

Felelős kiadó

BAKSA Csaba,
a Magyarhoni Földtani Társulat elnöke

Főszerkesztő

CSÁSZÁR Géza

Főszerkesztő-helyettes

SZTANÓ Orsolya

Műszaki szerkesztők

PIROS Olga
KRIVÁNNÉ HORVÁTH Ágnes

Nyelvi lektor

Philip RAWLINSON

Szerkesztőbizottság

Elnök: BAKSA Csaba
CSERNY Tibor, FODOR László, PALOTÁS
Klára, PAPP Gábor, TÖRÖK Ákos,
VÖRÖS Attila

Főtámogató

Mol Nyrt.

Támogatók

Colas Északkelet Kft., Elgoscár 2000
Kft., Geoproduct Kft., Mecsekérc
Zrt., Mineralholding Kft., OMYA
Kft., OTKA, Perlit-92 Kft., TXM
Olaj- és Gázkutató Kft., Wildhorse
Energy Hungary Kft.

A kéziratokat az alábbi címre kérjük küldeni

PIROS Olga, 1442 Budapest, Pf. 106.
e-mail: piros.olga@mfgi.hu

* * *

Editor-in-charge

Csaba BAKSA,
President of the Hungarian Geological
Society

Editor-in-chief

Géza CSÁSZÁR

Vice editor-in-chief

Orsolya SZTANÓ

Technical editors

Olga PIROS
Ágnes KRIVÁN-HORVÁTH

Language editor

Philip RAWLINSON

Editorial board

Chairman: Csaba BAKSA
Tibor, CSERNY, László FODOR, Klára
PALOTÁS, Gábor PAPP, Ákos TÖRÖK,
Attila VÖRÖS

Sponsors

Mol Nyrt.
Colas Északkelet Kft., Elgoscár 2000
Kft., Geoproduct Kft., Mecsekérc
Zrt., Mineralholding Kft., OMYA
Kft., OTKA, Perlit-92 Kft., TXM
Olaj- és Gázkutató Kft., Wildhorse
Energy Hungary Kft.

Manuscripts to be sent to

Olga PIROS, 1442 Budapest, P. O. box
106.
e-mail: piros.olga@mfgi.hu

Földtani Közlöny is abstracted and indexed in

GeoRef (Washington),
Pascal Folio (Orleans),
Zentralblatt für Paläontologie
(Stuttgart),
Referativnyi Zhurnal (Moscow) and
Geológiai és Geofizikai
Szakirodalmi Tájékoztató
Budapest)

**Tartalom — Contents**

BAKSA Csaba: Elnöki megnyitó	105
CSERNY Tibor: Főtitkári jelentés	109
BAKSA Csaba: Közhasznúsági jelentés	117
BIRÓ Lóránt, PÁL-MOLNÁR Elemér: A bakonyi primer oxidos mangánércnek nyomelem- és ritkaföldfém-geokémiai vizsgálata. — <i>Trace and Rare Earth Element geochemistry of the primary manganese ore from Bakony (Hungary).</i>	119
KATONA Lajos, MAGYAR Imre, BERTA Tibor, VARGA András, SZTANÓ Orsolya: Pannóniai puhatestű fauna a Fűzfői-öböl környékének két feltárásából. — <i>Pannonian mollusc fauna from two outcrops near Balatonfűzfő.</i>	127
TÓKÉS Lilla, SZTANÓ Orsolya: Zagyárák „mutatványai” és a turbiditkorlátozó medencék: szemle. — <i>Tricks of turbidity currents and confined turbidite basins: a review.</i>	151
KOVÁCS István, UDVARDI Beatrix, FALUS György, FÖLDEVÁRI Mária, FANCSIK Tamás, KÓNYA Péter, BODOR Emese, MIHÁLY Judith, NÉMETH Csaba, CZIRJÁK, Gábor, ÓSI Attila, VARGÁNÉ BARNA Zsuzsanna, BHATTOA, Harjit P., SZÉKANÉCZ Zoltán, TURZA Sándor: Az ATR FTIR spektrometria gyakorlati alkalmazása néhány — elsősorban földtani — esettanulmány bemutatásával. — <i>Practical — especially earth science — applications of ATR FTIR spectrometry through some case studies.</i>	173
In memoriam	
PODÁNYI Tibor: In memoriam KOZMA Károly	193
Hírek, ismertetések (összeállította CSERNY Tibor, PALOTÁS Klára)	195
Társulati ügyek (összeállította KRIVÁNNÉ HORVÁTH Ágnes)	199

*Első borító: Aragonitűk a beremendi Kristály-barlangból) (fotó: KOVÁCS Richárd).
Hátsó borító: Emmericia canaliculata BRUSINA, 1874; Balatonfűzfő Papvására-hegy,
N: 5,1×3,5 mm (fotó: KATONA Lajos).*

Budapest, 2015

ISSN 0015-542X

Útmutató a Földtani Közlöny szerzői számára

A Földtani Közlöny — a Magyarhoni Földtani Társulat hivatalos szakfolyóirata — csak eredeti, új tudományos eredményeket tartalmazó (magyar, ill. idegen nyelven még meg nem jelent) közleményeket fogad el.

Elsődleges cél a hazai földdel foglalkozó, vagy ahhoz kapcsolódó tárgyú cikkek megjelentetése. A kézirat lehet: értekezés, rövid közlemény, vitairat, fórum, szemle, rövid hír, könyvismertetés, ill. a folyóirat egyéb rovataiba tartozó mű. Vitairat a vitatott cikk megjelenésétől számított hat hónapon belül küldhető be. Ez esetben a vitatott cikk szerzője lehetőséget kap arra, hogy válaszra a vitázó cikkel együtt jelenjék meg. Az értekezések maximális összesített terjedelme 20 nyomdai oldal (szöveg, ábra, táblázat, fénykép, tábla). Ezt meghaladó értekezés csak abban az esetben közölhető, ha a szerző a többletoldal költségének 130%-os térítésére kötelezettséget vállal. A rövid közlemény terjedelme maximum 4 nyomtatott oldal. A tömör fogalmazás és az állításokat alátámasztó adatszolgáltatás alapkövetelmény. A folyóirat nyelve magyar és angol. A közlésre szánt értekezés és rövid közlemény bármelyik nyelven benyújtható, az értekezés esetében magyar és angol nyelvű összefoglalással. Az angol változat vagy összefoglalás elkészítése a szerző feladata. Magyar nyelvű értekezéshez elvárt egy részletes angol nyelvű összefoglaló. Más idegen nyelven történő megjelentetéshez a Szerkesztőbizottság hozzájárulása szükséges.

A kéziratot (szöveg, ábra, táblázat, fénykép, tábla) pdf formátumban — lemezen vagy hálózaton keresztül — kell benyújtani. Ha a szerző nem tudja biztosítani a digitális formát a kézirat elfogadásáról a Szerkesztőbizottság javaslata alapján a Társulat Elnöksége dönt, tekintettel annak költségvonzatára.

A Szerkesztőbizottság a cikket, indoklással, lektoráltatás nélkül is elutasíthatja. Elfogadás esetén a Szerkesztőbizottság három lektort jelöl ki. A lektorálásra 3 hét áll rendelkezésre. A harmadik lektor egy elfogadó és egy elutasító vélemény, (vagy elmaradó lektorálás) esetén kapja meg a kéziratot, amennyiben a szerkesztőbizottság így dönt, miután mérlegelte az elutasítás, ill. a további lektoráltatás lehetőségét.

A szerzőtől a Szerkesztőbizottság a lektorálás után 1 hónapon belül várja vissza a javított változatot. A szöveget word fájlban az ábrákat és táblázatokat külön-külön fájlban, megfelelő formátumban (l. később), elektronikusan. A teljes anyagból 1 példány nyomtatot is kérünk. Amennyiben a lektor kéri, átdolgozás után újra megtekintheti a cikket, s ha kívánja, pár sorban közléteheti szakmai észrevételeit a cikkel kapcsolatban. Abban az esetben, ha a szerzői javítás után megkapott cikkel kapcsolatban a lektor 3 héten belül nem nyilvánít véleményt, úgy tekintjük, hogy a cikket abban a formájában elfogadta. Mindazonáltal a Szerkesztőbizottság fenntartja magának a jogot, hogy kisebb változtatás esetén 2 hónapon, nagy átdolgozás esetén 6 hónapon túl beérkező cikkek megjelentetését visszautasítsa.

A kézirat részei **(kötelező, javasolt)**:

- | | |
|--|---|
| a) Cím | h) Diszkusszió |
| b) Szerző(k), postacímmel (E-mail cím) | i) Következtetések |
| c) Összefoglalás (magyarul, angolul) | j) Köszönetnyilvánítás |
| d) Bevezetés, előzmények | k) Hivatkozott irodalom |
| e) Módszerek | l) Ábrák, táblázatok és fényképtáblák |
| f) Adatbázis, adatkezelés | m) Ábra-, táblázat- és fényképmagyarázatok |
| g) A téma kifejtése — megfelelő alcím alatt | (magyarul és angolul) |

A Közlöny nem alkalmaz az alcímek esetében sem decimális, sem abc-s megjelölést. Kérjük, hogy az alcímeknél és bekezdéseknél ne alkalmazzanak automatikus sorszámozást vagy bekezdésmegjelölést. Harmadrendű alcímnél nem lehet több. Lábjegyzetek használata kerülendő, amennyiben mégis elkerülhetetlen, a szöveg végén sorszámozva ún. végjegyzetként jelenik meg.

A cikk szövegében hivatkozások az alábbiak szerint történjenek:

- RADÓCZ (1974), ill. (RADÓCZ 1974)
GALÁCZ & VÖRÖS (1972), ill. (GALÁCZ & VÖRÖS 1972)
KUBOVICS et al. (1987), ill. (KUBOVICS et al. 1987)
(GALÁCZ & VÖRÖS 1972; RADÓCZ 1974, 1982; KUBOVICS et al. 1987)
(RADÓCZ 1974, p. 15.)

Az irodalomjegyzék tételei az alábbi minta szerint készüljenek:

WIGNALL, P. B. & NEWTON, R. 2001: Black shales on the basin margin: a model based on examples from the Upper Jurassic of the Boulonnais, northern France. — *Sedimentary Geology* **144/3**, 335–356.

A hivatkozásokban, irodalmi tételekben a szerző nevét kis kapitálissal kell írni, a cikkben kerülendő a csupa nagybetű használata.

Az illusztrációs anyagot (ábra, táblázat, fénykép) a tükörméretbe (170×240 mm) álló, vagy fekvő helyzetben beilleszthető méretben kell elkészíteni. A fotótábla magassága 230 mm lehet. Az illusztrációs anyagon a vonalvastagság ne legyen 0,3 pontnál, a betűméret ne legyen 6 pontnál kisebb. A digitális ábrákat, táblákat cdr, kiterjesztéssel, illetve a tördelő programba történő beilleszthetőség miatt az Excel táblázatokat word táblázatokká konvertált formában, az Excel ábrákat CorelDraw formátumban tudjuk elfogadni. Amennyiben az ábra nem konvertálható cdr formátumba, a fekete és színes vonalas ábrákat 1200 dpi felbontással, tif kiterjesztéssel, a szürkeárnyaltos fényképeket 600, a színes fényképeket 300 dpi felbontással, tif, ill. jpg kiterjesztéssel tudjuk használni. A színes ábrák és képek közlése a szerző kérésére és költségére történik.

A Földtani Közlöny feltünteti a cikk beérkezési idejét. A késedelmes szerzői javítás esetén a második (utolsó) beérkezés is feltüntetésre kerül.

Az előírásoknak meg nem felelő kéziratokat a technikai szerkesztő a szerzőnek, több szerző esetén az első szerzőnek visszaküldi.

A kéziratokat a következő címre kérjük beküldeni: Piros Olga 1443 Budapest, Pf. 106., e-mail: piros.olga@mfgi.hu

Elnöki megnyitó

Elhangzott a Magyarhoni Földtani Társulat 163. Tisztújító Közgyűlésén (2015. 03. 18.)

Tisztelt Közgyűlés!

Hölgyeim és Uraim!

Kedves Kollégák, Barátaim!

Némi meglepettséggel, de az elvégzett munka jóleső érzésével adunk ma számot az elröppent három év legfontosabb történéseiről, részletesebben a társulat tavalyi tevékenységéről, eredményeiről. Minden tisztújítás egy mérőföldkő, amely alkalmat ad arra, hogy mérleget vonjunk, jó irányba mennek-e a folyamatok, rendben vannak-e a szeretett közösségünk ügyei, alszik vagy dinamikusán működik-e a tisztikar, elégedett-e a tagság a rendezvényekkel, milyen az immár 167 éves társulat külső megítélése, arculata, kifejezi-e azokat a céljainkat és törekvéseinket, amelyeket az elnökség korábban a zászlajára tűzött?

Az új elnökség megválasztásakor, 2012-ben sok újszerű és még több olyan kötelező feladatot tűzött maga elé, amelynek elvégzése, eredményes befejezése átgondolt, kitartó és áldozatos munkát kívánt. Ehhez a tevékenységhez nemcsak az elnökség elszántsága, de a teljes tagság aktív támogatása vagy legalább is türelme elengedhetetlen feltétel volt. Elmondhatjuk, hogy élveztük bizalmat. Sokan, akik segítettek, munkájuk során lassan megtapasztalták a kézzelfogható eredményeket, és néha megfogalmazták jogos, de segítő szándékú kritikájukat is. Köszönjük mindazoknak, akik belátva a bizonyos változtatások, gazdasági és kommunikációs nyitások gyorsításának szükségességét, támogatták munkánkat. Úgy érzem, — de erről majd a jelen tisztújítás során a tagság mond megfellebbezhetetlen véleményt, — hogy van látszata a mögöttünk hagyott három év lelkiismeretes munkájának és társulatunk mind gazdálkodását, mind tevékenységét és szellemiségét tekintve jelenleg biztos lábakon áll.

Nem szeretném untatni a tisztelt Közgyűlést részletes visszatekintéssel, hiszen ennek ismertetése részben a főtitkári beszámoló, részben az egyes szakbizottságok jelentéseinek feladata. Ugyanakkor engedjétek meg, hogy az általam korábban legfontosabbnak tartott célokról és azok megvalósításáról egy rövidebb, átfogó áttekintést adjak, annál is inkább, mivel ezzel vonhatom meg elnöki tevékenységem szubjektív mérlegét.

Melyek voltak azok a programpontok, amelyeket prioritásként megjelöltünk? Elsőként patinás szervezetünk társadalmi beágyazódásának, ismertségének, elfogadásának, arculati megjelenítésének és nem utolsósorban érdekérvényesítő képességének növelését említhetjük. Ennek elérése érdekében igen sok apró lépést kellett megtenni, amelynek során vannak mindenki számára már látható és érezhető eredmények, de vannak permanens munkát igénylő további és el nem hanyagolható feladataink is. Külső megjelenésünk ápolása tükrözi belső értékeink jó részének is, ezért fontosnak tartottuk és tartjuk mai is, hogy tagságunk büszkén lobogtathassa 48-as mintájú, újonnan készített selyemzászlóinkat, büszkén viselje újratervezett, de jelszavunkat hűen hordozó jelvényünket, rendezvényeinken megjelenő roll up állványunkat és minden kiadványunkon megjelenített és a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala által levédetett logóinkat. Mindezen értékek gondozása, — egyebek mellett, mint sajtókapcsolatok, Facebook oldal működtetése — társulati marketing tevékenységünk részei, amelyek nélkül szürkébbek lennénk és elvesznénk a számtalan civil szervezet alkotta rengetegben.

Elnökségi ciklusunknak talán legjelentősebb eredménye kapcsolataink formális kibővítése, együttműködési megállapodások kötése minden földtudományi és rokon szervezettel — beleértve állami hivatalt, kutatóintézetet és egyetemeket is, — amelyek érdekei és működési területe egybeesik társulatunk hosszú távú szakmai és érdekérvényesítési törekvéseivel. A csaknem harminc aláírt együttműködési megállapodás mellett, annak mintegy betetőzéséként, tavaly megalakítottuk tíz szervezettel közösen a „Földtudományi Civil Szervezetek Közösségét”, amelynek fogadtatása a szélesebb szakmai társadalomban egyöntetű elismerésre talált. Ennek sikere a régi ernyőszervezet MTESZ felszámolása miatt még komolyabb megítélést és elismerést eredményezhet. Ezen tevékenységünk során átléptünk a határokon is, és erősítettük Kárpát-medencei kapcsolatainkat. Megújítottuk és kiterjesztettük megállapodásunkat az Erdélyi Magyar Műszaki

Tudományos Társasággal (EMT) és informális kapcsolatokat ápolunk a szlovákiai és horvát társulatokkal is. Erősek kapcsolataink az Európai Geológusok Szövetségével (EFG), ahol több tagunk fontos tisztséget tölt be.

Jelentős eredménynek tarjuk a bányavállalatokkal, egyéb vállalkozásokkal való szorosabb együttműködés kiterjesztését, amelynek során jogi tagjaink és szponzoraink számát az elmúlt választási ciklus alatt növelni tudtuk. A kollegiális és személyes kapcsolatok ápolása, a kapcsolati tőke jó értelemben vett kiaknázása meghozta eredményét. Ezúton is köszönetet mondunk legnagyobb támogatóknak a Molnak és a többi vállalkozásnak segítő közreműködésükért, társulatunk színvonalas tudományos és ismeretterjesztő rendezvényei sikeres lebonyolításában vállalt szerepéért.

Gazdasági helyzetünk szilárd alapokon való tartása, bevételeink növelése céljaink, tevékenységünk megfelelő finanszírozása érdekében az egyik legkényesebb és legfontosabb kérdés. A rövidesen elhangzó beszámoló erre részletesen kitérnek, de a magam részéről itt szeretnék köszönetet mondani a tagság azon részének, akik belátva ennek fontosságát elfogadták és támogatták a három éve bevezetett tagdíjrevízióknak alapelveit, a kötelező tagdíjon felül önkéntes adományokkal segítették fennmaradásunkat és programjainkat, önzetlen magatartásukkal követendő példát mutattak. Ennek köszönhető az is, hogy felhívásunkra mintegy féléves adománygyűjtési akcióval és nem kevés munkával helyreállítottuk és felújíthattuk dr. SZABÓ Józsefnek, a legnagyobb magyar geológusnak a Nemzeti Sírkertben lévő nyughelyét. A helyreállított mellszobor eredetijét prof. FARKAS J. György úrnak köszönhetjük, aki SZABÓ József ükunokájaként társulatunknak ajándékozta SZÉCSI Antal szobrászművész 1895-ben készült eredeti bronz alkotását. (Ő készítette a Baross téri BAROSS Gábor szobrot is.)

Társulati életünknek rendezvényeink mellett megjelenő, tárgyasult megtestesítője a 145. évfolyamába lépett Földtani Közlöny. Ez a kiadvány első megjelenése óta folyamatosan és magas színvonalon gondoskodik tagságunk és a magyar geológus társadalom tudományos munkájának és életének megjelenítéséről. Az egyik legidősebb hazai tudományos folyóiratként ez a kiadvány kiérdemelné a Magyar Értéktárba való mielőbbi felvételét, amelynek elindításáról gondoskodni fogunk. A folyóirat csaknem összes száma digitalizálásának és on-line elérhetővé tételének nagyszabású munkájáról és a már működő rendszerről a tisztelt tagság már értesült, sokan élvezik is ennek gyümölcseit. Köszönöm azoknak a kollégáknak, külső intézményeknek munkáját és segítségét, első helyen CSERNY Tibor főtájtár úrnak elvülhetetlen érdemeit ennek megteremtésében. Szándékunk szerint a hozzáférés korszerűsítése mellett meg kívánjuk őrizni a szaklap nyomtatott formában való kiadásának folytonosságát, mert igény van rá és az elektronikus archiválási biztonsági rendszer még messze nem nyújt olyan hosszú távú dokumentálási lehetőséget, mint a jó öreg Gutenberg megalkotta módszer. Mindazonáltal eminens feladatunk a szép magyar szakmai nyelv ápolása és megőrzése, a világirodalmi ismertséget lehetővé tevő idegen nyelvű szakmai cikkek támogatása mellett. Gondoskodunk a Földtani Közlöny technikai szerkesztése jobb feltételrendszeréről, a tördelést a titkárság hatáskörébe vontuk, alkalmas új eszközök és szoftver vásárlása mellett.

A Magyarhoni Földtani Társulat, mint csaknem százhetven éves szakmai civil szervezet a selmeci hagyományokra építő többi egyesülettel egyetemben nagy gondot fordít a hagyományőrzésre, elődeink emlékének méltó ápolására és ezeknek mindennapi életünkben való szerves megjelenítésére. Ennek érdekében kutattuk fel első elnökünknek KUBINYI Ágostonnak tápiószentmártoni sírját, alapítottunk róla elnevezett társulati kitüntetést, ugyanígy KERTÉSZ Pálnak a Budapesti Műszaki Egyetem volt tanárának emléket állító szakosztályi kitüntetést, melyeket most először adunk át arra érdemes, jeles kollégáinknak. Ilyen irányú tevékenységünket számos megemlékezés, szoboravató, kiadványok, szakestélyek és szakmai kirándulások népszerűsége dicsérik.

Tisztelt Közgyűlés!

Kedves Kollégák!

Végezetül hadd foglaljam röviden össze és hívjam fel a figyelmet néhány, a közeli és távolabbi jövőben is aktuális és nem mulasztható kötelességünkre. A jelenlegi elnökség hároméves munkája mérlegét és eredményeit áttekintve megállapítható, hogy elindultunk egy járható úton és leraktuk az alapjait az MFT hosszú távú boldogulásának több rokon szervezettel közösen. Az együttműködések formai részének megfelelő tartalommal való kitöltése a következő ciklus(ok) feladata. Kapcsolati rendszerünk kiváló és a többi szervezet is igényli az együttműködést. Élünk vele! Ennek folyamatában erősíteni kell a hazai ásványvagyon kutatásának, kitermelésének és hasznosításának feltételrendszerében mutatkozó hiányosságok megszüntetését, felszámolását. Ankétjainkat, javaslatainkat, tárgyalásainkat ezen nemes és patrióta cél érdekében kell szolgálatba állítani. Ez mindannyiunk megélhetését is erősen befolyásoló hosszú távú feladat. Még a csak tudományos kutatással foglalkozó kollégáink is. Ne tévesszük szem elől! A Mérnöki kamarával a napokban

történt megállapodásunk, reményeim szerint, megalapozhatja a hivatalos eljárásokban jobban bevonható kompetens személy, azaz akkreditált szakértői tevékenység régóta várt, magasabb szintű elismertetését. Ez sem lesz egyszerű feladat, de utat mutat szakmai hivatásunk napi elvárásoknak jobban megfeleltethető alkalmazása felé.

Gazdálkodásunk jelenleg stabil, de bevételeinket tekintve a tagdíjakon kívül semmi egyébbe nem számíthatunk biztosan. A tagdíjak, beleértve a jogi tagjaink támogatását is, a társulat működtetésére még ma sem elegendőek. Kötelességünk mind a taglétszámot, mind a jogi tagok számát növelni és nem utolsó sorban bevételeket hozó rendezvényeket szervezni. Amennyiben a tisztelt tagságnak érdeke és szent kötelessége a társulat további száz évre való fenntartása és működtetése, úgy tisztelettel és nagyrabecsüléssel kérem, hogy ne viszolyogjanak, és ne utasítsák el a díjköteles, de magas színvonalú rendezvényeinket. Már bizonyítottuk, hogy ezekre szükség van, és mindannyiunk érdekeit szolgálják. Pályázatokkal kapcsolatos munkánk, szakértői segítséggel alátámasztva folyamatos, de ennek sikere, sajnos, nem rajtunk múlik, ennél fogva bizonytalan.

Végezetül köszönöm minden tisztségviselőnek, közvetlen munkatársaimnak, a főtitkár úrnak, a társelnököknek, a titkárságunknak és az önkéntes segítőinknek lelkiismeretes munkáját, ami nélkül nem tudtunk volna elérni eredményeket.

A megújuló elnökség és tisztikar elkövetkező három éves tevékenységéhez pedig kívánok jó egészséget, kreativitást, következetes és kitartó szakmai munkát, Isten áldását és

jó szerencsét!

BAKSA Csaba

Főtitkári jelentés a 2014-es évről

Elhangzott a Magyarhoni Földtani Társulat 163. Tisztújító Közgyűlésén

Mottó: A tettek hangosabban beszélnek, mint a szavak!

A társulat céljai, feladatai 2014-ben

A társulat jelenlegi elnöksége három éves ciklusának utolsó évében a következő feladatok megvalósítását tűzte ki céljául:

- a társulat anyagi hátterének és jogszerű működésének biztosítása, pozitív gazdasági mérlegének elérése, lehetőség szerint gazdasági helyzetünk javítása;
- a társulati tagság elvárásainak lehetőségeinkhez mért, maximális teljesítése a felmerülő feladatok hatékony megoldása;
- a társulat taglétszámának növelése, tagjai egyre nagyobb körének bevonása a közös feladatok elvégzésébe;
- a tervezett rendezvények szakmai színvonalának és jó hangulatának megőrzése, látogatottságának növelése, kiemelt rendezvényeinek széles társadalmi körökben történő elismertetése;
- a szakmai nyelv ápolása, e tevékenység dokumentálása a Földtani Közlöny tartalmi színvonalának megőrzésével és a szakterületek egyre szélesebb spektrumában elért eredmények bemutatásával; a folyóirat elérhetőségének növelése minél nagyobb szakmai körben
- a földtudományi szakterület szakmai szervezeteivel, intézményeivel és egyetemekkel való kapcsolatrendszer kiépítése, a közös érdekképviselői alapjainak létrehozása, a hatékony együttműködés kialakítása;
- a szakma és képviselői eredményeinek széles körben történő megismertetése és elismertetése.

A társulat 2014-ben elvégzett szakmai munkája sokszínű, igen hatékony, gazdaságilag kiegyensúlyozott, összességében eredményes volt, azaz kitűzött céljait minden részterületen sikeresen teljesítette.

A társulat tagsága

A társulat taglétszámának alakulása

2014. év során a társulat taglétszáma az előző évhez viszonyítva 6%-kal, a három éves ciklus kezdete óta összesen 19%-kal nőtt, az alábbiak szerint:

Létszám/év	2011	2012	2013	2014
Taglétszám	1018	1057	1143	1211
Új belépők	63	70	122	56
Új belépők közül diákok	47	43	86	26
Diákok száma	233	246	299	294
Nyugdíjasok	265	272	278	279
Elhunyt tagtársak;	11	8	11	7
Kérte törlését;			11	11
Nem fizetés miatt töröltek száma;			27	2
3 éves tagdíjfizetés elmaradása miatt felfüggesztve			73	59

2014-ben jogi tagjaink száma nem gyarapodott, tárgyévben 10 intézmény volt ebben a státuszban.

2014-ben elhunyt tagtársaink

BÁLDI Tamás (1935–2014), BARABÁS Andorné STUHL Ágnes (1928–2014), CSERNA Zoltán (1928–2014), FÖLDVÁRY Gábor (1931–2014), KECSKEMÉTI Tiborné (1928–2014), KOZMA Károly (1936–2014), SZABÓ Imre (1926–2014).

Személyi változások

2014. október végén KOPSA Gabriella ügyintéző a Titkárságon eltöltött 10 év után nyugdíjba vonult. A megüresedett helyre pályázatot hirdettünk meg, amelyre több, mint 60 fő jelentkezett. Két fordulót követően BOGYAY Ida nyerte el az ügyintézői állást.

Az elnökség szakmai adminisztratív munkája

Az Alapszabályban rögzítetteknek megfelelően a hagyományosnak tekinthető elnökségi, választmányi, szerkesztőbizottsági üléseket megtartottuk:

5 elnökségi ülés (2014. 01. 14., 03. 06., 06. 05., 09. 22., 11. 2.) és 1 exelnöki (2014. 12. 18.)

2 választmányi ülés (2014. 02. 26. és 11. 24.)

2 Földtani Közlöny Szerkesztőbizottsági ülés (2014. 04. 09., 11. 18.)

Fontos lépésként értékeljük, hogy a 2013-ban elfogadott új Alapszabályhoz illeszkedve HÁMOR Tamás társelnök és CSERNY Tibor főtitkár újrafogalmazta, átszerkesztette, továbbá jelentős mértékben egyszerűsítette a társulat Ügyrendjét. Utóbbit az Elnökség az Alapszabály és Ügyrendi Bizottság véleményének figyelembevételével megtárgyalta, és egyhangúan elfogadta. Az új Ügyrend az alábbi részekre tagolódik:

- a Közgyűlés;
- az Elnökség és a titkárság;
- a Választmány;
- a szakosztályok és területi szervezetek;
- az állandó bizottságok (Ellenőrző, Fegyelmi és Etikai, Földtani Közlöny Szerkesztő-, Alapszabály és Ügyrendi, Gazdasági, Ifjúsági, Választási Bizottság);
- időszaki bizottságok;
- ügyrendjei, továbbá a Társulat Kitüntető Címeinek Szabályzatai. Az kitüntetések szabályzatainak alkalmazása során felmerült azok korszerűsítésének igénye és aktualizálásának szükségessége, ami a következő Elnökségnek jelent szép feladatot.

Az Elnökség, a titkárság hatékony közreműködésével, 2014-ben több pályázatot és támogatási kérelmet állított össze, illetve nyújtott be a társulat zavartalan működése, rendezvényeinek színvonalas megtartása és a Földtani Közlöny pontos megjelentetése érdekében. Ezek a következők voltak:

- a Mol Nyrt felé, kiemelt rendezvényeink és a Földtani Közlöny kiadását szponzoráló támogatásért (hosszú évek óta a Mol a fő szponzorunk, amely jelentős mértékben támogatja társulatunkat);
- a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium Kutatási és Technológiai Innovációs Alapjához, a 2014. évi HUNGEO megrendezésének támogatására;
- a Nemzeti Kulturális Alaphoz (NKA) a Földtani Közlöny megjelentetésének támogatására.

Kapcsolatépítés

Az Elnökség továbbra is egyik kiemelt feladatának tekintette a jó kapcsolatok kiépítését és ápolását hazai rokon szakmai szervezetekkel, egyetemekkel, kutató intézményekkel, bányavállalatokkal, állami hivatalokkal és hatóságokkal. 2014-ben hét együttműködési szerződést kötöttünk (az elmúlt 3 évben összesen 26-at) az alábbi szervezetekkel:

- Magyar Hidrológiai Társaság;
- Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat;
- European Association of Geochemistry (EAG);
- Pécsi Egyetem, Természettudományi Kar;
- Elementum Egyesület (Szeged);
- Észak-Dunántúli Nemzetközi Bányászati Klaszter;
- Országos Széchenyi Könyvtár.

A társulat (mint kiadó) az Országos Széchenyi Könyvtárral (OSZK) megkötött együttműködési megállapodás keretében ingyenesen elérhetővé tette a Földtani Közlöny 1959–2013 közötti számaiban megjelent cikkeket. Az OSZK Elektronikus Periodika Archívumában (EPA) a <http://epa.oszk.hu/html/vgi/kardexlap.phtml?id=1635> linken érhető el az elmúlt 54 évfolyam számai. Az 1874–1922 között megjelent Földtani Közlöny kötetei (16 évfolyam kivételével) a www.biodiversity.org honlapon, vagy az EPA-ból ugyancsak letölthetők.

Az Elnökség eltökélt szándéka, hogy a közeljövőben a folyóirat összes eddig még nem digitalizált füzetét (1923–1958, továbbá 1876–1885, 1888, 1890–1891, 1893–1895) is on-line elérhető legyen. Ennek érdekében

az OSZK E-Szolgáltatások Osztályával és a Biodiversity Heritage Library (Smithsonian Libraries, Washington, DC)-vel szükséges tárgyalások és egyeztetések megtörténtek.

2014. év második felében két lépcsőben, 10 alapító földtudományi szakmai civil szervezet közreműködésével létrehoztuk a Földtudományi Civil Szervezetek Közösségét (FöCiK), amely több mint 10 000 taggal rendelkezik. 2014. december 17-én az alábbi szervezetek elnökei, vagy azok megbízottjai látták el kézzel a megállapodást:

Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság (MFTTT),

Magyar Földrajzi Társaság (MFT),

Magyarhoni Földtani Társulat (MhFT),

Magyar Geofizikusok Egyesülete (MGE),

Magyar Hidrológiai Társaság (MHT),

Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat (MKBT),

Magyar Meteorológiai Társaság (MMT),

Magyar Természettudományi Társulat (MTT),

Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület (OMBKE),

Szilikátipari Tudományos Egyesület (SzTE).

Társulatunk tagja a Geológusok Európai Szövetségének (European Federation of Geologists, röviden EFG, <http://eurogeologists.eu>), amely szervezet jogosult az European Geologist (EurGeol) cím kiadására. A jelenleg mintegy 1200 EurGeol címmel rendelkező szakember a földtani szakma minden ágát képviseli. Az EFG keretén belül 9 tematikus szakértői panel működik, közülük háromnak magyar vezetője van:

SÓREG Viktor a Panel of Experts on Oil and Gas,

SZANYI János a Panel of Experts on Geothermal Energy,

HARTAI Éva a Panel of Experts on Education szakértői csoportot koordinálja.

Az EFG hivatalos lapja, az European Geologist évente 2 alkalommal, áprilisban és novemberben jelenik meg. A lap főszerkesztője HARTAI Éva. A 2014. áprilisi tematikus szám címe „Metallic mineral resources – Meeting future demands” volt. A számban FÖLDESSY János és szerzőtársai is megjelentettek egy publikációt a recski ércecs komplexumról. A novemberi szám címe „Geoarcheology — Reconstructing our early history” volt.

2014-ben az EFG 4 db H2020 pályázatot nyert, ezek közül az MFT a KINDRA — European Knowledge Inventory for Hydrogeology Research és az INTRAW — International cooperation on raw materials projektek megvalósításában 3. fél státuszban vesz részt.

A társulat elnöksége a Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály javaslatára, a Választmány támogatásával úgy határozott, hogy KERTÉSZ Pál (1928–2012) tiszteletére emlékérmet alapít. Az emlékérem szabályzatát az Elnökség 2014. szeptember 22-ei ülésén elfogadta.

A társulat az emlékérmet évente egy alkalommal azon tagjainak adományozza, akik a mérnökgeológia és környezetföldtan terén végzett tartósan eredményes tudományos és gyakorlati munkát végeznek, elősegítik a mérnökgeológia és környezetföldtan hazai megismertetését és elismertségét és szorosabbá fűzik kapcsolatukat a rokon tudományokkal. Jelentősen hozzájárulnak e területek tudományos eredményeinek hazai és nemzetközi megismertetéséhez.

A társulat kiemelt nagyrendezvényei

A társulat a 2014. évi közgyűlése óta eltelt időben 19 nagyrendezvényt bonyolított le, melyek elnökségi (7 db, ún. központi), illetve szakosztályok és területi szervezetek (12 db, ún. szakosított) szervezésben zajlottak. A kiemelt központi rendezvényeket a következő táblázatban foglaltuk össze (a szakosztályok és területi szervezetek által szervezett kiemelt rendezvényeket lásd később).

A kiemelt központi és szakosított rendezvények többségéről rövid szakmai összefoglalók készültek, amelyek a Földtani Közlöny „Hírek” rovatában jelentek meg (az utalásokat lásd a táblázatokban).

	2014. évi központi rendezvények	Időpont	Résztevők	Földtani Közlöny
1.	MFT 162. közgyűlése	2014. március 19., Budapest	91	
2.	Ifjú Szakemberek Ankétja	2014. március 28–29., Balatonföldvár	70	
3.	Föld Napja	2014. április 27., Budapest	kb. 45	144/2, p. 182.
4.	XII. HUNGEO	2014. augusztus 20–24., Debrecen, Erdély	123	144/3, pp. 302–303.
5.	Földtani, kultúrtörténeti értékek nyomában IV.	2014. szeptember 18–19., Gyöngyösoroszi, Ipolytarnóc	53	144/4, pp. 408–409.
6.	Földtudományos forgatag	2014. november 8–9., Budapest	kb. 1500	144/4, p. 411.
7.	IV. AAPG Student workshop	2014. december 4., Budapest	43	

2014. évi szakosított rendezvények		Időpont	Résztevők	Földtani Közlöny
8.	9. Téli Ásványtudományi Iskola	2014. január 17–18., Tihany	87	144/2, pp. 181–182.
9.	Dudich Endre 80 éves (ünnepi ülés)	2014. január 27., Budapest	114	144/1, pp. 109–110.
10.	Bárdossy György emlékülés	2014. április 24., Budapest	89	
11.	Meddő? Hulladék? Nem! Haszonanyag! (Ásványvagyon ankétsorozat, 4. rendezvény)	2014. május 15., Budapest (a KSzGySz-el közös rendezvény)	70	144/2, p. 183.
12.	17. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés	2014. május 29–31., Győr	56	144/3, p. 301.
13.	XVII. Magyar Geomatematikai Ankét, és VI. Horvát–Magyar Geomatematikai Szimp.	2014. május 21–23., Opatija	52	144/3, p. 301.
14.	IV. Összegyetemi terepgyakorlat	2014. augusztus 4–8. Mecsek	13	144/3, pp. 301–302.
15.	V. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés	2014. szeptember 4–6., Révfülöp	50	144/4, pp. 407–408.
16.	Általános Földtani Szakosztály terepbejárása	2014. október 10–11.	26	144/4, p. 409.
17.	ProGEO–Geotóp nap	2014. október 4. és 11.	kb. 650	144/4, pp. 409–410.
18.	Vitális György 85 éves (ünnepi ülés)	2014. október 13., Budapest	39	144/4, p. 412.
19.	III. NosztalGEO Ankét	2014. november 14., Algyő	70	144/4, p. 411.

A területi szervezetek és szakosztályok rendezvényei

A szakosztályok és területi szervezetek a fentiekben felsorolt kiemelt rendezvényeik mellett szak- és emléküléseket, szakmai, baráti találkozókat, kisebb ankétoakat és szimpóziumokat, műhelylátogatásokat, vitaüléseket, továbbá terepbejárásokat szerveztek. A tíz szakosztály, öt területi szervezet és az Ifjúsági Bizottság által megrendezett eseményeket számokban:

Év	Nagyrendezvény			Terepbejárás			Előadói ülés			Összesen		
	sorszám	rész- tevők	átlag fő/rend.	sorszám	rész- tevők	átlag fő/rend.	sorszám	rész- tevők	átlag fő/rend.	sorszám	rész- tevők	átlag fő/rend.
2014.	9	607	68	19	827	44	33	856	26	61	2290	38

A 2014. évi szakosztályi és területi szervezeti beszámolókból kitűnik, hogy:

— egyre népszerűbbek a szakosztályok, területi szervezetek akadémiai bizottságokkal és oktatási centrumokkal közösen megszervezett rendezvényei.

