a Budai Állami Főreál Iskola, később, 1858-tól a Pesti Kereskedelmi Akadémia tanára lett (KOCH 1895, BRICHT 1896, VADÁSZ 1970, PAPP & BUDA 2003).

1858-ig a magyar geológusok kutatásaikat, közetani tanulmányaikat – akárcsak Szabó – makroszkóposan, azaz szabad szemmel vagy egyszerű kézi nagyítóval, azaz lúppal végezték. Így tett Hantken Miksa és Szabó József is, amikor bejárták a baróti Ördögkő környékét, és kőületeket gyűjtöttek. Szabó tudta, hogy Hantken Dorogon dolgozik, erről Hantken 1871-es könyvéből értesülünk (HANTKEN 1871). A mikroszkópos vizsgálat lehetősége 1859-ben merült fel, amikor Szabó tudomást szerzett arról, hogy Angliában, Sheffieldben egy gazdag szerszámkészítő iparos fia, Sorby (4. ábra) már jó egy évtizede alkalmazza a mikroszkópot vékony lemezekre csiszolt drágakövek és kőzetek vizsgálatához (JUDD 1908, WORLEY 2009, FALCON-LANG & DIGRIUS 2014).



4. ábra. Henry Clifton Sorby portréja (<http10>)
 Figure 4. Portrait of Henry Clifton Sorby (<http10>)

A mikroszkóp használatának elterjedése hazánkban és Európában

1852-től Hantken Miksa bányatisztet a dorogi bányászatonál alkalmazták. Itt találkozott Zsigmondy Vilmosmal, volt selmecbányai akadémiai társával, aki a gr. Sándor Móric tulajdonában lévő annavölgyi szénbánya vezetője volt. Hantken felismerte, hogy a vetődéssel zavart széntelep folytatását csak akkor találhatja meg, ha a vidék földtani viszonyait részletesebben analizálja. Ez indította a széntelepek azonosítására felhasználható puhatestűek és foraminiferák tanulmányozására (HANTKEN 1871). Kezdetben valószínűleg nem használt még mikroszkópot, de nem sokkal később már rendszeresen dolgozott vele, többek között az alábbi idézetek tanúsága szerint, amelyek foraminiferák határozásáról szólnak: 1. „... de még is a legnagyobb részhez górcső szükségeltetik.” (HANTKEN 1861), 2. „... azoknak legnagyobb részét csak a microscop segítségével észlelhetni.” (HANTKEN 1867), 3. „... igen kicsinyek s ennél fogva csak tetemes nagyítás mellett kivehetők...” (HANTKEN, 1868), 4. „Ezen 13 foraminifera ... is kivehető... úgy hogy górcső nélkül is a legtöbb esetben meg lehet határozni...” (HANTKEN 1868). Hantken felfedezte a foraminiferák szintjelző szerepét, és a tudomány ezen területén világhírű szaktekinetllyé vált (DERSZIB 1962).

A szakirodalomból ismeretes az a vélemény – melyet az idősebb generációtól vettek át az utódok – hogy „Hantken kutatásait Szabó József is felkarolta és 1858-ban mikroszkópot is kapott tőle” (MAJZON 1962). Ezt a tényt maga Hantken közölte 1871-ben megjelent könyvében (HANTKEN 1871, PAPP & BUDA 2003) az alábbiak szerint: „Mind ezek a vizsgálatok 1858 és 1859-ben történtek meg és csak azáltal lettek lehetségesek, hogy Szabó József akkoriban a pesti kereskedelmi akadémia igazgatója (akkor még csak tanára, 1859/60-ban társigazgatója, 1860-tól igazgatója: a szerző [KOCH 1895]), ki a legnagyobb figyelemmel kísérte vizsgálódásaim eredményét, egy górcső megszerzéséről gondoskodott, melyet rendelkezésemre bocsátott.” Sajnos az utódok közül senki nem nézett utána az események pontosításának. Ugyanis Szabó József 1858-ban, mikor már a Budai Állami Főreáliskola és a Pesti Kereskedelmi Akadémia rendes tanára volt, értesülhetett Sorby működéséről (VENDL 1926) és az általa használt mikroszkópról. Végül Hantken szerint a fentebb említett vizsgálatokra az 1858–1859. évben került sor, s ha kapott volna is mikroszkópot Szabótól, akkor sem használhatta volna sokáig, mert Hantken 1858-ban hagyta el a dorogi szénmedencét. Számos cikkből (VADÁSZ 1970, DERSZIB 1962, INKEY 1895) van tudomásunk arról, hogy Hantken 1858-ban Dorogról Pestre kerülve a Duna jobb parti zugában elterülő hegység földtani felvételével és őslénytani kutatásokkal foglalkozott. Meg kell azonban azt is jegyezni, hogy Hantken szoros együttműködésben dolgozott Victor Leopold von Zepharovich osztrák geológussal, és közös munkájukban említik, hogy M. Obermayer Thomas-roithból származó mintáit mikroszkópi vizsgálathoz készítették elő (HANTKEN 1853).

Szabó József kezdettől fogva figyelemmel kísérte ezeket a vizsgálati módszereket. Erre utal későbbi levelezésének

tanúsága is. SZÁDECZKY-KARDOSS (1961) erről így ír: „Sorby 1862-ben rajnai utazása közben megismerkedik a porosz bányaiskola nemrég végzett tanítványával, Zirkellel, akinek sokat beszél a mikroszkóp ásványtani alkalmazásáról, és megmutatja néhány magával hozott csiszolatát; elmagyarázva annak készítési módját. [...] Ettől kezdve a kőzetleírásban Zirkel a mikroszkópot rendszeresen alkalmazza...”. Abban az évben Zirkel Bécsbe ment, ahol a Birodalmi Geológiai Intézet kémiai laboratóriumában Hauer Károly mellett dolgozott (WALSH & DAMOMMIO 2013, http2).

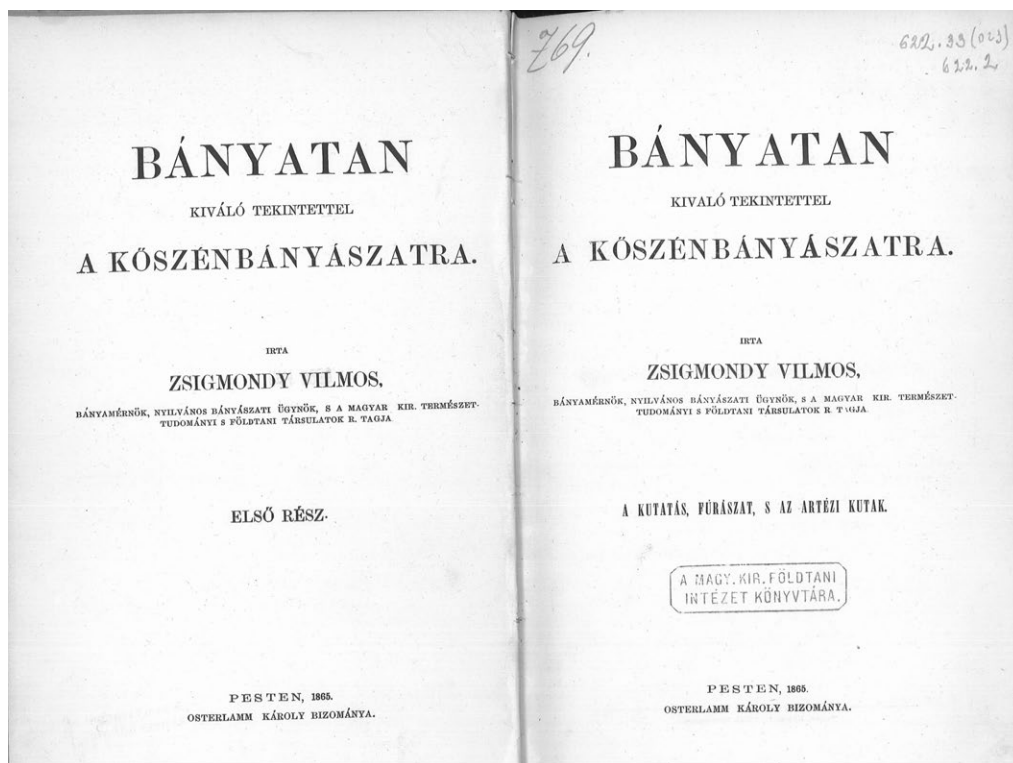
A mikroszkópos vizsgálatokat többek között Ferdinand Zirkel (5. ábra) fejlesztette tovább (ZIRKEL 1866), aki ebben az időszakban a Lembergi Egyetem professzora volt (EBERSPACHER et al. 2015, http2, http5). 1863-ban Szabó József ismereteinek és céljainak megfelelően kezdte meg a legkorábbi kutatási módszerek alkalmazását és fejlesztését. Szabó az elsők között ismerte fel a mikroszkópia jelentőségét a kőzethatározásokban (Szádeczky-Kardoss 1961). A hazai szakirodalomban a „górcső” elnevezéssel legkorábban Hantken több művében (lásd fent HANTKEN 1861, 1868) és Zsigmondy 1865-ben megjelent *Bányatanában* találkozunk (6. ábra), amidőn így ír: „A fúrvég kőzetének – onnan nyert szilárd darabok alapjani – meghatározása kevés nehézséggel jár, míg ellenben annak iszapja utáni megállapítása a legóvatosabb eljárást kívánja meg. Vegytani segéd-eszközökön kívül mindég a górcső is alkalmazandó...” (ZSIGMONDY 1865).

Szabó József Zirkel mellett tudomást szerzett mindazokról, akik a mikroszkópnak, mint az új módszer alkalmazásának művelői voltak. Ilyen volt például Zirkel sógora,



5. ábra. Ferdinand Zirkel professzor (http11)

Figure 5. Professor Ferdinand Zirkel (http11)



6. ábra. Zsigmondy *Bányatan, kiváló tekintettel a kőszénbányászatra* c. könyvének címlapja

Figure 6. Title page of the book Zsigmondy (1865)

Hans Vogelsang tanár Hollandiában, aki a közettenban a górcső hármass feladatát – KOCH (1870) munkájából szó szerint idézve – az alábbiak szerint definiálta: „A górcsővi közetten földadata lényegben véve kettős: először, az egyes elegyrészek pontosabb megismerése és jelénnyezése (Charakteristik), és másodszor, a közettek górcsővi szerkezetének, azaz, az elegyrészek egymás iránt való viszonylagos elhelyezésének kipuhatólása. Ennek nyomán következtenni lehet: először, az egyes összetevő ásványok kiképződésmódjára és azon másodlagos változásokra, melyeknek alávetve voltak; másodszor, az elegyrészek együttes kiképződésére (paragenesis); harmadszor, a közettömeg alaki és anyagi képződésmódjára.”

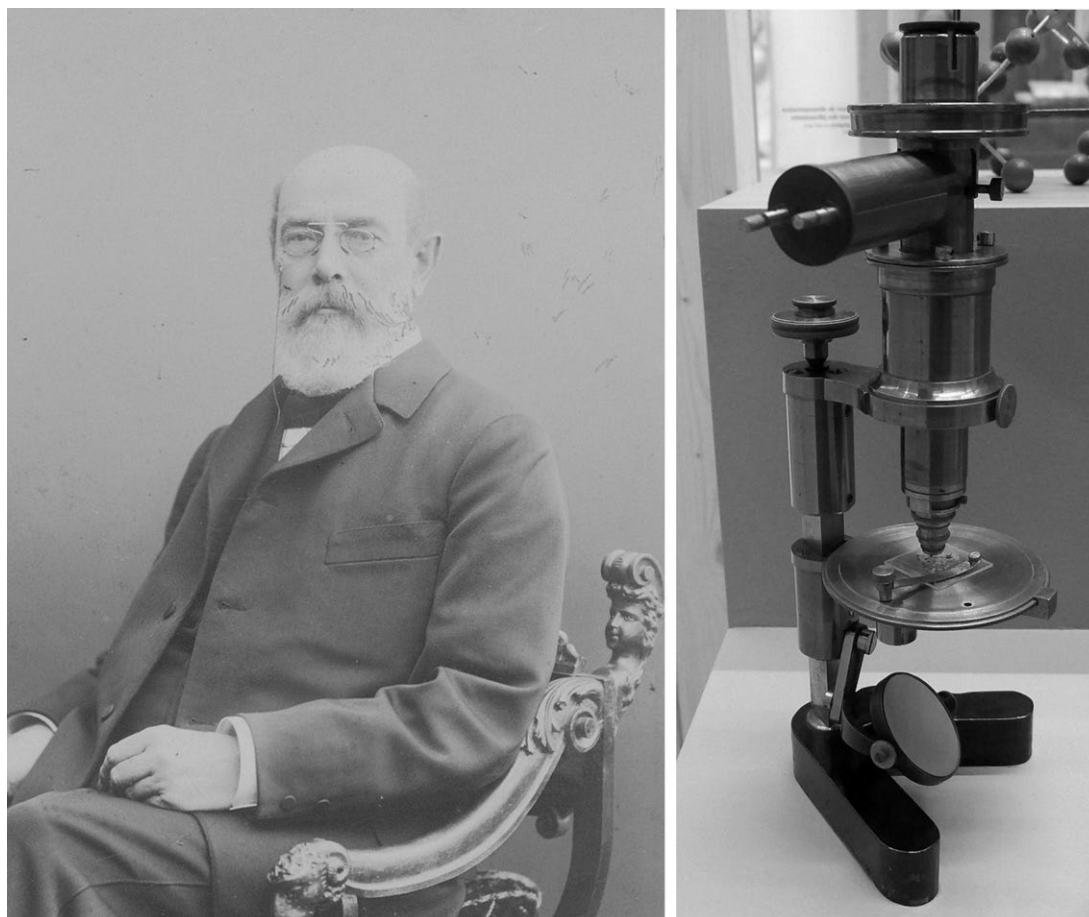
Vogelsangon kívül Freiburgban, a badeni nagyhercegségben élő Heinrich Fischer egyetemi tanár szintén az első művelők közé tartozott. 1868 és 1873 között jelentette meg eredményeit *Kritische mikroskopisch-mineralogische Studien* című kötetiben (pl. FISCHER 1869). Szabó hozzá fordult levélben és kérte, hogy közölje vele eljárását. Hosszú válaszában Fischer nemcsak részletesen leírta a mikroszkóp használatát, hanem rajzokkal is ellátta a vékonycsiszolatok készítésének és vizsgálatának módját. Feltehető, hogy Szabó megszerezte az említett Fischer-kiadványokat. Fischer levele alapján Szabó így írt: „... rám nézve emlékezetes az okirat, mert annak alapján lett az új módszer ápolása megindítva a vezetésem alatt álló ásvány- és közetten egyetemi intézetben, s azóta itt is megvan a tudomány előbbre vitelére szolgáló munkálkodás honosítva ...” (SZABÓ 1881). Ez alapján megállapíthatjuk, hogy a közetelemek csiszolását és mikroszkópi vizsgálatát nemcsak maga sajátította el, ha-

nem egyetemi oktatás tárgyává is tette.