— előtérbe kerültek az évente ritkábban (1–3 alkalommal) megrendezésre kerülő, de hosszabb időtartammal (akár 2–3 nap) megrendezett események, ahol ezen alkalmakkor előadói ülés, vitaülés és terepbejárás is megvalósult.

— a 2014. évi rendezvények száma csökkent a megelőző évhez képest, ugyanakkor az egyes rendezvények átlagos látogatottsága nőtt.

A teljesség igénye nélkül, néhány kiemelkedően jól sikerült rendezvény, illetve tevékenység az illetékes szakosztályi és területi szervezetek titkárainak jelentései alapján összefoglalva a következő:

Területi szervezetek kiemelt tevékenysége

Alföldi Területi Szervezet

A XVII. Geomatematikai Ankétot, amely egyben a 6th Congress of Croatian and Hungarian Geomatematicans (CCHG 2014) volt, Opatijában rendezték meg, a Geomatematikai Szakosztállyal közösen. Debrecenben a DAB-bal és a DE-vel közös rendezésben az „Érdekességek a geológia világából” előadói ülés volt. Folytatódott a NosztalGeo sorozat, amelynek keretében a szerves geokémia aktuális kérdéseit mutatták be Algyőn.

Budapesti Területi Szervezet és az Általános Földtani Szakosztály

A Területi Szervezet és a Szakosztály az MTA Szedimentológiai Albizottságával kétnapos terepbejárást szervezett a Budai-hegységben és a Zsámbéki-medencében. Marko VRABEC, horvát szakember részvételével angol nyelvű előadói ülésre is sor került.

Közép-és Észak-Dunántúli Területi Szervezet

A területi szervezet a VEAB-bal közösen 2 előadói ülést szervezett, és folytatta eredményes együttműködését a Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatósággal. Két sikeres geotúra-vezetői tanfolyamot szerveztek a Pápai–Bakonyalján és a Keszthelyi-hegységben, továbbá hozzájárultak a Gyenesdiáson kialakított Természet Háza földtani részének kiállításához.

Dél-Dunántúli Területi Szervezet

A területi szervezet Pécsen a PAB-bal közösen tartotta meg nagysikerű rendezvényét „A fenntartható geotermikus energiahasznosítás” címmel. Az egésznapos előadói ülés után a résztvevők „workshop” keretében megtekintették a Mecsekérc Zrt. és a Geochem Kft. telephelyét, eszközeit és berendezéseit.

Észak-Magyarországi Területi Szervezet

Ercan ÖZCAN (Istanbul) és Gianluca Frijia (Potsdam) professzorok meghívásával két sikeres előadói ülést szervezett a területi szervezet. Szokásos Szent Iván-napi vacsorájukon az idősebb kollégákat köszöntötték, míg az Miskolci Egyetem földtudományi hallgatói részvételével szakmai élménybeszámoló délutánt tartottak.

Agyagásványtani Szakosztály

FÖLDVÁRI Mária születésnapja tiszteletére az ünnepelt munkásságát, továbbá az agyagásvány-kutatás újabb eredményeit bemutató szakülést szerveztek.

Ásványtan- Geokémiai Szakosztály

Balatonfüreden 9. alkalommal tartották meg hagyományos „évnnyitó” rendezvényüket, a Téli Ásványtudományi Iskolát, „Ásványtan: földtudomány, anyagtudomány, egyéb?” címmel. Nagy sikere volt egy újonnan indult rendezvénysorozatnak, amely kapcsán Ásványtan-Geokémiai-Kőzettani Műhelylátogatás keretében a Szegedi Tudományegyetemre látogattak. A hagyományosnak mondható, ez alkalommal 3 naposra tervezett és terepbejárással is gazdagított V. Kőzettani Vándorgyűlést Révfülöphöz rendezték meg „Kőzettani folyamatok a földképenyitől a felszínig” címmel. Az előadáskivonatokat színes kiadvány formájában is megjelentették. Az „Őszi konferencialevelek” előadói ülésen a szakosztály tagjai a nemzetközi és hazai konferenciákon elhangzott előadásait és poszttereit mutatták be.

A szakosztály látja el a tág értelemben vett ásványtani tudományterület nemzetközi képviselését a Nemzetközi Ásványtani Szövetségben (IMA) és az Európai Ásványtani Unióban (EMU).

Geomatematikai Szakosztály

A szakosztály az Alföldi Területi Szervezettel közösen rendezte meg a XVII. Geomatematikai Anketjét, amely egyben az VI. Horvát–Magyar Geomatematikai Anket volt. Az Opatijában megtartott rendezvény előadásainak összefoglalóit és az előadások rövidített változatát két kiadványban publikálták.

Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály

Nagy sikerrel rendezték meg a „Meddő? Hulladék? Nem! Haszonanyag!” című konferenciát, amelynek a plenáris ülésen és a két szekcióban elhangzott előadásait a Mérnökgeológia–Kőzetmechanika Kiskönyvtár sorozat 17. köteteként jelentették meg. Bemutakozó előadói ülést és két napos terepgyakorlatot szerveztek Balatonrendesen, mérnökgeológia szakirányú hallgatóknak. További 3 előadói ülést is megszerveztek, alagút, műemléki kőanyagok és földtani folyamatok témában. A szakosztály látja el a Nemzetközi Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Egyesület (IAEG) hazai képviselését.

Nyersanyagföldtani Szakosztály

A megelőző évben megalakult szakosztály négy előadói ülést szervezett meghívott hazai és külföldi szakemberek (Ladislav A. PALINKAS, Zágráb) részvételével, bauxit, Pb-Zn és magmás–hidrotermás rendszerek, valamint a szénhidrogén ásványvagyok értékelésének bizonytalanságai témában.

Oktatás és Közművelődési Szakosztály

A szakosztály által évente megrendezett Országos Középiskolai Földtudományi Diákkonferencia adminisztratív okokból elmaradt. A szakosztály elnöke több nemzetközi pályázat megírásában vett részt, közülük kettőben a társulat is érdekelt.

HARTAI Éva az Európai Geológusok Szervezetének (EFG) alelnökeként képviseli társulatunk tagságának érdekeit a nemzetközi szervezetben. Ezen kívül, a EFG szaklapjának főszerkesztőjeként is tevékenykedik.

Őslénytani-rétegtani Szakosztály

A szakosztály megrendezte 17. Magyar Őslénytani Vándorgyűlést, amely a hagyományoknak megfelelően 2 napos előadói üléssből és egy nap terepbejárásból állt. A rendezvény Győrött volt, míg a terepbejárásra a Bécsi-medence szlovákiai részén került sor, ahol miocén korú feltárásokat láthattak a résztvevők, pozsonyi kollégák kalauzolásában (Matus HYZNY, Jan SCHLÖGL, Natalia HUDACKOVA).

ProGEO Földtudományi Természetvédelmi Szakosztály

A szakosztály nagyon aktív tevékenységet fejtett ki a Magyar Értéktárba felvehető földtudományi értékek szempontrendszerének kidolgozásában, megvitatásában, 2–2 előadói ülést és vitai ülést formájában. Ezen kívül,

a hagyományosnak tekinthető Geotóp-napokat rendezték meg a földtudományi értékek iránt érdeklődő nagyközönség számára. A szakosztály tagjai két szombaton, összesen 13 helyszínen (Békéscsabán, Csőlyospáloson, Fertőrákoson, Miskolcon, Somlóvásárhelyen, Salgóbányán, Tatán és Tokajban, Aggteleken, Balatonfüreden, Budapesten a Hárs-hegyen, Cserépfalun, illetve Pécsen) tartottak földtani-természetvédelmi terepbejárást. A szakosztály látja el Magyar Nemzeti Bizottság formájában a ProGEO nemzetközi szervezet hazai képviseletét.

Tudománytörténeti Szakosztály

A szakosztály havi rendszerességgel megtartott szakülései közül négy „kerek évfordulós megemlékezés” emelhető ki: a Szent György-napi bauxittalálkozó BARDOSSY György emlékére; DUDICH Endre 80. és VITÁLIS György 85. születésnapja alkalmából rendezett ünnepi szakülés, továbbá a „A nagy háború geológus szemmel” előadói ülés.

Ifjúsági Bizottság

A bizottság tagjai közreműködtek az Ifjú Szakemberek Ankétjának (ISZA) előkészítésében, a benyújtott támogatási pályázatok elbírálásában. A Balatonföldváron megrendezésre kerülő ankéton többen is eredményesen képviselték a földtani szakmát. Ezen kívül, aktív szerepet vállaltak a „Föld napja” és a „Földtudományos forgatag” sikeres megrendezésében. Önállóan szervezték meg az ötnapos IV. össz-egyetemi terepbejárást a Mecsekben, valamint a „4th AAPG Student Workshop on the Pannonian Basin” előadói ülést, ahol POROS Zsófia (Conoco Phillips) és LEMBERKOVICS Viktor (Rag-Hungary) tartott előadást külföldi cégeknél szerzett szakmai tapasztalataikról.

A társulat 2014. évi kiadványai

CSERNY T., KRIVÁNNÉ H. Á., KOVÁCS-PÁLFFY P. (szerk.) 2014: Magyar felfedezők és kutatók a természeti erőforrások hasznosításáért. — I. kötet: Program, előadáskivonatok, 78 p; II. kötet: Kirándulásvezető, 71 p; III. kötet: Cikkgyűjtemény, 299 p.; Budapest.

TÖRÖK Á., PUZDER T., CSERNY T. (szerk.) 2014: Meddő? Hulladék? Nem! Haszonanyag! 2014. július 16. — Konferencia kötet. Mérnökgeológia–Kőzetmechanika Kiskönyvtár 17, Hantken Kiadó, Budapest, 138 p.

PÁL-MOLNÁR E., HARANGI SZ. (szerk.) 2014: Kőzettani folyamatok a földképenytől a felszíniig. — V. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés, Révfülöp 2014. szeptember 4–6., 106 p.

Földtani Közlöny 144. évfolyama, 4 száma, 412 p.

A társulat gazdálkodása

A társulat gazdálkodásának részletes adatait a Közhasznúsági melléklet, illetve Gazdasági Bizottság beszámolója mutatja be. Néhány általános megjegyzést azonban érdemes kiemelni:

A társulat 2014. éves pénzügyi forgalma a megelőző évhez képest nőtt, gazdálkodásunk 2014-ben is kiegyensúlyozott és nyereséges volt;

Jelentős összegű pályázati támogatást nyertünk az „Új Széchenyi Terv” keretében, amelynek segítségével sikeresen megrendezhettük a 12. HUNGEO találkozót Debrecenben. A pénzügyi támogatásnak köszönhetően neves, külföldön élő előadókat láthattunk vendégül, ugyanakkor jelentős engedményeket tehettünk a rászoruló résztvevőknek. Ennek következtében minden korábbinál nagyobb létszámú rendezvény házigazdái lehettünk.

Bevételeinknek több mint felét rendezvényeink biztosították. Ennek összege a megelőző évhez képest több mint 60%-al nőtt;

Az elkülönített állami pénzalapból semmiféle támogatást nem kaptunk;

A személyi jövedelemadó 1%-ának megfelelő felajánlás a megelőző évhez képest tízezer forinttal nőtt; 99 tagtárstól tagdíjon felüli, jelentős mértékű (közel 2 millió Ft) támogatás érkezett;

Többen vállalták az alternatív tagdíj megfizetését, ugyanakkor több tagtársnak van tagdíjfizetési elmaradása: a 2013. és 2014. évet tekintve mintegy 2 millió Ft összegben;

A jogi és egyéni tagdíjakból befolyt összeg közelítőleg megegyezett a megelőző évvel, ami jelentős mértékben hozzájárult a társulat működőképességének fenntartásához.

Szponzoraink Mol Nyrt., Biocentrum Kft., Geochem Kft., Geosol Kft., Platán Mérnöki Tanácsadó Kft., QCM Consulting Kft.; támogatóink Mol Nyrt., TerraPauta Kft. összesen több, mint 6 millió Ft-al járultak hozzá a társulati rendezvényeink megtartásához, a Földtani Közlöny és a titkárság működtetéséhez. Az MFGI jelentős mértékű hozzájárulást adott több kiemelt szakmai rendezvényhez, terembérlet és egyéb szolgáltatás formájában.

A Földtani Közlöny négy száma 2014-ben számonként 365 példányban jelent meg. A taglétszám 1211 fő (2014. 12. 15.), ebből 296 fő vásárolta (kapta) meg a Közlönyt (a tagság 24,4%-a). Az előfizetők 69,3%-a nyomtatott (és on-line) formában, 30,7%-a csak on-line módon igényelte a folyóiratot.

A folyóirat előfizetési díjából és a Mol Nyrt. támogatásából tervezett bevétel 2014-ben 3,35 millió Ft volt, de ténylegesen 3,18 millió Ft érkezett meg.

A szaklap 2014. évi előállításának önköltsége mintegy 3,49 millió Ft volt, ennek megoszlása: 45,19% szerkesztés, tördelés és nyelvi lektorálás; 43,94% nyomtatás; 10,87% postázás.

Egyenleg: 143 eFt (a tényleges 314 eFt, a befizetések elmaradása miatt!).

A társulat tagságának 2014. évi tagdíj és Földtani Közlöny előfizetés-megoszlása:

	Nem kért Földtani Közlönyt	Kért Földtani Közlönyt	
		„On-line”	Nyomtatott
Aktív tag	426	57	96
Diák és nyugdíjas tag	463	34	76
Intézmény			89
Tiszteleti tag			35*
Különlenyomat, gratisz			69*
Összesen:	889	91	365

A társulat 2014. évi kiemelt eredményei

- A társulat szakmai és gazdasági szempontból eredményes működtetése, a társulati tagság létszámának közel 6%-os növekedése,
- összesen 19 kiemelt központi és szakosított rendezvény sikeres megrendezése (3241 fő résztvevő), továbbá a szakosztályok és területi szervezetek, valamint az Ifjúsági Bizottság által megszervezett további 49 rendezvény, amelyen 984 személy vett részt.
- jelentős pályázati összeg elnyerése az Új Széchenyi Terv keretében, amelynek köszönhetően a 12. HUNGEO sikeres és pénzügyileg eredményes megrendezésére kerülhetett sor,
- 7 új együttműködési megállapodás megkötése, és a Földtudományi Civil Szervezetek Közösségének (FöCiK) megalakulása,
- a központi ügyrendek kidolgozása és harmonizálása az Alapszabállyal,
- a társulat titkárságának korszerű, új számítástechnikai eszközök beszerzése (2 asztali számítógép, 1 laptop, új szoftverek),
- a Földtani Közlöny korábbi, 1959-ig visszamenőleges évfolyamainak szkennelése, és az Országos Széchényi Könyvtár portálján on-line történő, térítésmentes nyilvánossá tétele. Együttműködési megállapodás a Biodiversity Heritage Library-val (Washington), a hiányzó kötetek szkennelésére és on-line történő, térítésmentes nyilvánossá tételére.
- Színvonalas cikkekkel új rovat indult a Földtani Közlönyben „Földtan a gyakorlatban” címmel,
- aktív szerepvállalás a Geológusok Európai Szövetségének (European Federation of Geologists) munkájában: 9 tematikus szakmai panelből háromnak magyar vezetője van (SŐREG Viktor, SZANYI János, HARTAI Éva); részvétel két EFG 2020 pályázat kivitelezésében (KINDRA — European Knowledge Inventory for Hydrogeology Research; INTRAW — International cooperation on raw materials); az European Geologist EFG kiadvány főszerkesztője HARTAI Éva.

A társulati hírek megjelenése és tartalmának rendszeres frissítése a Facebookon.

Köszönetnyilvánítás

Az elnökség nevében is köszönetemet fejezem ki a területi szervezetek és a szakosztályok, továbbá az állandó és eseti bizottságok elnökeinek, titkárainak, tagjainak az elmúlt három esztendőben tapasztalt jó együttműködésükért, eredményes munkájukért. Különösen hálás vagyok a társulat titkárságának segítőkész munkájáért.

Budapest, 2015. március 18.

CSERNY Tibor főtítkár

A Magyarhoni Földtani Társulat, mint közhasznú szervezet 2014. évi tevékenységéről szóló KÖZHASZNÚSÁGI MELLÉKLETE

1. Közhasznú szervezet azonosító adatai	
név: Magyarhoni Földtani Társulat	
székhely: 1015 Budapest, Csalogány u. 12. I/1.	
bejegyző határozat száma: 6.Pk.60440/1	
nyilvántartási szám: 411	
képviselő neve: Dr. Baksa Csaba	
2. Tárgyében végzett alapcél szerinti és közhasznú tevékenységek bemutatása	
A t rsulat célja a földtan és rokontudományai művelésével foglalkozó szakemberek összefogása, a kutatási eredmények bemutatása, terjesztése, a utatási tevékenység elősegítése, a tudományos és gyakorlati továbbképzés segítése. A földtani kutatásokhoz és bányászathoz kapcsolódó kulturális örökség ápolása, megőrzésének elősegítése. Közhasznú tevékenységei: tudományos tevékenység, nevelés és oktatás, képességfejlesztés, ismeretterjesztés, a természetvédelmi, környezetvédelmi, valamint a kulturális örökség megővására irányuló tevékenység. E tevékenységek keretében szak- és vitauléseket, ankétokat, tanulmányutakat, vándorgyűléseket, terepgyakorlatokat, ismeretterjesztő rendezvényeket szervez, konferenciákat tart. A társulat k pcsolatot tart fenn hasonló rendeltetésű hazai és külföldi földtudományi egyesületekkel és szervezetekkel, képviselteti magát nemzetközi szakmai rendezvényeken és egyesületekben (pl. European Federation of Geologists, IMA, AEGS). A határon túli magyarsággal kapcsolatos tevékenység keretében az MFT – a HUNGEO tudományos és oktatásügyi program közreműködésével – megismerteti és támogatja a külföldön élő magyar földtudományi szakemberek munkásságát.	
3. a) Közhasznú tevékenységek bemutatása (tevékenységenként) közhasznú tevékenység megnevezése: „Föld napja” ismeretterjesztő rendezvény a Budai-hegységben 2014. ápr. 27. „Földtani és kulturális értékeink nyomában” terepbejárás szeptember 18–19. Gyöngyösoroszi, Nógrádi Geopark, Geotóp napok (ismeretterjesztő geotúrák az ország kilenc különböző helyszínén) október 4, 11, „Földtudományos forgatag” ismeretterjesztő geokiallítás és vásár Budapest: november 8–9.	
közhasznú tevékenységhez kapcsolódó közfeladat, jogszabályhely:	1996. évi LIII. Törvény a természet védelméről 19. § A földtani természeti értékek általános védelme.
a közhasznú tevékenység célcsoportja:	Szakemberek, érdeklődő laikusok, családok, iskolai tancsoportok
a közhasznú tevékenységből részesülők létszáma:	kb. 3000.
a közhasznú tevékenység főbb eredményei:	Szemléletformálás. A Földtani környezetek sérülékenységeének védelmének, továbbá az ásványi nyersanyagok fontosságának és értékének bemutatása.
b) közhasznú tevékenység megnevezése: Ifjú szakemberek Ankétja: 2014. március 29–30., Balatonföldvár, Összegytemi terepgyakorlat, augusztus 3–9. Orfű, 4th Student workshop on Pannonian Basin. Dec. 5. Budapest.	
közhasznú tevékenységhez kapcsolódó közfeladat, jogszabályhely:	2011. évi CCIV törvény a nemzeti felsőoktatásról 15. § A felsőfokú végzettségi szint és a szakképzettség
a közhasznú tevékenység célcsoportja:	Egyetemi hallgatók, doktoranduszok, fiatal szakemberek, középiskolás diákok
a közhasznú tevékenységből részesülők létszáma:	kb. 300.
a közhasznú tevékenység főbb eredményei:	Egyetemi hallgatók, fiatal szakemberek felkészítése a versenyképes munkavállalásra, szakmai utánpótlás nevelés.
c) közhasznú tevékenység megnevezése: kutatási eredmények bemutatására szervezett rendezvények, konferenciák, területi szervezetek, szakosztályok előadói ülései, terepbejárások: „Meddő? Hulladék? Nem Haszonanyag” c. konferencia Budapest, 2014. május 15., XVII. Geomatematikai Ankét és V. Horvát-Magyar Geomatematikai Konferencia, Opatija – május 21–23, Őslénytani Vándorgyűlés 2014. május 29–31 Győr, XII. HUNGEO – Magyar Földtudományi Szakemberek Világtalálkozója – „Magyar felfedezők és kutatók a természeti erőforrások hasznosításáért” – Debrecen augusztus 20–24, Közzettani Vándorgyűlés: szeptember 4–6, Révfülp, szakmai előadói ülések, terepbejárások, Földtani Közöny tudományos folyóirat 144. évfolyamának megjelentetése	
közhasznú tevékenységhez kapcsolódó közfeladat, jogszabályhely:	2004. évi CXXXIV törvény a kutatás-fejlesztésről és a technológiai innovációról 4. § alapkutatás, alkalmazott kutatás
a közhasznú tevékenység célcsoportja:	Hazai és külföldi földtudományi szakemberek, egyetemi hallgatók.
a közhasznú tevékenységből részesülők létszáma:	kb. 3200.
a közhasznú tevékenység főbb eredményei:	Alap- és alkalmazott kutatások tudományos eredményeinek közzététele előadások formájában, a konferenciák abstract-köteteinek publikálása, illetve a Földtani Közöny tudományos folyóirat megjelentetése és terjesztése.

4. Közhasznú tevékenység érdekében felhasznált vagyon kimutatása		
Felhasznált vagyonelem megnevezése	Vagyonelem értéke	Felhasználás célja
Közhasznú támogatások	4696	rendezvények
Közhasznú tevékenység bevételei	16799	rendezvények folyóirat kiadás
Tagdíjak, egyéb bevételek	6902	működés
5. Cél szerinti juttatások kimutatása		
Cél szerinti juttatás megnevezése	Előző év	Tárgyév
Egyetemisták, fiatal szakemberek konferencia részvétele, illetve szakmai útjának támogatása	337	300
Alapítványok támogatása	0	120
6. Vezető tisztségviselőknek nyújtott juttatás		
Tisztség	Előző év (1)	Tárgyév (2)
	0	0
	0	0
A. Vezető tisztségviselőknek nyújtott juttatás összesen:	0	0
7. Közhasznú jogállás megállapításához szükséges mutatók		
Alapadatok	Előző év (1)	Tárgyév (2)
B. Éves összes bevétel	32303	33320
ebből:		
C. a személyi jövedelemadó meghatározott részének az adózó rendelkezése szerinti felhasználásáról szóló 1996. évi CXXXVI. törvény alapján átutalt összeg	512	526
D. közszolgáltatási bevétel	0	0
E. normatív támogatás	0	0
F. az Európai Unió strukturális alapjaiból, illetve a Kohéziós Alapból nyújtott támogatás	0	0
G. Korrigált bevétel [B-(C+D+E+F)]	31791	32794
H. Összes ráfordítás (kiadás)	28595	31046
I. ebből személyi jellegű ráfordítás	7451	8587
J. Közhasznú tevékenység ráfordításai	28595	29673
K. Adózott eredmény	3708	2274
. A szervezet munkájában közreműködő közérdekű önkéntes tevékenységet végző személyek száma (a közérdekű önkéntes tevékenységről szóló 2005. évi LXXXVIII. törvénynek megfelelően)		
Erőforrás-ellátottság mutatói	Mutató teljesítése	
Ectv. 32. § (4) a) $[(B1+B2)/2 > 1.000.000,- Ft]^1$	Igen	
Ectv. 32. § (4) b) $[K1+K2 \geq 0]^2$	Igen	
Ectv. 32. § (4) c) $[(I1+I2-A1-A2)/(H1+H2) \geq 0,25]^3$	Igen	
Társadalmi támogatottság mutatói	Mutató teljesítése	
Ectv. 32. § (5) a) $[(C1+C2)/(G1+G2) \geq 0,02]^4$		Nem
Ectv. 32. § (5) b) $[(J1+J2)/(H1+H2) \geq 0,5]^5$	Igen	
Ectv. 32. § (5) c) $[(L1+L2)/2 \geq 10 fő]^6$		Nem

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

²a két év egybeszámított adózott eredménye nem negatív.

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

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

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

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

2015. március 18.

Dr. BAKSA Csaba
elnök

A bakonyi primer oxidos mangánérccek nyomelem- és ritkaföldfém-geokémiai vizsgálata

BIRÓ Lóránt¹, PÁL-MOLNÁR Elemér^{2,3}

¹MTA CSFK, Földtani és Geokémiai Intézet,

1112 Budapest, Budaörsi út 45., e-mail: birolori@gmail.com

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

³MTA-ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c

Trace and Rare Earth Element geochemistry of the primary manganese ore from Bakony (Hungary)

Abstract

The aim of this work was the ore genetical investigation of the primary oxidized manganese ores in Bakony Mountains (Csárda Hill: Úrkút, Eplény) by the trace and rare earth elements. The main question was that the genetics of the primary oxidized manganese ores and the oxidized manganese ores in Eplény and in Csárda Hill are the same or not from the genetical point of view.

We calculated the enrichment factors of the trace and rare earth elements, the rare earth anomalies, the enrichment of the middle rare earth elements and the fractionation values of the rare earth element groups.

According to the parameters the primary oxidized manganese ores samples are of hydrothermal origin, although the rare earth element concentration of the waad samples is very high which refers hydrogenous origin with strong hydrothermal effect. The primary oxidized manganese ores (Csárda Hill, Eplény) are the same in genetical aspect.

Keywords: *Transdanubian Range, Úrkút, Eplény, Csárda Hill, primary oxidized manganese ore, rare earth elements*

Összefoglalás

Munkánk során a bakonyi primer oxidos mangánérccek (Úrkút: Csárda-hegy, Eplény) komplex, genetikai szempontú nyomelem és ritkaföldfém vizsgálatát tűztük ki célul. Olyan kérdésekre kerestük a válaszokat, hogy a primer érccek pontosan milyen genetikájúak, valamint, hogy az eplényi és a csárda-hegyi primer oxidos érccek azonos genetikájúnak tekinthetők-e?

Kiszámítottuk az egyes ércztípusok nyomelem- és ritkaföldfém- dúsulási tényezőit, az egyes ritkaföldfém anomáliákat, a közepes ritkaföldfémek dúsulását, valamint a ritkaföldfém-csoportok frakcionációs értékeit is.

A paraméterek szerint a primer érccek hidrotermás genetikájúak, azonban a waad minták esetében jóval erősebb a hidrogenetikus eredetre utaló magas ritkaföldfém-koncentráció. Így tehát a primer érccek (Csárda-hegy, Eplény) azonos genetikájúak, míg a waad minták leginkább hidrogenetikusak, melyeknél még erősen mutatkozik a hidrotermás hatás.

Tárgyszavak: *Dunántúli-középhegység, Úrkút, Eplény, Csárda-hegy, primer oxidos mangánérc, ritkaföldfémek*

Bevezetés

A bakonyi primer oxidos mangánérccek (Úrkúti: Csárda-hegy, Eplény) komplex, genetikai szempontú nyomelem- és ritkaföldfém- vizsgálata egy „hiányzó láncszem”, tudományos szempontú munkák ez idáig nem készültek a témában, holott a mangánércsedés genetikájához is fontos adalékként szolgálhat.

Az ipari kutatások során már korábban is felfigyeltek az ércsedés ritkaföldfém (REE: rare earth elements) tartalmára (BÁLINT 1968, PÁLFFY & KOVÁCS 1970), azonban tudo-

mányos szempontból csak a ritkaföldfémek mennyiségét, valamint a Ce- és az Eu-anomáliákat vizsgálták (GRASSELLY & PANTÓ 1988, KOVÁCS 1970, POLGÁRI et al. 2000). 2011–2013 között a Miskolci Egyetem „CriticEl” projektjének keretében, ipari szempontból vizsgálták újra az Úrkúti Mangánérc Formáció ritkaföldfém tartalmát (HORVÁTH et al. 2014).

Fontos kérdés annak tisztázása, hogy a primer érccek milyen genetikájúak. Kezdetben a karbonátos mangánércből oxidálódott, majd áthalmazott ércnek gondolták (CSEH NÉMETH 1965), később hidrotermás eredetűnek vélték

(POLGÁRI et al. 2000, 2012b). E kérdés megválaszolása legfőbb célkitűzésünk, de további célunk volt annak eldöntése is, hogy az eplényi és a csárda-hegyi primer oxidos érc azonosnak tekinthető-e?

Jelen munkában nem célunk az egyes érc típusok ásványtani, kőzettani, geokémiai ismertetése, valamint a különböző genetikai modellek bemutatása, hiszen ezek a legújabb publikációkban megtalálhatók (POLGÁRI et al. 2000, 2012a, b; BÍRÓ 2014; BÍRÓ et al. 2009, 2011, 2012).

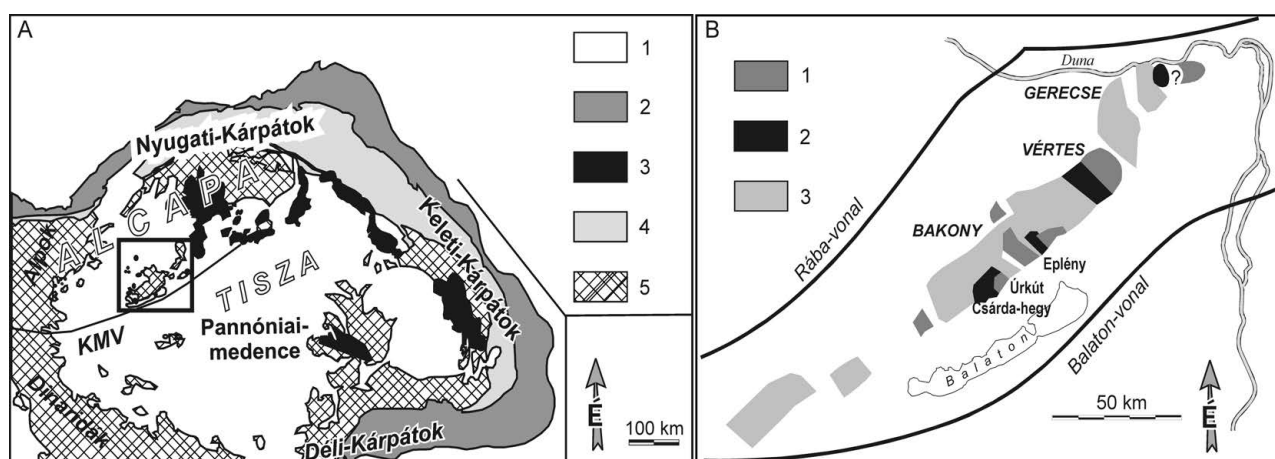
Földtani háttér

A Dunántúli-középhegység az Alp–Kárpát–Pannon–Dinári térség Alcapa (CSONTOS et al. 1992) nagyszerkezeti egységének része. A Bakony-hegység, amely Felső-Ausztróalpi affinitású, a nagyszerkezeti egységen belül a Dunántúli-középhegységi-egységhez tartozik (HAAS et al. 2000) (1. ábra).

A K–DK-i oldalon három jellegzetes blokk (Csárda-hegy, Kakastaraj, Hajag) ismerhető fel, amelyek mindegyikéhez hézagos jura rétegsorok kapcsolódnak. Az eplényi előfordulás is hasonló az előbbiekhöz, amely a fent említett blokk DNY-i oldalán található. Ezek a blokkok a jura tengerfenék egykori magaslatai lehettek (VÖRÖS & GALÁ CZ 1998).

A primer oxidos mangánérccek általános jellemzése

A bakonyi mangánérccek kőzettanilag két nagyobb csoportba oszthatók: karbonátos és oxidos kifejlődésűre. A karbonátos mangánérc teleptanilag főtelepre és II. telepre osztható fel, míg az oxidos ércet genetikájuk szerint lehet legjobban csoportosítani. Így megkülönböztethető a karbonátos ércből oxidálódott réteges szerkezetű oxidos mangánérc, az utólagos kréta és/vagy eocén áthalmazás eredménye-



1. ábra. Dunántúli-középhegységi jura mangántelepek elhelyezkedése (A), kora-toarci paleogeográfiai térképvázlat FODOR et al. 1999 nyomán (B)

A) 1 – Kainozoos ivmögötti és ivközi medencék, 2 – Kainozoos előtéri medencék molasz képződményei, 3 – Kainozoos vulkáni képződmények, 4 – Kainozoos flis képződmények, 5 – Prekainozoos belső egységek, B) 1 – Üledékhányos terület, 2 – Feketepala / Mn érc, 3 – Ammonitico rosso s.l.

Figure 1 – Location of the Jurassic manganese ores in the Transdanubian Range (A), early-toarcian palaeogeographical sketch map after FODOR et al. – (1999) (B)

A) 1 – Cenozoic backarc and inter-arc basins, 2 – Cenozoic foredeep molass units, 3 – Cenozoic volcanic units, 4 – Cenozoic flysch units, 5 – PreCenozoic internal units, B) 1 – Areas of non-deposition, 2 – Black shale / Mn ore, 3 – Ammonitico rosso s.l.

A Dunántúli-középhegységi-egység sajátos helyzetű volt a kora-jura idején (úrkúti mangántelep képződése), ugyanis egy kb. 2000 km széles szárazföldi kéregész, az Adria–Apuliai-mikrokontinens közepén helyezkedett el, a Neotethys és az újonnan nyíló Atlanti–Ligur–Pennini–Magura óceánágak között, így csupán néhány száz km-re volt az óceánoktól (STAMPFLI et al. 2001).

A jura kőzetek mai elterjedését, a folyamatos és hézagos rétegsorok helyzetét a Zalai-medencétől a Gerecséig az 1. ábra mutatja be. ÉK–DNY-i főirányra merőleges szerkezeti vonalak mentén fordulnak elő az üledékmentes (kiemelt) és medencebéli (folyamatos rétegsorú) képződmények, ahogy ezt VÖRÖS & GALÁ CZ (1998) őskörnyezeti rekonstrukciója ábrázolja. A feketepala környezetű Mn-dús előfordulások közvetlenül a szerkezeti vonalak mentén, azok DNY-i oldalán találhatók.

képpen létrejött szekunder oxidos mangánérc, és a lokális elterjedésű primer oxidos mangánérc (kovás-vasas, bányászati szaknyelven „muglyás” érc). A primer oxidos mangánérc utólagos hatásoktól mentes, így rendkívül fontos a mangánércesedés genetikájának tisztázásában. Ez az érc típus ásványtanilag meglehetősen homogén, legfőbb ásványai a piroluzit, kriptomelán, goethit és kvarc. Ebből fakadóan a többi ércnél képest jóval magasabb a mangántartalma (>19 tf%). Ez az érc típus Úrkút térségében Csárda-hegyen, a Nyíresen, Kakastarajnál és Eplényben fordul elő (CSEH NÉMETH 1965, GRASSELLY et al. 1969, POLGÁRI et al. 2000). A Csárda-hegyen a kovás-vasas érc mellett megjelenik a földes szerkezetű waad („különbéle rosszul kristályos, puha, víztartalmú Mn-oxidokból álló anyagok gyűjtőneve”, BOGNÁR 1995) is, amely feltehetően hidrotermás eredetű (N.J. BEUKES és VIGH T. szóbeli közlés).

Felhasznált adatok

A primer oxidos mangánérccek geokémiai jellemzéséhez a két legfontosabb lelőhelyről vettünk mintát. A volt Csárda-hegyi II. külfejtés területéről (a mai Természetvédelmi Területől É-ra) 5 db különböző fekete színű, kovás-vasas oxidos mangánércet, valamint 2 db waad mintát vettünk. Eplényből mára csak gyűjteményi darabok állnak rendelkezésre, így az általunk felhasznált kovás-vasas oxidos mangánérc-minták is a Szegedi Tudományegyetem Ásványtárából származnak (3 db minta).

A teljes minták fő- és nyomelem-geokémiai vizsgálata az AcmeLabs Ltd. (<http://acmelab.com/>) akkreditált van-couveri (Kanada) laboratóriumában készült. A fő- és nyomelemek koncentrációjának meghatározása ICP-emissziós spektrometriai módszerrel és ICP-tömegspektrometriával történt. Az elemzéseket lítium-borátos és higított salétromsavas feltárás előzte meg. Az eredmények ellenőrzése belső és nemzetközi standardokkal zajlott.

Módszerek

Az elemzések geokémiai feldolgozása során első lépésben kiszámítottuk a nyomelemek felső kontinentális kéreghez (Upper Continental Crust: UCC; McLENNAN 2001, RUDNICK & GAO 2003) viszonyított dúsulási tényezőit. A következő lépés, a szintén a felső kontinentális kéreghez normált minták ritkaföldfém-elemzéseinek részletes kiértékelése volt. Az egyes arányszámok, anomáliák meghatározása az alábbi módon történt.

Dúsulási tényező (EF: enrichment factor)

A minták fő- és nyomelem-koncentrációjának összehasonlításához az üledékes geokémiai vizsgálatokban elterjedt módon egy átlagos összetételéhez — jelen esetben a felső kontinentális kéreghez (UCC) — viszonyított, Al-ra normált dúsulási tényezőket határoztunk meg (BRUMSACK 2006). Egy adott elemre a dúsulási tényező az alábbi képlet szerint számolható:

$$EF(\text{elem}) = (\text{elem} / \text{Al})_{\text{minta}} / (\text{elem} / \text{Al})_{\text{UCC}}$$

Relatív dúsulás esetén $EF > 1$, ezzel ellentétben, valamely elem relatív szegényedése esetén $EF < 1$.

Ritkaföldfém anomáliák

Ce anomália: $Ce_{\text{anom}} = Ce_{\text{UCC}} / (2 Pr_{\text{UCC}} - Nd_{\text{UCC}})$ BOLHAR et al. 2004 alapján. Negatív a Ce anomália, ha < 1 és pozitív, ha > 1 . Érdekes felhívni a figyelmet arra, hogy BAU & DULSKI (1996) vizsgálatait alapján valós Ce és La anomália csak abban az esetben értelmezhető, ha a $Pr/Pr^* = 2 Pr_{\text{UCC}} / (Ce_{\text{UCC}} + Nd_{\text{UCC}}) \geq 1$.

Eu anomália: $Eu_{\text{anom}} = Eu_{\text{UCC}} / (2/3 Sm_{\text{UCC}} + 1/3 Tb_{\text{UCC}})$ BAU & DULSKI (1996) alapján. Ha erőteljes > 1 Eu anomália tapasztalható, akkor valószínűsíthető a hidrotermás eredet (MILLS & ELDERFIELD 1995).

La anomália: $La_{\text{anom}} = La_{\text{UCC}} / (3 Pr_{\text{UCC}} - 2 Nd_{\text{UCC}})$ BOLHAR et al. (2004) alapján. A jelenlegi tengervíz La anomáliája 3,47–4,24 (ALIBO & NOZAKI 1999).

Gd anomália: $Gd_{\text{anom}} = Gd_{\text{UCC}} / [(1/3 Sm_{\text{UCC}}) + (2/3 Tb_{\text{UCC}})]$ BAU et al. (1996) alapján. A jelenlegi tengervíz Gd anomáliája 1,08–1,19 közötti (ALIBO & NOZAKI 1999). Tapasztalatok alapján pozitív Gd anomáliát okozhat maga a tengervíz vagy az REY ($REE + Y$: ritkaföldfémek + ittrium) elemek szorpciója is.

Y anomália: $Y_{\text{anom}} = 2 Y_{\text{UCC}} / (Dy_{\text{UCC}} + Ho_{\text{UCC}})$ BAU et al. (1996) alapján. A pozitív Y anomália az oxikus környezetre jellemző, míg a negatív Y anomália (anoxikus környezet) elemadszorpcióra utal. Általában a tengeri környezetek Y anomáliája gyengén pozitív.

MREE elemek

dúsulásának, elszegényedésének mértéke

Az MREE (Sm–Tb) elemek dúsulásának mértékét a következő képlettel számoltuk (BRIGHT et al. 2009):

$$\Delta Sm = Sm - (8 La_{\text{UCC}} - 5 Yb_{\text{UCC}}) / 13$$

Ha a $\Delta Sm > 1$, akkor a minta dúsult MREE elemekben. Szakirodalom alapján ezen elemek dúsulását (és a spider diagram „púposodását”) leggyakrabban a minta apatit tartalma befolyásolja (BRIGHT et al. 2009).

LREE/MREE/HREE frakcionációjának mértéke

A három csoportba sorolt REE elemek (LREE: La–Nd; MREE: Sm–Tb; HREE: Dy–Lu) egymáshoz viszonyított arányából következtetni lehet az elemek dúsulására vagy szegényedésére, arányuk jellemző különböző környezetekre, genetikára, vagyis az arányból különböző következtetéseket lehet levonni. Hogy számszerűsíteni lehessen e három csoport egymáshoz viszonyított dúsulását vagy szegényedését, különböző arányokat kell kiszámolni.

A frakcionációk vizsgálatára az alábbi arányszámokat számoltuk:

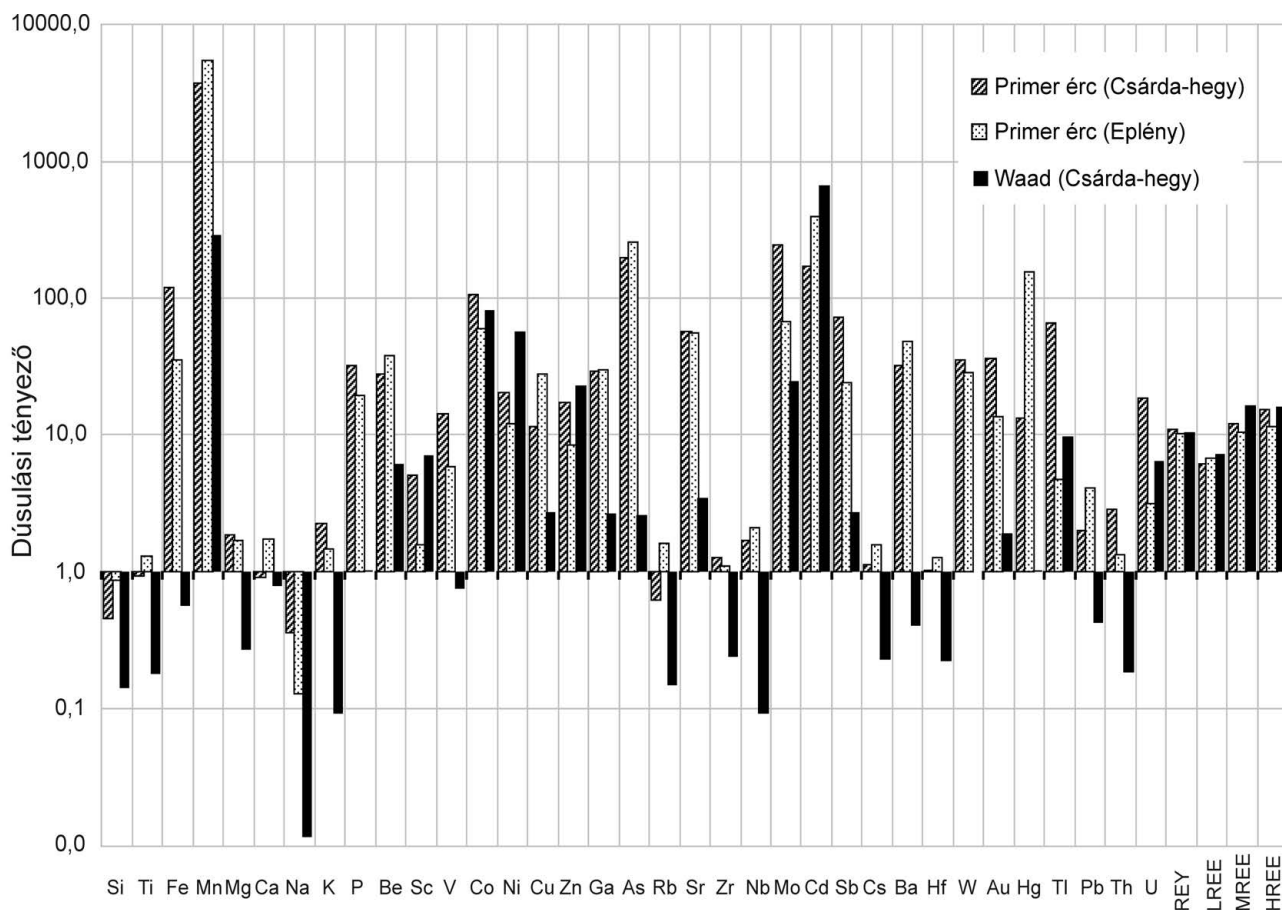
$(Nd/Yb)_{\text{UCC}}$: Az LREE/HREE elemek frakcionációját mutatja. NOTHDURFT et al. (2004) szerint 0,21–0,27 közötti arány a modern sekély tengerekre jellemző.

$(Pr/Sm)_{\text{UCC}}$: Az LREE/MREE elemek frakcionációját mutatja.

$(Sm/Yb)_{\text{UCC}}$: Az MREE/HREE elemek frakcionációját mutatja.

Eredmények

Az elemzéseket három csoportba soroltuk, két csoportot alakítottunk ki a két lelőhely szerint, illetve egy harmadik csoportba osztottuk a csárda-hegyi waadot, ami feltehetően azonos genetikájú, mint a csárda-hegyi primer érc, ám ásványtanilag különbözik attól.



2. ábra. A mintacsoportok dúsulási tényezői

Figure 2. The enrichment factors of the sample groups

Nyomelemek

A számított dúsulási tényezők (2. ábra) alapján az alábbi megfigyelések tehetők, amelyeket az I. táblázatban is összefoglaltunk:

- A primer ércetek esetében extrém dúsulású ($EF > 100$) — a Mn-on túl — az As és a Cd, Csárda-hegyen még a Mo, Fe és a Co, míg Eplényben az As és a Cd mellett a Hg. Szegényedés ($EF < 1$) a Si és Na elemeknél figyelhető meg, Csárda-hegyen még a Rb, Ca és Ti is szegényedett.
- A waad mintáknál a Mn mellett extrém dúsulású a Cd, míg szegényedett a Ca, V, Fe, Ba, Pb, Mg, Zr, Cs, Hf, Th, Ti, Rb, Si, K, Nb és Na.

A primer ércetek esetében erősen dúsulnak a sziderofil elemek (Mn, Mo, Fe, Co), míg a litofil elemek leginkább

szegényedtek. A csárda-hegyi primer ércben a Mo, Fe, Co, Sb, Tl, Au, P, U, V dúsul jobban, az eplényi primer ércben a Mn, As, Hg, Ba, Cu, míg a waad mintákban a Cd, Ni, Zn.

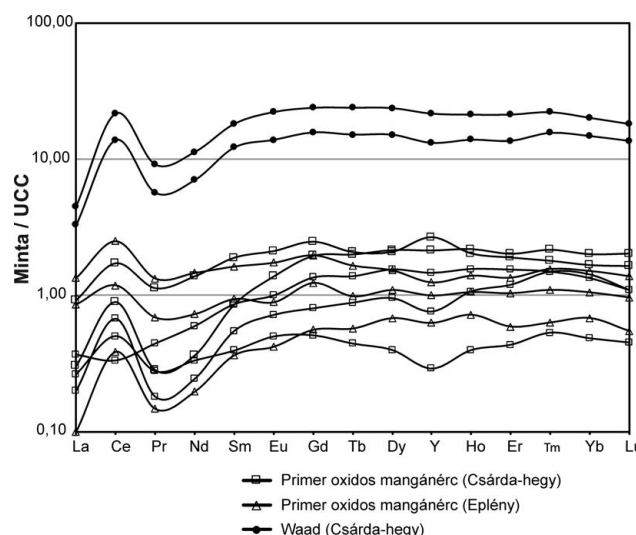
Ritkaföldfémek (REE + Y)

A mintacsoportokat ritkaföldfém eloszlásuk alapján jól össze lehet hasonlítani (3. ábra). Látható, hogy a minták ritkaföldfém-eloszlása meglehetősen hasonló egymáshoz, csak a waad minták ritkaföldfém-koncentrációja nagyobb egy nagyságrenddel a primer ércetek mintáinál. Mindegyik mintázatra jellemző, hogy a felső kontinentális kéreghez viszonyítva nem csökkenek a HREE elemek, viszont a Ce mindegyik mintánál kiugró.

I. táblázat. Elemdúsulások nagysága mintacsoportok szerint

Table I. Size of the element enrichments according to the sample groups

	Csárda-hegyi primer érc	Eplényi primer érc	Csárda-hegyi waad
Extrém dúsulás ($EF > 100$)	Mn, Mo, As, Cd, Fe, Co	Mn, Cd, As, Hg	Cd, Mn
Dúsulás ($5 < EF < 100$)	Sb, Ti, Sr, Au, W, Ba, P, Ga, Be, Ni, U, Zn, HRFF, V, Hg, MRFF, Cu, RFF, LRFF, Sc	Mo, Co, Sr, Ba, Be, Fe, Ga, W, Cu, Sb, P, Au, Ni, HRFF, MRFF, RFF, Zn, LRFF, V	Co, Ni, Mo, Zn, MRFF, HRFF, RFF, Tl, LRFF, Sc, U, Be
Szegényedés ($EF < 1$)	Ti, Ca, Rb, Si, Na	Si, Na	Ca, V, Fe, Ba, Pb, Mg, Zr, Cs, Hf, Th, Ti, Rb, Si, K, Nb, Na



3. ábra. A mintacsoportok normalizált ritkaföldfém (REE + Y) mintázata
Figure 3. Normalized rare earth element (REE + Y) patterns of the sample groups

A primer oxidos mangánércnek összes ritkaföldfém koncentrációja < 200 ppm, míg a waad minták esetében ez egy nagyságrenddel nagyobb ~2300 ppm (II. táblázat). A primer érc REY tartalma a felső kontinentális kéreghez (UCC) viszonyítva azzal nagyjából azonos, míg a waadok esetében a dúsulás nagyobb 10-nél. Általában mindegyik mintacsoportra jellemző a ritkaföldfém csoportok között fennálló $LREE_{UCC} < MREE_{UCC} < HREE_{UCC}$ kapcsolat. A csoportok közötti frakcionációk is egységes képet mutatnak, vagyis az

II. táblázat. A mintacsoportok ritkaföldfém koncentrációi, anomáliái és arányai

Table II. Rare earth element concentrations, anomalies and rates of the sample groups

	Primer érc (Csárda-hegy)	Primer érc (Eplény)	Waad (Csárda-hegy)
REY (ppm)	114,72	170,34	2301,45
LREE (ppm)	56,58	126,09	1546,42
MREE (ppm)	11,46	10,96	183,01
HREE (ppm)	45,14	31,25	542,36
REY_{UCC}	0,64	1,00	13,43
$LREE_{UCC}$	0,44	0,98	12,07
$MREE_{UCC}$	1,10	1,05	17,60
$HREE_{UCC}$	1,48	1,02	17,72
$(LREE/REY)_{UCC}$	0,82	0,99	0,90
$(MREE/REY)_{UCC}$	1,34	1,09	1,35
$(HREE/REY)_{UCC}$	1,65	1,03	1,32
Ce_{anom}	1,27	1,53	1,60
Pr_{anom}	0,66	0,67	0,55
Eu_{anom}	1,09	0,97	1,08
La_{anom}	0,70	0,87	0,39
Gd_{anom}	1,20	1,20	1,10
Y_{anom}	0,94	0,89	0,93
?Sm	1,15	0,82	19,58
Y/Ho	23,69	22,59	24,85
$(Nd/Yb)_{UCC}$	0,44	0,69	0,52
$(Pr/Sm)_{UCC}$	0,52	0,74	0,49
$(Sm/Yb)_{UCC}$	0,64	0,89	0,86

UCC-hez képest a LREE-k kissé szegényedtek, míg az MREE és HREE-k dúsultak.

Pozitív anomália látható a Ce_{anom} , és a Gd_{anom} esetében, az Eu_{anom} ~1 közeli, míg negatív a Pr_{anom} , La_{anom} és Y_{anom} . A ΔSm értéke erőteljesen dúsul a waad mintáknál, míg ~1 közeli a primer ércenél. A Y/Ho elemarány értékei mindhárom mintacsoportnál ~22–25 között vannak.

Diszkusszió

Munkánk során az úrkúti és eplényi primer oxidos mangánércek ritkaföldfém- és nyomelem-vizsgálatát végeztük el, kiszámítottuk az elemek dúsulási tényezőit, valamint az egyes ritkaföldfém-anomáliákat.

Az egyes elemek dúsulási tényezője (2. ábra, I. táblázat) nem utal egyértelműen a hidrotermás vagy hidrogenetikus képződésre. A hidrotermás genetikára a magas Pb, Zn, V, As és kevesebb Cd, Co, Ni, Cu koncentráció jellemző (NICHOLSON 1992). Ezzel szemben mindhárom csoportnál extrém mértékben dúsult a Cd és a Co.

A ritkaföldfémek teljes koncentrációja alapján a primer érc REE + Y értéke ~100 ppm körüli, míg a waad mintáké >1400 ppm. Ezek az értékek arra utalnak, hogy a primer érc leginkább hidrotermás genetikájúak, míg a waad minták hidrogenetikusak (HEIN et al. 1990).

A hidrotermás oldatok Y/Ho aránya közel áll a kondritok Y/Ho arányához (27), vagyis a vizsgált mintacsoportok értéke (22–25) leginkább a hidrotermás genetikát tükrözi (BAU & DULSKI 1999).

Az Eu értéke nem mutat kiugró pozitív anomáliát, azonban szakirodalmi adatok alapján (MICHARD et al. 1993) az alacsony hőmérsékletű (<200 °C) rendszerekre jellemző lehet a nagyon gyenge, vagy meg sem jelenő pozitív Eu-anomália.

A szakirodalom alapján nem kizárt a „kevert” genetikájú ércesedések létrejötte sem (BAU & DULSKI 1996; BOLHAR et al. 2005). BOLHAR és munkatársai vizsgálatai szerint a HREE-k dúsulása és a pozitív Y-anomália a sekély mélységű tengervíz összetételének jellegzetessége, míg a pozitív Eu-anomália a mélyebb — hidrotermás oldatokat tartalmazó — vizek lenyomata.

A paraméterek alapján tehát a primer érc leginkább hidrotermás genetikájúak (REE + Y tartalom, HREE-k dúsulása, Eu-anomália és az As-dúsulás alapján), a hidrogenetikus eredet mellett pedig az alacsony Y/Ho érték áll. A waad minták is hidrotermás eredetűek (HREE-k dúsulása, Eu-anomália és az As-dúsulás alapján), azonban itt jóval erősebb a hidrogenetikus eredetre utaló magas REE + Y koncentráció.

A munka célkitűzésként feltett kérdésre válaszolva, a ritkaföldfém-tartalom és -arányok, -anomáliák alapján a primer érc (Csárda-hegy, Eplény) azonos genetikájúak, míg a waad minták hidrogenetikusak, melyeknél még erősen mutatkozik a hidrotermás hatás. A primer oxidos mangánérc tehát valószínűleg kis hőmérsékletű hidrotermás képződésűek, függetlenül attól, hogy az ércesedés fekvése nem

utal tenger alatti hidrotermás folyamatokra. Ez a kérdés azonban már a mangán — mint elem — eredetére vonatkozik, amely megválaszolása nem célja ennek a munkának.

Ehhez hasonló kevert genetikájú hidrotermás–hidrogenetikus ércesedéseket már korábban is leírtak (BAIOUMY et al. 2014), tehát nem egyedi ércgenetikai megközelítésről van szó.

Következtetések

Vizsgálataink során a bakonyi primer oxidos mangánérccek nyomelem- és ritkaföldfém-elemzéseinek felhasználásával kerestük a választ arra a kérdésre, hogy a primer érccek milyen genetikájúak: a karbonátos mangánércből utólagosan átoxidálódottak (CSEH NÉMETH 1965), vagy hidrogenetikus eredetűek (a tengervízből leginkább kémiai reakciók eredményeként kicsapódott) esetleg hidrotermás genetikájúak (POLGÁRI et al. 2000)?

A számított paraméterek alapján a primer érccek legin-

kább hidrotermás genetikájúak (REE + Y tartalom, HREE-k dúsulása, Eu-anomália és az As-dúsulás alapján), a hidrogenetikus eredet mellett pedig az alacsony Y/Ho érték áll. A waad minták is hidrotermás eredetűek (HREE-k dúsulása, Eu-anomália és az As-dúsulás alapján), azonban itt jóval erősebb a hidrogenetikus eredetre utaló magas REE + Y koncentráció.

A munka célkitűzéseként feltett kérdésre válaszolva, a primer oxidos mangánérccek azonos genetikájúak — feltehetően alacsony hőmérsékletű (<200 °C) hidrotermás —, míg a waad minták hidrogenetikusak, melyeknél még erősen mutatkozik a hidrotermás hatás.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők ezúton is szeretnék megköszönni DOBOSI Gábor és az anonim lektornak a mindenre kiterjedő, javító szándékú észrevételeit.

Irodalom — References

- ALIBO, D. S. & NOZAKI, Y. 1999: Rare earth elements in seawater: particle association, shale-normalization, and Ce oxidation. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **63**, 363–372.
- BAIOUMY, H. M., AHMED H. A. & KHEDR, M. Z. 2014: A mixed hydrogenous and hdrothermal origin of the Bahariya iron ores, Egypt: Evidences from trace and rare earth element geochemistry. — *Journal of Geochemical Exploration* **146**, 149–162.
- BAU, M. 1996: Controls on the fractionation of isoivalent trace elements in magmatic and aqueous systems: evidence from Y/Ho, Zr/Hf, and lanthanide tetrad effect. — *Contributions to Mineralogy and Petrology* **123/3**, 323–333.
- BAU, M. & DULSKI, P. 1996: Distribution of yttrium and rare-earth elements in the Penge and Kuruman iron-formations, Transvaal Suergroup, South Africa. — *Precambrian Research* **79/1–2**, 37–55.
- BAU, M. & DULSKI, P. 1999: Comparing yttrium and rare earths in hydrothermal fluids from the Mid-Atlantic Ridge: implications for Y and REE behavior during near vent mixing and for the Y/Ho ratio of Proterozoic seawater. — *Chemical Geology* **155**, 77–90.
- BAU, M., KOSCHNISKY, A., DULSKI, P. & HEIN, J. 1996: Comparison of the partitioning behaviours of yttrium, rare earth elements, and titanium between hydrogenetic marine ferromanganese crusts and seawater. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **60/10**, 1709–1725.
- BÁLINT T.-NÉ 1968: Jelentés az úrkúti és eplényi mangánérccek kísérő ásványaiban található ritkaföldfémek kimutatására, meghatározására és kinyerésére végzett laboratóriumi kutatásokról. — Kézirat, Úrkút.
- BIRÓ L. 2014: Az úrkúti mangánérc-bányászat fúrásainak sztratigráfiai újraértékelése. — *Földtani Közöny* **144/1**, 3–14.
- BIRÓ L., POLGÁRI M., M. TÓTH T., KOVÁCS J., KNAUER J. & VIGH T. 2009: Az úrkúti mangánérc archív adatainak reambulációja. — GeoLitera Kiadó, Szeged, 110 p.
- BIRÓ, L., POLGÁRI, M. & M. TÓTH, T. 2011: Geochemical classification of oxidized Mn-ores form Úrkút (W Hungary) and its consequences to ore genesis. — *Central European Geology* **54/3**, 249–260.
- BIRÓ, L., POLGÁRI, M. & PÁL-MOLNÁR, E. 2012: The revaluation of the drillings of the manganese mineralization in Eplény (Hungary). — *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences* **7/3**, 109–117.
- BOGNÁR L. 1995: *Ásványnévtár*. — Eötvös Kiadó, Budapest, 345 p.
- BOLHAR, R., KAMBER, B. S., MOORBATH, S., FEDO, C. M. & WHITEHOUSE, M. J. 2004: Characterisation of early Archaean chemical sediments by trace element signatures. — *Earth Planetary Science Letters* **222**, 43–60.
- BRIGHT, C. A., CRUSE, A. M., LYONS, T. W., MACLEOD, K. G., GLASCOCK, M. D. & ETHINGTON, R. L. 2009: Seawater rare-eart element patterns preserved in apatite of Pennsylvanian conodonts? — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **73**, 1609–1624.
- BRUMSACK, H.-J. 2006: The trace metal content of recent organic carbon-rich sediments: Implications for Cretaceous black shale formation. — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **232**, 344–361.
- CSEH NÉMETH J. 1965: Az úrkúti mangánérc terület mai földtani értékelése. — *Földtani Kutatás* **8**, 8–22.
- CSONTOS, L., NAGYMAROSY, L., HORVÁTH, F. & KOVÁCS M. 1992: Tertiary evolution of the Intra-Carpathian area: a model. — *Tectonophysics*, **208**, 221–241.
- 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 paleostress data. — In: DURAND, B., JOLIVER, L., HORVÁTH, F. & SÉRANNE, M. (eds): The Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine Orogen. — *Geological Society, London. Special Publications* **156**, 298–334.

- GRASSELLY, GY. & PANTÓ, GY. 1988: Rare Earth Elements in the Manganese Deposit of Úrkút (Bakony Mountains, Hungary). — *Ore Geology Reviews* **4**, 115–124.
- GRASSELLY, GY., SZABÓ, Z., BÁRDOSSY, GY. & CSEH NÉMETH, J. 1969: Data on the geology and mineralogy of the Eplény manganese ore deposit. — *Acta Mineralogica Petrologica* **29/1**, 15–43.
- HAAS J., KÖRÖS L., TÖRÖK Á., DOSZTÁLY L., GÓCZÁN F., HÁMOR-VIDÓ M., ORAVECZ-SCHEFFER A. & TARDI-FILÁCSZ E. 2000: Felső-triász medence- és lejtőfáciesek a Budai-hegységben — a Vérhalom térségi fúrás vizsgálatának tükrében. — *Földtani Közlemény* **130/3**, 371–421.
- HEIN, J. R., SCHULZ, M. S. & KANG, J. K. 1990: Insular and submarine ferromanganese mineralization of the Tongap-Lau region. — *Marine Mining* **9**, 305–354.
- HEIN, J.R., KOSCHINSKY, A., HALBACH, P., MANHEIM, F.T., BAU, M., KANG, J.-K., LUBICK, N. 1997: Iron and manganese oxide mineralization in the Pacific. — In: NICHOLSON, K., HEIN, J. R., BÜHN, B., DESGUPTA, S. (eds): Manganese Mineralization: Geochemistry and Mineralogy of Terrestrial and Marine Deposits. — *Geological Society Special Publication* **119**, 123–138.
- HORVÁTH A. ZAJZON N. & VIGH T. 2014: A ritkaföldfémek eloszlása az Úrkúti Mangánérc Formációban. — In: SZAKÁLL S. (ed.) *Ritkaföldfémek magyarországi földtani képződményekben*. — Milagrossa Kft., Miskolc, 210 p.
- KOVÁCS Z. 1970: Ritkaföldfémek koncentrációja az oxidos mangánérc átmeneti övezetében. — *Földtani Közlemény*, **100/1**, 91–95.
- MCLENNAN, S.M. 2001: Relationships between the trace element composition of sedimentary rocks and upper continental crust. — *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* **2**, 1021 p.
- MICHARD, A., MICHARD, G., STUBEN, D., STOFFERS, P., CHEMINEE, J.-L. & BINARD, N. 1993: Submarine thermal springs associated with young volcanoes: the Teahitia vents, Society Islands Pacific Ocean. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **57**, 4977–4986.
- MILLS, R. & ELDERFIELD, H. 1995: Rare earth element geochemistry of hydrothermal deposits from the active TAG Mound, 26°N Mid-Atlantic Ridge. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **59/17**, 3511–3524.
- NICHOLSON, K. 1992: Contrasting mineralogical–geochemical signatures of manganese oxides: guides to metallogenesis. — *Economic Geology* **87**, 1253–1264.
- NOTHDORF, L. D., GREGORY, E. W. & BALZ, S. K. 2004: Rare earth element geochemistry of Late Devonian reefal carbonates, Canning Basin, Western Australia: Confirmation of a seawater REE proxy in ancient limestones. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **68/2**, 263–283.
- PÁLFY G. & KOVÁCS Z. 1970: Kutatási jelentés a Mangánérc Mű területein végzett ritkaföldfém vizsgálatokról. — Kézirat, Úrkút, Irattár, 54 p.
- POLGÁRI M., SZABÓ Z. & SZEDERKÉNYI T. (eds) 2000: *Mangánérc Magyarországon*. — MTA Szegedi Akadémiai Bizottság, Szeged, 675 p.
- POLGÁRI M., BIRÓ L. & SZABÓ I. 2012a: *Az eplényi mangánérc*. — GeoLittera Kiadó, Szeged, 143 p.
- POLGÁRI M., HEIN, J.R., VIGH, T., SZABÓ-DRUBINA, M., FÖRISZ, I., BIRÓ, L. MÜLLER A. & TÓTH, A. L. 2012b: Microbial processes and the origin of the Úrkút manganese deposit, Hungary. — *Ore Geology Reviews, Special Issue "Manganese Metallogenesis"* **47**, 87–109.
- RUDNICK, R. L. & GAO, S. 2003: Composition of the continental crust. — In: HOLLAND, H. D., TUREKIAN, K. K. & RUDNICK, R. L. (eds): *Treatise on Geochemistry, The Crust vol. 3*. Elsevier–Pergamon, Oxford, 64 p.
- STAMPFLI, G. M., BOREL, G., CAVAZZA, W., MOSAR, J. & ZIEGLER, P. A. (eds) 2001: *The paleotectonic atlas of the Peritethyan domain*. — CD ROM, European Geophysical Society.
- VÖRÖS, A. & GALÁCS, A. 1998: Jurassic palaeogeography of the Transdanubian Central Range (Hungary). — *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* **104**, 69–84.
- Kézirat beérkezett: 2015. 03. 05

A Balaton környékén előforduló pannon-tavi üledékek földtana VI.

Pannóniai puhatestű fauna a Fűzfői-öböl környékének két feltárásából

KATONA LAJOS¹, MAGYAR IMRE^{2,3}, BERTA TIBOR⁴, VARGA ANDRÁS⁵, SZTANÓ ORSOLYA⁶

¹MTM Bakonyi Természettudományi Múzeuma, 8420 Zirc, Rákóczi tér 3–5. (finci@nhmus.hu)

²MTA–MTM–ELTE Paleontológiai Kutatócsoport, Magyar Természettudományi Múzeum, H–1431 Budapest, POB 137.

³MOL Nyrt., H–1117 Budapest, Október huszonharmadika u. 18. (immagyar@mol.hu)

⁴8200 Veszprém, Sólyi út 2.

⁵3212 Gyöngyöshalász, Batthyány út 10. (avarga46@freemail.hu)

⁶ELTE Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, H–1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/C (sztano@caesar.elte.hu)

Pannonian mollusc fauna from two outcrops near Balatonfűzfő

Abstract

The Pannonian (Late Miocene – Early Pliocene) Tihany Member (formerly Tihany Formation) was deposited in the littoral zone of Lake Pannon and in various deltaic environments. The embedded fossil mollusc fauna faithfully reflects the patchy environmental conditions, and encompasses a wide spectrum of ecological groups, from brackish littoral through freshwater to terrestrial molluscs. This paper gives a fairly complete illustration of the mollusc fauna of the Tihany Member in the Balaton region, based on the palaeontological investigation of two surface outcrops. The first outcrop is a 40 m-high section cut into the Papvásár Hill near Balatonfűzfő. Its mollusc fauna is outstandingly rich with 95 species. The lower part of the outcrop yielded some species that are characteristic of the sublittoral zone of Lake Pannon (*Congeria praeheromboidea* STEVANOVIC, *Lymnocardium majeri* (HÖRNES)). Mass occurrence of littoral brackish molluscs, such as *Melanopsis*, *Viviparus*, *Theodoxus*, *Lymnocardium*, *Congeria* and *Unio* in the overlying layers indicate gradual shoaling. The sedimentological characters reflect deposition above the wave base, in shallow, intensely agitated water. In the uppermost part of the section paludal layers prevail, with very diverse freshwater snail fauna and transported terrestrial snails. The entire section thus indicates gradual regression, starting from the zone of shallow but unrestricted brackish lacustrine environment in the delta plain through interdistributary bays and ending in seasonally flooded paludal environments. The 9 cyclothemes recognized in the section, however, reveals the cyclic nature of the overall regression process.

The other outcrop is an artificial trench that we dug in a ploughland near Balatonalmádi–Vörösberény. The two fossil-rich layers of the outcrop yielded 60 mollusc and 2 fish species, including some relatively rare forms. These layers were deposited above the wave base, in agitated and well aerated water, in a brackish lacustrine embayment on the delta plain. Their fauna is characteristic of the littoral zone of Lake Pannon. In this study we use a conservative taxonomic nomenclature, because we think that revision of the nomenclature should be preceded, and based on, a thorough taxonomic revision of Lake Pannon molluscs.

Keywords: Lake Pannon, Pannonian Stage, Tihany Member, molluscs, palaeoecology, sedimentary facies

Összefoglalás

A Tihanyi Tagozat a Pannon-tó litorális zónájában és változatos delta környezetekben képződött. A tagozat puhatestű faunája ennek megfelelően széles ökológiai spektrumot ölel fel, a litorális brakvízi, vagy brakvizet is elviselő fajoktól az édesvízi együtteseken keresztül a mocsári és folyóvízi környezetekbe behordódott szárazföldi csigákig. Tanulmányunk a Balaton környéki Tihanyi Tagozat puhatestű faunájának eddigi legteljesebb fényképes illusztrációját adja két feltárás rétegsorának őslénytani feldolgozása alapján. Az első feltárás a balatonfűzfői Papvásár-hegy, mintegy 40 méter vastag rétegsorral. Faunája nagyon gazdag; az általunk azonosított 95 faj lényegesen több mint az eddig innen leírt fajok száma. A feltárás alsó részéből a Pannon-tó szublitorális övére jellemző puhatestűek kerültek elő (*Congeria praeheromboidea* STEVANOVIC, *Lymnocardium majeri* (HÖRNES)). Az erre települő rétegekben vízmélység csökkenésre utalnak a tömegesen előforduló sekélyvízi (brakkvízi) csigák (*Viviparus*, *Melanopsis*, *Theodoxus*), és a csekély számban megjelenő kagylók (*Lymnocardium*, *Congeria balatonica* és *C. triangularis*, *Unio*). A szedimentológiai bélyegek a hullámbázis feletti, sekély, intenzíven mozgott vízre utalnak. A rétegsor felső szintjeiben megjelennek a mocsári üledékek, melyek igen gazdag édesvízi csigafaunát és sok behordódott szárazföldi csigát tartalmaznak. A feltárás egésze tehát fokozatos feltöltődésről tanúskodik, feltehetően a deltásíkság sekély nyíltvízzel borított zónájától a folyóágak közti öblön át, a tocsogós, időszakonként vízzel borított, máskor kiszáradó mocsárig. A rétegsorban kijelölhető 9 üledékciklus azonban a folyamat szakaszosságát tükrözi.

A második feltárás egy szántóföldön található Balatonalmádi vörösberényi városrésze mellett. Két rétegből összesen 60 puhatestű- és 2 halfajt azonosítottunk, köztük sok ritkának számító formát. Ezek a rétegek a hullámbázis felett, jól mozgott és átszellőzött vízben, deltásíksági nyílt öbölben képződhettek, faunájuk a Pannon-tó litorális zónájára jellemző formákból áll.

Tárgyszavak: Pannon-tó, pannóniai emelet, Tihanyi Tagozat, puhatestűek, paleoökológia, üledékes fáciesek

Bevezetés

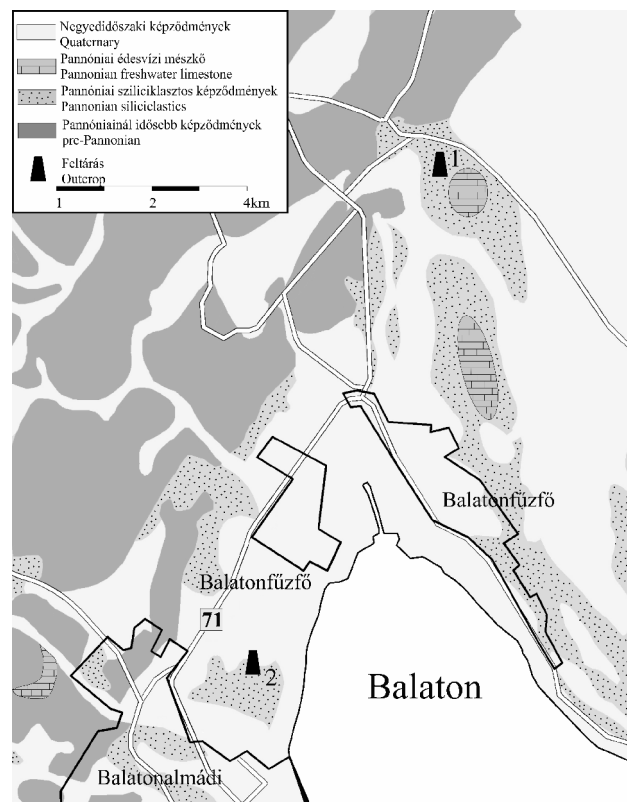
A Balaton keleti medencéje környékén a pannóniai Tihanyi Tagozathoz gyűjtött puhatestű faunákat számos közleményben ismertették a paleontológusok a 19. század közepétől kezdve (pl. PARTSCH 1836; STOLICZKA 1862; FUCHS 1870; BRUSINA 1902; HALAVÁTS 1902; LŐRENTHEY 1905, 1908; VITÁLIS 1910; STRAUŠZ 1942; BARTHA 1958, 1971; MÜLLER 1990; MÜLLER & SZÓNOKY 1990). A látszólag magas fokú feldolgozottság ellenére ismereteink ezekről a faunákról erősen hiányosak, mert alapos képi (rajzos vagy később fényképes) dokumentáció nem készült róluk (a LÓCZY L. szerkesztette Balaton monográfiában és az ún. „Pannon-monográfiában” GÓCZÁN & BENKŐ szerk. [1971]) sem); az egyes fajok azonosítása, összehasonlítása, rendszertani és nevezéktani revíziója így nehézségekbe ütközött.

Tanulmányunk elsősorban ennek a hiányosságnak a pótlását célozza meg. Két, a Füzfői-öböl környékén található pannóniai feltárás puhatestű faunáját ismertetjük teljességre törekvő fényképi dokumentációval. Az első a „balatonfüzfői” papvásár-hegyi feltárás. Ez egy felhagyott homokbánya, amelynek rétegsorát és faunáját többen is tanulmányozták már (KOVÁCS 1987; MAKÁDI 1992a, b, c, d; MAKÁDI & MAGYAR 1993), de gyűjtéseink és megfigyeléseink nagymértékben kiegészítették és módosították a korábbi kutatások eredményeit. A második lelőhely Balatonalmádi vörösberényi részén található. A településről HALAVÁTS (1902) ugyan több pannóniai feltárást is említett, de ezek a falutól északra helyezkedtek el, míg az itt ismertetett lelőhely Vörösberénytől keletre, közvetlenül a Balaton fölötti dombokon van, és a szakirodalom számára teljesen új (1. ábra).

Mindkét feltárásban a pannóniai emelet Tihanyi Tagozata bukkan ki, melyet újabban az Újfalui Formáció részeként kezelünk. A tagozat a Pannon-tó sekély, partközeli vizeiben, és az ezekhez csatlakozó lagúnákban, folyótorkolatokban, mocsarakban, édesvízi tavakban, összefoglalóan delta környezetben képződött (JÁMBOR 1980, SZTANÓ et al. 2013). Egy delta épülésével létrejövő környezet nagyon mozaikos, így a különböző fáciesek térbeli elrendeződése és keletkezési kapcsolatai a tagozaton belül a mai napig kutatás tárgyát képezik (cf. GEIGER 2003, 2004).

A pannóniai litosztratigráfiai egységek és puhatestű faunájuk a vizsgált területen

A vizsgált feltárások a Vértes és a Bakony déli előterében, délnyugat-északkeleti irányban húzódó pannóniai kibukkanások sorába illeszkednek. Ezt a területet JÁMBOR (1980) felcsút–zámoly–várpalota–balatonfőrkajári „hegyközi lagúnának” nevezte. Értelmezésében az itt található pannóniai képződmények egy egykori szárazulat peremén keletkeztek. Mai tudásunk szerint ezt a szárazulatot kb. 10 millió éve elborította a tó vize (MAGYAR et al. 1999, SZTANÓ et al. 2010, SZTANÓ & MAGYAR 2010), és a rétegsorok előbb nyíltabb vízben, majd a Pannon-tó feltöltődésével ideérkező



1. ábra. A vizsgált feltárások helye a Balaton Füzfői-öblének környékén. 1: Papvásár-hegy; 2: Balatonalmádi-Vörösberény. Magyarország 1:100 000 méretarányú fedett földtani térképe (L-34-25, szerk.: GYALOG L. 2000) felhasználásával.