Szabó József az általa használt hagyományos (Bunsen-féle) mód szer alkalmazása (Szádeczky-Kardoss 1961) mellett nem hanyagolta el a közetmikroszkópiát, de azt sem, hogy ennek elterjedéséről rendszeresen tájékoztasson. Igyekezett megszerezni az irodalomban megjelenő eredményeket, a csiszolatok készítésének leírását, így Zirkel és Karl Heinrich Ferdinand Rosenbusch petrográfiai szakkönyveit is (JUDD 1914; ZIRKEL 1866; FISCHER, 1869; ROSENBUSCH, 1873, 1877) (7. ábra). Ám a könyvek nem voltak elégségesek a mikroszkópi ismeretek teljes elsajátításához, hiszen ehhez alkalmas csiszolatgyűjtemények és mikroszkópok is kellenek.

Heinrich Ludwig Fuess mechanikus és optikus vékonycsiszolatok gyártására vállalkozott, melyeket páratlan tökéletességgel dolgozott fel mikroszkópjával (EBERSPÄCHER et al. 2015). Fuess Szabót kérte fel egy magyarországi közetgyűjtemény összeállítására, melynek ő eleget is tett (SZABÓ 1876). Eközben Szabó a francia Ferdinand André Fouqué professzor és Auguste Michel-Lévy mérnök neveivel is megismerkedett. Érdeklődött a legújabb és legjobb mikroszkópokról, és igyekezett azokat a pénzügyi nehézségek ellenére is beszerezni.

Zsigmondy a városligeti fúrás befejezése után, 1878-ban adta ki a *A városligeti artézi kút Budapestén* című könyvét, amelyben a mikroszkóppal kapcsolatban közölte, hogy a városligeti fúrás alkalmával a föld mélyéről kikerült furadékanyagot maga vizsgálta. Ahogy írta: „... a fúróiszap naponra ki lett mosva, és ennek maradéka általam a górcső alatt meg lett vizsgálva a fúrás kezdetétől annak bevégeztéig” (ZSIGMONDY 1878). Honnan volt Zsigmondynak már 1868 novemberében – a fúrás megkezdésekor – mikroszkópja, és kitől kaphatta azt? A „bevégeztéig” kifejezés ellentmond Böckh János Zsigmondy-életrajzában: „... Ezt a műveletet (a górcsővezést) egészen 1876-ig végezte, mikor súlyos és fájdalmas szembaja bal szeme látásától meg nem fosztotta.” (BÖCKH 1890). Hogy Zsigmondy használta a mikroszkópot, bizonyítja a Magyarország és a Nagyvilág egyik újságírója, „Porzó” alias Ágai Rudolf, aki a fúrásnál található „földkéreg leletekről” így tájékoztatott: „David ur, a vállalatnak kilencz év óta ép oly képzett mint lelkes vezetője, egy szippa-



7. ábra. Karl Heinrich Rosenbusch geológus (balra) és mikroszkópja (jobbra) (http12)

Figure 7. Karl Heinrich Rosenbusch geologist (left) and his microscope (right) (http12)

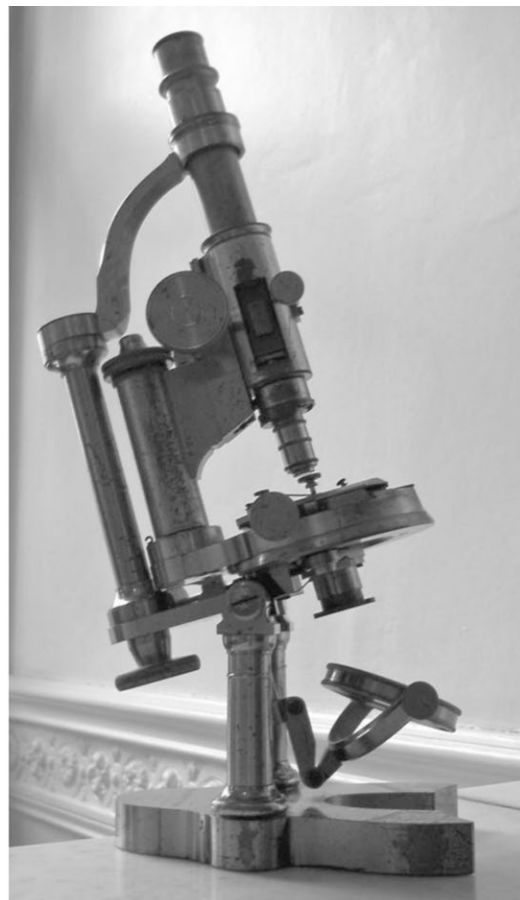
natnyi fővenyt illeszt az objectiv lencséje alá, s ha a felső végén (ocular) benézesz...kagylók halmazát látod, szép rovátkos külsővel...Minden egyes forduló (egy fűrőrúd hossza [a szerző]) ásatagjából legott egy maréknyit tettek fére, hogy belőle meghatározzák, a mélységes talajnak milyen volt a faunája és flórája, állat- és növény-élete akkor, amidőn e mikroszkopikus állatkákat és növénykéket még a nap sütötte, a levegő legyezte s a tenger himbálta. ” (ÁGAI 1878).

A mikroszkópot, mint láttuk, először leginkább biológiai megfigyelésekhez alkalmazták, a kőzetek tanulmányozásához célirányosan továbbfejlesztett berendezésekre volt szükség. Sokan ezért tovább változtattak az eszközön. Ezt elsőként 1876-ban Ludwig Rudolf Fuess tette meg Rosenbusch tanár terve alapján (http4). A Fuess-féle javítások során felmerült hibák kiigazítása a párizsi Alfred Nachet optikusra várt, aki apja műhelyében vált szakemberré, és annak támogatásával dolgozta ki mikroszkópiai elképzeléseit. Számos szabadalom után, 1870 végén Nachet egy újfajta polarizáló mikroszkópot tervezett (MEEUSEN 2008). Szabó József az 1878. évi párizsi világkiállításon ismerkedett meg Nachettel, és előzetes megbeszélések után egy mikroszkópot rendelt tőle – talán olyat, amilyen itt látható (8. ábra). Ez a továbbfejlesztett eszköz 1879 nyarán készült el, és maga Nachet akarta elvinni Szabó Józsefnek. Karlsruheig jutott, de onnan „visszatelegrafál-

ták”, így levél kíséretében küldte el a mikroszkópot (SZABÓ 1881).

Szabó József 1880. január 21-én előadást tartott a Természettudományi Társulat estjén *A mikroszkóp a geológiában* címmel. Röviden körvonalazta a mikroszkóp jelentőségét, és ismertette, hogy minden összetett kristályos kőzet behatóbb tanulmányozására alkalmas, de használható egyszerű kőzeteknél is. Felhívta a figyelmet, hogy a mikroszkópot alkalmazzák már Németország mellett Franciaországban is. Megemlítette, hogy ugyanazon évben jelent meg egy fontos tanulmány dr. Thanhoffer Lajos orvos, egyetemi tanártól *A mikroszkóp alkalmazása* címmel, melyet az általános szövettani technika vezérfonalának szántak orvosok és egyetemi hallgatók használatára (THANHOFFER 1880). Mindezekről Szabó az 1881-ben, *A mikroszkóp a geológiában* címmel megjelent munkájában írt. Zárószavában így foglalta össze céljait: „...a tudománybarátoknak be akartam mutatni egy olyan nemét a szellemi foglalkozásnak, mely akár barátcellában, vagy pusztá magányban is gyakorolható” (SZABÓ 1881).

Szabó József az 1882. márciusi válaszmányi ülésen bemutatott két új mikroszkópot. Az egyik Reichert bécsi optikus gyárából származott, a másik görcső a Nachet-től kapott volt. Részletesen ismertette a két eszköz szerkezeti felépítését, és közölte az árakat is. Az első 220 ft., a

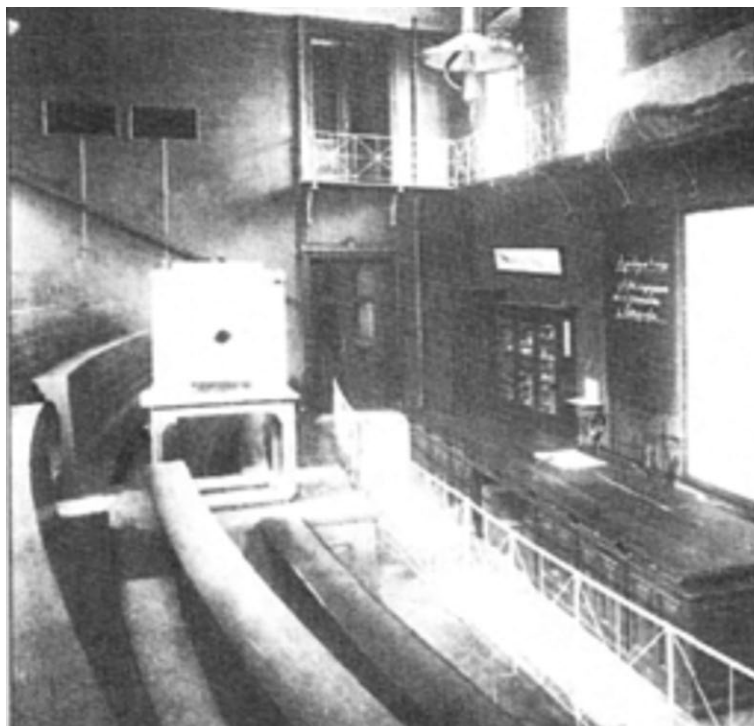


8. ábra. Alfred Nachet optikus balra és polarizáló mikroszkópja jobbra

Figure 8. Alfred Nachet optics (left) (<http13>) and his polarized optical microscope (right) (<http14>)

második 1200 frank volt. Szabó a tanszék fejlesztése céljából – amikor 1886-ban már átköltöztek a Múzeum körüti új, az ún. természettudományi épületbe – számos laboratóriumot rendezett be. Így hat szobában többek között mikroszkópi vizsgálatok is folytak. Az intézet korszerű műszereket vásárolt, 1886-ban 11 db. Leitz-féle polarizációs mikroszkóppal rendelkezett a tanszék, és ezeken történt az ásványtani–kőzettani gyakorlatok oktatása. Előadásai során 1889-től a maga korában csúcstechnológiát képviselő demonstrációs berendezést, egy akkumulátoros, ívfényes, kivetítő mikroszkópot is alkalmazott (9. ábra).

Szabó József a 19. század magyar földtudományának egyik legelső külföldön is elismert geológus-természettudósa, a hegységek, kőzetek és ásványok hivatott kutatója volt. Nagy felkészültsége tette lehetővé, hogy munkái a földtani vizsgálat korszerű módszereinek és eszközeinek ismerete és alkalmazása által hazai és külföldi viszonylatban is úttörők voltak (SZÁDECZKY-KARDOSS 1961, HÁLA & ROMSICS 2003).



9. ábra. Az akkumulátoros, ívfényes, kivetítő mikroszkóp

Figure 9. Projection microscope illuminated by a battery-operated arc lamp

Irodalom – References

- ÁGAI R. („Porzó”) 1878: Karlsbad Budapest. – *Magyarország és a Nagyvilág* (1878. V. 28.) **21**, 330–331.
- BACON, R. 1267: *Opus Majus*. – angol fordítása: BURKE, R. B. 1962, Russell and Russell, New York, 574 p.
- BALL, C. S. 1966: The Early History of the Compound Microscope. – *Bios* **37/2**, 51–60.
- BARDELL, D. 1986: The first practical application of optical magnification. – *The Physics Teacher* **24**, p. 202. <https://doi.org/10.1119/1.2341984>
- BARDELL, D. 2004: The Invention of the Microscope. – *Bios* **75/2**, 78–84. <https://www.jstor.org/stable/4608700>
- BARKER, W. B. 1930: Lens work of the ancients II: The Nineveh lens. – *British Journal of Physiological Optics* **4**, 4–6.
- BARTHA L. ifj. 1993: Csillagászat történet. Ki készítette az első távcsövet? – *Meteor* **1993/3**, 39–43.
- BEDINI, S. A. 1967: The instruments of Galileo Galilei. – In: McMULLIN, E. (ed.): *Galileo, man of science*. Basic Books, New York, 257–292.
- BOLT, M., COCQUYT, T. & KOREY, M. 2018: Johannes Hudde and His Flameworked Microscope Lenses. – *Journal of Glass Studies*, **60**, 207–222. <https://www.jstor.org/stable/26678014>
- BÖCKH J. 1890: Zsigmondy Vilmos (1821–1888). – *Földtani Közöny* **22/8–10**, 257–366.
- BRADBURY, S. 1967: *The Evolution of the Microscope*. – Pergamon Press, Oxford, New York, 357 p.
- BRADBURY, S. 1968: *The microscope: past and present*. – Pergamon Press Oxford, New York, 272 p.
- BRICHT L. 1896: *A Budapesti Kereskedelmi Akadémia története alapításától 1895-ig*. – Singer és Wolfner könyvkereskedők bizománya, Budapest, 305. p. <https://mek.oszk.hu/15300/15351/15351.pdf>
- DAVIDSON, M. 2009: Pioneers in Optics: Zacharias Janssen and Johannes Kepler. – *Microscopy Today* **17/6**, 44–47. <https://doi.org/10.1017/S1551929509991052>
- DERSZIB J. 1962: Megemlékezés Hantken Miksáról. – *Bányászati Lapok* **1962/7**, 489–493.
- DOVER, K. J. 1970: *Aristophanes: Clouds*. – Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/actrade/9780198143956.book.1>
- ENOCH, J. M. 1998: Ancient lenses in art and sculpture and the objects viewed through them, dating back 4500 years. – In: ROGOWITZ, B. & PAPPAS, T. (eds): *Human Vision and Electronic Imaging III*, San Jose, CA, Proceedings SPIE 3299, 424–430.
- ENOCH, J. M. 2000: In Search of the Earliest Known Lenses (Dating Back 4500 Years). – In: FOTAKIS, C., PAPAZOGLU, T. G. & KALPOUZOS, C. (eds): *Optics and Lasers in Biomedicine and Culture. Series of the International Society on Optics Within Life Sciences*. **5**, Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-56965-4_1
- EBERSPÄCHER, S., LANGE, J.-M., ZAUN, J., KEHRER, C. & HEIDE, G. 2015: The Historical Collection of Rock Thin Sections at the Technische Universität Bergakademie Freiberg and Evaluation of Digitization Methods. – <https://www.researchgate.net/publication/273118591e> (elérés: 2023. 02. 27.)
- FALCON-LANG, H. J. & DIGRIUS, D. M. 2014: Paleobotany under microscope: history of the invention and widespread adoption of the petrographic thin section technique. – *Quekett Journal of Microscopy* **42**, 253–280.
- FISCHER, H. 1869: *Kritische mikroskopisch-mineralogische Studien*. – Universitäts-Buchhandlung von C. Troemer. Új kiadása: Nabu Press, Germany, 2010, 242 p.
- FORBES, D. 1867: *The Microscope in Geology*. – Popular Science Review, 355–368.
- GERHARD, C. 2021: On the History, Presence, and Future of Optics Manufacturing. – *Micromachines* **12**, p. 675. <https://doi.org/10.3390/mi12060675>
- HÁLA J. & ROMSICS I. (szerk.) 2003: „A legnagyobb magyar geológus”, Szabó József emlékkönyv. – *Kalocsai Múzeumi Értekezések* **8**, 160 p.
- HANSEN, S., SCHRADER, W. A. Jr. & COWAN, W. R. 1974: *The Billings Microscope Collection of the Medical Museum Armed Forces Institute of Pathology*. – Armed Forces Institute of Pathology, Washington, 286 p.
- HANTKEN, M. 1853: Petrefacten aus den Graner Braunkohlen Gebilden. – In: VON ZEPHAROVICH, V. R. 1853: Verzeichniss der an die k. k. geologische Reichsanstalt gelagten Einsendungen von Mineralien, Gebirgsarten, Petrefacten u. s. w. – *Jahrbuch der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt, Wien* **IV/XII**, 403–405. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/191537>
- HANTKEN M. 1861: Geológiai tanulmányok Buda s Tata között. (Studia Geologica partis plágae Buda-Tataiensis). – *Mathematikai s Természettudományi Közlemények* **I**, 213–278.
- HANTKEN M. 1867: Az ipolysághi tályag microscopi faunája. – *A Magyarhoni Földtani Társulat munkálatai* **3**, 86–89.
- HANTKEN M. 1868: A kis-czelli tályag foraminiferái. – *A Magyarhoni Földtani Társulat munkálatai* **4**, 75–96.
- HANTKEN M. 1871: Az esztergomi barnaszénterület földtani viszonyai. – *M. Kir. Földtani Intézet Évkönyve* **I/1**, 3–140.
- HILL, J. 1770: *The Construction of Timber, from its early growth; Explained by Microscope, and proven from Experiments, in a great Variety of Kinds*. – Baldwin, London, 273 p.
- HOOKE, R. 1665: *Micrographia: or Some Physiological Descriptions of Minute Bodies Made by Magnifying Glasses. With Observations and Inquiries Thereupon*. – Martyn, and Ja. Allestry, London, Jo. 384 p.
- INKEY B. 1895: Szabó József emlékezete. – *Akadémiai Értesítő* **6/8**, 449–464.
- JUDD, J. 1908: I.—Henry Clifton Sorby, and the Birth of Microscopical Petrology. – *Geological Magazine*, **5(5)**, 193–204. <https://doi.org/10.1017/S0016756800121909>
- JUDD, J. W. 1914: Geheimrath Prof. Karl Harry Ferdinand Rosenbusch. – *Geological Magazine* **51**, 140–141.
- KALDERON, A. E. 1983: The evolution of microscope design from its invention to the present days. – *American Journal of Surgical Pathology* **7**, 95–102.
- KERBEY, H. C. 2013: David Forbes F.R.S. 1828–1876: a chemist and mineralogist who advocated for thin section microscopy. – *The Geological Curator* **9–10**, 515–527.
- KING, H. C. 2003: *The History of the Telescope*. – Courier Corporation, 246 p.
- KOCH A. 1870: A göröcső alkalmazása a közzetanban. – *Értekezések a Természettudományok köréből* **I/17**, 1–44.

- KOCH A. 1895: Szabó József (1822–1981). – *Földtani Közlöny* **25/9–10**, 273–302.
- KRISS, T. C. & KRISS, V. M. 1998: History of the Operating Microscope: From Magnifying Glass to Micro neurosurgery. – *Neurosurgery* **42/4**, 899–907. <https://doi.org/10.1097/00006123-199804000-00116>. PMID 9574655.
- LAYARD, A. H. 1853: *Discoveries in the ruins of Nineveh and Babylon: with travels in Armenia*. – G. P. Putnam and Co., 197–198
- MAJZON L. 1962: Hantken Miksa emlékezete. – *Földtani Közlöny* **92/3**, 258–267.
- MEEUSEN, J. 2008: In memoriam: Alfred Nachet (1831–1908). – https://www.meeusen.com/alfred_nachet/ (elérve: 2023. február 27.)
- MIDDLETON, G. V. 2003: Sir William Dawson: Early Contributions to Carbonate Petrology. – *Journal of Geoscience Education* **51/3**, 322–324. <https://doi.org/10.5408/1089-9995-51.3.322>
- NADER EL-BIZRI 2005: A philosophical perspective on Alhazen's optics. – *Arabic Sciences and Philosophy* **15**, 189–218. <https://doi.org/10.1017/S0957423905000172>
- NASR, S. H. 1968. *Science and civilization in Islam*. – Harvard University Press, Cambridge, 384 p.
- NICOL, W. 1834: Observation of on the structure of recent and fossil coniferae. – *Edinburgh New Philosophical Journal* **16**, 310–314.
- PAPP G. & BUDA GY. 2003: Szabó József ásványtani oktatói és kutatói munkássága. – In: HÁLA J. & ROMSICS I. (szerk.): „A legnagyobb magyar geológus” Szabó József – emlékkönyv. *Kalocsai Múzeumi Értekezések* **8**, p. 160.
- PETERSON, S. E. & BETANCOURT, P. P. 2009: *Thin-Section Petrography of Ceramic Materials* (Vol. 2). – INSTAP Academic Press. p. 27. <https://doi.org/10.2307/j.ctt3fgvbq>
- PURTLE, H. R. 1973: History of the microscope. – In: GRAY P. (ed.): *The Encyclopedia of Microscopy and Microtechnique*. New York, Van Nostrand Reinhold, 252–260.
- RADNAI Gy. 2011: A mikrovilág első felfedezői I. – *Fizikai Szemle* **2011/4**, 123–131.
- ROSENBUSCH, H. 1873: *Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien*. – E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch), Stuttgart, 398 p.
- ROSENBUSCH, H. 1877: *Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine, 4 Vols., Band II., Massige gesteine*. – E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch), Stuttgart, 398 p.
- SEGAL, C. & DOVER, K. J. 1971: Aristophanes, Clouds. – *American Journal of Philology* **92/1**, p. 100.
- SENECA, L. A. 65: *Naturales quaestiones*, 1.6.5–7. Angol fordítás: CORCORAN, T. H. 1971: Harvard University Press, Cambridge, 297 p.
- SINES, G. & SAKELLARAKIS, Y. A. 1987: Lenses in Antiquity. – *American Journal of Archaeology* **91/2**, 191–196.
- SNELDERS, H. A. M. 2004: Drebbel, Cornelis (1572–1633), inventor and mechanical engineer. – Oxford Dictionary of National Biography, 1–4. <https://www.oxforddnb.com/view/10.1093/ref:odnb/9780198614128.001.0001/odnb-9780198614128-e-8044> (letöltve: 2023. 02. 26.)
- SORBY, H. C. 1851: On the microscopical structure of the calcareous grit of the Yorkshire coast. – *Quarterly Journal of the Geological Society*, 1–6.
- SZABÓ J. 1876: Magyarország és Serbia néhány jellegzetes vulkáni kőzetének mikroskopi tanulmányozása. – *Földtani Közlöny* **6/1**, 1–15.
- SZABÓ J. 1881: A mikroszkóp a geológiában. – *Népszerű természettudományi előadások gyűjteménye* **4/29**, 189–222.
- SZÁDECZKY-KARDOSS E. 1961: Szabó József, az ásvány- és kőzettudós. – *Földtani Közlöny* **91/3**, 251–263.
- THANHOFFER L. 1880: *A mikroszkóp és alkalmazása*. – A szerző kiadása, Budapest, 370 p.
- VADÁSZ E. 1970: *Szabó József*. – Akadémiai Kiadó, Budapest.
- VAN HELDEN, A., DUPRÉ, S., VAN GENT, R. H. & ZUIDERVAART, H. J. (eds) 2011: The Origins of the Telescope. – *History of Science and Scholarship of the Netherlands* **12**, Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW), Amsterdam, University Press, 368 p.
- VENDL A. 1926: *A M. Tud. Akadémia tagjainak hatása az ásványtan és közzettan fejlődésére hazánkban*. – MTA kiadása, Budapest, 1–21.
- WALSH, K. & DAMOMMIO, A. 2013: History and recent developments in the visual presentation of optical microscopy. – <https://www.researchgate.net/publication/322103878> (elérve 2023. 02. 27.)
- WEST, J. B. 2013: Marcello Malpighi and the discovery of the pulmonary capillaries and alveoli. – *American Journal of Physiology. Lung Cellular and Molecular Physiology* **304/6**, 383–390. <https://doi.org/10.1152/ajplung.00016.2013>
- WIMMER, W. 2017: Carl Zeiss, Ernst Abbe, and Advances in the Light Microscope. – *Microscopy Today* **25/4**, 50–57. <https://doi.org/10.1017/S155192951700058X>
- WORLEY, N. 2009: Henry Clifton Sorby (1826–1908) and the development of thin section petrography in Sheffield. – In: QUINN, P. S. (ed.): *Interpreting Silent Artefacts*. Archeopress Archeology, Oxford, 1–9.
- ZIRKEL, F. 1866: *Lehrbuch der Petrographie*. – Új kiadása: Wentworth Press, Germany, 2018, 645 p.
- ZUYLEN, J. VAN 1981: The microscopes of Antoni van Leeuwenhoek. – *Journal of Microscopy* **121/3**, 309–328. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2818.1981.tb01227.x>.
- ZSIGMONDY V. 1865: *Bányatan, kiváló tekintettel a kőszénbányászatra*. – Budapest, 183 p.
- ZSIGMONDY V. 1878: *A városligeti artézi kút Budapesten*. – Légrády testvérek, Budapest.