Figure 1. Location of the investigated outcrops around Füzfő bay of Lake Balaton. 1: Papvásár-hill; 2: Balatonalmádi-Vörösberény. The base map is modified from the geological map of Hungary, 1:100 000 (L-34-25, ed: L. GYALOG 2000)

delták sekély vizében alakultak ki (KATONA 2004, SZTANÓ et al. 2013). A medencerendszer felső-miocén (pannóniai) rétegsorában négy formáció játszik fontosabb szerepet. Környékbeli fúrások (Papkeszi-I, Balatonkenese Bk-I, Balatonakarattya Ba-I, Inota I-135, Balatonfőrkajár Bfk-19, Bfk-22, Bfk-24) rétegsorai alapján JÁMBOR (1980) szerint a pannóniai emelet néhány helyen üledékfolytonosan fejlődik ki a szarmata agyagmárgából, míg másutt diszkordánsan települ az idősebb képződményekre, általában felső-triász mészkőre vagy felső-eocén márgára.

A pannóniai rétegsor az Ősi Tarkaagyag Formáció néhányszor 10 méter vastag sárga, barna, szürke agyagjaival és kavicsos agyagjaival indul, melyek JÁMBOR (1980) szerint a szárazulaton levő kisebb, időnként kiszáradó pocsolnyákban, tavakban, ártereken képződhetnek.

A fedőben a Csákvári Agyagmárga Formáció világosszürke agyagmárgái, aleuritjai, ritkábban finomszemű homokjai települnek 20–55 méter vastagságban. A formáció kis medencékben (Csóri Aleurit Tagozat) vagy szublitorális környezetben képződhetett (JÁMBOR 1997). A homok alárendelt volta és a márga dominanciája gyengén vagy egyáltalán nem mozaikot, hullámbázisnál mélyebb vizet jelez, mely a középhegységi félsziget elöntésének bizonyítéka lehet. A képződményt így a Száki Agyagmárgával rokoníthatjuk. Puhatestű faunáját az alsó rétegekben litorális *Mela-*

nopsisok, feljebb szublitórális kagylók (*Congerina czjzeki*, „*Parvidacna tinnyeana*”) jellemzik (TÓTH 1971).

A Csákvári Formációra az egész területen egységesen a korábban Somlói Formációnak nevezett egység települ. Vastagsága a fent említett fúrásokban 15 és 50 méter között változik. Szürke agyagmárgás aleurit és finom–aprószemű homok váltakozása építi fel. Részben hullámbázis alatt, ritkán mozgató vízben, azaz deltaelőtérben vagy valamivel felette, a deltalejtő magasabb, homokosabb részén keletkezhetett (SZTANÓ et al. 2013). Ez a formáció megfelel HALAVÁTS, LŐRENTHEY és STRAUZ „*Congerina ungulacprae*-s rétegeinek” (JÁMBOR 1980). A formáció gazdag puhatestű faunájának néhány jellemző alakja: *Lymnocardium apertum* (MÜNSTER), *Lymnocardium penslii* (FUCHS), *Lymnocardium variocostatum* VITÁLIS, *Congerina ungulacprae* (MÜNSTER), *Dreissena auricularis* (FUCHS); utóbbi kettő gyakran tömegesen fordul elő.

A Somlói Formációra a fúrásnaplók szerint Tihanyi Formáció települ. Itt jegyezzük meg azonban, hogy a két képződmény besorolása, elhatárolása meglehetősen nehéz, nem mindenütt vihető keresztül (pl. a Ba–I fúrásban a két formáció vastagságát csak összevonva (87 m) adja meg JÁMBOR (1980)). Többek között ezért javasolta MAGYAR (2010), majd SZTANÓ et al. (2013) tagozatszintű bevonásukat az Újfalui Formációba. Szürke aleurit, molluszkás agyagmárgás aleurit, finomszemű homok és szenes agyag, avagy nagy szervesanyag-tartalmú agyagrétegek jellemzik. A tó peremén, deltafronton, a deltasíksági öblökben és mocsarakban keletkezett. JÁMBOR (1980) szerint ez egyértelműen megfelel STRAUZ (1941) *Congerina balatonica*-s rétegeinek. Legjellemzőbb faunaelemei: *Congerina balatonica* PARTSCH, *Congerina neumayri* ANDRUSOV, *Lymnocardium decorum* (FUCHS), *Lymnocardium decorum ponticum* (HALAVÁTS), *Theodoxus* sp., *Unio mihanovici* BRUSINA, *Planorbarius* sp., *Viviparus sadleri* PARTSCH. Jellemző a formációra, hogy a molluszkák egy-egy rétegben dúsulnak fel, melyet SZTANÓ et al. (2013) tapasztalata alapján a ciklikus deltafejlődést kísérő kisebb kimélyülésekkel járó, víz alatti erózióhoz köthetünk. JÁMBOR (1980) úgy tartja, hogy az idősebb pannóniai formációkhoz képest sokkal szegényesebb a Tihanyi Tagozat faunája. Ezt a véleményt az itt bemutatandó igen gazdag fauna cáfolja.

A rétegsort a terület egy részén a Nagyvázsonyi Mészke Formáció zárja. Jellemzően édesvízi–tavi környezetet jelez, tüdőcsigákat tartalmaz. Általában fehéres színű, kriptokristályos, hullámos rétegfelszínű mészkő. Vastagsága elérhette a 20 métert is. (Régebben a papvásár-hegyi feltárást borító édesvízi mészkövet, kovás mészkövet is ehhez a formációhoz sorolták. Ez azonban kétséges, ugyanis ebben a mészkőben nem találhatók a formációra jellemző édesvízi molluszkák, csak növényi maradványok. A tavi forrástevékenységnek vagy valamely más formája alakíthatta, mint a tipikus Nagyvázsonyi Formációt, vagy egy fiatalabb, már nem a Pannon-tóhoz tartozó, esetleg akár pleisztocén korú forrásműködés eredménye lehet.)

A négy formáció együtt először kimélyülést és transzgressziót, majd sekélyülést, feltöltődést, azaz regressziót tükröző üledékciklust alkot. Ennek során nem alakult ki a területen igazán mély, a sekély szublitórális régiónál nagyobb vízmélység.

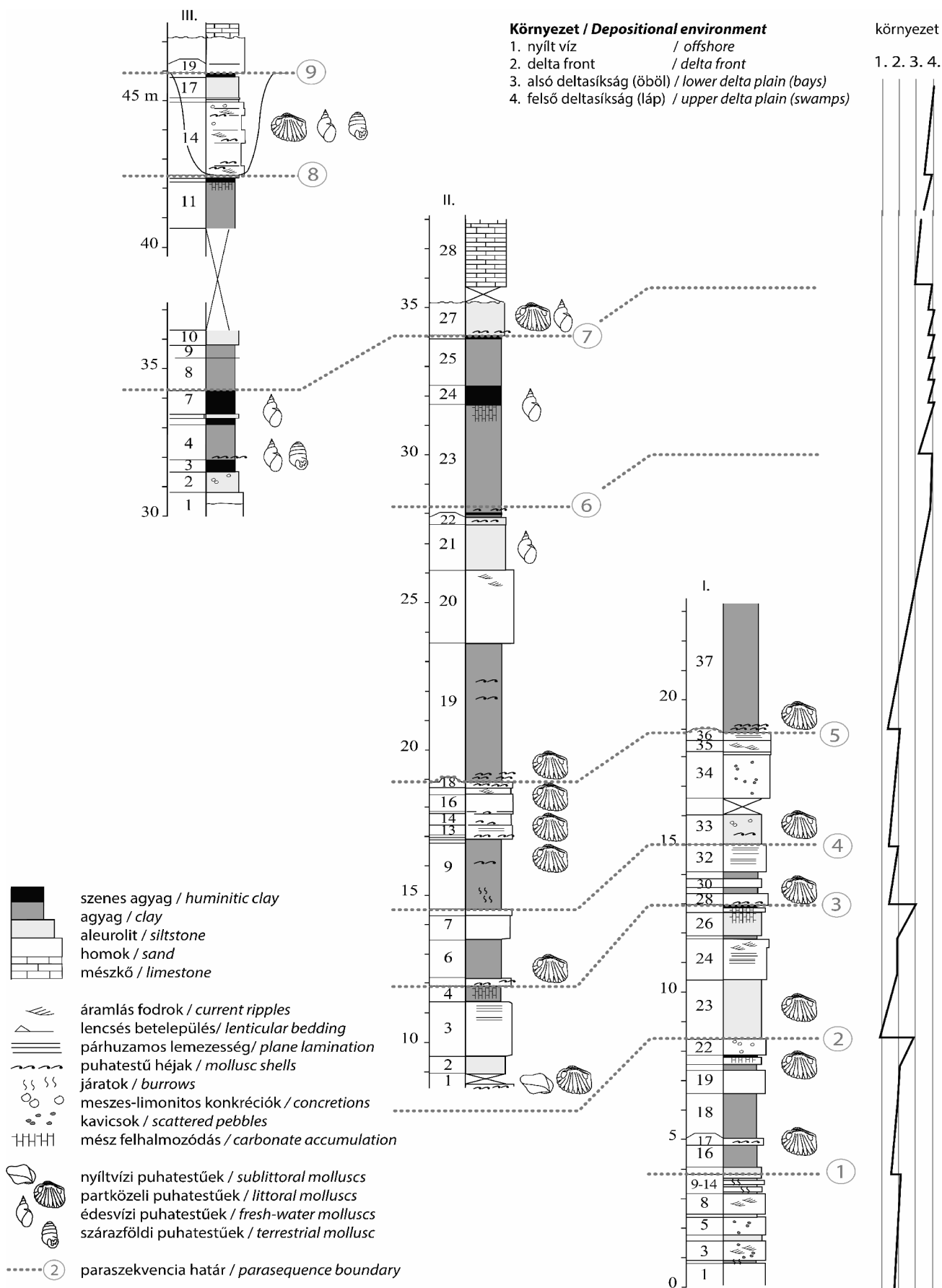
A balatonfűzfői Papvásár-hegy rétegsora és puhatestű faunája

A feltárás

Bár a Papvásár-szőlőhegy közigazgatásilag Litér II. körzetéhez tartozik, a geológiai szakirodalomban korábban „balatonfűzfői” jelzővel illették (pl. KOVÁCS 1987, MAKÁDI 1992a–d), ezért mi is így jelöljük. A feltárás Balatonfűzfő-Gyárteleptől északi irányban helyezkedik el, a peremartoni összekötő út jobb oldalán (1. ábra; É47,087; K18,05). A bányát már régen nem művelik. A feltárás az első bejárások során nagyon változékonynak bizonyult, ezért megfigyeléseinket 3 szelvény mentén rögzítettük a bánya keleti, nyugati, és középső részén (2. ábra). A szelvények korrelációját hol nagyobb, hol kisebb biztonsággal sikerült megoldani. A továbbiakban a feltárás rétegsorát a három szelvény párhuzamos tárgyalásával ismeretjük. Az egyes rétegekre X/Y formában hivatkozunk, ahol X a szelvény száma, Y a réteg száma (3. ábra). A fajra határozható puhatestű maradványokat adó rétegek faunáját az I. táblázatban összesítettük.



2. ábra. A balatonfűzfői papvásár/hegyi feltárás. A római számok (I–III) a felvett szelvényeket jelölik, a fehér szaggatott vonal pedig a szelvények közötti korrelációt.
Figure 2. The Papvásár Hill outcrop, Balatonfűzfő. Roman numerals indicate the vertical profiles along which the outcrop was measured. Dashed line indicates correlation between profiles



I. táblázat. A Balatonfüzői Papvásár-hegy ősmaradványai

Table I. Fossils of Papvásár Hill (Balatonfüzű)

	Szórványlelet	I. szelvény			II. szelvény												III. szelvény		
		21. rtg.	23. rtg. (<i>Congerius</i> -s rtg.)	28. rtg.	1. rtg.	5. rtg.	9. rtg.	11. rtg.	12. rtg.	18. rtg.	19. rtg. (alja)	22. rtg.	23. rtg. (alja)	24. rtg.	27. rtg.	4. rtg.	5. rtg.	14. rtg.	
<i>Anisus confusus</i> Soós, 1934														X	X		X	X	
<i>Anisus krambergeri</i> (Halaváts, 1902)																X	X	X	
<i>Aplexa</i> cf. <i>subhypnorum</i> Gottschick, 1920																		X	
<i>Armiger subptychophorus</i> (Halaváts, 1902)																		X	
<i>Bithynia</i> cf. <i>leuchii</i> (Sheppard, 1823)										X		X	X	X	X			X	
<i>Carychium berthae</i> (Halaváts, 1902)																		X	
<i>Cepaea celticae</i> (Halaváts, 1923)																X			
<i>Discus pleuradus</i> (Bourguignat, 1881)																		X	
<i>Emmericia canaliculata</i> Brusina, 1874																		X	
<i>Gastrocopta (Albinula) acuminata</i> (Klein, 1846)																		X	
<i>Gastrocopta nouletiana</i> (Dupuy, 1850)																X		X	
<i>Goniochilus glandulinus huidingeri</i> (Stoliczka, 1862)					X														
<i>Goniochilus rissoides</i> Brusina, 1878					X														
<i>Goniochilus schvabensis</i> - <i>biełtzi</i> átmeneti formák						X													
<i>Goniochilus schvabensis</i> (Fuchs, 1870)				X		X		X	X	X		X		X					
<i>Goniochilus variabilis</i> (Lőrenthey, 1902)				X															
<i>Gyraulus inornatus</i> (Brusina, 1902)				X					X										
<i>Gyraulus oecensis</i> Wenz, 1919																		X	
<i>Gyraulus pachychilus</i> (Brusina, 1902)																		X	
<i>Gyraulus kimakoviczi</i> (Brusina, 1894)					X														
<i>Gyraulus tenuis</i> (Fuchs, 1870)					X			X	X										
<i>Gyraulus varians</i> (Fuchs, 1870)					X			X	X										
<i>Hauffenia simplex bicincta</i> (Fuchs, 1870)	X					X												X	
<i>Lymnaea</i> cf. <i>stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)														X		X	X	X	
<i>Melanopsis caryota</i> (Brusina, 1902)	X			X															
<i>Melanopsis caryota</i> - <i>petrovici</i> átmenet	X																		
<i>Melanopsis cylindrica</i> Stoliczka, 1862	X													X	X				
<i>Melanopsis decollata</i> Stoliczka, 1862				X	X	X		X	X		X	X							
<i>Melanopsis entzi</i> (Brusina, 1902)												X							
<i>Melanopsis entzi</i> - <i>fuchsi</i> átmenet	X			X	X					X		X		X					
<i>Melanopsis</i> cf. <i>euryzona</i> Neumayr & Paul, 1875																X			
<i>Melanopsis fuchsi</i> Wiedmann, 1882	X																		
<i>Melanopsis krambergeri</i> Brusina, 1902																		X	
<i>Melanopsis oxyacantha</i> Brusina, 1902								X				X	X		X	X		X	
<i>Melanopsis petrovici</i> (Brusina, 1893)	X					X													
<i>Melanopsis sturi</i> Fuchs, 1873													X		X	X	X		
<i>Melanopsis sturi</i> Fuchs, 1873 <i>M. tortispina</i> Papp, 1953 forma																		X	
<i>Melanopsis sturii</i> Fuchs, 1873 (<i>M. boettgeri</i> Halaváts, 1902 forma)	X																		
<i>Melanopsis</i> sp.					X														
<i>Melanopsis tihanyensis</i> Wenz, 1928									X						X		X	X	
<i>Micromelania coelata</i> Brusina, 1874				X															
<i>Micromelania laevis</i> (Fuchs, 1870)													X		X				
<i>Micromelania laevis</i> (Fuchs, 1870) var.																		X	
<i>Micromelania letochae</i> (Fuchs, 1870)					X														
<i>Oxychilus</i> cf. <i>procellarius</i> (Joos, 1918)																			
<i>Planorbis borelli</i> (Brusina, 1892)														X				X	
<i>Planorbis cornutus</i> Linnaeus, 1758												X		X		X	X	X	
<i>Planorbis grandis</i> (Halaváts, 1902)													X	X			X		
<i>Prososthenia radmanesti</i> (Fuchs, 1870)				X	X	X		X	X	X	X								
<i>Pyrgula incisa incisa</i> Fuchs, 1870															X				
<i>Pyrgula mathildaeformis</i> Fuchs, 1870					X						X								
<i>Pyrgula uncinata</i> Brusina, 1902					X														
<i>Pseudamniculus hungaricus</i> (Brusina, 1902)																	X	X	
<i>Pseudamnicola margaritula</i> (Fuchs, 1870)					X	X													
<i>Pseudamnicola proxima</i> (Fuchs, 1870)								X											
<i>Segmentina loczyi</i> (Lőrenthey, 1905)												XX		X	X	X	X	X	
<i>Staja obtuscarinata</i> (Fuchs, 1870)																		X	
<i>Stagnicola halavátsi</i> (Wenz, 1923)														X	X			X	
<i>Succinea</i> cf. <i>putris</i> Linnaeus, 1758														X					
<i>Theodoxus crescens</i> (Fuchs, 1870)																X			
<i>Theodoxus intracarpaticus</i> Jekelius, 1944					X														
<i>Theodoxus radmanesti</i> (Fuchs, 1870)								X		X		X	X		X	X	X	X	
<i>Theodoxus turbinatus</i> (Fuchs, 1870)								X											
<i>Trichia striatiformis</i> (Lőrenthey, 1905)																X	X	X	
<i>Triptychia</i> sp.																		X	
<i>Vallonia lepidota</i> (Reuss, 1849)																		X	
<i>Valvata (Aphanotylus) kupensis</i> Fuchs, 1870	X																		
<i>Valvata (Cincinna) balatonica</i> Rolle, 1861				X	X	X		X	X		X								
<i>Valvata (Cincinna) minima</i> Fuchs, 1870																		X	
<i>Valvata (Cincinna) obtusaeformis</i> Lőrenthey, 1905																		X	
<i>Valvata (Cincinna) varians</i> Lőrenthey, 1902					X			X											
<i>Valvata (Valvata) cyclostoma</i> (Brusina, 1902)																		X	
<i>Valvata (Valvata) oecensis</i> Soós, 1934																		X	
<i>Vertigo cullosa</i> (Reuss, 1852)														X		X	X	X	

I. táblázat. Folytatás

Table I. Continuation

	szórványelet	I. szelvény			II. szelvény												III. szelvény		
		21. rtg.	23. rtg (<i>Conger</i> -s rtg.)	28. rtg.	1. rtg.	5. rtg.	9. rtg.	11. rtg.	12. rtg.	18. rtg.	19. rtg. (alja)	22. rtg.	23. rtg. (alja)	24. rtg.	27. rtg.	4. rtg.	5. rtg.	14. rtg.	
<i>Viviparus cyrtomaphorus</i> (Brusina, 1874)								X		X									
<i>Viviparus loczyi</i> (Halaváts, 1902)					X														
<i>Viviparus loczyi</i> - <i>V. pseudogrucilis</i> átmenet	X																		
<i>Viviparus loxostomus</i> (Sandberger, 1875)					X														
<i>Viviparus sadleri</i> (Partsch, 1856)				X	X	X	X		X	X							X		
<i>Viviparus sadleri</i> - <i>cyrtomaphorus</i> átmenet		X		X		X	X	X	X										
<i>Conger balatonica</i> Partsch, 1835			X							X	X	X							
<i>Conger neumayri</i> Andrusov, 1897																		X	
<i>Conger praehermboidea</i> Stevanović, 1978					X														
<i>Conger triangularis</i> Partsch, 1835				X					X										
<i>Conger cf. solitarius</i> Brusina, 1902																X	X		
<i>Conger unguiculaprae</i> (Münster in Goldfuss, 1837)	X																		
<i>Dreissena auricularis</i> (Fuchs, 1870)					X				X	X								X	
<i>Dreissena dobrei</i> Brusina, 1902	X																		
<i>Dreissena serbica</i> Brusina, 1894					X			X		X	X				X				
<i>Dreissenomya dactylus</i> (Brusina, 1894)				X															
<i>Lymnocardium apertum</i> (Münster, 1839)				X	X	X		X		X			X						
<i>Lymnocardium banaticum</i> (Fuchs, 1870)					X														
<i>Lymnocardium decorum</i> (Fuchs, 1870)				X	X	X		X	X			X	X		X	X	X	X	
<i>Lymnocardium diprosopum</i> (Brusina, 1884)				X															
<i>Lymnocardium majeri</i> (Hörnes, 1862)				X															
<i>Lymnocardium</i> sp. juv.	X																		
<i>Lymnocardium vicinum</i> (Fuchs, 1870)					X						X								
<i>Pisidium telegdinohi</i> Bartha, 1956																		X	
" <i>Pontalmya</i> " <i>otiophora</i> (Brusina, 1884)					X														
<i>Unio mihanovici</i> Brusina, 1896				X	X	X		X	X									X	
<i>Pisces csigolya</i>								X											
<i>Pisces otholit</i>								X											
chara magok																	X	X	
növény száruk. termései				X		X													

A bánya területén több, valószínűleg a késő-miocénnél fiatalabb tektonikai elemmel is találkozhatunk, de ezeken kívül BADA et al. (2010) az összlet ülepedésével egyidős kisebb vetőket is leírt. A II. és III. szelvény között a bányában megfigyelhető szenes rétegek egymáshoz való viszonya alapján feltételezhető egy vető. Ezen kívül a bánya nyugati oldalán, a faunamentes keresztarégtzett homokban is felfedezhetünk kisebb-nagyobb vetőket (4. ábra A).

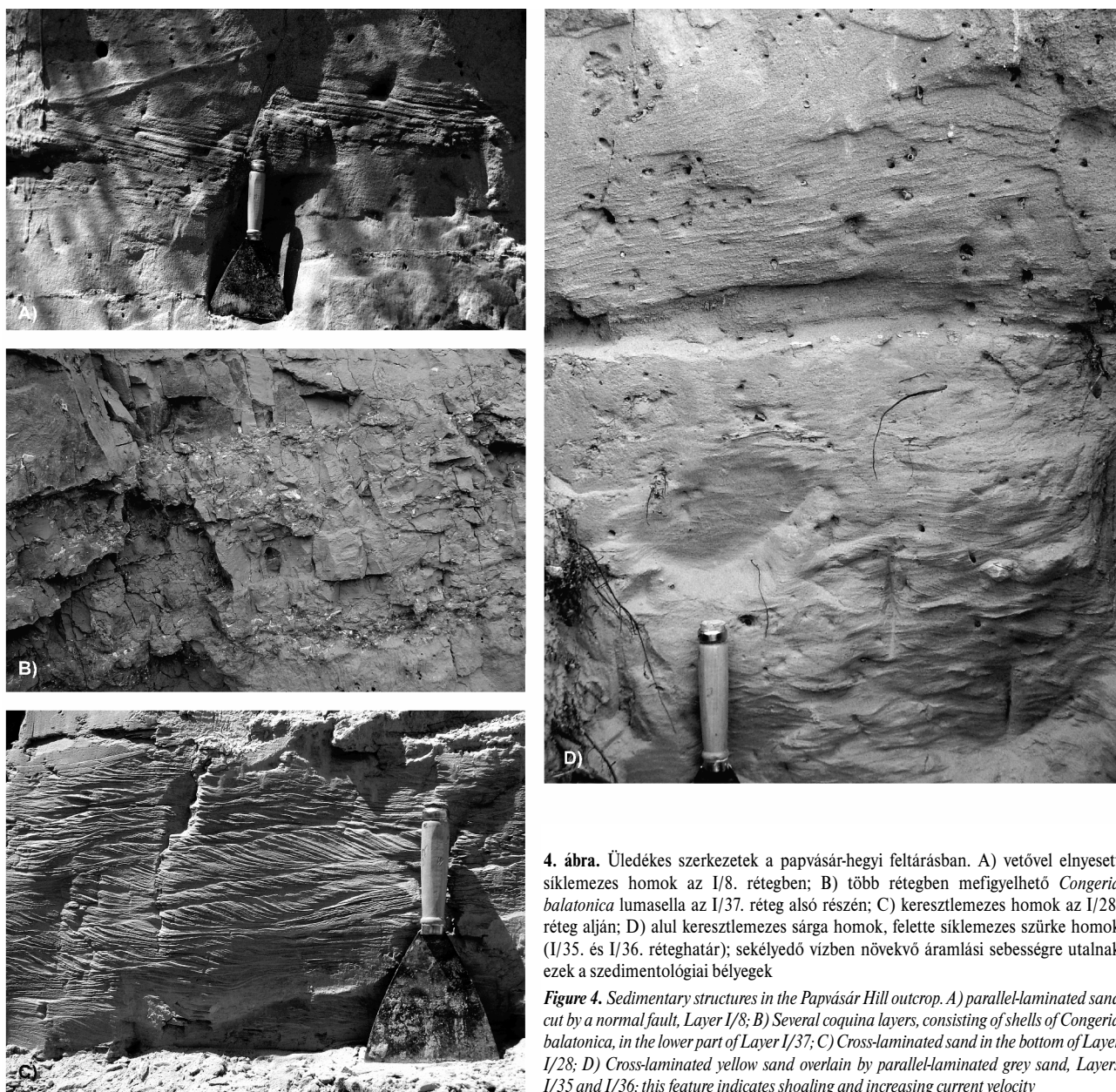
Üledékes és biofáciések

A feltárásban agyag, aleurit, meszes aleurit/márga, szervesanyagban dús szenes agyag, valamint homok, ritkán limonitosan gyengén cementált homokkő váltakozása figyelhető meg (3. ábra). A pelites szakaszok vastagsága 0,5–5 m között változó, a homokos kifejlődés a legalsó 4 m-es szakaszt leszámítva 1–2 m, a szenes agyag néhány centiméter – 0,8 m vastag. A vizsgált rétegsor ciklusos felépítésű. A ciklusokon belül általánosan jellemző, hogy a szemcseméret felfelé haladva nő, vastagabb agyag–aleurittal indul, majd homok következik, ezt általában talajosodott homok vagy szenes agyag fedi. A szemcseméret, a homok üledékszerkezete és az ősmaradvány-tartalom változásai alapján kijelölhető kisciklusok átlag 4,5 m vastagok, de van 2 és 8 m-es is.

A szürke agyag – aleurit masszív, néha rétegtzett, illetve padosan elváló, leggyakrabban fosszília mentes. A vastag pelites szakaszok alsó részében azonban többször is előfordulnak olyan rétegek, melyekben elszórt puhatestű héjak (pl. *Viviparus*; II/9; II/19, I/33) vagy lumasella jellegű

felhalmozódások (pl. *Conger balatonica* teknőkből) figyelhetők meg (II/19 és I/37; 4. ábra B). Szintén előfordulhatnak benne apró vertikális járatok (II/9). Felfelé haladva az agyag, aleurit váltakozásban megfigyelhetők cm-es, keresztlemezes homoklencsék is (II/30).

Homokrétegek kétféle pozícióban fordulnak elő a rétegsorban. A ciklusok alján vékony rétegben, gyenge osztályozottságú apró-középszemcsés homok van (I/17, I/28; 4. ábra, C, II/1, II/5) mindig sok ősmaradvánnyal, melyek egy része összetört, és a társulás is vegyes, többféle környezetből összehalmozott lehet. Legjellemzőbb fajok a *Prososthenia radmanesti*, *Valvata balatonica*, *Melanopsis decollata*, *Pyrgula mathildaeformis*, *Vidiparus sadleri*, *Unio mihanovici*, *Lymnocardium decorum*, *Lymnocardium apertum*. A ciklusok felső részében jellemző a közepesen–jól osztályozott, főleg finom- vagy aprószemcsés homok, a rétegsor legalsó ciklusaiban (3. ábra) még szórt kavicsok is vannak benne (II/3.). Gyakran szerkezetmentes, valószínűleg bioturbáció miatt, de az is lehet, hogy a jó osztályozottság miatt nem látszik az üledékszerkezet, mely leggyakrabban keresztlemezes. Egy helyen keresztarégtzés is előfordult (I/3.). Nagyon fontos kiemelni, hogy a homokos szakaszok felső részében a legidősebb öt ciklusban (II/13., I/8., I/24., I/36.; 4. ábra D) megfigyelhető sík-párhuzamos lemezesség is. Ezek közül a homokrétegek közül jó megtartású, határozható faunát az II/11., II/12., II/18. réteg adott (pl. *Goniochilus schwabenaui*, *Gyraulus tenuis*, *Gyraulus varians*, *Prososthenia radmanesti*, *Valvata balatonica*, *Valvata varians*, *Theodoxus radmanesti*, *Viviparus sadleri*, *Dreis-*



4. ábra. Üledékes szerkezetek a papvásár-hegyi feltáráásban. A) vetővel elnyesett síklemezes homok az I/8. rétegben; B) több rétegben megfigyelhető *Congeria balatonica* lumasella az I/37. réteg alsó részén; C) keresztlemez homok az I/28. réteg alján; D) alul keresztlemez sárga homok, felette síklemez szürke homok (I/35. és I/36. réteghatár); sekélyedő vízben növekvő áramlási sebességre utalnak ezek a szedimentológiai bélyegek

Figure 4. Sedimentary structures in the Papvásár Hill outcrop. A) parallel-laminated sand cut by a normal fault, Layer I/8; B) Several coquina layers, consisting of shells of *Congeria balatonica*, in the lower part of Layer I/37; C) Cross-laminated sand in the bottom of Layer I/28; D) Cross-laminated yellow sand overlain by parallel-laminated grey sand, Layers I/35 and I/36; this feature indicates shoaling and increasing current velocity

sena auricularis, *Lymnocardium apertum*, *Lymnocardium decorum*, *Congeria balatonica*, *Congeria triangularis*).

Az III/14. rétegben több mint 2 m vastagságban figyelhető meg egyirányú áramlásra jellemző keresztlemezesség, durva szemcseméretű bioklaszt (emlőscsont, *Emmericia* csigák, rákolló) és mészcsonók váltakozása.

Az üledékciklusokat tarka, rögzös, talajosodott homok vagy aleurolit (I/21., I/27.) zárja, gyakori a mészfelhalmozódás (II/4., I/27., II/23. teteje), illetve a legfiatalabb ciklusok esetén megjelenik a szervesanyagban dús agyag–aleurit, szenes agyag, melyben akár gipszrőzsák is kialakultak. Ezek a rétegek mindig tartalmaznak puhatestű maradványokat (III/3., 5., 7., II/24.), elsősorban édesvízi–mocsári csigafaunájuk gazdag, sok bemosott szárazföldi elemmel (*Anisus confusus*, *A. krambergeri*, *Segmentina loczyi*, *Lymnaea stagnalis*, *Stagnicola halavatsi*, *Theodoxus radmanesti*, *Planorbium corneus*, *P. grandis*, *Lymnocardium*

decorum, *Trichia striataformis*, *Succinea putris*, *Vertigo callosa*, *Gastrocopta nouletiana*).

A ciklusok felépítése hasonlít a Tihanyi Tagozat más feltárásaiban, pl. a kenesei tátorjános vagy a tihanyi Fehérpart esetében tapasztaltakhoz (cf. SZTANÓ et al. 2013). Párhuzamos lemezességű homokrétegek ugyanakkor ez utóbbi helyeken nincsenek, és a puhatestű fauna sem olyan gazdag, mint a papvásár-hegyi feltáráásban, így a környezeti értelmezés mozaikjához egy-egy újabb darab illeszthető.

Környezeti értelmezés

Az 1. ciklus, melynek csak homokos kifejlődését tárja fel a bánya, kizárólag az I. szelvényben figyelhető meg (3. ábra). Az aprószemcsés, alul kavicsos homokban — felfelé haladva — kereszttrétegzést, keresztlemezességet és sík-

lemezességet figyelhetünk meg, amely egyre sekélyebbé váló vízmélység mellett az áramlási energia fokozatos növekedésére enged következtetni. A ciklus felső, vékony homokrétégeiben egyszerű vertikális járatokat is megfigyelhetünk. A síklemes homok keletkezése csak sebes áramlási tartományban, azaz nagyon gyors és egyben sekély vízmozgással képzelhető el, melynek egyik leggyakoribb térszíne a hullámtörésnek kitett fröccszóna. Makrofaunát ez az egység nem tartalmazott.

A 2. ciklus éles litológiai váltással, agyaggal kezdődik, melybe egy, néhány *Lymnocardium* sp. és *Dreissena* sp. kőbelet tartalmazó homokrétteg települ. Ez az előző ciklusban jelzett parti körülményeknél mélyebb, nyugodtabb, vízmozgástól mentes helyen rakódott le. Az ősmaradványos homokot (I/5.) egy vihar ülepíthette, majd a homokon megtelepedhettek a puhatestűek, vagy őket magukat is áthalmazta a vihar által keltett áramlás. A ciklus felső 2 métere szerkezetmentes, majd szürkés-lilás limonitosodott konkréciókat tartalmazó talajosodott homok következik, mely már a hullámbázis felett, valószínűleg egy kis öböl feltöltődésekor keletkezett.

A 3. ciklus mind az I., mind a II. szelvényben megtalálható; egy vastagabb aleuritből, a rátelepülő kereszt- és síklemes homokból, majd meszes, talajosodott aleuritből áll, és egy eróziós felülettel zárul.

Az aleurit alsó részébe települő II/1. homokrétteg puhatestű-héjakat tartalmaz (I. táblázat); kiemelten fontos a *Lymnocardium majeri* (HÖRNES), a *Congerina praerhomboidea* STEVANOVIĆ, és a „*Pontalmyra*” *otiophora* (BRUSINA). Mindhárom kagylót elsősorban szublitórális, finomszemű üledékekből ismerjük. Az egész rétegsorban, de még az egész képződményben is ezek lehettek a legmélyebb, legnyíltabb tavi viszonyokat tükröző élőlények. A fauna többi részét adó litorális formák (*Theodoxus*, *Viviparus*, *Dreissena*, *Unio* fajok) áthalmazottak lehetnek. A ciklus felső részének homokos üledékeiben a kereszt- és síklemesség ezzel ellentétben sekély, erősen mozgatott vízi környezetet, valószínűleg a fővenypart visszatértét, azaz újabb sekélyedést jelez. Ezt támasztja alá a legfelül észlelhető mészfelhalmozódásos szint és a talajosodás egyéb jelei is (I/27., II/4.).

A 4. ciklus hasonló az előzőhöz, csak sokkal vékonyabb. Újabb kimélyülést és kissé nyíltabb vizet jelez a cikluskezdő finomszemcsés homok (I/28., II/5.) makrofaunája (I. táblázat). Ezt ismét mozgatott partközeli, majd a fővenyparton lerakódott üledékek követik a kereszt-, majd síklemes homok alapján (4. ábra C).

Az 5. ciklus agyaggal, aleurolittal (I/33., II/9.) kezdődik, és mindkét szelvényben homokkal zárul. A cikluson felfelé haladva a keresztlemesség átmegy síklemességbe. Tehát ismét az előző ciklus végéhez képest kimélyülést, kissé nyíltabb víztől a parthomlokot át a fővenypartig tartó környezetben lerakódott rétegsort látunk (4. ábra D). A finomszemű, alsó rétegben (I/33., II/9.) csak *Viviparus* vázak fordultak elő, valószínűleg bemosott állapotban. A felső homokrétégek gazdag „parthomlok faunát” adtak (II/11., 12., 18.).

A 6. ciklus meglehetősen vastag, főleg pelites képződményekből épül fel. Réteges agyaggal kezdődik, amely három *Congerina balatonica*-s lumasellaszintet tartalmaz

(4. ábra, B), majd keresztlemes homokkal folytatódik. A ciklus felső részén két gazdag molluszkatartalmú réteg is található (II/22., II/23. alja), melyben a sekély brakkvízi elemek jelenléte ellenére uralkodnak az édesvízi-mocsári tüdőcsigák (pl. *Planorbis*, *Segmentina*), jelezve a mocsári környezetet. Feltehetően egy nagyobb deltasíksági öböl feltöltődési ciklusát látjuk.

A 7. ciklus agyagból, szervesanyagban gazdag agyagból, lignitből áll (II/24.), amelyben uralkodnak a mocsári környezetre jellemző tüdőcsigák, és megjelennek szárazföldi csigák is (I. táblázat). A réteg érdekessége, hogy nem tartalmazott fosszilis kagylókat. Ez a ciklus már a III. szelvényben is jelentkezik, ősmaradványokban gazdag rétegekkel (III/4., 5.). A rétegsornak ez a szakasza a környezeti zónáknak csak kisebb eltolódását jelzi a deltasíkság ágak közti öblében és a feltöltődéssel kialakuló mocsárban, de akár teljes egészében is képződhetett a felső deltasíkság mocsári térszínén.

A 8. ciklus jelenléte a III. szelvényen csak valószínűsíthető, mert a feltárás itt nagyrészt törmelékkel fedett. Ahol a szakasz hozzáférhető volt, ott pelites, fossziliamentes rétegek jelentkeztek, a tetejükön vékony, szervesanyagban dús réteggel.

A 9. ciklus az előző ciklusoktól litológiájában eltér, főleg homokos üledékek építik fel. A cikluskezdő réteg keresztlemes, középszemcsés homok (III/14.), több szintben is tartalmazott makrofaunát (I. táblázat). A fauna erősen eltér a korábbi rétegekben megfigyelt együttesektől: jellemző az édesvízi csigák túlsúlya (pl. *Emmericia pliocenica* tömeges előfordulása), a brakkvízi formák alárendelt megjelenése, és a szárazföldi csigák magas diverzitása (*Carychium*, *Gastropoda*, *Trichia*, *Triptychia*, *Vallonia*, *Vertigo*). A ciklust ismét — az előző ciklusokhoz hasonlóan — szervesanyagban gazdag agyag zárja. Ezek a rétegek egy kisebb folyóág kezdetben aktív, majd felhagyott, elmocsarasodott medrét képviselik. A mederüledék vastagsága jelzi, hogy az előző mocsárszinthez képest ismét legalább 4 m vízszintemelkedés kellett, ami nyilván a fáciesövek eltolódását is magával vonta, noha ezt a rétegsor direktben nem őrizte meg.