Internetes hivatkozások

- http1: Magyar etimológiai szótár: <https://www.arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/Lexikonok-magyar-etimologiai-szotar-F14D3/>
- http2: Ferdinand Zirkel German geologist. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/biography/Ferdinand-Zirkel> (elérve: 2023. 02. 27.)
- http3: <https://www.zeiss.com/corporate/int/about-zeiss/history/technological-milestones/microscopy.html>
- http4: Karl Heinrich Ferdinand Rosenbusch. <https://www.britannica.com/biography/Karl-Heinrich-Ferdinand-Rosenbusch> (elérve: 2023. 02. 27.)

http5: Ferdinand Zirkel. – https://en.wikipedia.org/wiki/Ferdinand_Zirkel /1/ http3: A mikroszkóp története. <https://light-microscope.net/hu/a-mikroszkop-toertenete/> (elérve: 2023. 02. 27.)
http6: https://en.wikipedia.org/wiki/Nimrud_lens#/media/File:Nimrud_lens_British_Museum.jpg (elérve: 2023. 03. 05.)
http7: <https://scolarcadiff.files.wordpress.com/2012/08/p1190259-e1346165421961.jpg> (elérve: 2023. 03. 05.)
http8: (<https://www.cambridge.org/core/journals/microscopy-today/article/carl-zeiss-ernst-abbe-and-advances-in-the-light-microscope/AB7931A055A6AA1399E3DD731DDAC960>) (elérve: 2023. 03. 05.)
http9: <https://analyticalscience.wiley.com/doi/10.1002/was.0004000199> (elérve: 2023. 03. 05.)
http10: <https://artuk.org/discover/artworks/henry-clifton-sorby-18261908-lld-frs-259113> (elérve: 2023. 03. 05.)
http11: https://en.wikipedia.org/wiki/Ferdinand_Zirkel#/media/File:Ferdinand_Zirkel_1838-1912.jpg (elérve: 2023. 03. 05.)
http12: https://de.wikipedia.org/wiki/Karl_Heinrich_Rosenbusch (elérve: 2023. 03. 05.)
http13: https://www.meeusen.com/alfred_nachet/ (elérve: 2023. 03. 05.)
http14: https://www.mineralogy.eu/optical/microscopes/Nachet_nonumber.html

Kézirat beérkezett: 2020. 10. 12.

DR. KUTI LÁSZLÓ
1946–2022

Dr. Kuti László 1946. január 20-án született Szegeden. Ott érettségizett a Radnóti Miklós Gimnáziumban, majd a József Attila Tudományegyetemre járt, ahol 1969-ben földrajztanárként és geológusként végzett. 1977-ben doktorált.

Első és utolsó munkahelye a Földtani Intézet volt. Az Intézetben az elmúlt ötven évben mindenki ismerte őt. Tudományos segédmunkatársként kezdte a Síkvidéki Osztályon, ahol kezdetben a Nagyalföld és különösen a tájegység felszínét borító, illetve felszínközeli képződményeket vizsgálta előbb Rónai András tanítványaként, majd utódjaként. Kidolgozta a síkvidék térképezésének egységes, hálózatban telepített földtani sekélyfúrásokon alapuló módszertanát, és páratlan eredményként ezzel a módszerrel sikerült az Alföld teljes területét az egységesen szerkesztett térképekkel lefednie. Érdeklődése fokozatosan legnagyobb természeti kincsünk, a termőtalaj felé fordult, és ennek vizsgálatában különböző munkacsoportokban érte el korszakos eredményeit. Már kezdetben kedvenc témája volt és az is maradt a fiatal laza üledékekben mozgó talajvíz kémizmus, kölcsönhatása a befogadó üledékekkel. Kiemelten foglalkozott a szikesedés vizsgálatával. Szerzőtársaival kidolgozta az agrogeokémiai vizsgálatok egységes, úgynevezett BFK módszertanát. E két téma mintegy szintézisként ugyancsak munkatársaival tisztázta a Közép-Magyarországra jellemző talajmeszesedés okait, és leírták annak folyamatát. Kiemelten foglalkozott a környezet állapotváltozásainak geológiai vonatkozásaival (környezetbarát gazdálkodás, öko-geológia). Pályafutásának vége felé monográfiában foglalta össze agrogeológiai tapasztalatait; a könyvet főleg a hazánkhoz hasonló adottságú közép-ázsiai országokban fogadták pozitívan.

Közel 25 éven át volt vezető beosztásban. Előbb a Síkvidéki Osztály után újonnan alakult Agrogeológiai Osztályt, később a Környezetföldtani Főosztályt irányította. Aktív résztvevője volt a Földtani Intézet közösségi életének, 1985-től szakszervezeti titkár is volt.

Kutatótársaival elért eredményeit számos hazai és nemzetközi publikációban, valamint konferenciákon is ismertette.

Tagja volt a Magyarhoni Földtani Társulatnak (1966-tól), a Hidrológiai Társaságnak, a Talajtani Társaságnak és a Természettudományi Társulatnak.

2013-ban tudományos főmunkatársként helyezték nyugállományba, de kutatásait még évekig rendszeresen folytatta.

1984 óta tanította a főiskolásokat, egyetemistákat és doktoranduszokat a földtan tudományának különböző ágazataira Debrecenben, Szegeden, Miskolcon, Gödöllőn és Szombathelyen. Témavezetője volt számos szakdolgozatnak és doktori disszertációnak.



SZENTPÉTERY Ildikó, VATAI József, FÜGEDI Ubul

Kuti László összegyűjtött publikációinak jegyzéke**1975**

KUTI L. 1975: A dabasi kavicskutatás és verőszonda kísérletek eredményei. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1973. évről*, 233–250.

1976

KUTI L. 1976: A Duna-völgyi legfelső kavicsréteg kutatása az Izsáki térképlapon. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1974. évről*, 125–132.

1978

- RÓNAI A., BOCZÁN B., BOROS J., KÖRÖSSY L., KUTI L. & URBANCSEK J. (szerk.): *Hódmezővásárhely. – Az Alföld földtani atlasza 1: 200 000.* – Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- KUTI L. 1978: Talajvíztípusok a dabasi térképlapon. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1975. évről*, 127–136.
- MOLNÁR B. & KUTI L. 1978: A Kiskunsági Nemzeti Park III. sz. területén található Kis-réti-, Zabszék és Kelemenszék tavak keletkezése és limnogeológiai története. – *Hidrológiai Közöny* **58/5**, 216–228.
- MOLNÁR B. & KUTI L. 1978: A Kiskunsági Nemzeti Park III. sz. területén található Kis-réti-, Zabszék és Kelemenszék tavak környékének talajvízföldtani viszonyai. – *Hidrológiai Közöny* **58/8**, 347–355.

1979

- KUTI L. 1979: Az agrogeológiai problémák és a talajvíz kapcsolata az izsáki térképlap területén. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1975. évről*, 121–130.

1980

- RÓNAI A., BOCZÁN B., JÁNOS E., KÖRÖSSY L., KUCHEN Z., KUTI L., SZEPESHÁZY K. & URBANCSEK J. (szerk.): *Gyoma. – Az Alföld földtani atlasza 1: 200 000.* – Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.

1981

- KUTI L., KÖRÖSSY L. & SZEPESHÁZY K. 1981: *Kecskemét.* – *Az Alföld földtani atlasza 1: 200 000.* – Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.

1982

- FÜGEDI U. & KUTI L. 1982: Kísérleti mikroelem vizsgálatok a Mórahalom környéki talajokon. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1978. évről*, 93–102.

1983

- MOLNÁR B. & KUTI L. 1983: Az ágasegyházi és orgoványi tavak kialakulása és limnológiai fejlődése. – *Hidrológiai Közöny* **65/5**, 225–238.

1985

- MOLNÁR B. & KUTI L. 1983: A mórahalmi Madarász-tó földtani és vízföldtani viszonyai. – *Alföldi tanulmányok*, 17–32.

1986

- KUTI L. & KÖRÖSSY L. 1986: *Dabas.* – *Az Alföld földtani atlasza 1: 200 000.* – Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.

1987

- BARTHA A., FÜGEDI U. & KUTI L. 1987: A felszínközeli rétegsorok mozgékony mikroelem háztartásának vizsgálatára kidolgozott „BFK” módszer és alkalmazásának tapasztalatai. – *Mérnökgeológiai Szemle* **36**, 91–106.
- BARTHA A., FÜGEDI U. & KUTI L. 1987: Fiatal, laza üledékek mikrotápelem vizsgálata a Bodrogekben. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1985. évről*, 165–186.
- FÉNYES, J. & KUTI, L. 1987: Geological history of the ponds in the Kiskunság National Park. – PÉCSI, M. & KORDOS, L. (eds): *Holocene environment in Hungary*. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, 101–111.

1989

- BARTHA A., FÜGEDI U. & KUTI L. 1989: Agrogeológiai kutatások Szarvas térségében. – *Agrokémia és Talajtan* **38**, 280–282.
- KUTI L. 1989: A fiatal laza üledékek és a bennük tárolódó talajvíz tulajdonságainak kölcsönhatása. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1987. évről*, 441–454.
- KUTI L. & KÖRÖSSY L. 1989: *Dunaiújváros–Izsák.* – *Az Alföld földtani atlasza 1: 200 000.* – Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- KUTI L. & MIKÓ L. 1989: Öntözésre alkalmas területek vízföldtani kritériumai az Alföld ÉK-i részén. – *A Magyar Hidrológiai Társaság VIII. országos vándorgyűlésének kiadványa*, 114–124.
- KUTI L., MIKÓ L. & GECSEI É. 1989: A belvizesedés kialakulásának magyarázata az Alföld ÉK-i részén. – *A Magyar Hidrológiai Társaság VIII. országos vándorgyűlésének kiadványa*, 125–130.
- VITÁLIS, GY. & KUTI, L. 1989: Geological maps of the Hungarian Geological Institute. – In: CSÁTI, E. (ed.): *Hungarian Cartographical Studies*. 14th World Conference International Cartographic Association. Hungarian National Committee, Budapest, 161–169.

1991

- KUTI L. & KÖRÖSSY L. 1989: *Kiskunhalas.* – *Az Alföld földtani atlasza 1: 200 000.* – Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- SZŐÖR, GY., BARTA, I., SÜMEGI, P. & KUTI, L. 1991: Geochemical facies analysis of quaternary pelitic sediments of the North-Eastern Parts of the Great Hungarian Plain (Alföld). – *Acta Mineralogica-Petrographica, Szeged* **32**, 21–36.

1992

- BARTHA, A., FÜGEDI, U. & KUTI, L. 1992: Determination of mobile nutrient microelements in younger loose sedimentary rocks. – In: *XXVII Colloquium Spectroscopicum Internationale. Poster session*. Bergen, Norvégia, Paper: APO 44.
- FÜGEDI U. & KUTI L. 1992: A gyökérzóna geológiája. – *Élet és Tudomány* **57/50**, 1571–1573.
- KUTI L. 1992: Az agrogeológia környezetföldtani vonatkozásai. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1990. évről*, 561–564.

1993

- GRESCHIK, GY., IVÁNYOSI SZABÓ, A., KUTI, L., RAINCSÁK, GY. & RAJKAI, K. 1993: An outlook of some problems of agrogeology, soil science engineering: and environmental geology and nature conservation in the Great Hungarian Plain (Pannonian Basin). – In: GRESCHIK, GY. & SZENDREI, G. (eds): *Excursion guide. Field Trip B. Geology, agriculture environment and urban engineering geology in the Pannonian Basin. 8th Meeting of the Association of European Geological Societies, Budapest*, 36–40.
- KUTI, L. 1993: Agrogeology: The Apajpuszta model area. – In: GRESCHIK, GY. & SZENDREI, G. (eds): *Excursion guide. Field Trip B. Geology, agriculture environment and urban engineering geology in the Pannonian Basin. 8th Meeting of the Association of European Geological Societies, Budapest*, 61–63.
- KUTI, L. 1993: The superficial formations of the Great Hungarian Plain. – In: GRESCHIK, GY. & SZENDREI, G. (eds): *Excursion guide. Field Trip B. Geology, agriculture environment and urban engineering geology in the Pannonian Basin. 8th Meeting of the Association of European Geological Societies, Budapest*, 34–35.
- KUTI, L. 1993: The superficial formations of the Great Hungarian Plain. – In: LIEBE, P. & RÉVÉSZ, I. (eds): *Excursion guide. Field Trip C. Oil and gas, subsurface water and geothermy in the Pannonian Basin. 8th Meeting of the Association of European Geological Societies, Budapest*, 34–35.

1994

- GAÁL G. & KUTI L. 1994: A Magyar Állami Földtani Intézet – közelmúlt, jelen és jövő. – In: *125 éves a Magyar Állami Földtani Intézet*. MÁFI, Budapest, 37–55.
- TÓTH GY., KUTI L. & CSERNY T. 1994: Környezetgeológiai kutatások. – In: *125 éves a Magyar Állami Földtani Intézet*. MÁFI, Budapest, 99–108.
- KUTI L. 1994: A talajvíz és a felszíni–felszínközeli képződmények összefüggéseinek vizsgálata agrogeológiai mintaterületeken. – *Országos Környezetvédelmi Konferencia (Siófok) kiadványa*, 173–181.

1995

- BAKACSI, ZS., TÓTH, T., KUTI, L., VATAI, J., MÜLLER, T. & FÜGEDI, U. 1995: Study of the formation of Hungarian salt-affected soils at different spatial scales. – In: *International Symposium on Salt-Affected Lagoon Ecosystems ISSALE-95 Valencia, Universitat de Valencia*, 139–140.
- KALMÁR J., KUTI L., MÜLLER T. & VATAI J. 1995: Tiszántúli agrogeológiai mintaterületek. – *Tiszántúli mezőgazdasági napok c. konferencia kiadványa*, 344–345.
- KUTI L., KALMÁR J., SZENDREINÉ KÖREN E. & SZALAI S. 1995: A Gödöllői Arborétum agrogeológiai, vízháztartási és mikroklimatikus sajátossága. – *Erdő és klíma konferencia (1994, Noszvaj) kiadványa*, 92–99.
- MOLNÁR B., FÉNYES J. & KUTI L. 1995: A Kiskunsági Nemzeti Park tőserdei területének vízföldtana. – *Hidrológiai Közöny* **75/4**, 212–224.