Biosztratigráfiai értelmezés

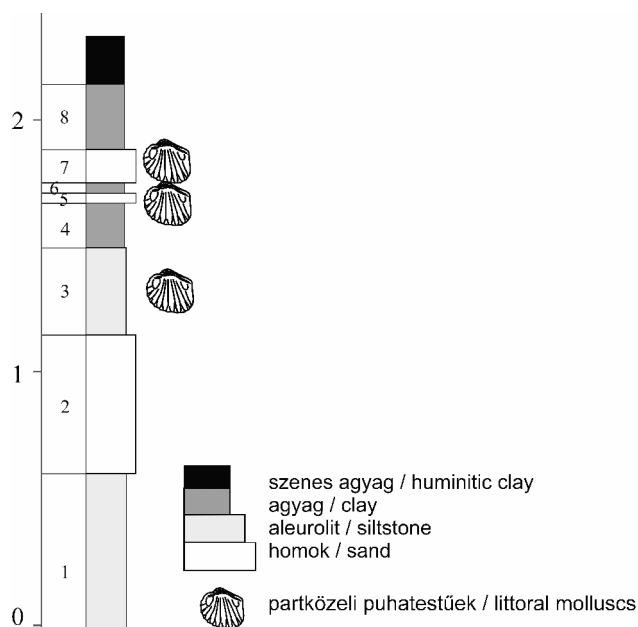
A papvászár-hegyi feltárás ősmaradványai alapján a *Lymnocardium decorum* litorális puhatestű zónába tartozik, illetve a feltárás alsó részén a szublitórális *Congerina praerhomboidea* zóna jellemző fajai kerültek elő (cf. MÜLLER & MAGYAR 1992, MAGYAR et al. 1999, SZTANÓ et al. 2013). E két zóna egymást átfedő előfordulása Tihanyban és Budapest–Kőbányán (SZTANÓ et al. 2013, MAGYAR et al. 2006) is megfigyelhető volt. A feltárás kora ennek megfelelően 8 és 8,5 millió év közé becsülhető.

A balatonalmádi feltárás rétegsora és puhatestű faunája

A feltárás

A feltárás a 71. számú főút és a Balaton között helyezkedik el, Balatonalmádi vörösberényi részén (1. ábra;

É47.051; K18.02). A dombtetőn a fossziliatartalmú rétegeket egy őszi szántás során találta meg a szerzők egyike (B. T.), ugyanis a 30 cm-es termőtalaj alatt már pannóniai üledékek települnek. A rétegsort egy 2 m mély kutatóárokkaal tártuk fel, és 8 réteget különítettünk el (5. ábra).



5. ábra. A balatonalmádi feltárás szelvénye

Figure 5. Sedimentological profile of the Balatonalmádi outcrop

Üledékes- és biofáciések

A rétegsorban átlag 5–40 cm vastag agyag, aleurit és finomszemű homok rétegei váltakoztak. Három rétegben fordultak elő puhatestűek: a 3. réteg csak fajra határozhatatlan ősmaradványokat tartalmazott, azonban az 5. és 7. rétegek együttesen közel 1000 darab határozható puhatestű vázát adták mintegy 10 kg üledékből (5. ábra). Az anyagból 60 puhatestű- és 2 halfajt határoztunk meg (II. táblázat). Ezek lényegében kivétel nélkül a litorális brakkvízi környezetre jellemzőek; sem szublitorális, sem kizárólagosan édesvízi, sem szárazföldi formát nem találtunk.

A 7. réteg jól osztályozott finomszemű homokjában az 5. számú réteghez képest megduplázódik a fajok száma (amely így messze meghaladja a papvásár-hegyi feltárás bármelyik rétegében észlelt diverzitást). A 5. réteghez képest eltűnik az *Unio* és ritkábbá válik a *Viviparus*, ugyanakkor megjelenik a *Congeria*, és tömegessé válik a *Dreissena*. A *Congeria balatonica* példányai duplateknős formában őrződtek meg, csak csekély szállítódást szenvedhettek el.

Környezeti értelmezés

Az üledékszerkezetek megfigyelhetetlensége miatt a képződési környezetről elsősorban a puhatestűek alapján alkothatunk képet.

A 5. réteg faunájában a *Viviparus* és az *Unio* nemek gyakoriságából nagyon alacsony sótartalmú vízre lehet következtetni. A csigák dominanciája a kagylókkal szemben

partközeli, sekély, jól átvilágított, gyökeres növényzettel rendelkező környezetre utal.

A 7. rétegben az édesvízi nemek visszaszorulása és a brakkvíziek gyakorisága a sótartalom növekedését, a nyílt-tavi környezettel való intenzívebb kapcsolatot jelezheti. A csigák és a kagylók kiegyenlített aránya szintén nyíltabb környezetre utal, bár a csigák magas diverzitása alapján még valószínűleg a gazdag vegetációjú zónában járunk. A jó szemcseosztályozottságot a hullámverés alakíthatta ki. Az egykori környezet így brakkvízi, sekély, jól átvilágított, átmozgatott és átszellőzött, tápanyagban gazdag lehetett.

Biosztratigráfiai értelmezés

A balatonalmádi feltárás, melynek távolsága a Papvásár-hegytől mindössze 5 km, a *Lymnocardium decorum* jelenléte alapján szintén a decorum zónába tartozik. Sekély- de brakkvízi biofáciése, faunájának magas diverzitása alapján rétegtanilag a fűzfői feltárás alá helyezhetnénk, mert hasonlóan gazdag nyíltvízi faunát az összességében regresszív trendet tükröző papvásár-hegyi rétegsorból nem ismerünk. Ez a korreláció összhangban lenne a feltárások mai tengerszint feletti magasságával is, bár a vetők szerepe és a rétegdőlések mértéke a két feltárás között nem ismert.

A feltárás 7. rétegének gazdag, magas diverzitású faunája feltűnő párhuzamokat mutat a 18 km-re fekvő klasszikus Tihany, fehérparti feltárás 2. rétegének faunájával (MÜLLER & SZÓNOKY 1990). Mindkét rétegből olyan puhatestű maradványok kerültek elő, melyek a Balaton-felvidékről ritkának számítanak, vagy csak ezekből a feltárásokból voltak ismertek: *Theodoxus acuticarinatus ecarinatus* BRUSINA, *Plagiadacna auingeri* (FUCHS), *Lymnocardium penslii* (FUCHS), *Pyrgula angulata* (FUCHS), *Pyrgula uncarinata* BRUSINA, *Valvata (Cincinna) tihanyensis* LÖRENTHEY. További hasonlóság a két réteg között, hogy tömeges mennyiségben tartalmazták a *Lymnocardium apertum* és a *Congeria balatonica* duplateknős példányait.

Összefoglaló értékelés

A pannóniai emelet két vizsgált kibúvása a Tihanyi Tagozatnak a *Lymnocardium decorum* zónába tartozó, 8–8,5 millió éves, faunagazdag rétegeit tárja fel. A papvásár-hegyi feltárás ciklikus felépítésű rétegsorában több fáciesegység figyelhető meg. A rétegsor alján, szürke agyagban, parthomlokon lerakódott keresztrétegzett, bioturbált homokban, sekélyvízi kagyló- és csigafajok társaságában, szublitorális környezetre jellemző puhatestű fajok fordultak elő szórványosan. Ez a feltárásban felismerhető legmélyebb vízi környezet. A rétegsoron felfelé haladva egyre sekélyebb környezetre utaló fossziliák, eleinte hullámveréses partra jellemző üledékjegyek (keresztlemességek és a síklemezzesség) válnak uralkodóvá. A legfiatalabb üledékciklusok a deltasíkság sekély, nyíltvízzel borított zónájától, a folyó-ágak közti öblön át, az időszakonként vízzel borított, máskor kiszáradó mocsárig terjedő környezeteket reprezentálják. Az ősmaradványtartalomra még az aránylag nyíltvízi

II. táblázat. A balatonalmádi feltárás ősmaradványai

Table II. Fossils of Balatonalmádi

	1. rtg	2. rtg	3. rtg	4. rtg	5. rtg	6. rtg	7. rtg	8. rtg	Termőréteg
<i>Goniophilus bieltzi</i> (Brusina, 1894)							X		
<i>Goniophilus bieltzi-schwabenau</i> átmenet							X		
<i>Goniophilus costulatus</i> Fuchs, 1870							X		
<i>Goniophilus schwabenau</i> (Fuchs, 1870)					X		X		
<i>Goniophilus variabilis</i> (Lőrenthey, 1902)					X				
<i>Gyraulus inornatus</i> (Brusina, 1902)							X		
<i>Gyraulus tenuis</i> (Fuchs, 1870)					X		X		
<i>Gyraulus kimakoviczi</i> (Brusina, 1894)							X		
<i>Gyraulus varians</i> (Fuchs, 1870)					X		X		
<i>Hauftenia simplex simplex</i> (Fuchs, 1870)							X		
<i>Hauftenia simplex bicincta</i> (Fuchs, 1870)							X		
<i>Ilydrobia</i> sp.									
<i>Melanopsis cylindrica</i> (Stoliczka, 1862)							X		
<i>Melanopsis decollata</i> Stoliczka, 1862							X		
<i>Melanopsis defensa defensa</i> Fuchs, 1870							X		
<i>Melanopsis entzi</i> Brusina, 1894					X		X		
<i>Melanopsis petrovici</i> (Brusina, 1893)					X		X		
<i>Melanopsis petrovici</i> - <i>cylindrica</i> átmenet					X				
<i>Melanopsis tihanyensis</i> Wenz, 1928							X		
<i>Micromelania laevis</i> (Fuchs, 1870)					X		X		
<i>Micromelania coelata</i> Brusina, 1874					X				
<i>Prosothenia radmanesti</i> (Fuchs, 1870)					X		X		
<i>Pseudamnicola margaritula</i> (Fuchs, 1870)							X		
<i>Pseudamnicola proxima</i> (Fuchs, 1870)					X		X		
<i>Pyrgula angulata</i> Fuchs, 1870							X		
<i>Pyrgula incisa mathildaeformis</i> Fuchs, 1870							X		
<i>Pyrgula uncarinata</i> Brusina, 1902					X				
<i>Radix balatonica</i> (Fuchs, 1870)							X		
<i>Staja obtusecarinata</i> (Fuchs, 1870)							X		
<i>Theodoxus acuticarinatus ecarinatus</i> (Brusina, 1902)							X		
<i>Theodoxus crescens</i> (Fuchs, 1870)					X		X		
<i>Theodoxus radmanesti</i> (Fuchs, 1870)							X		
<i>Theodoxus turbinatus</i> (Fuchs, 1870)							X		
<i>Theodoxus</i> sp.									X
<i>Valvata</i> (<i>Aphanotylus</i>) <i>adeorboides</i> Fuchs, 1870					X		X		
<i>Valvata</i> (<i>Cincinna</i>) <i>balatonica</i> Rolle, 1861					X		X		
<i>Valvata</i> (<i>Cincinna</i>) <i>fossaruliformis</i> Brusina, 1902							X		
<i>Valvata</i> (<i>Cincinna</i>) <i>gradata gradata</i> Fuchs, 1870							X		
<i>Valvata</i> (<i>Cincinna</i>) cf. <i>tenuistriata</i> Fuchs, 1870					X		X		
<i>Valvata</i> (<i>Cincinna</i>) <i>tihanyensis</i> Lőrenthey, 1905					X		X		
<i>Valvata</i> (<i>Cincinna</i>) <i>variabilis</i> Fuchs, 1870							X		
<i>Viviparus cyrtomaphorus</i> Brusina, 1874					X				X
<i>Viviparus sadleri</i> (Parsch, 1856)					X		X		
<i>Congerina balatonica</i> Parsch, 1835							X		
<i>Congerina triangularis</i> Parsch, 1835							X		
<i>Dreissena auricularis</i> (Fuchs, 1870)							X		
<i>Dreissena dobrei</i> (Brusina, 1902)									
<i>Dreissena serbica</i> (Brusina, 1894)					X		X		
<i>Dreissenomya dactylus</i> (Brusina, 1894)					X				
<i>Dreissenomya schroeckingeri</i> (Fuchs, 1870)							X		
<i>Lymnocardium apertum</i> (Münster, 1839)					X		X		
<i>Lymnocardium decorum</i> (Fuchs, 1870)					X		X		
<i>Lymnocardium penslii</i> (Fuchs, 1870) juv.					X		X		
<i>Lymnocardium pseudovicinum</i> Lőrenthey, 1905					X		X		
<i>Lymnocardium secans</i> (Fuchs, 1870)							X		
<i>Lymnocardium vicinum</i> (Fuchs, 1870)							X		
<i>Lymnocardium</i> sp. 1.							X		
<i>Psidium</i> sp.							X		
<i>Plagiodacna auringeri</i> (Fuchs, 1870)							X		
<i>Protoplagiodacna chyeri</i> (Brusina, 1902)							X		
<i>Pseudocatlus</i> sp. juv.							X		
<i>Unio mihanovici</i> (Brusina, 1896)					X				
<i>Umbrina cirrhosoides</i> (Schubert, 1902)					X				
<i>Trewasciaena</i> sp. juv.					X				
Növényi maradványok	X	X		X			X		

rétegekben is jellemző a csigák dominanciája a kagylókkal szemben, és a kagylófauna, különösen a *Cardium*-félék alacsony diverzitása. A rétegsor felső részén a magas szervesanyag-tartalmú, pelites üledékek dominálnak, melyek a tömegesen előforduló édesvízi csigák és a szintén gyakori szárazföldi csigák vázaival együtt az elmocsarasodás szedimentológiai bizonyítékai. A rétegsor felfelé sekélyedő üledékciklusai a vissza-visszatérő elöntések ellenére összességében feltöltődést, regressziót jeleznek. Ebben a vízszinthez nagyon közeli üledékes környezetben a rétegsor leülepedéséhez a kitölthető térnek részben a süllyedésből és kompaktációból, részben pedig a klimatikus eredetű vízszintemelkedésből származó gyarapodása szükséges. A rétegsor által reprezentált (valószínűleg) rövid időt figyelembe véve, utóbbi szerepe jóval nagyobb lehetett. Az üledékfelhalmozódás összességében regressziós jellegét a tavat töltő deltarendszer nagymértékű üledékbeszállításával magyarázhatjuk (cf. SZTANÓ et al. 2013).

A vékony, mindössze 2 méteres második feltárás Balatonalmádi vörösberényi városrészén nem alkalmas üledékciklusok kijelölésére. A feltárásban megismert két faunás réteg ősmaradványai közötti különbség azonban jelentős környezeti változásra utal. Míg az alsó réteg faunája nagyon hasonlít a papvásár-hegyi feltárás alsó felének faunájához, amennyiben egyedszámban a csigák dominálnak a kagylókkal szemben, és az eredetileg édesvízi *Viviparus* és *Unio* nemek hangsúlyosan vannak jelen, addig a felső rétegben a csigák és kagylók számaránya kiegyensúlyozott, az *Unio* hiányzik, és a *Viviparus* sem uralkodik. A fajszám kétszerese mind az alsó réteg fajszámának, mind a papvásár-hegyi rétegekre jellemző fajszámának. A kiemelkedő diverzitást elvileg összemérés is okozhatta volna, de éppen ebben a rétegben találjuk élethelyzetben a *Congeriákat*, és a többi héj sem mutatja hosszabb szállítást vagy hullámverés nyomait. Ezért a fajgazdagságot és az édesvízi nemek visszaszorulását azzal magyarázhatjuk, hogy az egykori környezet brakkvízi, sekély, jól átvilágított és átszellőzőt, tápanyagban gazdag lehetett.

A két feltárásból begyűjtött teljes puhatestű fauna 43 nem 121 fajt képviseli. Ökológiai szempontból széles spektrumot ölel fel, a nyíltvízi, szublitórális fajoktól (pl. *Lymnocardium majeri*, „*Pontalmyra*” *otiophora*, *Congeria praerhomboidea*) a litorális brakkvízi, vagy brakkvizet is elviselő formákon (pl. *Melanopsis*, *Goniochylus*, *Valvata*, *Theodoxus*, *Gyraulus*, *Viviparus*, *Radix*, *Unio*, *Dreissena*, *Congeria*, *Lymnocardium*, *Pseudocatillus*, *Plagiodacna*) és az édesvízi csigákon át (pl. *Anisus*, *Aplexa*, *Armiger*, *Bithynia*, *Emmericia*, *Lymnaea*, *Planorbarius*, *Segmentina*, *Stagnicola*) a szárazföldi csigákig (pl. *Carychium*, *Succinea*, *Trichia*, *Triptychia*, *Vallonia*, *Vertigo*). A mellékelt 12 fotótábla a változatos környezetekben képződött Tihanyi Tagozat fosszilis puhatestű faunájának eddigi legteljesebb prezentációja. Egyes formák határozását revízió előzte meg, míg másoknál a klasszikus irodalomra támaszkodtunk. Tanulmányunkban konzervatív nevezéktant használtunk, mert úgy véljük, a nevezéktani revíziót (l. pl. FreshGEN adatbázis, NEUBAUER et al. 2014) alapos taxonómiai revízióknak kell megelőznie és megalapoznia. Az itt közreadott fényképanyag jó lehetőséget biztosít ehhez a taxonómiai munkához.

Köszönetnyilvánítás

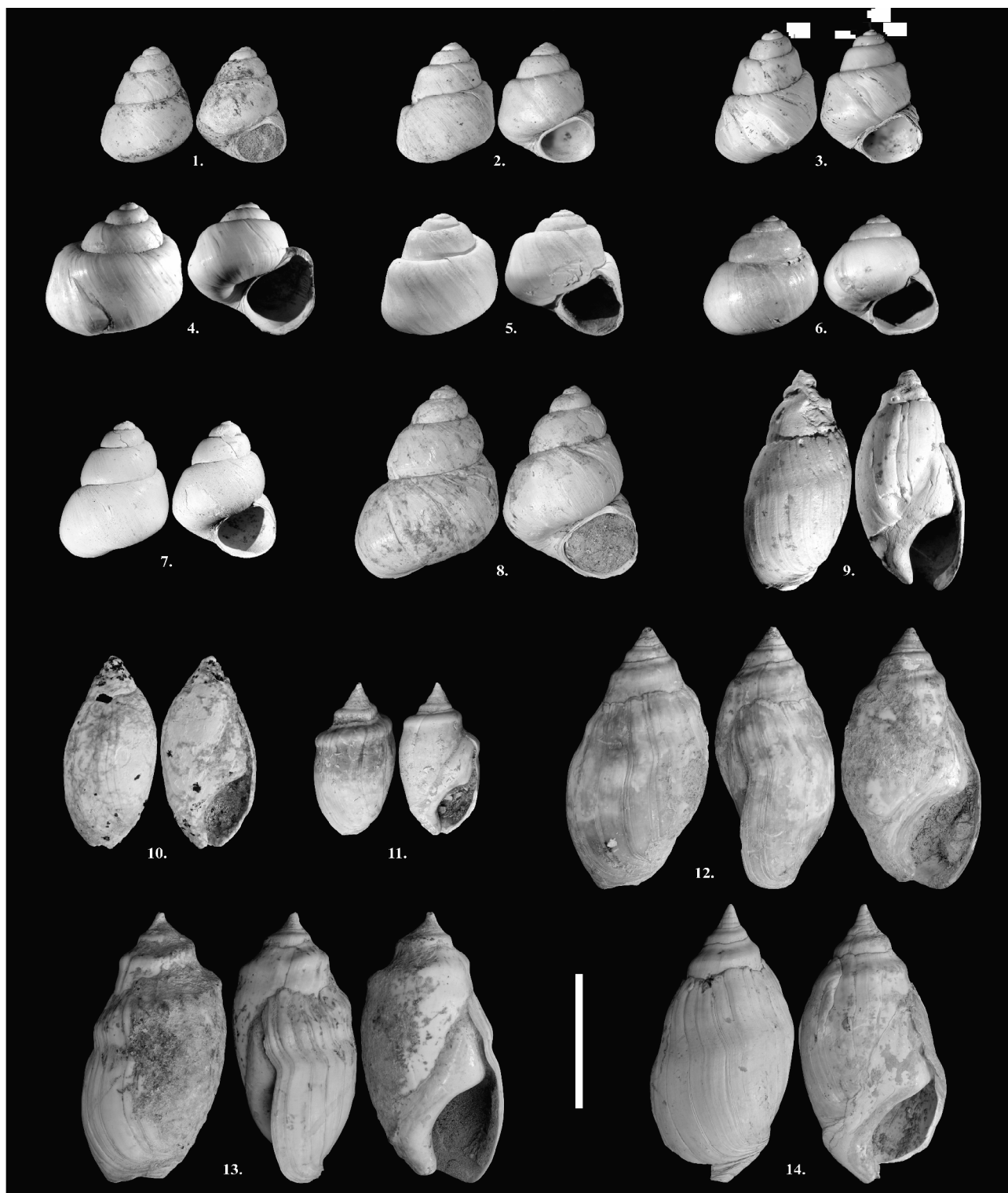
Ez a munka KATONA Lajos „Pannóniai puhatestű faunák a Bakony-hegység délkeleti előterének feltárásaiból” címmel az ELTE Általános és Történeti Földtani Tanszékén 2004-ben megvédett szakdolgozatának egyes fejezetei alapján készült. Köszönjük az egykori témavezető, Dr. NAGYMAROSY András hasznos tanácsait és segítségét; köszönet illeti továbbá a tanszék összes dolgozóját. A fotók elkészítéséhez szükséges technikai feltételeket a Bakonyi Természettudományi Múzeum Baráti Köre Egyesület biztosította. A munkát a T37724. számú és 81530. számú OTKA pályázatok támogatták. A cikk az MTA–MTM–ELTE Paleontológiai Kutatócsoport 209. közleménye.

Irodalom — References

- BADA G., SZAFIÁN P., VINCZE O., TÓTH T., FODOR L., SPIESS, V. & HORVÁTH F. 2010: Neotektonikai viszonyok a Balaton keleti medencéjében és tágabb környezetében nagyfelbontású szeizmikus mérések alapján. — *Földtani Közlemény* **140**, 367–390.
- BARTHA F. 1958: Finomrétegtani vizsgálatok a Balaton környéki felső-pannon képződményeken. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **48**, 1–191.
- BARTHA F. 1971: A magyarországi pannon biosztratigráfiai vizsgálata. — In: GÓCZÁN, F. & BENKŐ, F. (szerk.): *A magyarországi pannonkori képződmények kutatásai*. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 9–172.
- BRUSINA, S. 1902: Iconographia molluscorum fossilium in tellure Tertiaria (Hungariae, Croatiae, Slavoniae, Dalmatiae, Bosniae, Herzegovinae, Serbiae et Bulgariae inventorum). — Atlas, Off soc. typogr. 1–10, 30 Taf., Zagreb.
- FUCHS, T. 1870: Beiträge zur Kenntnis fossiler Binnenfaunen 4 und 5: Die Fauna der Congerienschichten von Tihany am Plattensee und Kúp bei Pápa in Ungarn. — *Jahrbuch der kaiserlich-königlichen Geologischen Reichsanstalt* **20**, 531–548.
- GEIGER J. 2003: A pannóniai Újfalui („Törteli”) Formációban levő Algyő-delta fejlődéstörténete — I.: Az Algyő-delta alkörnyezeteinek 3D modellezése. — *Földtani Közlemény* **133**, 91–112.
- GEIGER J. 2004: A pannóniai Újfalui („Törteli”) Formációban levő Algyő-delta fejlődéstörténete — II.: Az Algyő-delta deltasíkjának üledékszerkezeti jegyei. — *Földtani Közlemény* **134**, 55–73.
- GÓCZÁN F. & BENKŐ J. (szerk.) 1971: *A magyarországi pannonkori képződmények kutatásai*. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 360 p.
- HALAVÁTS GY. 1902: A balatonmelléki pontusi korú rétegek faunája. — In: LÓCZY, L. (szerk.): *A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei, Óslénytani Függelék* **4/2**, 1–74.

- JÁMBOR Á. 1980: A Dunántúli-középhegység pannóniai képződményei. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **52**, 1–259.
- JÁMBOR Á. 1997: Csákvári Agyagmárga Formáció. — In: CSÁSZÁR, G. (szerk.): *Magyarország litosztratiográfiai alapegységei*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, p. 75.
- KATONA L. 2004: A várpalotai kikeri-tavi pannóniai feltárás szedimentológiai és paleontológiai vizsgálata. [Investigation of sedimentology and paleontology in the Pannonian Lake-Kikeri outcrop.] — *A Bakonyi Természettudományi Múzeum Közleményei* **21**, 7–24.
- KOVÁCS B. 1987: A Balatonfüzfő, papvásár-hegyi pannon feltárás üledékföldtani és malakológiai vizsgálata. — *Szakdolgozat, SZTE-TTIK Földtani és Őslénytani Tanszék* 23 p.
- LÖRÉNTHEY I. 1905: Adatok a balatonmelléki pannóniai korú rétegek faunájához és stratigráfiai helyzetéhez. — In: LÖCZY, L. (szerk.): *A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei, Őslénytani Függelék* **4/3**, 1–193.
- LÖRÉNTHEY I. 1908: A Tihanyi fehérpart pannóniai rétegeiről. — *Földtani Közlöny* **38**, 679–686.
- MAGYAR I. 2010: A Pannon-medence ősföldrajza és környezeti viszonyai a késő miocénben. — *Geoliter*, Szeged, 140 p.
- MAGYAR, I., GEARY, D. H. & MÜLLER, P. 1999: Paleogeographic evolution of the late Miocene Lake Pannon in Central Europe. — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **147**, 151–167.
- MAGYAR, I., MÜLLER, P. M., SZTANÓ, O., BABINSZKI, E. & LANTOS, M. 2006: Oxygen-related facies in Lake Pannon deposits (Upper Miocene) at Budapest-Kőbánya. — *Facies*, **52**, 209–220.
- MAKÁDI M. 1992a: Őskörnyezeti változások a Bakony délkeleti előterében a balatoni emelet *Conger* *balatonica*-s képződményeinek vizsgálata alapján. — *Annales Univ. Litterarum et Artium Miskolciensis* **2**, 227–239.
- MAKÁDI M. 1992b: A *Melanopsis tihanyensis* WENZ biometria vizsgálatának eredményei a Bakony-hegység délkeleti előterének tihanyi formációbeli képződményeiben. — *Malakológia tájékoztató* **11**, 11–21.
- MAKÁDI M. 1992c: A balatonfüzfői kis-Melanopsisos változékonysága. — *Őslénytani viták* **38**, 31–46.
- MAKÁDI M. 1992d: A balatonfüzfői felsőpannóniai (Balatoni emelet) képződményeinek vizsgálata. — *Tanárképzés és tudomány*, 311–336.
- MAKÁDI, M. & MAGYAR, I. 1993: Papvásári hill, sandpit (Pontian). — In: MÜLLER, P. & MAGYAR, I. (eds): *Marginal Facies of the Pannonian Basin. Excursion Guide for the 8th Meeting of the Associations of European Geological Societies*, Hungarian Geological Society, Budapest, 55–60.
- MÜLLER, P. 1990: Revised and other species of malacofauna from Tihany (Fehérpart) in Hungary. — In: STEVANOVIC, P. M., NEVESSKAJA, L. A., MARINESCU, F. L., SOKAC, A. & JÁMBOR, Á. (eds): *Chronostratigraphie und Neostatotypen. Neogen der Westlichen ("Zentrale") Paratethys VIII, PII, Pontien*. — JAZU and SANU, Zagreb-Beograd, 558–581.
- MÜLLER P. & MAGYAR I. 1992: A Prosodacnomyák rétegtani jelentősége a Kötöcs környéki pannóniai s.l. üledékekben. — *Földtani Közlöny* **122**, 1–38.
- MÜLLER, P. & SZÓNOKY, M. 1990: Faciostratotype Tihany, Fehérpart (Hungary), ("Balatonica Beds" by Lőrenthey, 1905). — In: STEVANOVIC, P. M., NEVESSKAJA, L. A., MARINESCU, F. L., SOKAC, A. & JÁMBOR, Á. (eds): *Chronostratigraphie und Neostatotypen. Neogen der Westlichen ("Zentrale") Paratethys VIII, PII, Pontien*. — JAZU and SANU, Zagreb-Beograd, 427–436.
- NEUBAUER, T. A., HARZHAUSER, M., GEORGOPOULOU, E., MANDIC, O. & KROH, A. 2014: Replacement names and nomenclatural comments for problematic species-group names in Europe's Neogene freshwater Gastropoda. — *Zootaxa* **3785**, 453–468.
- PARTSCH, P. 1836: Über die sogenannten versteinigten Ziegenklauen aus dem Plattensee in Ungarn und ein neues urweltliches Geschlecht zweischaliger Conchylien. — *Annalen des Wiener Museums für Naturgeschichte* **1**, 93–102.
- STOLICZKA, F. 1862: Beitrag zur Kenntniss der Molluskenfauna der Cerithien- und Inzerdorfer Schichten der ungarischen Tertiärbeckens. — *Verh. D. k. k. zool.-botan. Ges.* **12**, 528–538.
- STRAUSZ L. 1941: A dunántúli pannon szintezése. — *Földtani Közlöny* **71**, 220–235.
- STRAUSZ, L. 1942: Das Pannon des mittleren Westungarns. — *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici, pars Mineralogica, Geologica et Palaeontologica* **5**, 1–102.
- SZTANÓ O. & MAGYAR I. 2010: A Balaton környékén előforduló Pannon-tavi üledékek földtana. — *Földtani Közlöny* **140**, 163–166.
- SZTANÓ O., MAGYARI Á. & TÓTH P. 2010: Gilbert-típusú delta a pannóniai Kállai Kavics Tapolca környéki előfordulásában. — *Földtani Közlöny* **140**, 167–182.
- SZTANÓ O., MAGYAR I., SZÓNOKY M., LANTOS M., MÜLLER P., LENKEY L., KATONA L., CSILLAG G. 2013: A Tihanyi Formáció a Balaton környékén: típusszelvény, képződési körülmények, rétegtani jellemzés. — *Földtani Közlöny* **143**, 73–98.
- TÓTH K. 1971: A Vértes hegység délkeleti előterének pannon képződményei. — In: GÓCZÁN, F. & BENKŐ, F. (szerk.): *A magyarországi pannonkori képződmények kutatásai*. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 347–360.
- VITÁLIS I. 1910: A balatonvidéki kecskekörmök és lelőhelyeik. — In: LÖCZY L. (szerk.): *A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei, Őslénytani Függelék* **4/4**, 1–35.

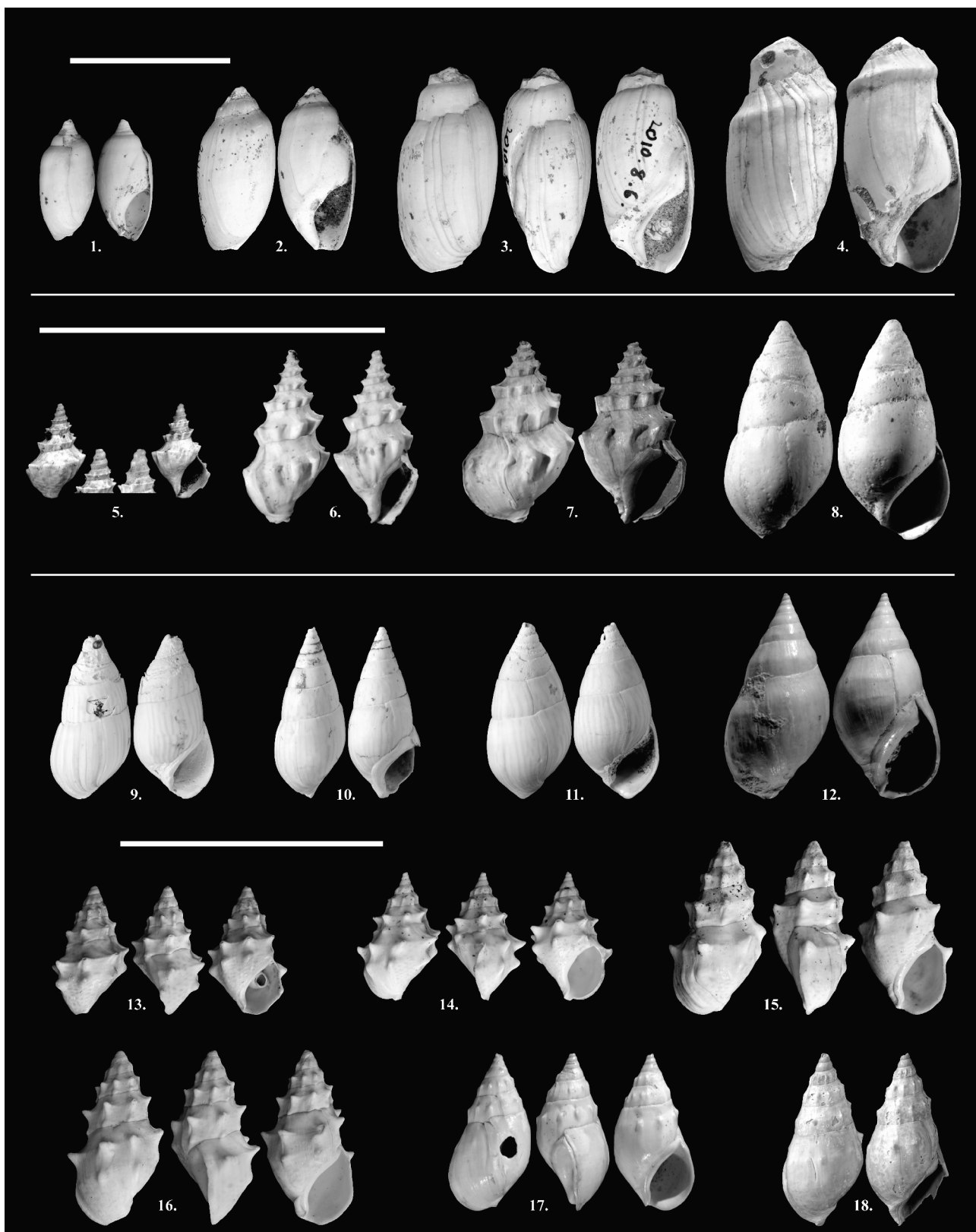
Kézirat beérkezett: 2015. 01. 08.



I. tábla — Plate I

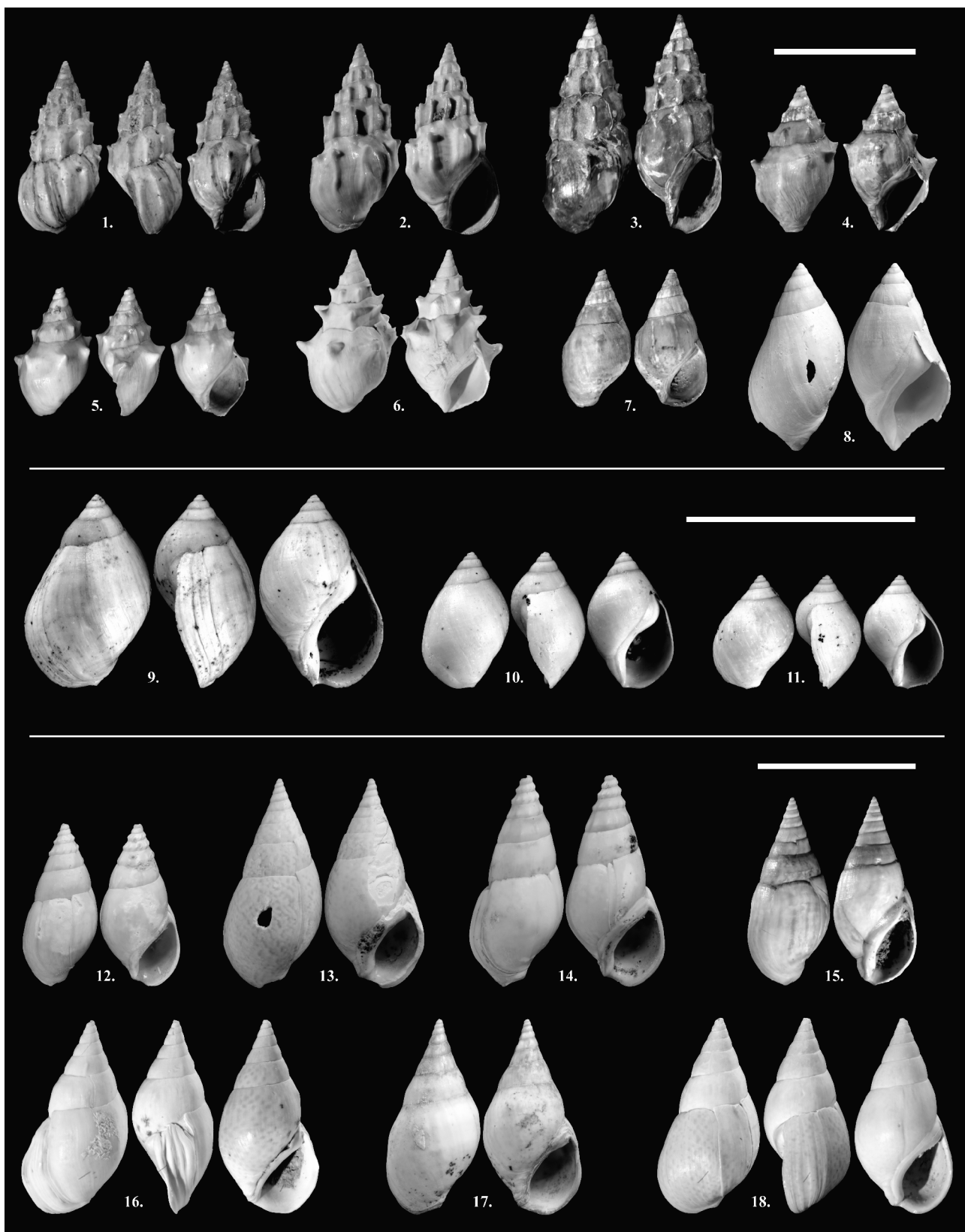
1. *Viviparus sadleri* (PARTSCH, 1856), Ph, 21,3×14,7 mm, 2. *V. sadleri* (PARTSCH, 1856), Ba, 22,7×16 mm, 3. *V. sadleri* (PARTSCH, 1856), Ph, 23,7×16,6 mm, 4. *V. cyrtomaphorus* BRUSINA, 1874, Ph, 20×16 mm, 5. *V. cyrtomaphorus* BRUSINA, 1874, Ba, 19×15 mm, 6. *V. loxostomus* (SANDERBERG, 1875), Ph, 18×15 mm, 7. *V. loczyi* (HALAVÁTS, 1902), Ph, 20,5×15,7 mm, 8. *V. loczyi* - *V. pseudogracilis* átmenet, Ph, 8,9×18,5 mm, 9. *Melanopsis caryota* (BRUSINA, 1902), Ba, 33×13 mm, 10. *Melanopsis caryota* (BRUSINA, 1902), Ph, 28,9×13,1 mm, 11. *M. cylindrica* (STOLICZKA, 1862), Ph, 22,8×11,1 mm, 2010.9.24., 12. *M. caryota-petrovici* átmenet, Ph, 39,2×18,5 mm, 13. *M. caryota-petrovici* átmenet, Ph, 40,5×19,2 mm, 14. *M. caryota-petrovici* átmenet, Ph, 41,8×19,6 mm, Ph = Papvásári-hegy, Ba = Balatonalmádi, Mérték/scale: 20 mm

A fotótáblákon bemutatott ősmaradványok közül a leltári számmal ellátottak a Magyar Természettudományi Múzeum Bakonyi Természettudományi Múzeumában, a leltári szám nélküliek a szerzők magángyűjteményeiben találhatók meg.



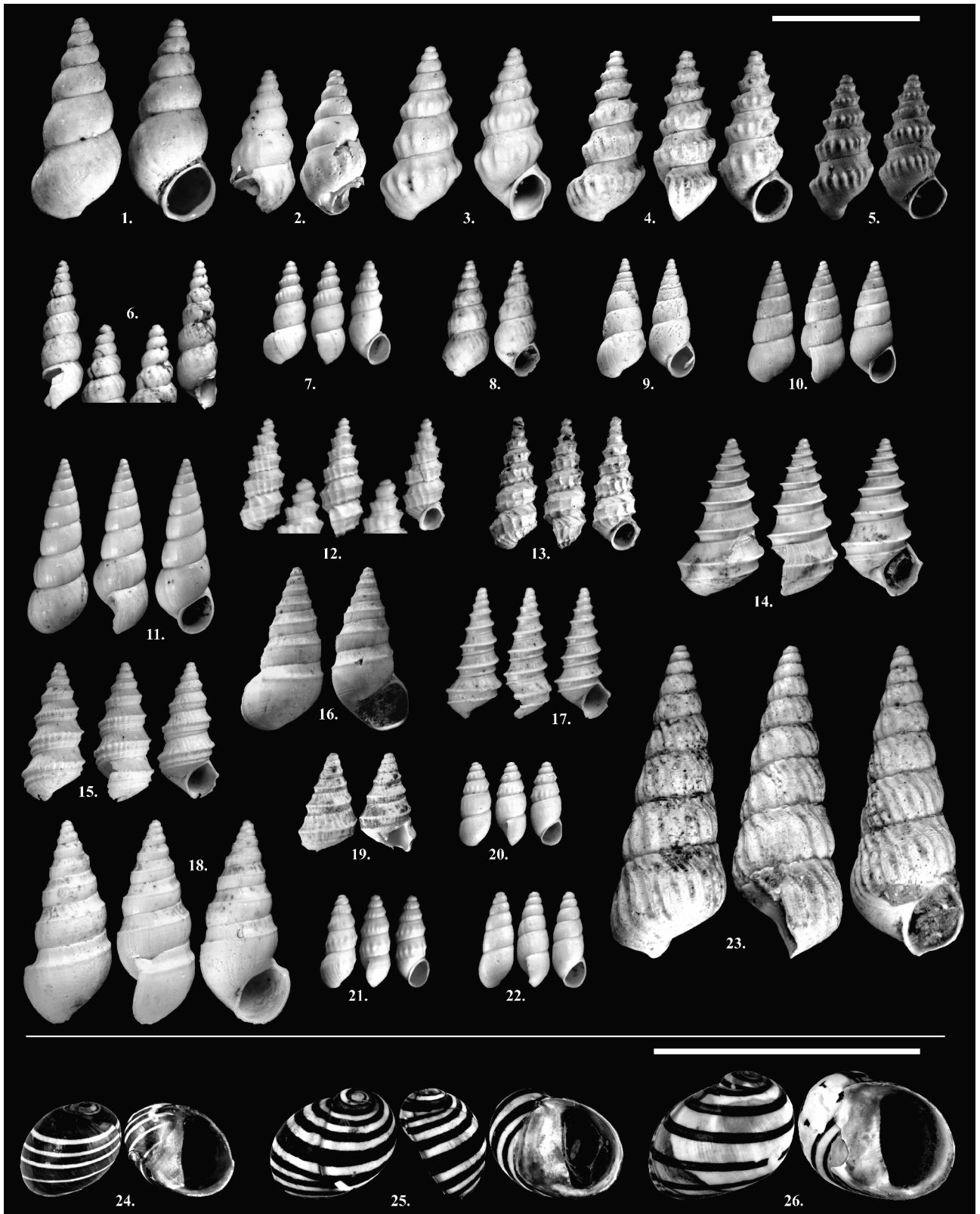
II. tábla – Plate II

1. *Melanopsis petrovici* (BRUSINA, 1902), Ba, 7,1×15,5 mm, 2. *M. petrovici* (BRUSINA, 1902), Ba, 9,8×20,9 mm, 2010.8.6., 3. *M. petrovici* (BRUSINA, 1902), Ba, 12,3×26,2 mm, 2010.8.6., 4. *M. petrovici-cylindrica* átmenet, Ba, 30×13 mm, 5. *M. tihanyensis* WENZ.1928, Ph, 10,3×4,8 mm, 2010.9.4., 6. *M. tihanyensis* WENZ.1928, Ph, 10,8×6,6 mm, 2010.9.30., 7. *M. tihanyensis* WENZ.1928, Ph, 5,6×3,6 mm, 2014.8.2., 8. *M. decollata* STOLICZKA, 1862, Ph, 13×7 mm, 9. *M. decollata* STOLICZKA, 1862, Ba, 12,8×5,9 mm, 2010.8.16., 10. *M. decollata* STOLICZKA, 1862, Ba, 13,3×5,7 mm, 2010.8.25., 11. *M. decollata* STOLICZKA, 1862, Ba, 13,7×6,5 mm, 2010.8.25., 12. *M. eurytoma* NEUMAYR, 1875, Ph, 16×8 mm, 13. *M. sturii tortispina* PAPP, 1953, Ph, 10×6 mm, 2014.8.3., 14. *M. sturii tortispina* PAPP, 1953, Ph, 10×6,4 mm, 2014.8.3., 15. *M. sturii* cf. *tortispina* PAPP, 1953, Ph, 13,5×7 mm, 2014.8.3., 16. *M. sturii tortispina* PAPP, 1953, Ph, 13,6×6,7 mm, 2014.8.3., 17. *M. sturii* FUCHS, 1873, Ph, 12,2×6,2 mm, 2010.9.35., 18. *M. sturii* FUCHS, 1873, Ph, 13,4×6 mm, 2010.9.70., Ph = Papvásári-hegy, Ba = Balatonalmádi, Mérték/scale: 20 mm



III. tábla – Plate III

1. *Melanopsis sturii* FUCHS, 1873 „boettgeri” forma, Ph, 12,3×5,4 mm, 2010.9.2., 2. *M. sturii* FUCHS, 1873 „boettgeri” forma, Ph, 13×6 mm, 3. *M. sturii* FUCHS, 1873 „boettgeri” forma, Ph, 15,6×6,5 mm, 2010.9.2., 4. *M. oxyacantha* BRUSINA, 1902, Ph, 10,5×6,4 mm, 2010.9.5., 5. *M. oxyacantha* BRUSINA, 1902, Ph, 9,2×5,6 mm, 2014.57.3., 6. *M. oxyacantha* BRUSINA, 1902, Ph, 11,6×7,2 mm, 2010.9.34., 7. *M. cf. oxyacantha* BRUSINA, 1902, Ph, 9,8×5,2 mm, 2014.57.2., 8. *M. krambergeri* BRUSINA, 1902, Ph, 13,3×6,5 mm, 2010.9.49. 9. *M. krambergeri* BRUSINA, 1902, Ph, 5,4×8,5 mm, 2014.8.14., 10. *M. krambergeri* BRUSINA, 1902, Ph, 6×3,7 mm, 2014.8.14., 11. *M. krambergeri* BRUSINA, 1902, Ph, 5×3,6 mm, 2014.8.14., 12. *M. entzi* BRUSINA, 1902, Ba, 10,3×4,8 mm, 2010.8.24., 13. *M. entzi* BRUSINA, 1902, Ph, 13,3×6,2 mm, 2010.9.33., 14. *M. entzi* BRUSINA, 1902, Ph, 13,4×6 mm, 2010.9.33., 15. *M. entzi-fuchsi* átmenet, Ph, 12×5,5 mm, 2010.9.3., 16. *M. fuchsi* HANDMANN, 1882, Ph, 12,3×5,8 mm, 2010.9.39., 17. *M. fuchsi* HANDMANN, 1882, Ph, 12,4×6 mm, 2010.9.33., 18. *M. fuchsi* HANDMANN, 1882, Ph, 12,4×6,2 mm, 2010.9.39., Ph = Papvásári-hegy, Ba = Balatonalmádi, Mérték/scale: 10 mm



IV. tábla – Plate IV

1. *Goniocylus bielzi* (BRUSINA, 1894), Ba, 7×2 mm, 2. *G. bielzi-schwabenau* átmenet, Ph, 5×2,3 mm, 2010.9.21., 3. *bielzi-schwabenau* átmenet, Ba, 6×2,9 mm, 2010.8.13., 4. *G. schwabenau* (FUCHS, 1870), Ba, 5,9×2,8, 2010.8.13., 5. *G. schwabenau* (FUCHS, 1870), Ph, 5×2,5 mm, 6. *G. costulatus* FUCHS, 1870, Ba, 5,1×1,4 mm, 7. *G. variabilis* (LÖRENTHEY, 1902), Ba, 3,6×1,6 mm, 8. *G. variabilis* (LÖRENTHEY, 1902), Ph, 4×1,6 mm, 9. *Micromelania laevis* (FUCHS, 1870), Ba, 4,1×1,7 mm, 2011.154.11., 10. *M. laevis* (FUCHS, 1870), Ph, 4,2×1,2 mm, 2010.9.80., 11. *M. laevis* (FUCHS, 1870) var., Ph, 6×2,2 mm, 12. *M. coelata* BRUSINA, 1874, Ba, 1,6×4,1 mm, 2011.154.10., 13. *M. coelata* BRUSINA, 1874, Ph, 4,6×1,6 mm, 14. *Pyrgula incisa incisa* FUCHS, 1870, Ph, 5,4×3 mm, 2014.8.22., 15. *P. incisa mathildaeformis* FUCHS, 1870, Ph, 2,2×4,8 mm, 16. *P. uncarinata* BRUSINA, 1902, Ba, 5,6×2,8 mm, 17. *P. angulata* FUCHS, 1870, Ba, 4,5×1,7 mm, 18. *P. uncarinata* BRUSINA, 1902, Ph, 7×3,1 mm, 19. *P. incisa mathildaeformis* FUCHS, 1870, Ba, 3,4×2,1 mm, 20. *Prososthenia radmanesti* (FUCHS, 1870), Ba, 2,9×1,2 mm, 21. *P. radmanesti* (FUCHS, 1870), Ph, 3,2×1,2 mm, 22. *P. radmanesti* (FUCHS, 1870), Ph, 3,3×1,2 mm, 23. *Micromelania letochae* (FUCHS, 1873), Ph, 5,1×10,7 mm, 24. *Theodoxus radmanesti* FUCHS, 1870, Ph, 4,2×3,6 mm, 2010.9.1., 25. *T. radmanesti* FUCHS, 1870, Ph, 4,2×5,5 mm, 2010.9.1., 26. *T. radmanesti* FUCHS, 1870, Ph, 4,9×6,3 mm, 2010.9.1., Ph = Papvásári-hegy, Ba = Balatonalmádi, Mérték/scale: 5 mm



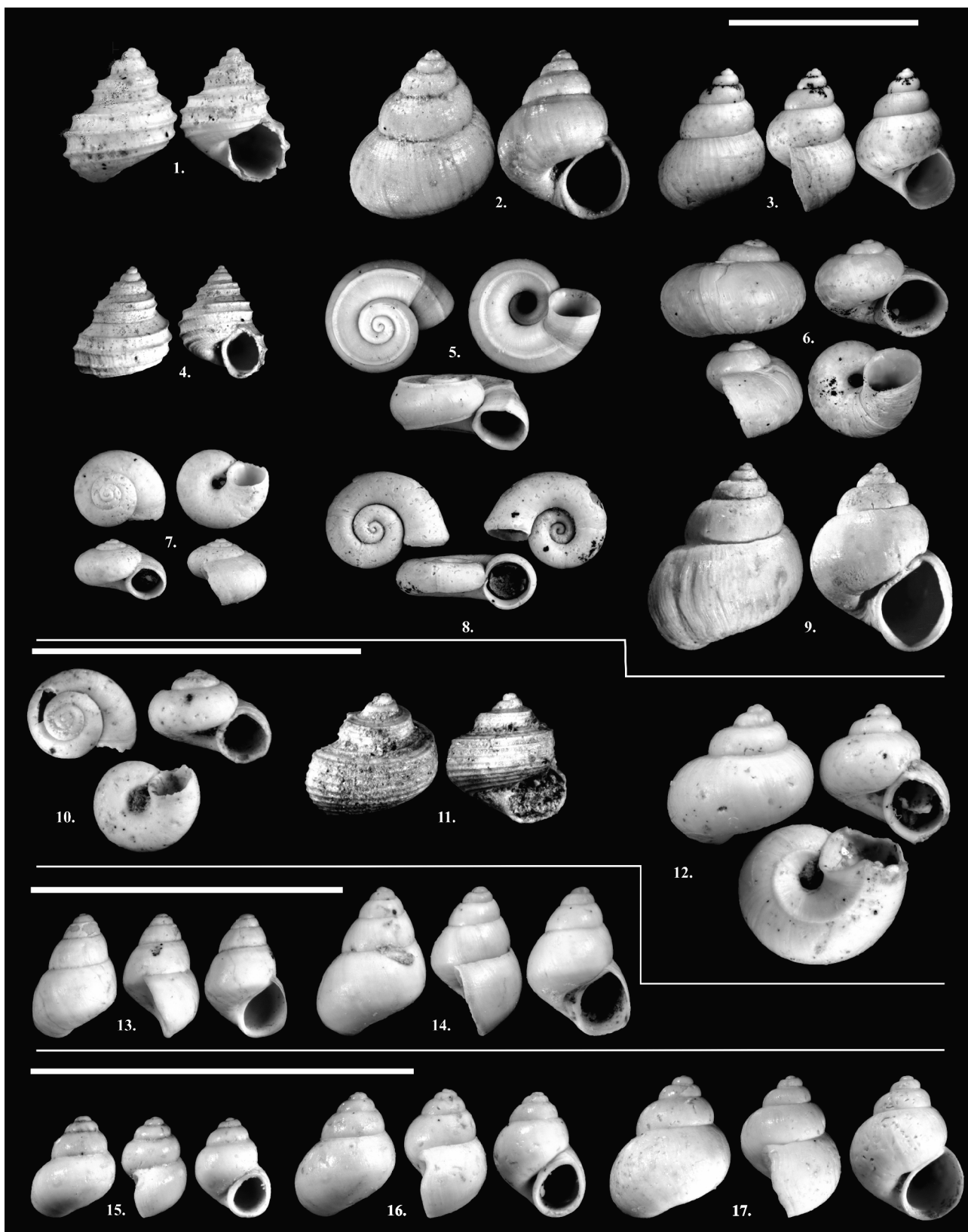
V. tábla – Plate V

1. *Theodoxus turbinatus* (FUCHS, 1870), Ph, 8×10 mm, 2010.9.25., 2. *T. turbinatus* (FUCHS, 1870), Ph, 7,5×10 mm, 3. *T. turbinatus* (FUCHS, 1870), Ph, 6×8,2 mm, 2010.9.25., 4. *T. turbinatus* (FUCHS, 1870), Ph, 6,8×8 mm, 5. *T. turbinatus* (FUCHS, 1870), Ph, 5×6 mm, 6. *T. sp.*, Ba, 5×4,6 mm, 2011.154.14., 7. *T. turbinatus* (FUCHS, 1870), Ba, 8,4×6,5 mm, 8. *T. turbinatus* (FUCHS, 1870), Ba, 6×8 mm, 2011.154.15., 9. *T. turbinatus* (FUCHS, 1870), Ba, 6,7×6,3 mm, 10. *T. turbinatus* (FUCHS, 1870), Ba, 4,3×4,7 mm, 11. *T. turbinatus* (FUCHS, 1870), Ba, 4,3×3,5 mm, 12. *T. acuticarinatus ecarinatus* (BRUSINA, 1902), Ba, 2,5×4 mm, 13. *T. crescens* (FUCHS, 1870), Ph, 5,6×4,6 mm, 14. *T. crescens* (FUCHS, 1870), Ph, 4,2×4 mm, 15. *T. crescens* (FUCHS, 1870), Ph, 3,6×3,4 mm, 16. *T. crescens* (FUCHS, 1870), Ph, 4×3,9 mm, 17. *T. intracarpaticus* JEKELIUS 1944, Ph, 5,6×8 mm, 18. *T. crescens* (FUCHS, 1870), Ba, 4×5 mm, Ph = Papvásári-hegy, Ba = Balatonalmádi, Mérték/scale: 10 mm



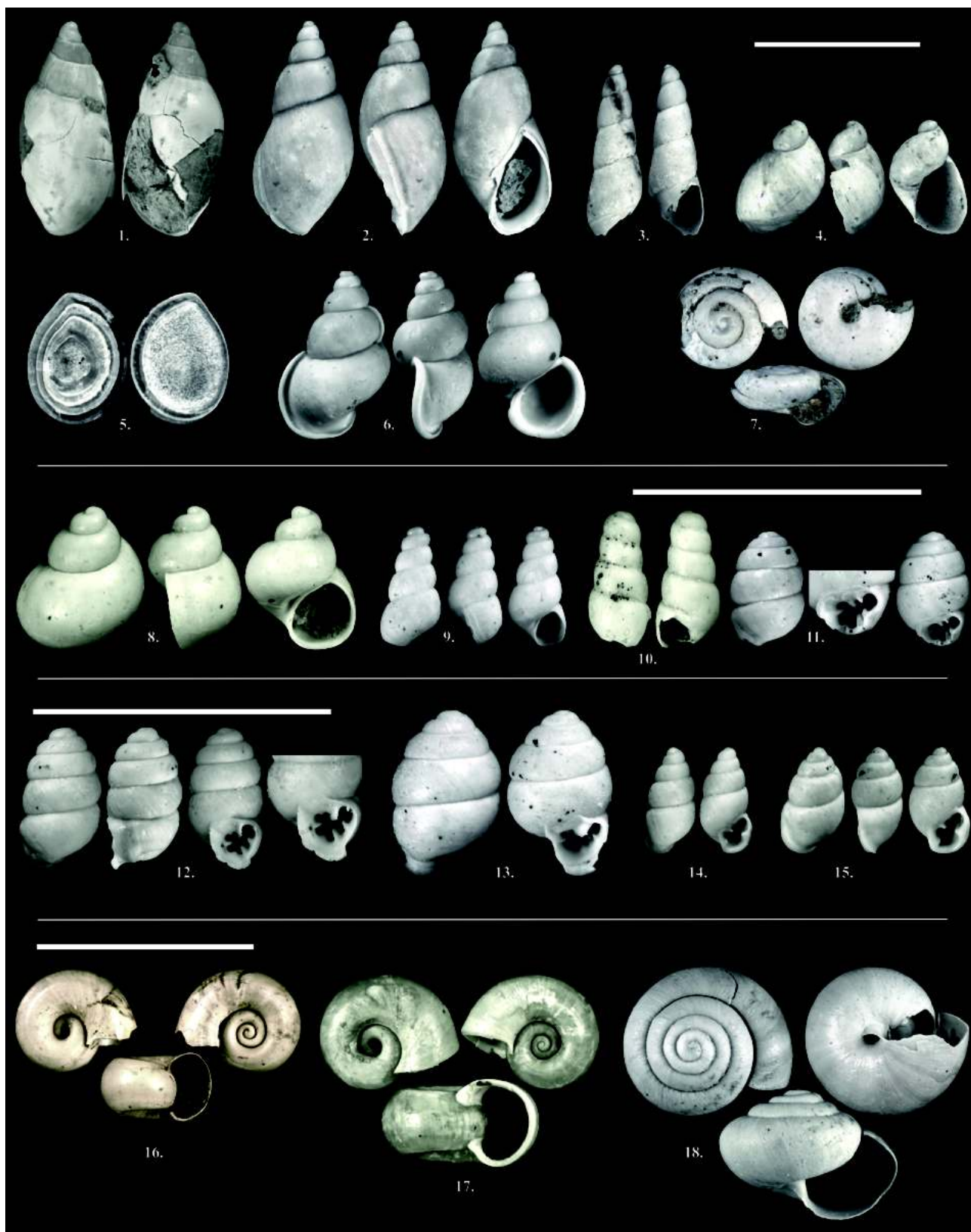
VI. tábla – Plate VI

1. *Anisus confusus* SOÓS, 1934, Ph, 4,2×1,2 mm, 2014.8.4., 2. *A. krambergeri* (HALAVÁTS, 1902), Ph, 3,2×0,5 mm, 2014.8.6., 3. *Gyraulus inornatus* (BRUSINA, 1902), Ba, 1×4 mm, 4. *G. kimakoviczi* (BRUSINA, 1894), Ph, 1×3 mm, 5. *G. oecensis* SOÓS, 1934, Ph, 3,3×1,2 mm, 2014.8.15., 6. *G. varians* (FUCHS, 1870), Ph, 3,6×1,3 mm, 2014.8.21., 7. *G. varians* (FUCHS, 1870), Ba, 1×5 mm, 8. *G. tenuis* (FUCHS, 1870), Ba, 1×4,5 mm, 2011.154.17., 9. *G. tenuis* (FUCHS, 1870), Ph, 0,5×3 mm, 10. *G. pachychilus* (BRUSINA, 1902), Ph, 0,5×2,3 mm, 11. *Armiger subptyphorus* (HALAVÁTS 1902), Ph, 0,5×2 mm, 12. *Hauffenia simplex bicincta* (FUCHS, 1870), Ba, 1×1 mm, 13. *H. simplex bicincta* (FUCHS, 1870), Ph, 0,5×1,5 mm, 14. *H. simplex simplex* (FUCHS, 1870), Ba, 0,5×1,1 mm, 2011.154.8., Ph = Papvásári-hegy, Ba = Balatonalmádi, Mérték/scale: 2,5 mm



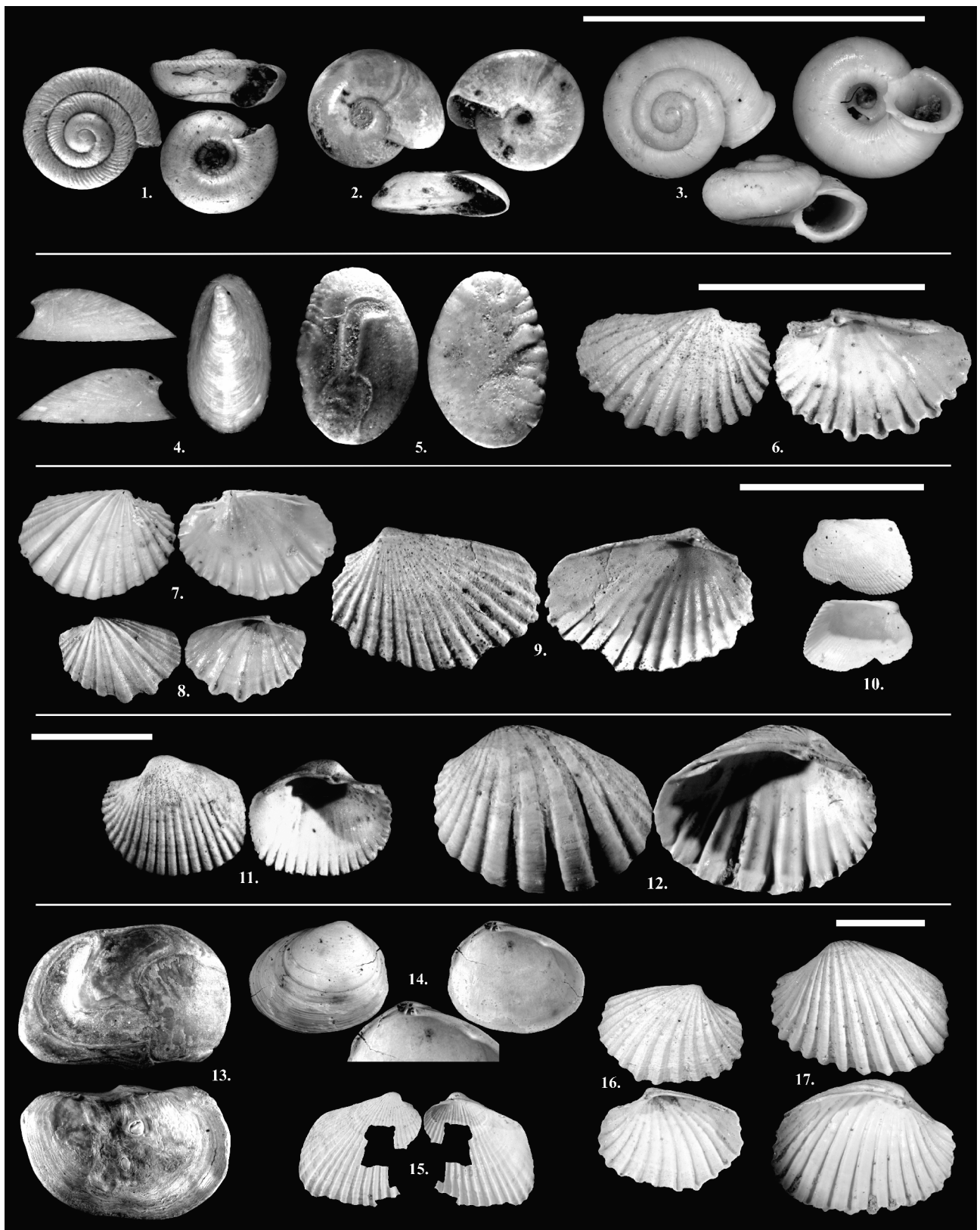
VII. tábla – Plate VII

1. *Valvata (Cincinna) balatonica* ROLLE, 1861, Ph, 3,5×3 mm, 2010.9.55., 2. *V. (Cincinna) variabilis* FUCHS, 1870, Ba, 3×4,5 mm, 3. *V. (Cincinna) fossaruliiformis* BRUSINA, 1902, Ba, 2,6×3,8 mm, 4. *V. (Cincinna) balatonica* ROLLE, 1861, Ba, 2,5×3 mm, 5. *V. (Valvata) oecensis* Soós, 1934, Ph, 3,1×1,7 mm, 2014.8.19., 6. *V. (Cincinna) obtusaeformis* LÖRENTHEY, 1905, Ph, 3,5×2,4 mm, 7. *V. (Aphanotylus) adeorboides* FUCHS, 1870, Ba, 2,5×1,5 mm, 8. *V. (Valvata) cyclostoma* (BRUSINA, 1902), Ph, 3,3×1,4 mm, 2014.8.17., 9. *V. (Cincinna) tihanyensis* LÖRENTHEY, 1905, Ba, 3,5×5 mm, 10. *V. (Aphanotylus) kupensis* FUCHS, 1870, Ph, 1×1,5 mm, 2010.9.63., 11. *V. (Cincinna) gradata gradata* FUCHS, 1870, Ba, 1,5×2 mm, 12. *V. (Cincinna) varians* LÖRENTHEY, 1902, Ph, 2,1×2,1 mm, 2010.9.61., 13. *Staja obtusecarinata* (FUCHS, 1870), Ba, 2×1,4 mm, 2011.154.22., 14. *S. obtusecarinata* (FUCHS, 1870), Ph, 1,8×2,4 mm, 2014.8.26., 15. *Pseudamnicola margaritula* (FUCHS, 1870), Ba, 1,3×1,1 mm, 2011.154.1., 16. *P. margaritula* (FUCHS, 1870), Ph, 1,7×1,2 mm, 2010.9.60., 17. *P. proxima* (FUCHS, 1870), Ba, 1,9×1,7 mm, 2011.154.2., Ph = Papväsári-hegy, Ba = Balatonalmádi, Mérték/scale: 5 mm



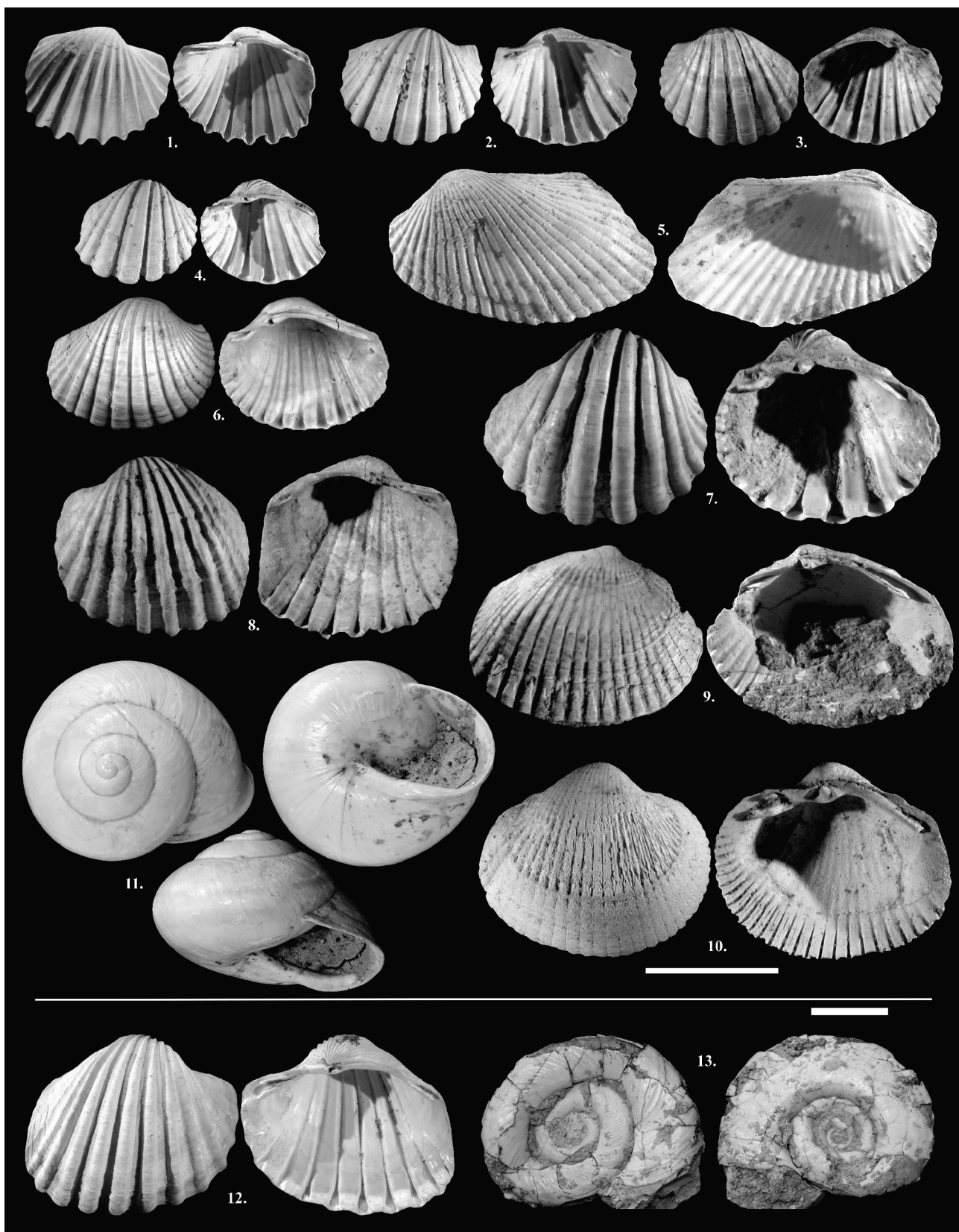
VIII. tábla – Plate VIII

1. *Aplocheilichia* cf. *subhypnorum* (GOTTSCHECK, 1920), Ph, 6,5×3 mm, 2. *Stagnicola halavatsi* (WENZ, 1923), Ph, 6,5×3,1 mm, 2014.8.5., 3. *Limnaea* cf. *stagnalis* (LINNAEUS, 1758) juv., Ph, 5,2×1,8 mm, 2014.8.12., 4. *Succinea* cf. *putris* (LINNAEUS, 1758), Ph, 3,5×2,6 mm, 2014.8.25., 5. *Bithynia* cf. *leachii* (SHEPPARD, 1823) op., Ph, 2,5×2,3 mm, 2010.9.82., 6. *Emmericia canaliculata* BRUSINA, 1874, Ph, 5,1×3,5 mm, 2014.8.18., 7. *Oxychilus* cf. *procellarius* (JOOSS, 1918), Ph, 1,8×3,5 mm, 8. *Bithynia* cf. *leachii* (SHEPPARD, 1823), Ph, 2,5×2,3 mm, 9. *Hydrobia* sp., Ba, 1,2×2,1 mm, 10. *Triptychia* sp., Ph, 2,4×1,2 mm, 2014.8.28., 11. *Vertigo callosa* (REUSS 1852), Ph, 2×1,3 mm, 2014.8.7., 12. *Gastrocopta nouletiana* DUPUY, 1850, Ph, 2,4×1,3 mm, 2014.8.8., 13. *G.* (*Albinula*) *acuminata* (KLEIN, 1846), Ph, 2,8×1,9 mm, 14. *Carychium berthae* (HALAVÁTS, 1902), Ph, 0,9×1,8 mm, 2014.8.16., 15. *C. berthae* (HALAVÁTS, 1902), Ph, 1,1×1,8 mm, 2014.8.16., 16. *Planorbis borellii* (BRUSINA, 1892), Ph, 4,3×2,5 mm, 2010.9.81., 17. *P. borellii* (BRUSINA, 1892), Ph, 6×3,4 mm, 18. *Trichia striatiformis* (LÖRENTHEY, 1905), Ph, 5,5×4,1 mm, Ph = Papvásári-hegy, Ba = Balatonalmádi, Mérték/scale: 5 mm



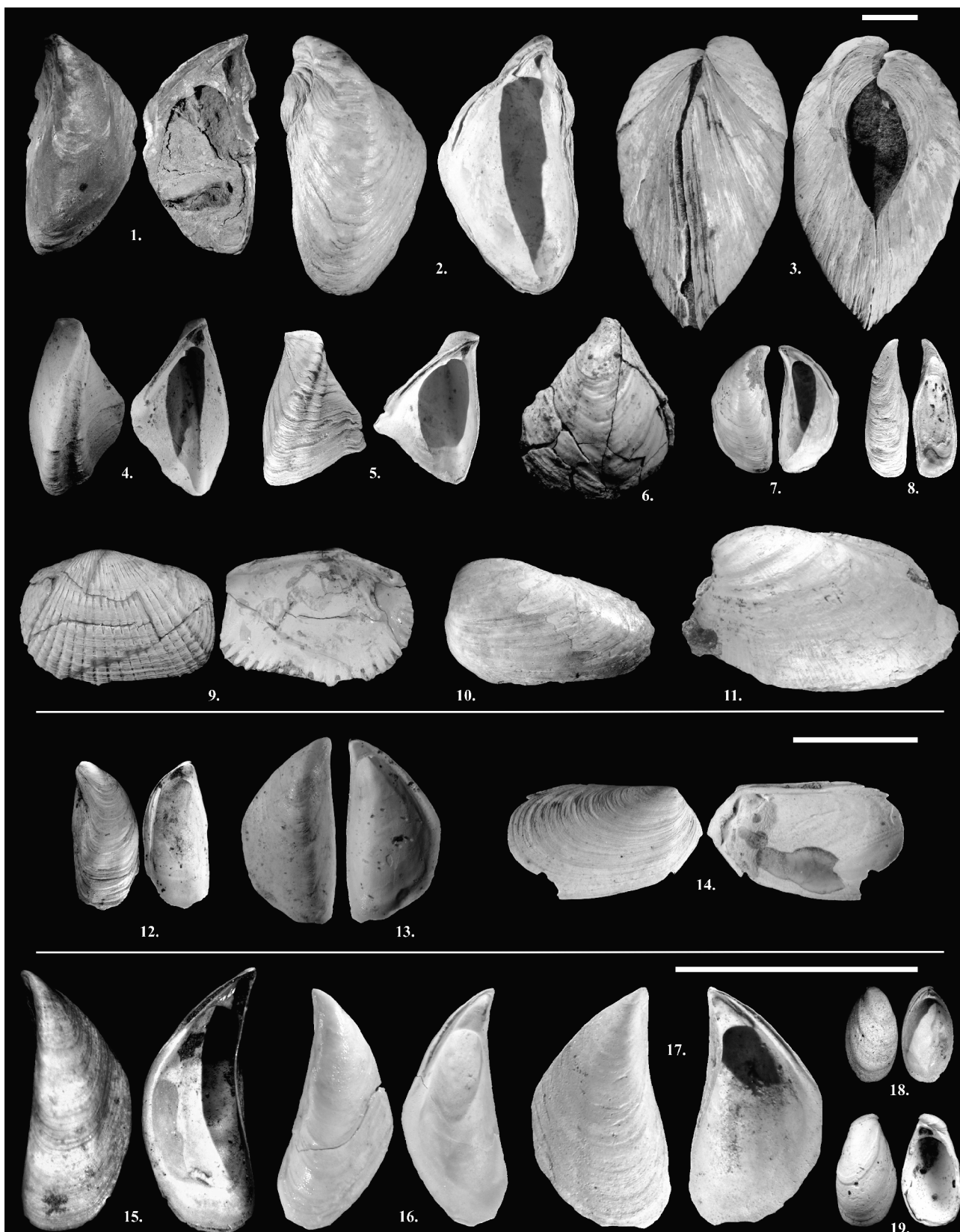
IX. tábla – Plate IX

1. *Discus pleuradrus* (BOURGUIGNAT, 1881), Ph, 1×2 mm, 2. *Segmentina loczyi* (LÖRENTHEY, 1905), Ph, 0,5×2 mm, 3. *Vallonia lepida* (REUSS, 1849), Ph, 2,5×1,2 mm, 4. *Pseudancylus hungaricus* (BRUSINA, 1902), Ph, 3,6×1,1 mm, 5. *Trewasciaena* sp. juv., Ba, 3×4 mm, 6. *Lymnocardium vicinum* (FUCHS, 1870), Ph, 3×4,5 mm, 7. *Lymnocardium* sp. 1. juv., Ph, 4,2×3 mm, 8. *L. pseudovicinum* LÖRENTHEY, 1905, Ba, 2,5×3 mm, 9. ?*Pseudocatillus* sp. juv., Ba, 4×5 mm, 10. *Protoplagiodacna chyeri* (BRUSINA, 1902), Ba, 2×2,5 mm, 11. *Lymnocardium penslii* (FUCHS, 1870) juv., Ba, 4×5 mm, 12. *L. decorum* (FUCHS, 1870), Ph, 7×10 mm, 13. *Umbrina cirrhosoides* (SCHUBERT, 1902), Ba, 12×8 mm, 14. *Pisidium telegdirothi* BARTHA, 1956, Ph, 6,2×7,7 mm, 2009.9.52., 15. ?*Paradacna* cf. *wurmbi* (LÖRENTHEY, 1893), Ba, 7×7,1 mm, 16. *Lymnocardiinae* sp. 2., Ba, 5×6,8 mm, 17. *Lymnocardiinae* sp. 2., Ba, 7,5×9,9 mm, Ph = Papvásári-hegy, Ba = Balatonalmádi, Mérték/scale: 5 mm