1996

- FEJES I., KUTI L. & SIMON A. 1996: Geofizikai módszerek és eszközök lehetőségei a talaj–alapkőzet–talajvíz rendszer kutatásában és az agrár-környezetvédelemben. – *Agrokémia és Talajtan* **44/3–4**, 317–325.
- KUTI L. 1996: Agrogeológiai térképek a Tiszántúlon. – *Tiszántúli Mezőgazdasági Tudományos Napok. Hódmezővásárhely. Abstract kötet*, 131–132.
- TÓTH T., KUTI L., NAGY B. & FÜGEDI U. 1996: Komplex szikesedési vizsgálatok a Hortobágyon. – In: KORSÓS Z. (szerk.): *A Magyar Biológiai Társaság XXII. Vándorgyűlésén elhangzott előadások összefoglalói*, 61.

1997

- KALMÁR J., KUTI L., KOVÁCS-PÁLFFY P. & SZENDREINÉ KÖREN E. 1997: Ásványtani és szedimentológiai vizsgálatok a Szarvasi-mintaterület felszíni–felszín-közeli képződményein. – *Földtani Közöny* **127/3–4**, 385–403.
- KROLOPP E., SÜMEGI P., KUTI L., HERTELENDI E. & KORDOS L. 1997: Szeged-Óthalom környéki löszképződmények keletkezésének paleo-ökológiai rekonstrukciója. – *Földtani Közöny* **125/3–4**, 309–361.
- KUTI, L. 1997: The geological and the enviromental:geological maps of the Nord-East part of the Great Hungarian Plain. – *Proceedings of the Second International Regional Conference on Enviromental and economical Development, Nyíregyháza*, 70–74.
- KUTI L., FÖLDVÁRI M., KOVÁCS-PÁLFFY P. & KALMÁR J. 1997: Földtani és ásványtani tanulmányok a Zala völgyében. – *Agrokémia és Talajtan* **45/3–4**, 267–278.
- KUTI L., GEREI L., ZENTAY T. & VATAI J. 1997: Az ásványi összetétel szerepe a Fülöpi- és Bugaci-mintaterületek homoktalajaiban. – *Agrokémia és Talajtan* **45/3–4**, 249–259.

1998

- BAKACSI, Zs. & KUTI, L. 1998: Agrogeological Investigation on Salt Affected Landscape in the Danube Valley, Hungary. – *Agrokémiai és Talajtan* **47/1–4**, 29–38.
- KUTI L. 1998: Kalamár Csaba Fizikai Emlékverseny, 1997. – *Fizikai Szemle* **48/3**, 105.
- KUTI L. 1998: Inkey Béla agrogeológiai munkássága. – *Vasi Szemle* **52/4**, 452–458.
- KUTI, L., TÓTH, T., PÁSZTOR, L. & FÜGEDI, U. 1999: Analysis of regional soil salinization by GIS. – In: ELGALA, A. (ed.) Proceedings of the International Symposium on Sustainable management of salt-affected soils in the arid ecosystem, Cairo, Ain Shams University, 106–122.
- KUTI L., VATAI J. & MÜLLER T. 1998: A talajvíz felszín alatti mélysége változásának vizsgálata a Duna–Tisza közi hátság az 1950–1996 között készült térképek alapján. – *A Magyar Hidrológiai Társaság XVI. országos vándorgyűlésének kiadványa*, 90–100.
- NÉMETH T., PÁSZTOR L., SZABÓ J. & KUTI L. 1998: Egy zalai kísérlet forgatókönyve – A talaj, a nitrát és a talajvíz. – *Élet és Tudomány* **53/45**, 1427–1429.

1999

- KUTI L. 1999: Bohn Péter emlékére. – *Földtani Közöny* **129/4**, 653–656.
- KUTI L., TÓTH T., PÁSZTOR L. & FÜGEDI U. 1999: Az agrogeológiai térképek adatainak és a szikesek elterjedésének kapcsolata az Alföldön. – *Agrokémia és Talajtan* **48/3–4**, 501–516.
- KUTI, L. & TULLNER, T. 1999: Distribution of nutrient elements in soil of the Szarvas pilot area. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1993. évről II. kötet*, 103–110.
- TÓTH T. & KUTI L. 1999: Összefüggés a talaj sótartalma és egyes földtani tényezők között a hortobágyi „Nyírólapos” mintaterületen. I. Általános földtani jellemzés, a felszín alatti rétegek kalciumtartalma és pH értéke. – *Agrokémia és Talajtan* **48/3–4**, 431–446.
- TÓTH T. & KUTI L. 1999: Összefüggés a talaj sótartalma és egyes földtani tényezők között a hortobágyi „Nyírólapos” mintaterületen. II. Többszörös összefüggések és a felszíni sótartalom becslése. – *Agrokémia és Talajtan* **48/3–4**, 447–458.

2000

- KUTI L. 2000: Öveges Emlékhét Pákán. – *Fizikai Szemle* **50/4**, 140.
- KUTI L. 2000: Öveges József nevét vette fel szülőfalujának iskolája. – *A Fizika Tanítása (módszertani folyóirat)* **8/3**, 24.
- KUTI L. 2000: A felszín vízáteresztő képessége. – *VIII. Országos Agrárkörnyezetvédelmi Konferencia kiadványa*, 16–17.
- KUTI L. 2000: Korszerű hulladéklerakók létesítéséhez szükséges földtani információk. – *XI. Országos Információs Környezetvédelmi Konferencia kiadványa*, 20–21.
- KUTI L. 2000: Lehetséges vízkárok prognosztizálhatósága földtani adatok alapján. – *XI. Országos Információs Környezetvédelmi Konferencia kiadványa*, 24–25.
- KUTI L. 2000: A talaj–alapkőzet–talajvíz rendszer környezetföldtani összefüggéseinek értékelése a preventív környezetvédelmi és vidékfejlesztési megoldások elősegítése érdekében az Északkelet-Alföldön. – *Területfejlesztés és Környezetvédelem, Energiahatékonyság Északkelet-Magyarországon Konferencia kiadványa*, 12–15.

2001

- KALMÁR J., KUTI L. & SZENDREINÉ KÖRÉN E. 2001: A Gödöllői Arborétum felszínközeli laza üledékeinek jellemzése. – *Földtani Közöny* **131/3–4**, 499–518.
- KERÉK B., KUTI L. & VATAI J. 2001: Az Északkelet-Alföld felszíni-felszínközeli képződményeinek és a bennük mozgó talajvíznek az agrogeológiai – környezetföldrajzi jellemzése. – *Acta Geographica ac Geologica et Meteorologica Debrecina* **35**, 103–116.
- KUTI L., SZURKOS G., KERÉK B., ZSÁMBOK I. & VATAI J. 2001: A földtani veszélyforrások prognosztikus és preventív értékelése a geológiai térképek segítségével. – *Földtani Kutatás* **38/3**, 22–26.
- MOLNÁR B. & KUTI L. 2001: A Kiskunsági Nemzeti Park miklapusztai területének földtani és vízföldtani viszonyai. – *Hidrológiai Közöny* **81/1**, 14–20.
- TÓTH T., KUTI L., FÖRIZS I. & KABOS S. 2001: A sófelhalmozódás tényezőinek változása a hortobágyi „Nyírólapos” mintaterület talajainál. – *Agrokémia és Talajtan* **50/3–4**, 409–426.

2002

- KERÉK B. & KUTI L. 2002: Ökogeológiai vizsgálatok a Bugaci mintaterületen. – *Földtani közöny* **132/Klnsz.**, 311–316.
- KUTI L., KERÉK B., MÜLLER T. & VATAI J. 2002: Az Alföld agrogeológiai–környezetföldtani térképei. – *Földtani Közöny* **132/Klnsz.**, 299–309.
- KUTI, L., TÓTH, T., KERÉK, B., ZÖLD, A. & SZENTPÉTERY, I. 2002: Fluctuation of the groundwater level, and its consequences in the soil–parent material–groundwater system of a sodic grassland. – *Agrokémia és Talajtan* **51/1–2**, 253–262.
- KUTI, L., TÓTH, T., KERÉK, B., ZÖLD, A. & SZENTPÉTERY, I. 2002: Changes induced by the fluctuation of groundwater level in soil–parent material–groundwater system. – *17. World Congress of Soil Science, Bangkok, CD*.
- KUTI L., VATAI J., MÜLLER T. & KERÉK B. 2002: A talajvíztükör mélységeinek változása a Duna–Tisza közi hátság. – *Földtani Közöny* **132/Klnsz.**, 317–325.
- KUTI L., ZENTAY T. & KERÉK B. 2002: A Bugaci- és Fülöpi-mintaterület felszínközeli üledékeinek kalcium-karbonát tartalma. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1997–1998/I–II*, 107–117.
- TÓTH, T. & KUTI, L. 2002: Testing Alternative Techniques of Numerical Simulation versus Repeated Field Instrumental Measurements for Assessing Soil Salinity Status in a Sodic Grassland. – *Agrokémia és Talajtan* **51/1–2**, 243–252.

- TÓTH T. & KUTI L. 2002: A talaj sótartalom-változás tényezői a kiskunsági Apajon. – *Talaj és környezet, A DE Agrártudományi Centrum MgTK valamint az MTA Talajtani és Agrokémiái Bizottsága által rendezett tudományos ülés kiadványa*, Debrecen, 106–115.
- TÓTH, T. & KUTI, L. 2002: Long-term abiotic/biotic effects of the dropping groundwater level and the salt-affected and sandy regions of Danube–Tisza Interfluvium of Hungary. – *3rd European Conference on Restoration Ecology. "Challenges of the new millennium – our joint responsibility"*. Conference Abstract, 182.
- VATAI J., KALMÁR J. & KUTI L. 2002: A talaj-alapkőzet-talajvíz rendszer nitráttartalmának vizsgálata a szarvasi mintaterületen. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1997–98/I–II*, 151–160.

2003

- GAÁL Z., DEBRECZENI B.-NÉ, KUTI L., MAKÓ A., MÁTÉ F., NÉMETH T., NIKL I., SPEISER F., SZABÓ B., SZABÓNÉ KELE G., SZAKADÁT I., TÓTH G., VASS J. & VÁRALLYAY GY. 2003: D-e-Meter az intelligens környezeti földminősítő rendszer. – „Földminősítés és földhasználati információ” c. konferencia kiadványa, Keszthely, 3–21.
- DEBRECZENI B.-NÉ, KUTI L., MAKÓ A., MÁTÉ F., SZABÓNÉ KELE G., TÓTH G. & VÁRALLYAY GY. 2003: A D-e-Meter földminősítési viszonszámok elméleti háttere és információtartalma. – „Földminősítés és földhasználati információ” c. konferencia kiadványa, Keszthely, 23–37.
- KERÉK, B. & KUTI, L. 2003: The environmental and agrogeological evaluation of the sandy steppe at the Danube-Tisza Hilly Region, Hungary. – *Bulletin of the Fifth International Conference on the Middle East, Cairo, Egypt*, 409–416.
- KUTI L. & KERÉK B. 2003: Agrogeológiai és környezetföldtani vizsgálatok a Duna–Tisza közti hátság homokterületén. – *Tájökológiai Lapok* 1/2, 153–162.
- KUTI L., TÓTH T., KALMÁR J. & KOVÁCS-PÁLFFY P. 2003: Szikes talajok ásványi összetétele és recens ásványképződés Apajpusztán és Zabszék térségében. – *Agrokémia és Talajtan* 52/3–4, 275–292.
- TÓTH T., KUTI L. & FÜGEDI U. 2003: Havonkénti vizsgálatok a Zab-szék mellett. A tóvíz, talajvíz, talaj, növényzet időbeli változásai. – *Természetvédelmi Közlemények* 10, 191–205.

2004

- KUTI, L. & KERÉK, B. 2004: Agrogeological evaluation of the plain and hilly regions of Hungary. – In: *Abstract Volume, 32nd International Geological Congress (IGC), Firenze*, 35.
- KUTI, L., KERÉK, B. & SZENTPÉTERY, I. 2004: Comparison of the agrogeological characteristic of the soil-parent rock-groundwater system at plain and hilly model areas. – *Poster and CD abstracts, 1st General Assembly of the European Geosciences Union, Session SSS7, 25–30 April 2004, Nice, France*.
- KUTI L., VATAI J., SZENTPÉTERY I., SZABÓ I. & KISS J. 2004: A hulladékok optimális elhelyezésének lehetőségei. (Magyarország környezetföldtani és földrajzi adottságainak értékelése hulladékelhelyezés szempontjából) – NKFP OM 3/053/2001 projekt, 11 o.
- ZENTAY T., KUTI L., VERMES J. & KALMÁR J. 2004: Futóhomok-fáciesek a Duna–Tisza köze területén. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése* 2002, 81–93.

2005

- FÜGEDI U. & KUTI L. 2005: Mit célszerű tenni a gyöngyösesorosi flotációs meddőhányóval? Jog, erkölcs, „nemzeti vizsgálatok”. – *Földtani Közlemények* 135/1, 77–89.
- FÜLEKY GY., KUTI L. & KALMÁR J. 2005: A Hevesi sík fejlődéstörténete a Kömlői Mintaterületen végzett vizsgálatok alapján. – *A táj változásai a Kárpát-medencében. Víz a tájban. A Körös–Maros Nemzeti Park Körösvölgyi Látogató Központjában Szarvason 2004. július 1–3. között tartott tudományos konferencia kiadványa. Környezetkímélő Agrokémiáért Alapítvány, Gödöllő 2004.*, 160–164.
- KALMÁR J. & KUTI L. 2005: Meddőhányók és zagy tározók természetes rehabilitációjának földtani körülményei. – *Földtani Kutatás* 42/2, 4–11.
- KARIG G., KUTI L. & VATAI J. 2005: A lehetséges hulladéklerakók térképe a weben. – *Térinformatika* 2005/4, 22.
- KUTI L. (szerk.) 2005: Beregovo (Tarpa) M–34–142. – GYALOG L. & SÍKHEGYI F. (sorozatszerk.): *Magyarország földtani térképe 1:100 000*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, CD.
- KUTI L. (szerk.) 2005: Cegléd L–34–28. – GYALOG L. & SÍKHEGYI F. (sorozatszerk.): *Magyarország földtani térképe 1:100 000*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, CD.
- KUTI L. (szerk.) 2005: Dabas L–34–27. – GYALOG L. & SÍKHEGYI F. (sorozatszerk.): *Magyarország földtani térképe 1:100 000*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, CD.
- KUTI L. (szerk.) 2005: Jánoshalma (Bácsalmás) L–34–63. – GYALOG L. & SÍKHEGYI F. (sorozatszerk.): *Magyarország földtani térképe 1:100 000*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, CD.
- KUTI L. (szerk.) 2005: Kecskemét L–34–40. – GYALOG L. & SÍKHEGYI F. (sorozatszerk.): *Magyarország földtani térképe 1:100 000*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, CD.
- KUTI L. (szerk.) 2005: Kiskunhalas L–34–51. – GYALOG L. & SÍKHEGYI F. (sorozatszerk.): *Magyarország földtani térképe 1:100 000*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, CD.
- KUTI L. (szerk.) 2005: Kisvárdai M–34–141. – GYALOG L. & SÍKHEGYI F. (sorozatszerk.): *Magyarország földtani térképe 1:100 000*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, CD.
- KUTI L. (szerk.) 2005: Marghita (Nyírábrány) L–34–21. – GYALOG L. & SÍKHEGYI F. (sorozatszerk.): *Magyarország földtani térképe 1:100 000*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, CD.
- KUTI L. (szerk.) 2005: Mátészalka L–34–9. – GYALOG L. & SÍKHEGYI F. (sorozatszerk.): *Magyarország földtani térképe 1:100 000*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, CD.

- KUTI L. (szerk.) 2005: Nyíregyháza L–34–8. – GYALOG L. & SÍKHEGYI F. (sorozatszerk.): *Magyarország földtani térképe 1:100 000*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, CD.
- KUTI L. (szerk.) 2005: Satu Mare (Fehérgyarmat) L–34–10. – GYALOG L. & SÍKHEGYI F. (sorozatszerk.): *Magyarország földtani térképe 1:100 000*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, CD.
- KUTI L. (szerk.) 2005: Subotica (Mórahalom) L–34–64. – GYALOG L. & SÍKHEGYI F. (sorozatszerk.): *Magyarország földtani térképe 1:100 000*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, CD.
- KUTI L. (szerk.) 2005: Uzsgorod (Záhony) M–34–129. – GYALOG L. & SÍKHEGYI F. (sorozatszerk.): *Magyarország földtani térképe 1:100 000*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, CD.
- KUTI L., KERÉK B. & TÓTH T. 2005: Magyarország sík- és dombvidéki tájainak agrogeológiai jellemzése. – *Tájékológiai Lapok* **3/1**, 83–97.
- KUTI L., KERÉK B., VATAI J. & MÜLLER, T. 2005: Risk to inland water based on agrogeological factors. – In: *EGU (European Geosciences Union) General Assembly, Vienna, Austria, 24–29/04/2005, Abstracts, Geophysical Research Abstracts* **7**, EGU05-A-07148
- KUTI L., PAPP P. & SÍKHEGYI F. (szerk.) 2005: Dunaujváros L–34–38. – GYALOG L. & SÍKHEGYI F. (sorozatszerk.): *Magyarország földtani térképe 1:100 000*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, CD.
- KUTI L. & PENTELENYI L. (szerk.) 2005: Sáropatak M–34–140. – GYALOG L. & SÍKHEGYI F. (sorozatszerk.): *Magyarország földtani térképe 1:100 000*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, CD.
- KUTI L. & PENTELENYI L. (szerk.): Sátoraljaújhely M–34–128. – GYALOG L. & SÍKHEGYI F. (sorozatszerk.): *Magyarország földtani térképe 1:100 000*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, CD.
- KUTI L. & RÓNAI A. (szerk.): Hódmezővásárhely L–34–53. – GYALOG L. & SÍKHEGYI F. (sorozatszerk.): *Magyarország földtani térképe 1:100 000*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, CD.

2006

- FÜGEDI, U., POCSAI, T. & KUTI, L. 2006: The “Gyöngyösorsoszi pollution” – effects and solutions. – In: *5th European Congress on regional Geoscientific Cartography and Information Systems Barcelona, Institut Cartografic de Catalunya, Proceedings. I*, 221–223.
- FÜGEDI U., POCSAI T. & KUTI L. 2006: Többszöri talajképződés geokémiai hatásai egy alföldi mintaterületen (Fülöpháza, Duna–Tisza köze). – In: Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság [EMT] Bányászati-Kohászati-Földtani Szakosztály (szerk.): *VIII. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencia, Kolozsvár, Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT)*, 145–151.
- KUTI, L. & KERÉK, B. 2006: Acidification sensibility of the Quaternary sediments on the western boundary of the Danube–Tisza Hilly Region. – *Acta Geographica ac Geologica et Meteorologica Debrecina. Geológia, geomorfológia, természetföldrajz sorozat* **1**, 77–84.
- KUTI, L., VATAI, J., POCSAI, T. & KARIG, G. 2006: The prospects for optimal waste disposal in Hungary. – *5th EONGEO Barcelona, Proceedings Volume II*, 220–222.
- PÁSZTOR, L., PÁLFAI, I., BOZÁN, Cs., KÖRÖSPARTI, J., SZABÓ, J., BAKACSI, Zs. & KUTI, L. 2006: Spatial stochastic modelling of inland inundation hazard. – *9th AGILE Conference on Geographic Information Science, Visegrád, Hungary*, 139–143.

2007

- GAÁL Z., TÓTH G., DEBRECZENI B.-NÉ, HERMANN T., KUTI L., MAKÓ A., MÁTÉ F., NÉMETH T., NIKL I., SPEISER F., SZABÓ B., SZABÓNÉ KELE G., SZAKADÁT I., TÓTH Z., VASS J. & VÁRALLYAY Gy. 2007: D-e-Meter? Földminősítés a XXI. században! – *Földminőség, földértékelés és földhasználati információ a környezetbarát gazdálkodás versenyképességének javításáért c. országos konferencia kiadványa*, 3–8.
- GAÁL Z., DEBRECZENI B.-NÉ, HERMANN T., MAKÓ A., MÁTÉ F., SPEISER F., TÓTH Z., VASS J., TÓTH G., KUTI L. & NÉMETH T. 2007: A földminősítés korszerű módszere, a D-e-Meter rendszer. – *Mag, kutatás, fejlesztés és környezet* **21/6**, 13–16.
- KALMÁR J., KUTI L. & SZENDREINÉ KÖREN E. 2007: Erdészeti kutatásokat megalapozó földtani vizsgálatok Bükk hegységi mintaterületeken. – *Erdészeti Kutatások (Az Erdészeti Tudományos Intézet Közleményei)* **92**, 41–56.
- KUTI L., FÜGEDI U., KALMÁR J., MÜLLER T. & SZENDREINÉ KÖREN E. 2007: A Pornóapáti-Dozmat terület felszínközeli üledékeinek geológiai-geokémiai vizsgálata. – *Földtani Közöny* **137/3**, 369–387.
- KUTI L., KALMÁR J. & BAKACSI Zs. 2008: Agrogeológiai vizsgálatok a recens talajképződés egy érdekes színterén, a Bükk hegységi „vörös agyagon”. – *Talajvédelem Klsz.*, 617–626.
- KUTI L., KALMÁR J. & FÜLEKY Gy. 2007: Eltemetett folyómedrek a hevesi síkon, a kömlői területen végzett szedimentológiai kutatások alapján. – *Hidrológiai Közöny* **87/4**, 2–6.
- KUTI L., KALMÁR J., SZENTPÉTERY I. & KERÉK B. 2007: Talajképző kőzet és talajtermékenység. – In: TÓTH T., TÓTH G., NÉMETH T. & GAÁL Z. (szerk.): *Földminősítés, földértékelés és földhasználati információ a környezetbarát gazdálkodás versenyképességének javításáért*. Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiiai Kutatóintézet, Budapest, 91–96.

2008

- FÜGEDI U., POCSAI T., KUTI L. & HORVÁTH I. 2008: A mészfelhalmozódás földtani okai Közép-Magyarország talajaiban. – *Agrokémia és Talajtan* **57/2**, 239–260.
- FÜGEDI, U., SZURKOS, G., VERMES, J. & KUTI, L. 2008: Geochemical fingerprints of climatic changes in Central and Eastern Hungary. – *Analele Ştiinţifice ale Universităţii "Alexandru Ioan Cuza" din Iaşi, Geologie* **51**, 45–56.
- HARTAI, É., SASVÁRI, T., SERES, A. & KUTI, L. 2008: Geology of the historical Bodroghöz. – *Central European Geology* **51/4**, 341–357.
- JORDÁN, G., FÜGEDI, U. & KUTI, L. 2008: Multi-scale Environmental Geochemical Mapping and Modelling in Hungary. Results, ongoing Efforts, and Prospects for Trans-boundary Collaboration. 30 Years of Geochemical Research in Austria Conference. November 2008, Vienna. – *Berichte der Geologischen Bundesanstalt* **77**, 18–19.
- KERÉK, B., SZENTPÉTERY, I., KUTI, L., VATAI, J. & KALMÁR, J. 2008: Studying the role of soil parent rocks from an agriculture point of view. – *Abstract 33rd International Geological Congress, 6–14 August 2008, Oslo*, CD.

- KERÉK, B. & KUTI, L. 2008: Agrogeology in the Geological Institute of Hungary. – In: *Bridging the Centuries: 1909–2009, Budapest, MTA and MÁFI, 16–17/09/2009. Historical Gallery*, 2–3.
- KUTI L. 2008: Évtizedek, évszázadok, évmilliók – Ahol a szél ki-be jár. – *Élet és Tudomány* **63/18**, 560–562.
- KUTI L. 2008: Rónai András, a geológus. – *Földrajzi Értesítő* **57/1–2**, 77–88.
- KUTI, L., KERÉK, B., VATAI, J. & SZENTPÉTERY, I. 2008: Connection between the nitrate sensitivity and vulnerability of water and between the geological environment. – *Poster and CD, EGU, 5th General Assembly, Vienna, Austria, 2008. 04. 13–18*.
- KUTI L., KALMÁR J., MÜLLER T., FÜGEDI U. & SZENTPÉTERY I. 2008: Erdészeti beavatkozások fejlesztése az éghajlatváltozás káros hatásainak csökkentése érdekében, a természeti értékek megtartása mellett: Földtani vizsgálatok a mintaterületeken. – <http://www.erti.hu/temak.php?id=1&kn=gvp&fn=gvp>

2009

- FÜGEDI, U., VATAI, J. & KUTI, L. 2009: Mercury content in the superficial geological formations of Hungary. – *Central European Geology* **52/3–4**, 287–298.
- HORVÁTH, E., JORDÁN, GY., FÜGEDI, U., BARTHA, A., BALLÓK, M., KUTI, L., HELTAI, G., KALMÁR, J., VALDMAN, I., NAPRADEAN, I. & DAMIAN, G. 2009: Heavy metal contamination study at abandoned mines – case study in Transylvania. – *VIII. Geoscience Meeting, November 2009, Nagykanizsa, Hungary, Abstracts*.
- HORVÁTH, E., JORDÁN, GY., FÜGEDI, U., BARTHA, A., KUTI, L., HELTAI, G., KALMÁR, J., WALDMANN, I., NAPRADEAN, I. & DAMIAN, G. 2009: Risk assessment of heavy metals in abandoned mine lands as a significant contamination problem in Romania. – *Geophysical Research Abstracts* **11**, EGU2009-8916.
- KERÉK, B., FARKAS, P., KUTI, L. & SZENTPÉTERY, I. 2009: Geological aspects of erosion vulnerability. – In: OLLESCH, G. & WAGNER, A. (eds) *International Conference on Land and Water Degradation: Processes and Management. Book of Abstracts*. Magdeburg, Germany, Commission on Land Degradation and Desertification, 27.
- KERÉK, B., FÜGEDI, U., KUTI, L. & VATAI, J. 2009: Spatio-temporal changes of the nitrate-ion concentration in the groundwater. – In: *VIII. Földtudományi Anket, Nagykanizsa*, 3.
- KERÉK, B., KUTI, L. & FÜGEDI, U. 2009: Spatio-temporal changes of the nitrate-ion concentration in the groundwater. – *Geophysical Research Abstracts* **11**, EGU2009-11244.
- KERÉK, B. & KUTI, L. 2009: Agrogeology in the Geological Institute of Hungary. – In: SZABÓ-KELE, G., HERNÁDI, H. & MAKÓ, A. (eds) *Bridging the centuries: 1909–2009. Historical gallery. International Conference. 2009 Sept. 16, Veszprém*, Ook Press Ltd., 2–3.
- KERÉK, B. & KUTI, L. 2009: Szabó József. – In: SZABÓ-KELE, G., HERNÁDI, H. & MAKÓ, A. (eds) *Bridging the centuries: 1909–2009. Historical gallery. International Conference. 2009 Sept. 16, Veszprém*, Ook Press Ltd., 4–5.
- KERÉK, B. & KUTI, L. 2009: Inkey Béla. – In: SZABÓ-KELE, G., HERNÁDI, H. & MAKÓ, A. (eds) *Bridging the centuries: 1909–2009. Historical gallery. International Conference. 2009 Sept. 16, Veszprém*, Ook Press Ltd., 6–7.
- KUTI L. 2009: Kútadatok, vizes szakvélemények a 100 éve született ifj. dr. Noszky Jenő vízföldtani tevékenységéről. – *Hidrológiai Tájékoztató* **49/1**, 8–9.
- KUTI L. (szerk.) 2009: *Agrogeológia*. – Magánkiadás, Budapest, 98 p.
- KUTI, L. (ed.) 2009: *Agrogeology*. – Magánkiadás, Budapest, 99 p.