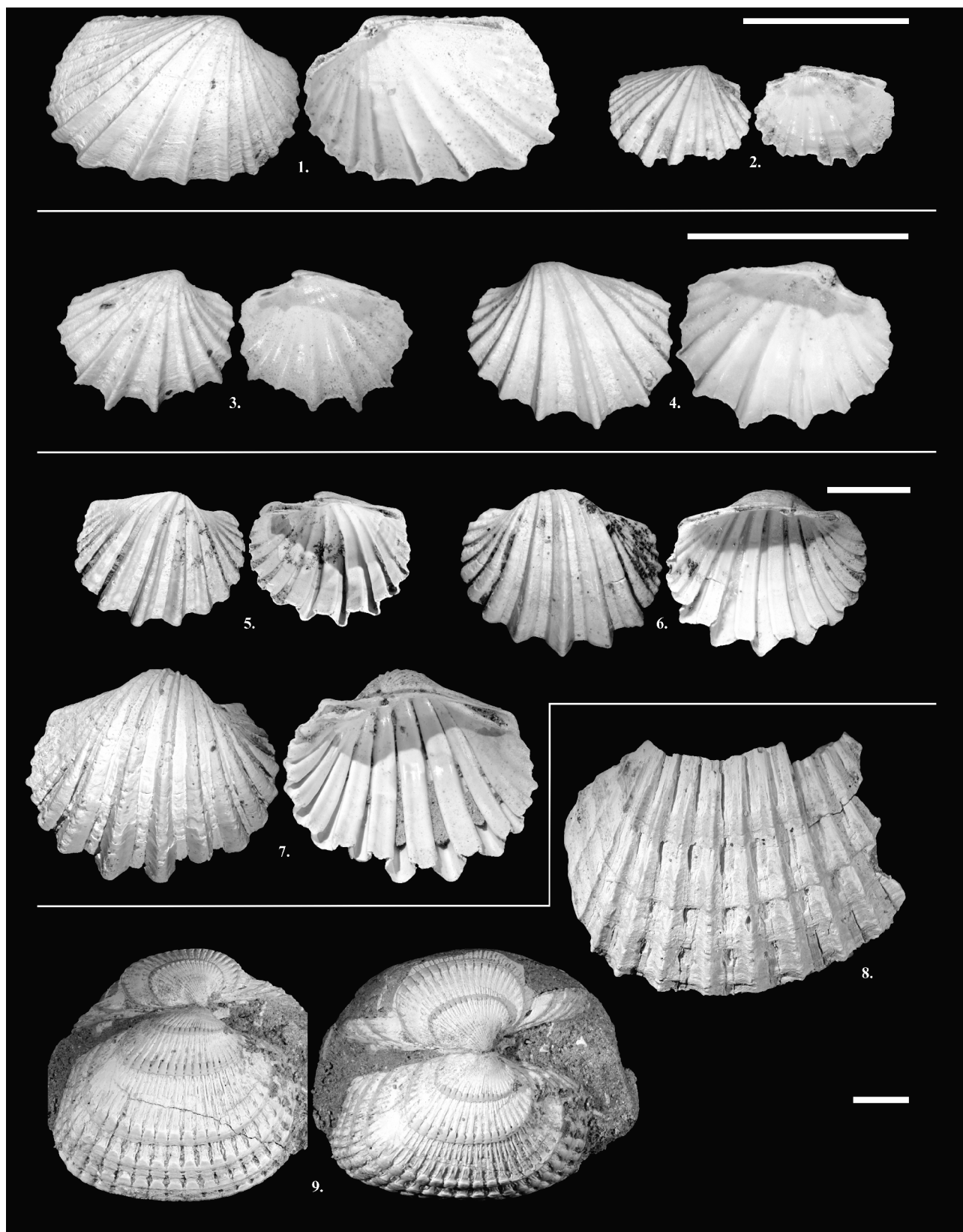
X. tábla – Plate X

1. *Lymnocardium secans* (FUCHS, 1870), Ba, 9×10 mm, 2. *L. decorum* (FUCHS, 1870), Ba, 9×10 mm, 3. *L. decorum* (FUCHS, 1870), Ph, 9×11 mm, 4. *L. decorum* (FUCHS, 1870), Ba, 7×10 mm, 5. *Plagiodacna auingeri* (FUCHS, 1870), Ba, 12×21 mm, 6. *Lymnocardium decorum* (FUCHS, 1870), Ph, 13×10,1 mm, 7. *L. decorum* (FUCHS, 1870), Ph, 15×17 mm, 8. *L. apertum* (MÜNSTER, 1839), Ph, 14×15 mm, 9. *L. diprosopum* (BRUSINA, 1884), Ph, 14×19 mm, 10. *L. banaticum* (FUCHS, 1870), Ph, 15×17 mm, 11. *Cepaea etelkai* (HALAVÁTS, 1923), Ph, 11,6×18 mm, 12. *Lymnocardium apertum* (MÜNSTER, 1839), Ba, 23×28 mm, 13. *Planorbarius grandis* HALAVÁTS, 1902), Ph, 28,6×7,5 mm, Ph = Papvásári-hegy, Ba = Balatonalmádi, Mérték/scale: 10 mm



XI. tábla – Plate XI

1. *Congeria balatonica* PARTSCH, 1835, Ph, 40×19 mm, 2. *C. balatonica* PARTSCH, 1835, Ba, 47×29 mm, 3. *C. balatonica* PARTSCH, 1835, Ba, 53×27 mm, 4. *C. triangularis* PARTSCH, 1835, Ph, 32×17 mm, 5. *C. triangularis* PARTSCH, 1835, Ba, 28×18 mm, 6. *C. praeirrhomboides* (STEVANOVIC, 1978), Ph, 33×29 mm, 7. *C. cf. solitaria* (BRUSINA, 1897), Ph, 23×10 mm, 8. *Dreissenomya dactylus* (BRUSINA, 1894), Ba, 25×8 mm, 9. *Lymnocardium majeri* (HÖRNES, 1862), Ph, 25×35 mm, 10. *Unio mihanovici* BRUSINA, 1896, Ph, 23×47 mm, 11. *U. mihanovici* BRUSINA, 1896, Ba, 30×53 mm, 12. *Dreissena* sp., Ph, 12×5 mm, 13. *Congeria neumayri* ANDRUSOV, 1897, Ph, 15×7,5 mm, 14. *Dreissenomya schroeckingeri* (FUCHS, 1870), Ba, 16×9,2 mm, 15. *Dreissena serbica* (BRUSINA, 1894), Ph, 10×4 mm, 16. *D. serbica* (BRUSINA, 1894), Ba, 10×6 mm, 17. *D. dobrei* (BRUSINA, 1902), Ba, 10×6 mm, 18. *D. auricularis* (FUCHS, 1870), Ba, 4×1,5 mm, 19. *D. auricularis* (FUCHS, 1870), Ph, 4,5×2,4 mm, Ph = Papväsári-hegy, Ba = Balatonalmádi, Mérték/scale: 10 mm



XII. tábla – Plate XII

1. *Lymnocardium vicinum* (FUCHS, 1870), Ba, 5,3×7,7 mm, 2. *L. vicinum* (FUCHS, 1870), Ba, 3×4,1 mm, 3. *L. vicinum* (FUCHS, 1870), Ba, 3,2×4 mm, 4. *L. vicinum* (FUCHS, 1870), Ba, 4×4,8 mm, 5. *L. vicinum* (FUCHS, 1870), Ba, 8,2×10,2 mm, 6. *L. vicinum* (FUCHS, 1870), Ba, 9,3×12 mm, 7. *L. vicinum* (FUCHS, 1870), Ba, 11,8×14,2 mm, 8. *L. cf. riegeli* (HÖRNES, 1862), Ph, 22,7×31 mm, 9. *L. proximum* (FUCHS, 1870), Ph, 17,2×22,7 mm, Ph = Papvásári-hegy, Ba = Balatonalmádi, Mérték/scale: 10 mm

Zagyáarak „mutatványai” és a turbiditkorlátozó medencék: szemle

TÓKÉS LILLA, SZTANÓ ORSOLYA

ELTE Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/C
lillatks@caesar.elte.hu; sztano@caesar.elte.hu

Tricks of turbidity currents and confined turbidite basins: a review

Abstract

Turbidity currents are able to travel hundreds of kilometres on the basin plain. However, the margins and floors of oceans, seas or lakes are rarely smooth. The topography can significantly alter the route of turbidity currents and thus modify the deposition of beds; this is termed as confinement. The earlier concepts of ponding and containment refer to turbidity currents completely trapped within a basin. Smaller alteration on turbidity current route also fits into the term of confinement. In general, confined turbidite beds are thicker and cover smaller areas than unconfined turbidites. The major characteristics of individual confined turbidite beds are defined from outcrops and cores. Palaeocurrent indicators showing different flow directions, renewed normal grading and thick mudstone caps are common features. Five types of reflected turbidite beds can be determined. Their characteristics mainly depend on the volume of the flow, the gradient of the slope and the relative position of the log and the slope. Turbidites and analog models indicate that turbidity currents can respond to a confining slope in different ways. They are able to travel upslope if the slope is not steep and high. Otherwise the flow will be reflected or deflected. Density stratified currents are prone to decoupling into a lower dense and an upper dilute part when meeting an obstacle. The lower part is deflected, the upper part is reflected or it surmounts the confining slope.

Confined turbidites build specific turbidite systems. In general, the sedimentary fill of confined basins is characterized by upward increasing sand/mud ratio, decreasing rate of confinement and transition from lobe to channel deposits. The evolution of confined basins includes ponding, fill and spill — in other words, flow stripping —; bypass and erosion. Slope or basin floor topography is the most important factor influencing the evolution of confined basins. Since topography is developed in response to structural deformation, the examples of confined basins are described here according to their plate tectonic setting.

Keywords: *confined turbidite basin, turbidity current reflection, turbidity current deflection, confined turbidites, evolution of confined basins*

Összefoglalás

A zagyáarak több száz kilométert képesek haladni a medencék aljzatán, azonban az óceánok, tengerek és tavak aljzata csak ritkán egyenletes felszínű. A domborzat módosítja a zagyár útját és üledékének lerakódását; ezt nevezzük korlátozásnak. A jelenséget korábban megrekedésként, majd csapdázódásként írták le. Ezekben az esetekben a zagyár nem jut ki a medencéből. A korlátozás fogalma azonban nem csak a teljes megrekedésre szorítkozik, hanem a zagyáarak útjának kisebb mértékű befolyásolására is kiterjesztjük. A korlátozott turbiditok vastagok, de kisebb területet fednek be, mint a nem korlátozott változatok. A feltárásokban és fúrásokban tanulmányozott korlátozott turbiditok legfontosabb bélyegei, gyakran az akadályok okozta visszaverődés miatt, az áramlási irányjelzők által mutatott irányváltozás, a megújuló normál gradáltság egy turbiditen — egyetlen zagyár üledékén — belül és a vastag agyagsapka. Szedimentológiai bélyegeik alapján öt típusra oszthatóak, a típusokat alapvetően a zagyár térfogata, a lejtő meredeksége és a szelvény lejtőhöz viszonyított helyzete határozza meg. A turbiditok és az analóg kísérletek azt mutatják, hogyha korlátozó lejtőhöz érkeznek a zagyáarak, képesek a lejtőn felfelé áramlani, de magas és meredek lejtőről visszaverődnek vagy eltérülnek a lejtő mentén. Akadályoknál a sűrűség szerint rétegzett zagyáarak hajlamosak a kettészakadásra, ekkor az alsó, sűrű rész inkább eltérül, míg a felső, híg rész visszaverődik vagy akár túljuthat a visszatartó lejtőn.

A korlátozott turbiditokból különleges turbiditrendszer épülnek. Egy általános korlátozó medence kitöltését felfelé növekvő homok/agyag arányú rétegsor, egyre kisebb mértékű korlátozás és korlátozott lebeny, illetve rátelepülő csatornaüledékek jellemzik. A korlátozó medencék fejlődése több szakaszból áll: teljes megrekedés után kiöltés és

túlfolyás majd áthaladás és erózió következik be. A lejtő és medence domborzata a legfontosabb befolyásoló tényező a korlátozó medencék fejlődésében. Mivel a domborzatot nagyrészt a szerkezeti viszonyok határozzák meg, a korlátozó medencék példáit lemeztectonikai helyzetük szerint mutatjuk be.

Tárgyszavak: turbiditkorlátozó medence, zagyár-visszaverődés, zagyáreltérülés, korlátozott turbiditok, korlátozó medencék fejlődése

Bevezetés

A zagyár az egyik legfontosabb gravitációs tömegmozgás, amely hatalmas mennyiségű üledéket halmoz át a mély vízbe. Ez a leghosszabban kifutó gravitációs üledékfolyás: képes több száz, akár több ezer kilométert haladni a tenger vagy tó fenekén (vö. MEIBURG & KNELLER 2010), így útja során sokszor a domborzat egyenetlenségeivel is meg kell küzdenie. A zagyáknak csak kivételes esetekben egyenes az útjuk: a lejtő kanyonjából kiérve csatornában kanyarognak, majd egy eredetileg sík aljzatra érve a korábban lerakódott turbidittestek, lebenyek is befolyásolják útját. Ennél azonban sokkal nagyobb hatása lehet az aljzat domborzatának, mely gyakran szerkezetiileg meghatározott. A zagyarak kifutási távolságánál kisebb medence peremei révén visszatartja a zagyákat a szabad szétterüléstől, továbbhaladástól. Az árok teljesen csapdázódhatnak, megrekedhetnek a medencében, vagy egy részük átbukhat a peremek alacsonyabb részén. Ebből adódóan a zagyár üledékének elterjedését erősen meghatározza a domborzat.

A turbiditrendszer jelentősek a szénhidrogéniparban, kitűnő rezervoárokat, csapdákat találnak a mélyvízi rendszerekben. A szénhidrogénkutatók a turbidites tárolók alakjára, méretére, belső változékonyságára, a zárókőzetek elhelyezkedésére, a rezervoár kőzetek közötti összeköttetésekre kíváncsiak (SLATT 2003). Mivel a topográfia erősen befolyásolja a zagyarak útját, ülepedését, a turbiditok térbeli elterjedését, a korlátozó medencéknél alapvetően más lesz a turbiditrendszer geometriája és belső szerkezete. Míg az egyenes aljzaton a turbidites tárolók nagy területűek és vékonyak, a kisebb medencékben korlátozott elterjedésűek, vastagok (SLATT 2003), és az agyag-, homokrétegek térbeli elterjedése is különböző.

SZTANÓ et al. (2013) óta tudjuk, hogy hazai vonatkozásban is van szerepe a korlátozó medencéknek a késő-miocén Pannon-tóban. A Pannon-medence aljzata tagolt volt: egymástól kis távolságban helyezkedtek el jelentős mélyedések és aljzatmagaslatok a szinrift extenzió következtében (UHRIN et al. 2009, TÖRÖ et al. 2012, VÁRKONYI 2012, SZTANÓ et al. 2013). A zagyarak útját így jelentősen befolyásolhatta a topográfia. A Pannon-medence sok részmedencéje korlátozóként viselkedhetett, mivel kiterjedésük a zagyarak potenciális kifutásához képest kicsi. A mélytavi feltöltődés lépésenként, korlátozó medencék láncolataként történhetett (SZTANÓ et al. 2013).

A tanulmány célja, hogy összefoglalja a már összegyűjtött ismereteket a korlátozott turbiditokról. Ismert kőzetek példái, analóg és numerikus modellek alapján bemutatjuk, hogyan viselkedik egy zagyár, ha visszatartó lejtőhöz ér. Mitől függ, hogy összeomlik, visszafordul, eltérül vagy feláramlik rajta? Hogy őrződik meg az üledékben a korláto-

zás? Hogy ismerjük fel ezt feltárásban, fúrómagban, mélyfúrási geofizikán és szeizmikus szelvényeken? Hogyan befolyásolja a domborzat a zagyár irányát, a lerakódó üledék szemcseméretbeli és vastagságbeli elterjedését?

Zagyarak tulajdonságai

A zagyár egy víz alatti gravitációs tömegmozgás, vagy más néven üledékfolyás. A gravitációs üledékfolyások első sorban a mozgást fenntartó folyamatban különböznek egymástól, a tipikus tömegmozgások között mindenfajta átmenet létezik. A hagyományos definíció szerint a zagyárban a turbulencia a szemcsefenntartó mechanizmus, míg a hozzá közel álló törmelékfolyásban az alapanyag, a szemcsefolyásban pedig a szemcsék ütközése tartja mozgásban az üledéket (MIDDLETON & HAMPTON 1973).

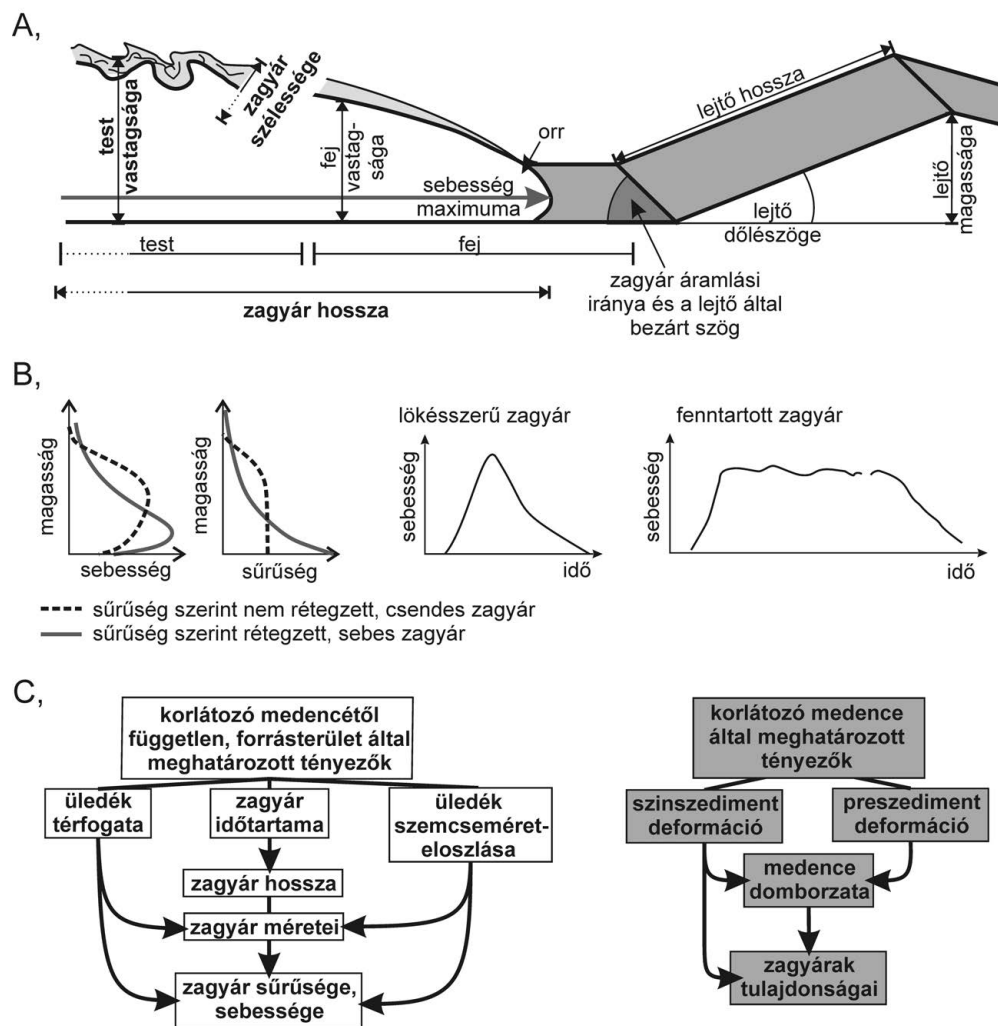
A természetes zagyárakban egyelőre nem lehetséges egyértelműen megfigyelni a szemcsefenntartó erőket, és más mechanizmusok — például a késleltetett ülepedés, szemcseütközések során fellépő diszperziós nyomás — is szerepet játszanak (KNELLER & BUCKEE 2000). Definíciójuk szerint a zagyár a zagy (víz és hordalék keveréke) és a befogadó víz közötti sűrűségkülönbség következtében fellépő, gravitáció által gerjesztett áramlás.

A zagyár többféleképp is viselkedhet, ha korlátozó lejtőhöz ér. Az ezt meghatározó változókat három csoportba lehet osztani: a topográfiához kapcsolódó, a zagyára jellemző, illetve a kettő kapcsolatát leírókra. A topográfiai tényezők közül a zagyár haladásával párhuzamos dőlésű lejtőnél az akadályozó lejtő szöge, magassága, és az ezektől nem független hossza jöhetnek számításba (1. ábra, A). Ha a zagyár áramlási iránya se a lejtő dőlésével, se a csapásával nem párhuzamos, azaz ferdén érkezik, máshogy fog viselkedni.

Egy adott emelkedőnél a zagyár fizikai tulajdonságai — méretei, sűrűsége, sebessége — határozzák meg, hogyan fog reagálni az emelkedőre (1. ábra C). Ezeket első sorban a korlátozó medencén kívül eső tényezők határozzák meg: a zagyár által szállított üledék összetérfogata, szemcseméret-eloszlása. Az utóbbitól függ a zagyár sűrűségprofilja, sűrűség szerinti rétegzettsége és sebességprofilja is (1. ábra B).

A zagyár tulajdonságai közé tartozik az is, hogy milyen időtartamú: rövid, lökésszerű vagy hosszú, fenntartott (1. ábra B). Ez első sorban a zagyát beindító folyamatától függ: a földrengés, csuszamlás eredetű zagyarak általában rövid életűek — néhány órán-apon át maradnak fenn –, míg a folyók áradásakor kialakuló hiperpiknális áramlás eredetűek akár hetekig eltarthatnak.

A zagyarak viselkedését befolyásolhatja külső alakjuk, geometriájuk, a fej, test és csóva magassága, hossza, széles-



1. ábra. A) Zagyár és lejtő leegyszerűsített tulajdonságai (KNELLER & BUCKEE 2000 után). B) Csendes, sűrűség szerint nem rétegzett és sebes, sűrűség szerint rétegzett zagyárak sebesség- és sűrűségprofilja (SEQUEIROS et al. 2010 után). Lökésszerű és fenntartott zagyárak sebességváltozása (KNELLER & BRANNEY 1995 után). C) A zagyár tulajdonságait – méretei, sűrűsége, sebessége – elsősorban a korlátozó medencén kívüli tényezők határozzák meg: az üledék szemcseméret-eloszlása, az üledék térfogata és a zagyár időtartama (ábra KNELLER & BRANNEY 1995 után). A korlátozó medence által meghatározott tényező a deformáció, amely a medence domborzatát befolyásolja. A szinszediment deformáció meghatározhatja a zagyárak tulajdonságait is. A medence domborzata jelentősen befolyásolja a zagyár tulajdonságait

Figure 1. A) Simplified characteristics of a turbidity current and confining slope (after KNELLER & BUCKEE 2000). B) Density and velocity profiles of an unstratified, subcritical and a stratified, supercritical turbidity current (after SEQUEIROS et al. 2010). Velocity of surging and sustained turbidity currents (after KNELLER & BRANNEY 1995) C) Characteristics of turbidity currents – size, density, velocity – primarily depend on external factors such as grain size distribution, volume of sediment and duration of the turbidity current. Deformation, an internal factor with respect to the confined basin, affects the topography of the basin. Synsediment deformation can influence the characteristics of turbidity currents as well. The topography of the basin greatly influences the characteristics of turbidity current

sége is (1. ábra A). A medence által meghatározott tényezők és a zagyá tulajdonságai egymással is kölcsönhatásban vannak: például a csatornába szorított zagyár méreteinek megváltozása maga után vonja a sebesség és sűrűség átalakulását is (1. ábra C).

A sebesség és sűrűség a zagyárban eredetileg sem mindenhol egyforma. Ha egy függőleges profilban a sűrűség felfele folytonosan csökken, sűrűség szerint rétegzett zagyárról beszélünk (1. ábra B). Az olyan profil, amelyben van egy állandó sűrűségű szakasz, nem rétegzett sűrűség szerint, mert benne nagymértékű a függőleges keveredés. A legújabb kísérletekből kiderül, hogy a sebes zagyáakra

jellemző, hogy sűrűség szerint erősen rétegzettek: sűrűségük felfele folytonosan csökken, így a sűrűségkontraszt az alsó és felső rész között stabilan fennmarad (SEQUEIROS et al. 2010). A csendes zagyárak sűrűsége nem változik nagymértékben függőlegesen, így nem rétegzettek. A rétegzett zagyárak alsó és felső, eltérő sűrűségű része különbözőképp viselkedhet, elválhat, ha egyenetlen a domborzat.

A zagyárak domborzatra adott válaszát analóg modellezéssel lehet tanulmányozni, a zagyár és a lejtő fent leírt tulajdonságainak változtatásával. A medencék természetes domborzata azonban ennél sokkal bonyolultabb, ezek vizsgálatára a numerikus modellek adhatnak megoldást.

Korlátozás fogalma

A vízfenék domborzatának hatását a zagyár mozgására nem mindig vették figyelembe. Az 1960-as évek előtt úgy gondolták, hogy a zagyárák szabadon szétterülhetnek a ki-egyenlített felszíni aljzaton (vö. LOMAS & JOSEPH 2004). A zagyár csapdázódásának lehetőségét először HERSEY (1965) és RYAN et al. (1965) vetette fel a Tírrén-tenger fenekén, nagy területen végigkövethető rétegek megfigyelésére alapozva. A jelenséget megrekedésnek ('ponding') nevezték el. VAN ANDEL & KOMAR (1969) a Közép-Atlanti-hátság oldalsó völgyeiben fedezett fel hasonló turbiditeket. Az üledékek sajátoságaiból arra a feltételezésre jutottak, hogy a zagyárák többszörösen „visszapattantak” a völgy falairól és teljesen megrekedtek a mélyedésekben.

Az első adatokat a lejtőn történő feláramlásról DAMUTH & EMBLEY (1979) közölte. A Közép-Atlanti-hátság nyugati oldalára, a Ceará-hátra futottak fel zagyárák az óceáni aljzathoz képest 150–400 m magasra, helyenként 40 km hosszán. Ezt követően több helyről számoltak be egykor lejtőn felfele mozgó zagyárákról: például a Tiburon-hátról a Kis-Antillák akkréciós prizmájánál (DOLAN et al. 1989). A zagyáráknak itt 1100 km-t kellett haladniuk az aljzaton mielőtt elérték a kutatási területet. Ennél talán még meglepőbb, hogy legalább 800 m szintemelkedést kellett legyőzniük. DOLAN et al. (1989) felállított egy elméleti modellt és egy azt alátámasztó kísérletet a lejtőn felfele haladó zagyára, összefüggést találva a feláramlás magassága és a zagyár vastagsága között.

Visszaverődött zagyárákra RICCI LUCCHI & VALMORI (1980) találtak példát az olasz Appenninek miocén Marnoso-Arenacea Formációjában. A feltárásokban hosszan követhető rétegek az egykori emelkedő fele kivastagodtak, ez alapján azt feltételezték, hogy a zagyárák a medence lejtőinél eltérültek, vagy visszaverődtek. PICKERING & HISCOTT (1985) a kanadai középső-ordóvíci Cloridorme Formációból fedezett fel visszafordított zagyárüledékeket az áramlási irányok változásának segítségével. Következtéseik szerint a zagyárák túl kicsi, de mély medencébe érkeztek ahhoz, hogy fenn tudják tartani az egyenes irányú mozgást. Az ilyen, elzárt medencéből a zagyár nem tudott kijutni. Ők ezt a jelenséget új névvel illették, bevezették a csapdázódás ('containment') fogalmát.

PICKERING & HISCOTT (1985) elméletét több kutató is követte. PANTIN & LEEDER (1987), KNELLER et al. (1991) és EDWARDS et al. (1994) analóg kísérletekben modellezte a zagyárák visszaverődését. További feltárásokban fedeztek fel visszaverődésre utaló nyomokat: MARJANAC (1990) Közép-Dalmáciában, KNELLER et al. (1991) az angliai Windermere Csoportban, PICKERING et al. (1992) pedig a nyugati Csendes-óceán fúrásaiból igazolta a modern zagyárák visszaverődését.

A korábbi fogalmakat — megrekedés ('ponding') és csapdázódás ('containment') — már nem választjuk külön, mindkettő alatt a teljes elzártaságot értjük, a zagyár nem jut ki a medencéből, az üledék egésze a medencén belül rakódik le (vö. LOMAS & JOSEPH 2004). A korlátozás ('confinement')

ezzel szemben a domborzatnak a zagyár áramlását észre-vehetően befolyásoló hatása (vö. LOMAS & JOSEPH 2004). Gyakorlatilag a domborzat korlátozza a zagyár szabad szétterülését, de az nem feltétlenül reked meg. A zagyárák üledékét is illethetjük ezzel a kifejezéssel, tehát megkülönböztethetjük a korlátozott turbiditeket ('confined turbidites'). A korlátozás nem kizárólag medencéknél használatos: a csatorna oldalfalának hatását is jellemzik így, ez esetben csatornában tartott ('channelized') zagyárról beszélünk. Ugyanígy egy lejtő is lehet korlátozó. Ha egy domborzati elem csak a nagy térfogatú zagyárákat tartja vissza a szabad szétterüléstől, de ekképp befolyásolja a morfológiai építőelemek elhelyezkedését, attól még nevezhetjük korlátozonak. Illetve egy medence fejlődése során lehetnek korlátozó és nem korlátozó szakaszok.

Ha a korlátozás nem érvényesül, 'szokványos' törmelék-kúpok jönnek létre. A lejtőn egyenes kanyonok jellemzőek, amelyeken belül is többféle csatorna-gát rendszer épülhet (JANOCKO et al. 2013). A lejtőlábtól folytatódik a gáttal szegélyezett csatorna, míg valamivel távolabb a medence-fenéken a lebenyek halmozódnak egymásra (pl. DEPTUCK et al. 2008, MULDER & ETIENNE 2010). Az óceáni aljzatra települő törmelékkúpok sokszor legyező alakúak. Méretük, felépítésük, így a morfológiai építőelemek elterjedése és tulajdonságai nagyban függenek a meghatározó szemcseméretől, illetve a behordás típusától (READING & RICHARDS 1994). A homokos törmelékkúpokra rövid szállítási út, rövid csatorna és kerek lebenyek jellemzőek, a rendszer általában előre épül; a homok/agyag aránya a szállítási úthoz képest oldalirányban csökken (STELTING et al. 2000, BOUMA 2000). Az iszapgazdag rendszerekben hatékony zagyárák jellemzőek, amelyek hosszan kifutnak, így hosszú a csatorna, amelyen lerakódás nélkül áthaladnak a zagyárák. A lebenyek is hosszúkásak. A homok/agyag aránya a lebenyeknél nagy, míg a csatorna-gát rendszerénél kicsi. A legtöbb által elfogadott álláspont (STELTING et al. 2000) szerint törmelékkúpoknak a recens, mélyvízi, nem korlátozott rendszereket nevezzük, míg a fosszilis eseteket — amelyek nagy része kontinentális aljzaton, aktív tektonikus területen rakódott le, így korlátozott lehetett — turbiditrendszerként érdemes leírni. Korlátozott rendszerekben az építőelemek nem biztos, hogy folyásirányban úgy következnek, mint egy nem visszatartott törmelékkúpnál.

A továbbiakban előbb réteg, illetve fáciesegyüttes — vagyis egyetlen zagyár — szintjén mutatjuk be a korlátozást, majd a topográfia lebenyekre és csatornákra gyakorolt hatásával foglalkozunk.

Lejtőn felfele áramlás

Először a modern óceánfenéki hátakon talált turbiditek alapján következtettek arra, hogy a zagyár lejtőn felfelé képes áramlani. Ennek megállapításához négy alapvető feltételt kell bizonyítani: (1) az ülepítő közeg zagyár volt, nem kontúrarámlás; (2) a ma észlelt emelkedő/magaslat akkor is az volt, amikor a zagyár lerakta üledékét; (3) a

zagyár vastagsága kisebb, mint a lejtő azon pontjának magassága, ahol a turbiditét észlelték és (4) a zagyár nem a vizsgált lejtőről származott, vagyis biztosan felfele mozgott.

Az Amazonas-törmelékűp szomszédságában, az abisszikus síkságról kiemelkedő Ceará-hátat fedő pleisztocén–holocén üledékeit vizsgálta DAMUTH & EMBLEY (1979). A Ceará-hát törmelékűp-hoz legközelebb eső oldalán mélyült fúrásokban hemipelágikus üledék mellett 5–50 cm vastag gradált turbiditék, a Bouma-sorozat a, b, e tagjával is megjelentek, míg a magaslat többi részén csak pelágikus üledék volt jelen.

Az echogram szelvényen a jól reflektáló rétegek a törmelékűptől a Ceará-hát gerincéig húzódnak. A gerinc a magaslat lábához képest 400 m magasban fekszik, és 40–45 km-re van tőle. Ez azt jelenti, hogy a zagyárnak ennyi szintkülönbséget kellett legyőznie. Az átlagos emelkedés a magaslat ezen oldalán 0,5–0,6°, azaz meglehetősen kis dőlésű lejtőről van szó.

DOLAN et al. (1989) is a Nyugat-Atlanti-óceán egy magaslatán, a Tiburon-háton talált meglepően durva szemcséjű üledékeket. Az 1100 km-re lévő dél-amerikai forrású terrigén turbiditék felett sokszor a hát magasabb részéről származó karbonátturbiditék települnek. A zagyarak legalább 800 m magasságig, 1,5°-os lejtőn, nagyjából 40 km hosszan jutottak fel a hátra.

E példákon kívül csak olyanokat ismerünk, amelyek azt mutatják, hogy a zagyarak alsó, homokban gazdag része általában nem képes néhány tíz méternél magasabbra feljutni a lejtőn. A feltárásokban megfigyelhető rálapolódások, például az Annot Homokkő is ezt támasztja alá (pl. SMITH & JOSEPH 2004). Valószínű, hogy a nagy távolságú felfele áramláshoz hatékony, iszapos zagyár és lapos lejtő szükséges.

Analóg kísérletek és numerikus modellek

MUCK & UNDERWOOD (1990) összegezte a lejtőn felfelé áramlás terepi megfigyeléseken alapuló példait, numerikus elemzéssel és kísérletekkel elemezték a feláramlás magasságának és a zagyár vastagságának kapcsolatát.

Az elméleti modelljükből a felfelé áramlás egy négy szakaszból álló folyamat utolsó része. Az első szakaszban megindul a zagyár egy lejtőn lefelé, a másodikban eléri a vízszintes aljzatot, ekkor hidraulikus ugrás jön létre: szuperkritikus (sebes) áramlásból szubkritikus (csendes) áramlásba vált át. A harmadik szakasz során az üledéklerakódással párhuzamosan az áramlás lassul, majd végül eléri a szemben lévő emelkedőt, feláramlik rá. Még az oldalirányban nem korlátozott, azaz kis vastagságú sebes áramlás sem tudja fenntartani a szuperkritikus állapotot, ezért legkésőbb az akadály elérésekor biztosan csendessé válik. Numerikus modelljük segítségével megállapítható az a magasság, ameddig fel tud jutni a zagyár: ez a sűrűlódást is figyelembe véve, a fej vastagságának 1,5-szerese.

Az elméleti modell helyességét kísérletekkel ellenőrizték. A hosszúkás tartályban sós oldatból álló zagyarat indítottak el, amely egy lejtőn begyorsult, egy szakaszon víz-

szintesen haladt, majd egy 28° dőlésszögű rámpára áramlott, amikor is szubkritikus állapot állt elő. A kísérletekben a maximum feljutási magasság átlagaként a zagyár vastagságának 1,53-szorosa adódott. Az áramlás vastagságán kívül az áramlási sebesség és sűrűség is befolyásolja a feljutási magasságot.

A modell érvényességét nagy léptékű valós folyamatok vizsgálatával is ellenőrizték. A terepen talált üledékek alapján kis, 1,06 g/cm³ sűrűségű zagyárral számoltak. Egy 500 m magas domb csúcsának eléréséhez a képletek szerint minimum 320 m vastag és 9,5 m/s vége sebességű zagyár szükséges. A zagyarak többsége 10 m/s alatti sebességű, 20–25 m/s sebességet csak a lejtőn lefelé tudnak elérni, később lelassulnak 5–10 m/s-ra (HEEZEN & EWING 1952, HSU et al. 2008). Az Amazonas törmelékűp-csatornáiban a zagyarak átlagsebessége csupán 2 m/s (PIRMEZ & IMRAN 2003). Következésképp a jelentős feláramlásra képes zagyarak valószínűleg kivételesen nagy térfogatúak és sebességűek voltak.

Eltérülés, visszaverődés

A visszaverődött turbiditék üledékes sajátosságait már sok tájékról leírták, a továbbiakban nyolc tanulmányt fogunk összehasonlítani (PICKERING & HISCOTT 1985, MARJANAC 1990, KNELLER et al. 1991, PICKERING et al. 1992, HAUGHTON 1994, KNELLER & MCCAFFREY 1999, HAUGHTON 2000 és FELLETTI 2002), amelyek alapján a jellemző üledékes jegyeket öt csoportra osztottuk (2. ábra; I. táblázat). Általánosságban egy turbiditétrétegben a visszaverődés legjellegzetesebb indikátorai a különböző áramlási irányok, a megújuló normál gradáltság és a nagy vastagságú agyagsapkák.