2010

- BAKACSI, ZS., KUTI, L., PÁSZTOR, L., VATAI, J. & MÜLLER, T. 2010: Method for the compilation of stratified and harmonized soil physical database using legacy and up-to-date data sources. – *Agrokémia és Talajtan* **59/1**, 39–46.
- FÜGEDI, U., KUTI, L., JORDÁN, GY. & KERÉK, B. 2010: Investigation of the hydrogeochemistry of some bottled mineral waters in Hungary. – *Journal of Geochemical Exploration* **107/3**, 305–316.
- KUTI L., KERÉK B., MÜLLER T. & SZENTPÉTERY I. 2010: A vízársó képződmények előfordulásának és vastagságának agrogeológiai jelentősége délkelet Magyarországon. – *VIII. Földtudományi Anket, 2010. november 18. Nagykanizsa*.
- SZABÓ, J. A., KUTI, L., BAKACSI, ZS., PÁSZTOR, L. & TAHY, Á. 2010: Spatial Patterns of Drought Frequency and Duration in the Great Hungarian Plain, based on Coupled-Model Simulations. – In: *Proceedings of the IVth IAHR International Groundwater Symposium (Valencia, Spain. 22–24 September, 2010)*, 289–291.
- SZENTPÉTERY I., VATAI J., BUDINSZKY J. & KUTI L. (összeáll.) 2010: *Üdülési Csekk a kőzetek világába*. – ÉSZT, Budapest, 96 p.

2011

- BARAC, M., KUTI, L. & KALMÁR, J. 2011: Depozite loessoide, date hidrogeologice Pistabilitatea ternului – Studiu de mediu Pi de geologie urbană pe un perimetru model din Municipiul Galați. – *Ecoterra* **25**, 1–8.
- KALMÁR, J., KUTI, L. & SZENDREINÉ KOREN, E. 2011: Forest soil and water capacity studies in Bükk oak and beech forest area, Hungary. – *Jabno Preduzetlje Šumarstva, Dvina. 2011 godine, II., Srebrenica*, 23–30.
- KALMÁR J., KUTI L. & VATAI J. 2011: Környezetföldtan hegynyelvényen: A Szilágysomlyói Magura mint mintaterület. – *XIII. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencia, Gyergyószentmiklós, 2011. március 31. – április 3., Incitato, Kolozsvár*, 202–206.
- KERÉK, B., VATAI, J., SZENTPÉTERY, I., KUTI, L. & FÜGEDI, U. 2011: Nitrate vulnerability and concentration of groundwaters in Hungary (Concentrația de nitrat în apele subterane din Ungaria). – *Ecoterra* **26**, 61–68.
- KERÉK B., FÜGEDI U., JORDÁN GY., KUTI L., VATAI J. & MÜLLER T. 2011: A környezetgeokémia és az egészség kapcsolata Magyarországon. – In: *Az MTA Földtudományok (X.) Osztály Geokémiai, Ásvány- és Kőzettani Tudományos Bizottsága Környezetgeokémiai Albizottságának jubileumi ülése*. 5.

- KUTI, L., FÜGEDI, U. & BOROS, A. 2011: Groundwater movements and its geochemical properties around and in the Csípdő-mound kurgan. – In: PETŐ, Á. & BARCZI, A. (eds) *Kurgan studies – an environmental and archaeological multiproxy study of burial mounds in the Eurasian steppe zone*. Oxford, Archaeopress, 193–204.

2012

- FÜGEDI, U., KUTI, L., VATAI, J., MÜLLER, T., SELMECZI, I. & KERÉK, B. 2012: No unique background in geochemistry. – *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences* **7/4**, 89–96.
- BAKACSI ZS., PÁSZTOR L., SZABÓ J., KUTI L. & LABORCZI A. 2012: 3D textúra adatbázis létrehozása indikátor-krigeléssel, talajtani és agrogeológiai adatbázisok egységesítésével. – *Agrárinformatika (Journal of Agricultural Informatics)* **3/1**, 46–51. <https://doi.org/10.17700/jai.2012.3.1.60>
- KALMÁR J., KUTI L. & POCSAI T. 2012: A ceglédberceli útbévágás kvarter üledékeinek ásványtani, üledékföldtani és ökoszisztémái vizsgálata. – *Földtani Közlemények* **142/3**, 269–286.
- KERÉK, B., FÜGEDI, U. & KUTI, L. 2012: Geochemical determination of water quality categories. – *Sino-European Symposium on Environment and Health (SESEH 2012 August 21–25. Galway, Ireland)*, 40.

2013

- BUZETZKY, B. & KUTI, L. 2013: Complex environmental monitoring of water balance in the “Kiskunsági-homokhátság”. – *Növénytermelés* **62/Suppl.**, 335–338.
- BALOG K., KALMÁR J., KUTI L., SZABÓ A., FODOR N. & TÓTH T. 2013: Homokos talajok összehasonlító ásványtani és szemcsemorfológiai vizsgálata tisztított erdős és füves területeken. – *Agrokémia és Talajtan* **62/2**, 267–284.
- KALMÁR, J. & KUTI, L. 2013: Natural oil as soil pollution source: genesis, exploitation and processing. – *Georgikon for agriculture: A multidisciplinary journal in agricultural sciences* **18/3**, 1–21.
- KERÉK, B., KUTI, L., DOBOS, T., VATAI, J. & SZENTPÉTERY, I. 2013: Relationship between the parent material and the soil, in plain and mountainous areas. – *EGU General Assembly, 2013. április 7–12, Vienna*, EGU2013-1480.

2014

- FÜGEDI, U., KUTI, L., TOLMÁCS, D., SZENTPÉTERY, I., KERÉK, B., DOBOS, T., SEBŐK, A. & SZEILER, R. 2014: Regional patterns of the accumulation of toxic and nutrient elements in the superficial formations of Hungary. – *Central European Geology* **57/3**, 231–251.
- ZSÁMBOK, I., ANDÓ, A., KUTI, L. & SEBŐK, A. 2014: Toxic elements in the groundwater of Budapest, Hungary. – *Central European Geology* **57/3**, 297–305.
- BALOG K., GRIBOVSKY Z., SZABÓ A., JOBBÁGY E., NOSETTO, M., KUTI L., PÁSZTOR L. & TÓTH T. 2014: Alföldi telepített erdők hatása a felszín alatti sófelhalmozódásra sekély talajvízű területeken. – *Agrokémia és Talajtan* **63/2**, 249–268.
- FÜGEDI U. & KUTI L. 2014: A gyöngyösi-flotációs meddő talajjavító anyag. – In: TÖRÖK Á., PUZDER T. & CSERNY T. (szerk.): *Meddő? Hulladék? Nem! Haszonanyag!* Budapest, Hantken Kiadó, 57–62.

2015

- KUTI L. & SZENTPÉTERY I. 2015: Egy oszcilláló tengerpart és a beletorkolló folyó rekonstrukciója. – In: FÜLEKY Gy. (szerk.): *A táj változásai a Kárpát-medencében A vízgazdálkodás története a Kárpát-medencében X. Tájtörténeti Konferencia kiadványa, 2014. június 19–21. Eötvös József Főiskola, Baja*, 55–60.
- KALMÁR J., KERÉK B. & KUTI L. 2015: A durvatörmelék üledékek szerepe a talajképződésben a Bükk hegység DNY-i részén. – In: HERNÁDI H., SISÁK I. & SZABÓNÉ, KELE G. (szerk.) *A talajok térbeli változatossága – elméleti és gyakorlati vonatkozások*. Talajtani Vándorgyűlés, Keszthely, Talajvédelmi Alapítvány, Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Növénytermesztési és Talajtani Tanszék, Magyar Talajtani Társaság, 101–112.
- KERÉK B., KUTI L. & SZENTPÉTERY I. 2015: Különböző területek felszínközeli üledék-, illetve kőzetkifejlődésének talajtani összefüggései. – In: HERNÁDI H., SISÁK I. & SZABÓNÉ, KELE G. (szerk.) *A talajok térbeli változatossága – elméleti és gyakorlati vonatkozások*. Talajtani Vándorgyűlés, Keszthely, Talajvédelmi Alapítvány, Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Növénytermesztési és Talajtani Tanszék, Magyar Talajtani Társaság, 113–122.

2017

- KALMÁR J., KUTI L., KÁTAI J., FIGLER R. & FÜLEKY GY. 2017: Kovárványcsíkok képződése a Nyírség homoktalajában. – *Agrokémia és Talajtan* **66/1**, 9–34. <https://doi.org/10.1556/0088.2017.66.1.2>
- KUTI L. & FÜLEKY GY. 2017: Hozzájárulások a kovárványcsíkok képződése a Nyírség homoktalajában c. cikkhez. – *Agrokémia és Talajtan* **66/2**, 391–396. <https://doi.org/10.1556/0088.2017.66.2.7>

2019

- FÜGEDI U., KERÉK B., KUTI L. & HALUPKA G. 2019: A Bugaci-mintaterület felszíni, felszínközeli üledékeinek geokémiai vizsgálata. – *Agrokémia és Talajtan* **68/1**, 97–114. <https://doi.org/10.1556/0088.2019.00017>

2020

- KUTI L., HALUPKA G. & CSÖRGHE-ANDÓ A. 2020: A településgeológiai kutatások a Földtani Intézet 150 éve alatt. – *Földtani Közlemények* **150/1**, 169–184. <https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2020.150.1.169>

Események, rendezvények

Beszámoló a XI. Összegytemi Terepgyakorlatról

2022. augusztus 16–21.

Telkibánya

Augusztus 16. kedd reggel 9-kor az ELTE Déli tömbje előtt az ELTE BEAC 9 fős Volkswagen kisbuszával és Cserép Barbara személygépkocsijával indult útnak a kezdetben 12 fős, majd Miskolcon terepi vezetőnkkel együtt 14 főre duzzadó csapat. Idén először külföldi résztvevőnk is volt, egy tanzániai doktorandusz, és érdekességként több, nem geológus végzettségű külsős (2 ELTE TTK földrajz szakon végzett, egy geofizikus és egy BME-s építészmérnök végzettségű) is jött. A hazai földtudományos képzéseket az ELTE TTK képviselte legnagyobb számban (3 PhD, 2 MSc és 1 BSc hallgató), Miskolcra és Szegedre egy-egy alapszakos hallgató érkezett.

Miskolcon a Mexikó-völgyi mészkőbányához értünk ebédidőben. A napi hidegsomagok elfogyasztása közben csatlakozott hozzánk a terepgyakorlat első három napjának a terepi vezetője, Németh Norbert a Miskolci Egyetem Ásványtan-Földtani Intézetéből. A bányában Gyurcsik Péter fogadott minket a Kőka Kő- és Kavicsbányászati Kft. képviselőjében. Miután egy hosszú, ámde érdekes bemutatást tartott az üzem működéséről, történetéről és terveiről, felmentünk a külfejtés tetejére, ahonnan áttekintettük a termelési munkálatokat, majd közelebből is megismerkedtünk a gépekkel, törési technológiákkal és a középső–felső triász korú Bükkfennsík Mészkőben megfigyelhető töréses szerkezetekkel, pleisztocén vörösayaggal kitöltött karsztos üregekkel. Egyes agyagbetelepülésekből dárda-kovand megjelensű markazitkristályok utáni goethit átalakokat tudtunk gyűjteni. A bányában annyi időt eltöltöttünk, hogy az aznapra még tervbe vett lillafüredi útbe-vágások megtekintése már nem fért bele. Elmentünk nagybevásárlást tartani a Borsod Auchan áruházba, ahol bevásároltunk a csapat napközbeni hidegsomagjaihoz és az egyéni szükségletekhez. A nemrég átadott autópályán gyorsan haladva este 6 körül értünk oda a szállásunkhoz, a telkibányai 2. számú ifjúsági táborhoz, ami a Miskolci Egyetem és a Kassai Technikai Egyetem oktatóbázisa is egyben. A szállás reggelit és kétfogásos meleg vacsorát biztosított nekünk. Miután megvacsoráztunk, mindenki kényelmesen elhelyezkedett a szobákban. Este a közösségi helyiségben ismerkedést tartottunk, majd hosszan társasjátékoztunk.

Szerdán korán, 7-re kértük a reggelit, hogy hamar elindulhassunk, mert hosszú út várt ránk. 10:30-kor Bódvarákón kellett lennünk. A legrövidebb út Szlovákián keresztül vezetett, így hamar elvezethettük Schengen és az EU előnyeit. Jó minőségű utakon, a Torna-völgyének peremén értünk a Bódvarákó fölött magasodó Esztramos-hegy lábához, ahol Ágoston István várt minket az Aggteleki Nemzeti Parktól, hogy vezessen bennünket az Esztramos-hegyi vasércbányák vágatain át a csodás szépségű Rákóczi-barlanghoz. A kinti forráságot másfél óráig 10 fok körüli hűvösre cserélve ámuldozhattunk a különleges barlangi képződményeken és a tavakon. Nem utolsósorban megtekinthettük a triász Gutensteini Formáció dolomitjában és a Steinalmi Mészkő Formáció mészkő-

vében telérek formájában megjelenő hematitos vasércet is. A barlanglátogatás után felmáztunk a hirtelen visszatérő melegben a hegy lebányászott csúcsára egy izzasztó kaptatón, ahol a kőfejtő felső szintjéről nézhettünk rá a Bódva völgyére és a Gömör–Tornai-karszt déli nyúlványaira. A festői kilátás mellett ősmaradványgyűjtésre is lehetőségünk volt. Botka Dániel megmutatta nekünk a Steinalmi Mészkő pleisztocén vörösayagos hasadékkitöltésében található ráccsálólélelőhelyet, mindenkinek jutottak fogak, olykor teljes állkapcsok vagy egyéb csontdarabok. Kora délután elindultunk Rudabányára, ahol Németh Norbert avatott be minket a Miskolci Egyetem és a Rotaqua Kft. csapatának mintegy 10 évvel ezelőtt lezárult ércutatási projektjének részleteibe, megnéztük az akkor létesített árkolásokat és egyéb feltárásokat az Adolf, Andrassy I és II bányarészekben. Az összetett felépítésű és bonyolult genetikájú érc típusok sorrendiségét felvázolva lehetőségünk volt kalkopiritet, piritet, fakőércet és bornitot gyűjteni másodlagos rézvasvány bevonatokkal együtt vasasan metasztatizált dolomitból, ami már limonittá, „barnavasércce” alakult. A szerencséseknek kristályos malachit is jutott. Sztratiform Zn–Pb ércesedett márgából galenitet és cerusszitot, hemimorfitet gyűjthettünk. A nap végén a hőség enyhítése végett a csapat egy része megmártózott a bányatóban. Este 7-re értünk vissza a szállásra, ahol az előző estéhez hasonlóan társasjátékozással múltattuk az időt.

Csütörtök reggel kicsit később kerekedtünk fel, ugyanis csak egy tízperces kocsit várt ránk. A telkibányai miocén andezitekben és riolitokban kialakult epitermás Au–Ag ércesedés középkori bányászati helyeit bemutató bányász tanösvény nagyobbik körét teljesítettük, mintegy 10 km gyalogtúrán. A fehér-hegyi riolitkőfejtőben a kőzet üregeiből akár 1–3 cm-es méretű hegyikristályokat gyűjthettünk, majd elmentünk a kánya-hegyi kötengerhez, ahol egy középkori hatalmas földrengésben szétaprózódott konglomerátumtest törmelékletjén kerestünk malomkőkezdeményeket. A Kánya-hegyen előbb belenézünk a Lipót-aknába, majd az érces telérek nyomában bementünk a Mária-táróba, ahol több száz méter hosszan haladva, részben középkori vájatokban kacsaringózáva kereszteztük az érces teléreket, amelyeknek a környezetében a befogadó andezit teljesen kálimetasztatizálódott. Csillogó apró adularkristályokat gyűjthettünk ebben a kőzetben. A telérek a bejárható szakaszon sajnos inkább agyagos, mint kovás kitöltésűek, de abban is akadt egy érdekes, tiszta kaolinites rész. A táróban egy óriási akna mellett is elhaladtunk. A bányában tartózkodáshoz jól jött a reggel óta magunkkal hurcolt sisak. A táro után a Teréz-táró és Csengő-bánya meddőhányóján zöldkővesedett andezitet és piritet kvarctelérarabokat lehetett gyűjteni, végül a jó-hegyi horpasoron keresztül tértünk vissza a kocsinhoz. Aznap 6-kor már a szálláson voltunk. Elbúcsúztunk Németh Norberttől, aki eddig vezetett minket, aznap pedig hazautazott Miskolcra. Az este szokásosan telt.

Pénteken, a reggelit követően – melyhez már Szepesi János vezetőnk is csatlakozott – Pálháza irányába haladtunk, ahol a térség perlitbányáját kerestük fel, mely az 1950-es évek óta működik. A bányában a Kovácsvágási Andezit, a Hegyközi Tufa, a Telkibányai Riolit (ide sorolhatjuk be a perlitet is), illetve a Szerencsi Riolit tufa Formációkkal találkozhatunk. Megtudtuk, miért jó minőségű az itt található koherens perlit, és hogy nemcsak hazánk térségébe, de külföldre is nagy mennyiségben exportálnak. Az évi 70 000 tonnából jut építkezésekhez, szűrőanyagként, cementiparba adalékanyagként és csincsillafürdő homokként is. Beavattak minket a mi-

nőség-ellenőrzés folyamataiba, és abba is, hogyan jut el a jövesztéstől a kőzet a duzzasztott, zacskókban kapható produktumig. Szepesi János itt mesélt a Tokaji-hegység földtani felépítéséről és a perlit képződéséről. Lehetőségünk nyílt perlitet és perlitbreccsát is gyűjtenünk. Innen 11-kor elindultunk, hogy felkeressük a tályai andezitbányát, mely hazánk egyik legnagyobb kitermelést végző kőbányája. A területen már az 1800-as években működött bányászat valamilyen formában. A bányában 12 millió éves, kipreparálódott szubvulkáni piroxéndezit és teléres olivinandezit tárul fel, melyet mechanikai stabilizációhoz használnak főként. A bánya alsó részén ezeket a jó minőségű, tömött andeziteket nézhettük meg közelebbről, majd a bánya középső részén a hólyagüreges andezit, felső részén a vasúti töltésekhez használt rosszabb minőségű andezitre vethettünk szemet. Szintén ezen a részen gyűjthettünk az erős hidrotermás átalakulás következtében zöld színű, ökol-fejméretű opáltömböket, melyhez helyenként hialit és achát is társult. A bánya után a lebuji feltárást tekintettük meg, ahol először írták le 1798-ban a perlitet mint fogalmat. Itt riolitot, összesült és áthalmozott riolituffát, perlitbreccsát, marekanitot (obszidiángazdag perlit), litofizás-perlites lávaközetet tekinthettünk meg, illetve marekanitot gyűjthettünk. A mádi szőlőültetvények között jó minőségű, nagy obszidiándarabokat kerestünk. Innen siettünk vissza a vacsorához, így az erdőbényei gyűjtögetésre nem került sor. Az este jó hangulatban, társasjátékozással telt.

Szombaton 8 órakor kényelmesen megreggeliztünk, majd a helyi, telkibányai geológiát tanulmányoztuk Szepesi János vezetésével, a környéken tett sétával. Legelőször a helyi múzeumot néztük meg, ahol a bányászat történetével ismerkedhettünk meg jobban, és egy csodás, Tokaji-hegységbeli ásványgyűjteményt is megtekinthettünk. A kertben a térség vulkanizmusának nagy alakjainak emelt emlékköveken mentünk sorra. Innen továbbhaladva az egykori pincék és feltárások segítségével ismertük meg jobban a teljes kőzet alapján Telkibányai Riolitufa Formációba sorolt kőzetösszetét, melyről már az 1800-as években is voltak szövevi leírások. Itt az idősebb és fiatalabb lávadómtéveskenység produktumairól tanultunk, melyhez ignimbrit és piroklaszt ár is kapcsolódott (melyeket a térség pincéi jól megőriztek). Riolit (mikrokristályos és obszidiános is) és horzsás mátrixú perlitbreccsának a különböző előfordulásait tekintettük meg, illetve szép, fél centiméteres-centiméteres szferolitokat is láttunk. Akkréció lapillit gyűjtöttünk, és egy patak völgyben az abaúvjári-telkibányai ignimbrit disztális részéhez is lekalandoztunk. Késő délután Kovácsvágásnál a Köszörű-patak felső badeni sekélytengeri kőbeles, molluszkás, fűrókagylós, agyagos vegyestufijából gyűjtöttünk. Ez a feltárás a hegység egyik legrégebben vizsgált ősmaradvány-lelőhelye. A késő délutánt a fűzerradványi kastély meglátogatásával töltöttük, ahol a kultúrára és a helyi fiatal üledékek megtekintésére is lehetőségünk volt. Az esténk hasonlóan telt mint korábban, kiegészítve a felkészüléssel a haza útra.

Utolsó napunkon a reggelit követően elpakoltunk, és egy kis időre véglegesen elköszönve Telkibányától az Abaúvjári-völgy felé vettük az irányt, mielőtt véget ér a terepgyakorlat. Itt a kalderaformáló piroklasztit (Szerencsi Riolituffába tartozó abaúvjári ignimbrit) nagy vastagságú feltárást tekinthettük meg végighaladva a völgyben. A Plínuszi kitérés során keletkezett ignimbrites öszlet magába foglalt egy kovás pados vezérszintet is, illetve a völgy előtti földútban kovásodott fatörzsek gyűjtésére is lehetőségünk volt. Mindenki szép példánnyal bővítette az otthoni gyűjteményét.

Visszasétáltunk mindannyian a buszhoz, elbúcsúztunk terepi

vezetőnktől, Szepesi Jánostól, és Budapest felé vettük az irányt. Még a búcsúzás előtt, egy utolsó gyors ebédre megálltunk Bükkábrányban, hogy aztán egy hosszú, élményekben gazdag terepgyakorlat után, új embereket megismerve térhessen mindenki haza az ELTE parkolójából.

VÁRI Tamás Zsolt

Személyi hírek

OTKA kutatási támogatás

A PTE Földrajzi és Földtudományi Intézete „A felszín alatti természeti erőforrások egységes értékelése a térfejlesztéssé átalakuló területfejlesztésben” címmel a 2022–2026 közötti időszakra OTKA kutatási támogatást nyert. A K142550 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a K_22 pályázati program finanszírozásában valósul meg. A kutatás a földtani közeg és más felszín alatti természeti erőforrások új, egységes kormányzási modelljének kidolgozását célozza, beleértve ezek felmérését, osztályozását, hasznosításuk fenntarthatósági és kritikalitási értékelését, valamint új, egységes szabályozási koncepció és tudásbázis struktúra felvázolását a körkörös nemzetgazdaság, a reziliencia, az okos regionális specializáció és a nyílt stratégiai autonómia fejlesztése érdekében, amelyek az Európai Unió és hazánk deklarált politikai célkitűzései. Munkahipotézisként, ez a stratégiai hatásvizsgálatok kiterjesztett alkalmazásával és a területfejlesztés térfejlesztéssé alakításával valósítható meg, amely feltételezi több tudományág, szakmai hatóság és döntéshozatali szint harmonizált tevékenységét, és az ezeket kiszolgáló térinformatikai rendszerek kifejlesztését, átjárhatóságuk biztosítását és rendszeres frissítését (4D). Ez a nemzetközi szinten is úttörő, interdiszciplináris alapoktatás földtudományi, jogi és közgazdasági szakemberek együttműködésén alapul a Pécsi Tudományegyetemen. A kidolgozott koncepció megvalósíthatóságát a nemzeti szinten túl a kutatás Pécs és környéke példáján vizsgálja meg részletesebben. A szakterületen jelenleg versenyelőnye van hazánkban a HÁMORNÉ VIDÓ et al. (2021) tanulmány közzlése óta (Resource Policy), ennek megőrzése a kutatás egyik célja, de a projekt sikeres végrehajtásával Magyarország működőképes példával szolgálhat a külvilág számára.

HÁMOR-VIDÓ, M., HÁMOR, T. & CZIROK L. 2021: Underground space, the legal governance of a critical resource in circular economy. – *Resources Policy*, **73**, 102171, 15 p.

HÁMOR Tamás

2022. december 4-én, a Bányásznap alkalmából SELMECZI Ildikó tagtársunk minisztériumi kitüntetésben részesült.

Gyászír

Fájdalommal tudatjuk, hogy

TÓTH Álmos tagtársunk 2023. február 5-én elhunyt.

Emléke szívünkben és munkáiban tovább él!

Tartalom — Contents

GALÁCZ András, VÖRÖS Attila: In memoriam Dr. GÉCZY Barnabás	3
GALÁCZ, András: On a Middle Jurassic phylloceratid ammonite from the Bakony Mts (Hungary). – <i>Új adatok egy bakonyi középső jura phylloceratid ammoniteszről.</i>	15
KOVÁCS, Zoltán, STEIN, Gerhard: Middle Miocene Risssoidea (Caenogastropoda) of Letkés (Hungary). – <i>Középső miocén Risssoidea (Caenogastropoda) Letkésről (Magyarország).</i>	19
SZABÓ Fanni, SEBE Krisztina, SZTANÓ Orsolya: Dél-zselici pannon-tavi (késő miocén) rétegsorok öskörnyezeti rekonstrukciója. – <i>Paleoenvironmental reconstruction of Lake Pannon (Upper Miocene) successions in South Zselic, Hungary.</i>	35
LORBERER Árpád Ferenc: Újlipótváros–Angyalföld: kiemelkedő geotermikus anomáliák és tektonikai értelmezésük hőszivattyús szondatesztadatok alapján. – <i>Budapest city core: Intense geothermal anomalies and their tectonic interpretations based on geothermal heat-pump borehole thermal tests.</i>	57
CSATH Béla: A fénymikroszkóp rövid története és magyarországi használatának elterjedése a geológia területén. – <i>History of using the optical microscope in Hungarian geology.</i>	71
SZENTPÉTERY Ildikó, VATAI József, FÜGEDI Ubul: In memoriam KUTI László	81
Hírek, ismertetések (összeállította: CSERNY Tibor)	89