Visszaverődött turbiditék fáciesmodellje

A tanulmányok alapvetően kétféle, vékonyabb és vastagabb turbiditokról adnak számot. A vékonyabb turbiditék (I., II., III. típus, 2. ábra) homokos része az 1 m-es vastagságot nem haladja meg, jellemzően 10–50 cm-es, a vastagabb turbiditék (2. ábra, IV., V. típus) 1–20 m vastag homokos részből állnak. Talpjegyét sok réteg alján találtak, ezek nem köthetők egyértelműen a vékony vagy vastag kifejlődéshez. A vékonyabb turbiditéknek csak egy része kezdődik szerkezetmentes, néha gradált durva-középszemcsés homokos vagy kavicsos T_a taggal (BOUMA 1962). Gyakorta síklemez T_b vagy keresztlemez T_c taggal kezdődik (2. ábra, I., II. típus). A szelvények egyik részében (2. ábra, I. típus) a T_{abcd} tagok legfeljebb egyszer jelennek meg. Az I. szelvényen például a kúszó keresztlemezesség ugyan 60 cm vastagságú, de végig egy irányban, nincs megszakadás, ismétlődés. A II. típusú szelvényekben a T_{bc} tagok váltakozása a jellemző. Kúszó keresztlemez T_c (2. ábra, II.) és konvolút T_c tagok is megjelenhetnek. A szemcseméret az ismétlődő tagok között megnőhet — néhol ez a határ lányszerkezetes (2. ábra, II.), vagy jelentősen lecsökkenhet. A szelvényekben mm vastag agyaglemezek választhatják el az ismétlődő tagokat: felettük folytatódik a homok gradációja, de kisebb

I. táblázat. Visszeverődött zagyrák üledékének fácies típusai, fáciesleírásai, azok értelmezése, zagyrák és lejtő tulajdonságai és azok leírói**Table I.** The five types of reflected turbidity current beds: facies, interpretation and papers describing the types

Típus	I.	II.	III.	IV.	V.
Főfácies	vékonyabb turbidit	vékonyabb turbidit	vékonyabb turbidit	vastagabb turbidit	vastagpados
Alfácies	egyszer megjelenő b, c, d, e tagok	ismétlődő b, c vagy c, d tagok	masszív homok a turbidit felsőbb részében	b, c tagok megjelennek	folyamatosan gradált aleuritba b, c tagok nélkül
Fácies leírása; turbidit geometriája	Eróziós talpjegyek jellemzőek. Néha 10–20 cm-es masszív, esetleg gradált durva-középszemcsés Ta taggal, esetleg kavicsos szinttel kezdődik. Sokszor a Ta tag kimarad és siklemezes Tb vagy keresztlemezes Tc taggal indul, amely eltérő áramlási irányt jelez a talpjegyhez képest. Vastag agyagsapka fedi.	Az esetleges Ta tag felett Tb, c tagok váltakozása a jellemző. A szemcseméret az ismétlődő tagok között enyhén nőhet – néhol lángszerkezetes ez a határ – vagy jelentősen csökkenhet. A szelvényekben mm vastag agyaglemezek választhatják el az ismétlődő tagokat: felettük folytatódik a homok gradációja, de kisebb szemcsemérettel, mint az agyaglemez alatti legfelső homok. A váltakozást sokszor gradált siklemezes Td tag fedi. FELLETTI (2002) leírt olyan turbidit is, ahol egy Ta tag után Tc és lemezes Td tagok váltakoznak, Tb tag nélkül, szemcseméret-változással kísérve. Vastag agyagsapka fedi.	Az első T(a)bc tagok felett egy masszív, nem gradált, az alatta lévő finomszemcsés homokhoz képest nagyobb szemcseméretű homokpad következik (β tag, HAUGHTON 1994), amelyre újabb Tb, Tc tagok települhetnek. A masszív homokréteg többször is megjelenhet a szelvényben. A Td tagok kevésbé jellemzőek ezeknél a turbiditknél. Vastag agyagsapka fedi. Lejtő közelében helyezkedik el; β tag a lejtő és medence felé is kivékonyodik; a medence felé átmehet IV. vagy V. típusú turbiditbe.	Alsó masszív homokrétege jóval vastagabb, mint a vékonyabb turbiditok 10–20 cm-es Ta tagja: 1 vagy akár 10 m vastag is lehet. Ezek is kezdődhetnek kavicszinttel. A vastag homokréteg debriszerű lehet, feltépt agyagklasztok és vízki-szőkési tálak, kúrtók gyakoriak. A masszív réteg teteje gradált, felette Tb, c tagot, esetleg ezek váltakozását figyelték meg. Td tag nem minden IV. típusú szelvényben jelentkezik. Vastag agyagsapka fedi. Medence közepén helyezkedik el, B típusú, lejtő felé vastagodó kiékelődésnél a lejtőn is.	Az 1–10 m-es szerkezet nélküli homok folyamatosan gradációval átmegy egy párhuzamos lemezes aleuritba. Vastag agyagsapka fedi. Medence közepén helyezkedik el, B típusú, lejtő felé vastagodó kiékelődésnél a lejtőn is.
Részletes értelmezés	A zagyrák első útján erodál, vagy ülepedés nélkül áthalad. A visszaverődött zagyrák ülepíti a sodrás eredetű szerkezeteket.	A kezdeti eróziót az eredeti zagyrák végzi. Az első tagokat, így a keresztlemezes tagot is az első zagyrák ülepíti. Ezt részben erodálja és áthalmozza az első erős visszaverődő zagyrák. A homokra települő mm-es agyaglemez a két hullám közötti nyugodt szakasz eredménye. A következő homok- és agyaglemeztagok egy újabb, gyengébb hullám gerincét és völgyét képviselik, vagy a zagyrák lökései és csillapodásai felelősek ezért. A tag hiánya a laposabb lejtőre, az összeomlás hiányára vezethető vissza. Így több szemcse lebegtetve maradhat, ami a sík- és keresztlemezes tagok kialakulását elősegíti.	A zagyrák elejéből ülepednek le a Ta, b, c tagok. A masszív tag gyors lerakódás és nyírás miatti víztelenedés eredménye. A masszív tag megjelenését a meredek lejtőn a gyors összeomlás okozhatja (HAUGHTON 2000). Másik lehetőség, hogy a zagyrák befordulásakor a lassú aggradáció első fázisában keletkezik. Később sodrás eredetű párhuzamos- és keresztlemezség fedi be, a lassú ülepedés nem vált ki víztelenedést.	Nagy térfogatú zagyrák üledéke, a lapos lejtő felelős a sodrás eredetű üledékszerkezetekért.	A nagy térfogatú zagyrák meredek lejtőn V. típusú üledéket hozhatnak létre: a zagyrák oda-vissza „löttyög” a medencében, az aleurit és homok együtt ülepedik le magas víztartalommal, így később víztelenedik az üledék. Sodrás eredetű rétegformák ezért nem alakulhatnak ki.
Zagyrák, lejtő tulajdonsága	kis térfogatú zagyrák	kis térfogatú zagyrák, lapos lejtő	kis térfogatú zagyrák meredek lejtőn való összeomlása vagy beforduló áramlás	nagy térfogatú zagyrák, lapos lejtő	nagy térfogatú zagyrák, meredek lejtő
Leírók	MARJANAC (1990), KNELLER et al. (1991), FELLETTI (2002)	PICKERING & HISCOTT (1985), PICKERING et al. (1992), HAUGHTON (2000), FELLETTI (2002)	HAUGHTON (1994), KNELLER & McCAFFREY (1999), HAUGHTON (2000)	MARJANAC (1990), KNELLER et al. (1991), KNELLER & McCAFFREY (1999), HAUGHTON (2000)	HAUGHTON (1994), HAUGHTON (2000)

is találhatók a korlátozó medencékben: például a 2. ábra I. szelvényében az agyagréteg kifejezetten vékonyabb, mint a homokrétegek, ezekre az értelmezés során még visszatérünk. Az agyagsapkák lehetnek gradáltak vagy homogének, de bioturbáció csak a felső részén jelenhet meg (PICKERING & HISCOTT 1985, HAUGHTON 1994).

Az egykori áramlási irányt több, különféle üledékszerkezet is jelezheti. A talpjegyek közt leggyakoribb, tömeges örvényárvok és egyéb, ritkább mechanoglifák, a mellső lemezek dőlése vagy a kúszó keresztlemezesség eltolódása egyértelmű indikátorok, akárcsak a kavicsok vagy feltépett agyagklasztok zsindelyessége.

A leggyakoribb áramlási irányváltozást az örvényárvok és az áramlásfodrok alakította keresztlemezesség között találták. A PICKERING & HISCOTT (1985) által vizsgált szelvények talpjegyei egy kivétellel mind ugyanabba az irányba mutattak, ezek kétharmadában a rátelepülő keresztlemezesség ellenkező irányt jelez, a maradékban vagy nincs irányjelző belső üledékszerkezet, vagy ugyanazt az irányt mutatja, mint a talpjegyek. MARJANAC (1990) csak vékony padban talált mechanoglifát (2. ábra, I.), de az előtti kúszó keresztlemezesség nagyjából ellenkező irányú. KNELLER et al. (1991) csak talpjegyek és keresztlemezesség közötti irányeltérést írt le, az egykor hosszúkás medencében a talpjegyek a medencetengellyel párhuzamosan futottak, az e feletti keresztlemezesség ezekre merőleges — a medence belseje felé mutató — irányokat jelez. PICKERING et al. (1992) a Nankai-árok mintáit nem szabad szemmel, hanem a természetes remanens mágneseesség alapján elemezte. Ezzel a módszerrel az áramlásfodrok által megőrzött irányt tudták meghatározni, a talpjegyek orientációját nem. Ezenkívül a szemcsék irányítottaságát is megfigyelték, az anizotrop magnetit és titanomagnetit mágneses szuszceptibilitása megmutatta a zsindelyesség irányát. Az áramlási irány visszafordulása utáni irányjelzők rendszeresen a legnagyobb lejtés irányába mutattak, ezzel tükrözve az egykori domborzatot. KNELLER & MCCAFFREY (1999) csak a lejtőhöz közeli szelvényekben (2. ábra, III. típus) figyelt meg eltérő irányt a talpjegyekben és keresztlemezességben egy rétegen belül. FELLETTI (2002) az egy irányba álló örvényárvok felett nagy szórású keresztlemezességet talált az egykori medence közepén. Ezenkívül a keresztlemezesség, kúszó keresztlemezesség egy réteggötetben is mutathatnak eltérést (2. ábra, III.). Több rétegsorban előfordul az is, hogy a talpjegyek egy irányba mutatnak, majd az első keresztlemezesség az ellenkezőbe, és az azt követő keresztlemezesség vagy más szerkezet újra az első irányt mutatja (2. ábra, II., III., IV.).

Turbiditek geometriája

A rétegek geometriájával nem minden szerző foglalkozott: vagy nem találták említésre méltónak, vagy a feltártság szabott gátat a megfigyeléseknek. PICKERING & HISCOTT (1985) 25 km hosszan követhető rétegeket írt le, de vastagságuk, ill. belső szerkezetük oldalirányú változásáról nem tettek említést. HAUGHTON (1994) 5 km-en keresztül követte a rétegeket az egykori keskeny medence tengelyére

merőlegesen, és hatalmas változásokat észlelt: egy-egy pad vastagsága és szerkezete nagyon különböző az árok közepén és szélein. Az árok közepére jellemzőek a vastag, szerkezetmentes taggal kezdődő turbiditek (2. ábra, V.). Ezek oldalirányban fokozatosan kivékonyodnak: a homok és agyag is kivékonyodik (2. ábra, III.). A kiékelődés irányában a jellegzetes agyagsapka eltűnik, és a bioturbáció lehatol a homokig. A homokban hirtelen szemcseméretugrással és lángszerkezettel kezdődő, szerkezetmentes homokrétegek (β tag) lencse alakúak, mindkét irányba kivékonyodnak: a lejtő felé és az árok tengelye felé is.

Az eredeti lejtő dőlésében 1,4 km hosszan követhetőek a KNELLER & MCCAFFREY (1999) által vizsgált rétegek. A medence közepén masszív, vízkiszökési szerkezetekben bővelkedő, nem eróziós talpú vastag turbiditek (2. ábra, IV.) vannak. Ezekben a keresztlemezesség a lejtő irányából érkező áramlást jelez. Az egykori lejtőhöz közeledve a vízkiszökés ritkább, de az eróziós talp gyakoribb, az örvényárvok a lejtő felé mutatnak, tehát az említett keresztlemezességgel ellentétes mozgásirányra utalnak. A homoktestek a lejtőn kiékelődnek: a vékony homokban a sík- és keresztlemezesség gyakori (2. ábra, III.). A lejtőhöz közeli szelvényben az eróziós áramlási irány a lejtővel párhuzamossá válik. Az agyagsapkák a lejtőn messzebben és feljebb ékelődnek ki, mint a hozzájuk tartozó homoktestek.

HAUGHTON (2000) több réteggötetet különített el, az egyikben jellemző a szerkezetmentes, nem gradált β taggal rendelkező vékonyabb turbidit (2. ábra, III.). Ezenkívül vastag, vízkiszökéses turbiditek is megjelentek (2. ábra, IV., V.). A másik réteggötetben a vastagabb turbiditben jellemző a hirtelen szemcseméret-növekedés (2. ábra, IV. változata), viszont a vékonyabb turbiditekben a szemcseméret-csökkenés folyamatos (2. ábra, II.). A medence széle felé a turbiditek rálapolódnak, kiékelődnek a lejtőre, az egyik lejtőn jellemző, hogy eltűnik az agyagsapka a turbiditekben.

MCCAFFREY & KNELLER (2001) a korlátozó lejtőn való kiékelődéseket a lejtő felé kivékonyodó A típusba és a lejtő lábánál nagyon kivastagodó — akár 35 m vastag — homoktestekkel jellemezhető B típusba sorolták. A vastag, masszív homoktestekbe lokálisan törmelékfolyás eredetű réteg települ, mely ékre hasonlít, a medence irányába kivékonyodik, néhány száz méter alatt normál gradált rétegekbe megy át, mely átlagosan „csak” 6 m vastag. Itt is jellemző a szemcseméret egyszeri, hirtelen megugrása a felfelé csökkenő trenden belül és a vastag agyagsapka.

Értelmezés

180°-os visszaverődés

A megfigyelések értelmezését érdemes időrendben tárgyalni. PICKERING & HISCOTT (1985) az irányváltozásokat egyértelműen visszafordított zagyáráknak tulajdonította, amelyek a keskeny előtéri medencében megrekedtek. A hirtelen szemcseméret-csökkenéseket — amelyek az irányváltozások között jelennek meg (2. ábra, II.) — a többszöri visszaverődés eredményének tartották, vagyis a zagyár elhaladása, majd visszatérése között eltelt időben agyag

rakódhatott le. A szemcseméret-változásokat azért nem okozhatta több különböző zagyár, mert — az agyaglemezeket figyelmen kívül hagyva — a normál gradáció és főleg a vastag aleuritos agyagsapkák jelenléte egyetlen, nagy térfogatú, magas koncentrációjú zagyára utal. A lerakódás a kúszó keresztlemezesség gyakoriságából ítélve időnként gyors lehetett. Az eddigiekben bemutatott II. típusú padok között akár több száz, ezeknél jóval vékonyabb réteget (I. típus) is találtak, amelyek azt jelzik, hogy a vastagabb II. típusú padokat ritka, de katasztrofális zagyarak hozták létre. A vékony padokra nem jellemző az irányváltás (2. ábra, I.), az ezeket létrehozó zagyarak nagyságrenddel kisebb térfogatúak és energiájúak lehettek, és nem érték el a korlátozó lejtőt.

Az áramlási irányok alapján a nagy térfogatú zagyarak a medencét átszelték, és visszafordultak a korlátozó lejtőknél. A legtöbb padban örvényárcok csak a bázison vannak, vagyis csak az eredeti zagyárnak volt elegendő energiája ahhoz, hogy erőziót végezzen. Visszafordulás után erre már nem volt képes az áramlás. A legvastagabb pad arról árulkodik, hogy a medence egyik részén csak a visszaverődött áramlás vájt talpjegyeket, és a visszaverődés előtti, első útján nem mindenütt rakott le üledéket. Az utóbbi esetben a talpjegyek felett — ha vannak — közvetlenül ellenkező irányú T_c keresztlemezesség következik.

Egy vagy két visszaverődés után az iszap megrekedt a medencében, felhőként szétterült az aljzat felett. Ekkor vélhetően még oda-vissza mozgott a lebegő hordalék „tölen-gés” (‘seiche’) formájában. A tölengés állóhullám: a zagy és tiszta víz közötti felületen a hullámok nem vándorolnak, hanem csak magasságuk változik periodikusan, mérleg-hintaszerűen. A terhelési szerkezetek ekkor keletkezhetnek. A szedimentáció utolsó szakaszában agyag ülepedett le, a magas koncentráció miatt viszonylag gyorsan, vastag agyagsapkát alkotva. A modell szerint a zagyarak teljes megrekedésére került sor.

MARJANAC (1990) a dinári eocén flis turbiditjeinek belső szerkezetéből azt a következtetést vonta le, hogy a zagyarak áramlási tartománya és áramlási iránya is változott. A heves, lökészerű zagyarakra jellemző lehet az áramlási tartomány (sebes/csendes) változása, az áramlási irány változását pedig a visszaverődés okozta. MARJANAC (1990) is úgy értelmezte a padokban egymás fölött elhelyezkedő többszöri irányváltást, hogy a zagyár többször, teljes egészében visszaverődött, tehát a fordulás után is megőrizte zagyár formáját és tulajdonságait. A homokkő tagokat fedő agyagpadok közül a vastagok a megrekedés során alakultak ki, az irányváltások mellett ezek is azt jelzik, hogy a medence visszatartotta a zagyarakat. Az áramlási irányok alapján lehetséges volt az egykori medencét tagoló akadályok feltérképezése.

Analóg kísérletek 180°-os visszaverődésre

A sűrűség szerint nem rétegzett, csendes zagyarak visszafordulását vizsgálta PANTIN & LEEDER (1987), majd EDWARDS et al. (1994) analóg kísérlettel. Ahogy a fej feljut a

rámpára, örvényessége lecsökken, majd gravitációsan összeomlik, azaz visszafordul (3. ábra, A és B, PANTIN & LEEDER 1987, EDWARDS et al. 1994). Amikor az emelkedő lábánál a kidomborodás elkezd visszafele mozogni, sűrűbb lévén a még előrefele mozgó csóva alá bukik. Anyaga a fej összeomlásából és az előremozgó csóvából származik, mert a visszafelé mozgó áramlás magával sodorja a felette ellentétes irányban haladó részecskék egy részét. A visszafordult áramlást torlóhullámként (‘bore’) lehet leírni áramlástanilag, amely egy mozgó, tömeget szállító hidraulikus ugrás. Visszaverődéskor ennek alakja kétféle lehet: szoliton vagy zagyár alakú (3. ábra, A, B, illetve C, D, EDWARDS et al. 1994). A szolitonok az áramlástanban jól ismert hullámok, amelyek függetlenek egymástól, saját sebességgel, alakváltozás nélkül mozognak, és üledéket is szállítanak (vö. TÉL 2003).

Zagyár típusú visszaverődésnek a nagy áramlási energia és a nagy dőlésszögű lejtő kedvez (EDWARDS et al. 1994). Az erős, zagyár típusú torlóár képes lehet a már leülepedett szemcséket újra felkapni, erodálni, majd azokból új üledékszerkezetet létrehozni, amelyek csökkenő áramlási intenzitást tükröznek. Ezek az áramlások átalakulhatnak szolitonokká. A szolitonok nemigen képesek erőziót végezni, de a hullámgerincek és -völgyek elhaladása már szemcsemozgással jár. A gerincek alatt a szemcse szállítás és a rétegformák épülése jellemző, míg a völgyek elhaladásakor a vonszolt szemcsék megállnak és a lebegtetett szemcsék ülepednek, amely elősegíti az alattuk lévő formák megőrzését. Az elhaladó hullámok egyre gyengébbek, egyre finomabb üledéket szállítanak. EDWARDS et al. (1994) szerint a korábban leírt turbiditék közül (PICKERING & HISCOTT 1985, RICCI LUCCHI & VALMORI 1980, MARJANAC 1990) szinte mind zagyár típusú visszaverődésre utal. A váltakozó homok-agyaglemezek a szolitonok termékei.

Ferde visszaverődés

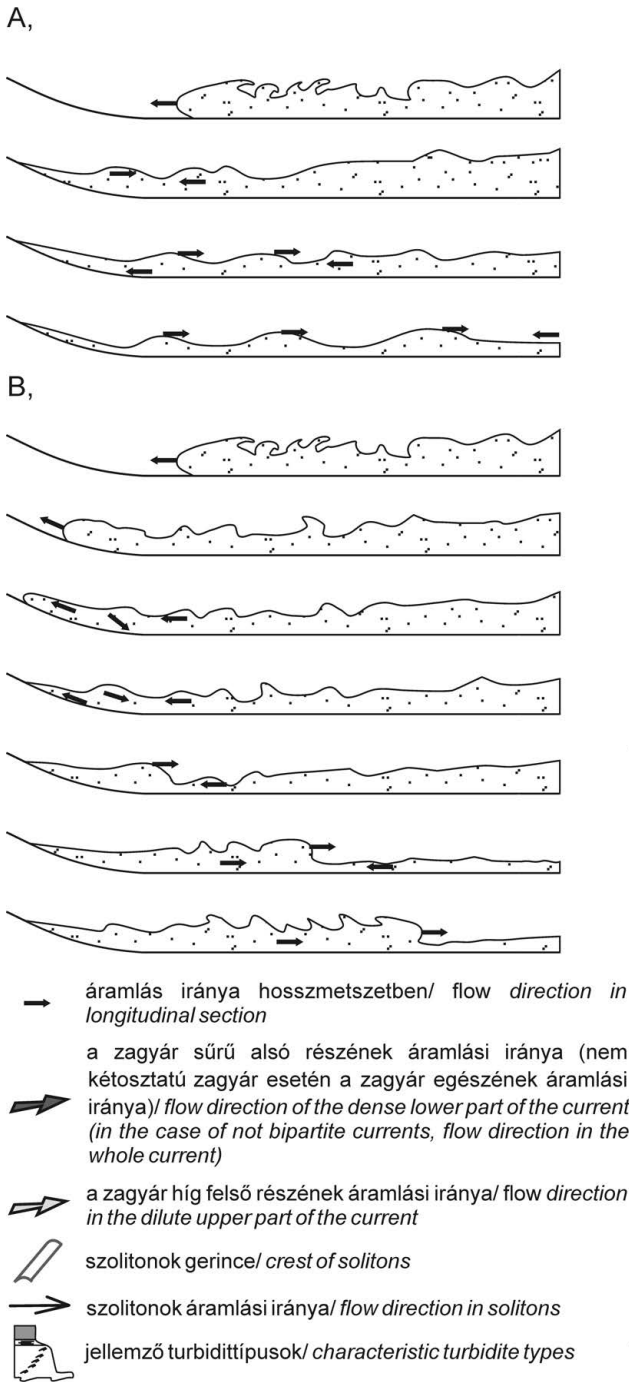
KNELLER et al. (1991) kísérleteiben a zagyarak radiálisan terjedtek szét, így a fej a különböző időpontokban a rámpa különböző részeit érte el (3. ábra, E). Ennek ellenére a szolitonok a rámpa csapásirányával párhuzamosan fejlődtek ki, és a hullámgerincek egyenesek voltak.

A hosszúkás medencékben — mint amilyen a Windermere csoport medencéje — az áramlás a medence tengelyével párhuzamosan mozog, erodál, tengelyirányú talpjegyeket hagy hátra, amelyeket betemet a lerakódó homok. Ahol a radiális terjedést korlátozza egy emelkedő, szoliton formájú visszaverődés jöhet létre, amely az emelkedő csapásával párhuzamosan terjed. Az anyagszállításra képes, áramló szolitonok áthalmozhatják a már lerakódott homokot áramlásfodrok formájában, amelyek a hullámok terjedési irányát őrzik meg. A Windermere csoportban megfigyelt fodrok geometriája egy egyirányú, de pulzáló áramlást tükröz, amely egyetértésben van a modellel.

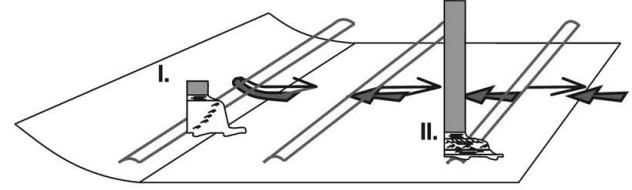
HAUGHTON (1994) a Sorbas-medence különleges, szerkezetmentes β taggal bíró turbiditjeit is visszaverődött zagyár üledékeként értelmezte. A zagyár elejéből ülepedtek le a T_{abc} tagok. A szerkezetmentes β tag gyors lerakódás és nyírás miatti víztelenedés eredménye. Az áramlási irányok

térbeli változása azt mutatja, hogy az áramlás sűrűbb része bekanyarodott a lejtővel párhuzamos irányba (3. ábra, F). A zagyár tehát két részre szakadt a lejtőt elérve: a sűrű rész eltérült tengelyirányba, a hígabb rész feláramlott a lejtőn.

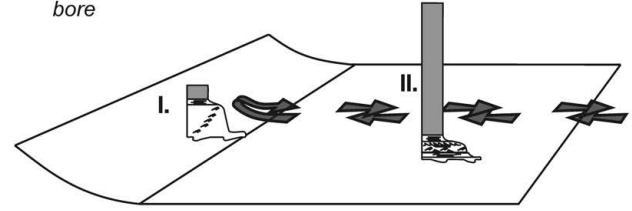
Ahogy a zagyár eleje feláramlott a lejtőre, ott összeomlott, az árokban pedig a tengelyirányban áramló sűrű résszel találkozott. Ekkor a legtöbb esetben összeomlott a tengelyirányú áramlás is.



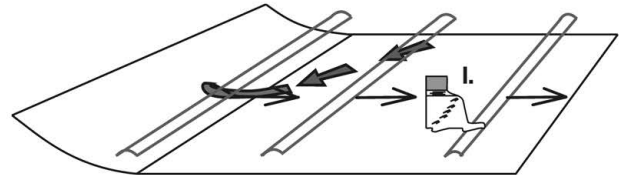
C, PANTIN & LEEDER (1987) — 180°-os visszaverődés szolitonok formájában/ 180° reflection in the form of solitons



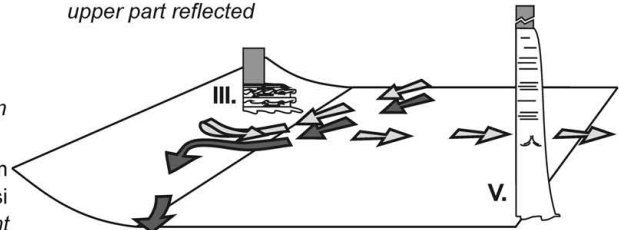
D, EDWARDS et al. (1987) — 180°-os visszaverődés zagyár típusú torlóár formájában/ 180° reflection in the form of turbidity current bore



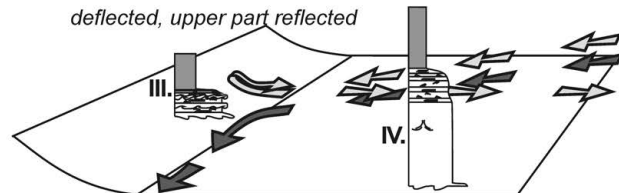
E, KNELLER et al. (1991) — 45°-os visszaverődés szolitonok formájában/ 45° reflection in the form of solitons



F, HAUGHTON (1994) — 45°-os beérkezés, alsó rész eltérülése, felső rész visszaverődése/ 45° incidence, lower part deflected, upper part reflected



G, KNELLER & MCCAFFREY (1999) - 90°-os beérkezés, alsó rész eltérülése, felső rész visszaverődése/ 90° incidence, lower part deflected, upper part reflected



3. ábra. A) kísérleti zagyárok visszaverődése szolitonok formájában; B) kísérleti zagyárok visszaverődése zagyár formájú torlóárként; C-H zagyárok visszaverődésének, elhajlásának modelljei: C) 180°-os visszaverődés szolitonok formájában – PANTIN & LEEDER (1987) elmélete; D) 180°-os visszaverődés zagyár alakú torlóár formájában – EDWARDS et al. (1994) elmélete; E) 45°-os visszaverődés szolitonok formájában – KNELLER et al. (1991) elmélete; F) 45°-os beérkezésnél alsó rész eltérülése lejtővel párhuzamos irányba, felső, híg rész visszaverődése – HAUGHTON (1994); G) merőleges beérkezésnél alsó rész eltérülése lejtővel párhuzamos irányba, felső, híg rész visszaverődése – KNELLER & MCCAFFREY (1999)

Figure 3. A) Reflection of experimental turbidity currents in the form of solitons. B) Reflection of experimental turbidity currents in the form of a turbidity current; C-H) Models of reflection and deflection of turbidity currents: C) 180 degree reflection in the form of solitons – model of PANTIN & LEEDER (1987); D) 180 degree reflection in the form of turbidity current bore – model of EDWARDS et al. (1994); E) 45 degree reflection in the form of solitons – model of KNELLER et al. (1991); F) 45 degree incidence, lower part deflected, upper part reflected – model of HAUGHTON (1994); G) 90 degree incidence, lower part deflected, upper part reflected – KNELLER & MCCAFFREY (1999)

KNELLER & McCAFFREY (1999) az egykori medence közepén IV., V., a korlátozó lejtőn III. típusú turbiditeket talált, melyeket ugyanazon zagyár üledékeként értelmezett. A IV. és V. típus gyors ülepedés és víztelenedés eredménye, mivel a medence közepén szétterjedt a zagyár. A lejtő felé közeledve azonban az áramvonalak összefutottak, ami miatt erózió vagy lerakódásmentes áthaladás történt, tehát egy részen csak a zagyár végéből rakódott le üledék. A lejtőnél a zagyár alsó, homokos része befordult a lejtővel párhuzamos irányba, a felső híg rész viszont fel-, majd visszaáramlott a lejtőn (3. ábra, G). A zagyár két részre szakadásának oka az erős sűrűség-rétegzettség lehetett. A lejtővel párhuzamosan haladó részben sík- és keresztlemezesség keletkezett, a lassú ülepedés nem váltott ki víztelenedést. A lejtőre rálapolódozó homokban jellemző a szerkezetmentes β tag. A felső híg rész visszaáramlása a medence közepén kezdetben nem hagyott nyomot maga után, lassuló fázisában azonban a lejtőre merőleges keresztlemezességet épített. Az előző modellekhez képest KNELLER & McCAFFREY (1999) a sűrűség-rétegzettséget adta meg a zagyár szétszakadásának kritériumaként. Tehát HAUGHTON (1994) ferde beérkezés esetére igazolt modelljét kiterjesztette merőleges beérkezésre is.

HAUGHTON (2000) a Tabernas-medencében a medence fejlődésében négy szakaszból kettőben írt le korlátozást. Az első korlátozó szakasz medencén belüli meredek korlátozó lejtőit az aktív tengerfenék-deformáció okozta, így kisméretű és mély medencék keletkeztek. A második szakaszra a kis medencék feltöltődtek és a domborzat „begyógyult”, de a nagyobb medence még mindig korlátozó volt, mind a négy oldalról határolva. Az első korlátozó szakaszban a III. típusú turbiditeket kis térfogatú zagyárok eredményének tartja, a szerkezetmentes β tag megjelenését a meredek lejtőn a gyors összeomlás okozta. A nagy térfogatú zagyárok ezzel szemben V. típusú üledéket hoztak létre, vagyis a zagyár oda-vissza „löttyögött” a medencében, az aleurit és homok együtt ülepedett le magas víztartalommal, így később víztelenedett az üledék. Sodrás eredetű rétegfórmák (T_b és T_c tagok) nem alakulhattak ki. A második korlátozó szakaszban a kis térfogatú zagyárok II. típusú turbidit hoztak létre, a β tag hiánya a laposabb lejtőre, az összeomlás hiányára vezethető vissza. Így több szemcse lebegtetve maradhatott, ami a sík- és keresztlemezesség kialakulását elősegítette. A nagy térfogatú zagyárok üledéke a IV. típusú turbidit, ennél is a lapos lejtő felelős a sodrás eredetű üledékszerkezetekért. Az agyagsapka hiányzik egyes lejtőre rálapolódozó turbiditokban, vagyis az agyagos zagy megrekedése a medencében alacsonyabban történhetett, mint a homokos rész felfutási magassága.

FELLETTI (2002) az áramlási irányokat és az agyagok kivastagodását a medence közepe fele értelmezte úgy, hogy a sűrűség-rétegzett zagyár alsó része eltért a lejtőnél, a híg agyagos rész a lejtőre feláramlott, visszafordult és a medence közepébe szállította az agyagot. A híg rész visszaverődését újra szolitonnokként értelmezték.

McCAFFREY & KNELLER (2001) a zagyár magnitúdójának hatásával is számolt az Annoti Homokokban. Ez gyakorlatilag az üledékhozam az ár egységnyi széles részén:

a zagyár vastagságának, átlagsebességének és a mélységre átlagolt koncentrációjának a szorzata (McCAFFREY & KNELLER 2001). A nem gradált padok időben egyenletes, fenn tartott zagyákról tanúskodnak, amelyeknél a pad vastagságából nem lehet a zagyár magnitúdójára következtetni. A normál gradált padok lökészerű zagyárok termékei, amelyeknél a pad vastagsága összefüggésben van a zagyár magnitúdójával: a vastag padokat nagy magnitúdójú zagyárok rakták le.

Értelmezésükben a lejtő fele kivékonyodó padok kis magnitúdójú, a kivastagodó padok nagy magnitúdójú zagyárok termékei. A nagy magnitúdójú zagyárok mivel vastagabbak, így valószínűbb, hogy meredekebb lejtőn feljebb is le tudnak rakni homokot, mint a kis magnitúdójú zagyárok. A lerakódott üledék azonban instabil a meredek lejtőn, könnyen áthalmozódik szemcsefolyás vagy homokos törmelékfolyás formájában. Így a lejtő aljában vastag homokrétegek halmozódhatnak fel. A kis magnitúdójú, vékonyabb zagyárok nem képesek a meredek lejtőn magasra feljutni, a homok, ami le tud rakódni, egyre kevesebb a lejtőn felfelé. A vastag agyagsapka, amely magasabban is megtalálható, mint a homok, a megrekedés eredménye, vagyis a megrekedt iszapos zagy teteje magasabban volt, mint ameddig a zagyár aktívan feláramlott.

AMY et al. (2004) a McCAFFREY & KNELLER (2001) által vizsgált kiékelődésekre fordított magyarázatot adott. Szerintük a lejtő felé vékonyodó kiékelődést gyors, nagy-energiájú zagyárok hozták létre, amelyek a lejtőn képesek voltak áthaladni ülepedés nélkül, míg a kis sebességű zagyárok a lejtő felé vastagodó üledéket raktak le.

A hibrid áramlások elméletének térhódításával PATACCI et al. (2014) újragvizsgálta a kiékelődéseket. A „hibrid rétegeket” (‘hybrid event bed’, HAUGHTON et al. 2009) tiszta homok, sávos homok, agyagklasztos, agyagmátrixú homok, lemezes finomhomok–aleurit és agyagsapka építi fel. A különlegessége ezeknek a padoknak az agyagos homok fácies, amely törmelékfolyás eredetre utal. Az elmélet szerint hibrid áramlás zagyából alakul ki, de ebbe erózió révén agyag kerül, amely csillapítja a turbulenciát, az áramlás kohézióját növelve. Az így átalakult áramlás tehát már inkább törmelékfolyásként viselkedik, mint zagyárként. A hibridpadok turbiditrendszeres oldali és disztális szegélyén gyakoriak, de hibridáramlás kialakulhat lokálisan korlátozó lejtőnél is (PATACCI et al. 2014). Az Annot Homokokban az agyagos homokkal rendelkező hibridpadok kivékonyodnak a lejtő felé; PATACCI et al. (2014) szerint ezek a közepes magnitúdójú áramlások termékei. A lejtő felé kivastagodókat nagy magnitúdójú, a kivékonyodó, de nem hibridpadokat kis magnitúdójú zagyákkal hozza összefüggésbe.

Összességében a padok elvégződése nagyon különböző geometriájú lehet, amely a tározótulajdonságokra is nagy hatással van, mégis vitatott, hogy mely kiékelődést hozták létre nagy, és melyiket kis magnitúdójú zagyárok.

Minimedencék

A „minimedencék” máshogy hatnak a zagyárokra, mint a nagyobb kiterjedésű medencék, ezért fontos ezek tanulmányozása. LAMB et al. (2004, 2006), TONIOLO et al. (2006a, b) a

Mexikói-öböl kontinentális lejtőjén található sóelvándorlás miatt kialakult 15–20 km átmérőjű „minimedencék” zagyárfolyamatait vizsgálta. Következtetéseiket főleg kísérleti zagyárból vonták le, de az elméleti hátteret is tisztázták (TONIOLO et al. 2006a), illetve numerikus modellt is alkottak (TONIOLO et al. 2006b).

A süllyedő diapírmedencék között csak keskeny, de néhány száz méter magas gerincek vannak. A medencéket sokszor csatornák kötik össze. A kisebb térfogatú zagyarak teljesen csapdázódnak egy medencében, csak akkor tudnak áttutni a következő medencébe, ha már a medence elegendően feltöltődött. A nagyobb térfogatú, hosszan fennmaradó zagyarak viszont képesek lehetnek egyik medencéből a másikba átfolyani egy esemény alatt (TONIOLO et al. 2006a).

Első körben LAMB et al. (2004) a lökésszerű és a hosszú ideig fenntartott zagyarak viselkedését és üledékének geometriáját vetették össze. A természetes lökésszerű zagyarak még egy-két óráig sem maradnak fenn. Ha kialakul a kvázi-egyenletes, nagyjából állandó sebességű zagyár, ezt már a fenntartott zagyarak közé sorolják. A kísérleti fenntartott zagyár felső része átbukott a peremen, a többi része visszaverődött és torlóárrá alakult. A kvázi egyenletes zagyarakban az ülepedés mértéke folyásirányban nem változott, így azok lepletszerű, állandó vastagságú üledékkel fedték be a medence alját.

A lökésszerű zagyarak ezzel szemben rövidebbek, és túl kis térfogatúak ahhoz, hogy kiszökjenek a medencéből. A kísérleti zagyarak többször visszaverődnek, így egy megrekedt iszapos zagyá marad a medencében. Geometriája a lepletszerű és a vízszintes felszínű, domborzatkiegénylítő geometria között van (LAMB et al. 2004). Ahogy a zagyár-

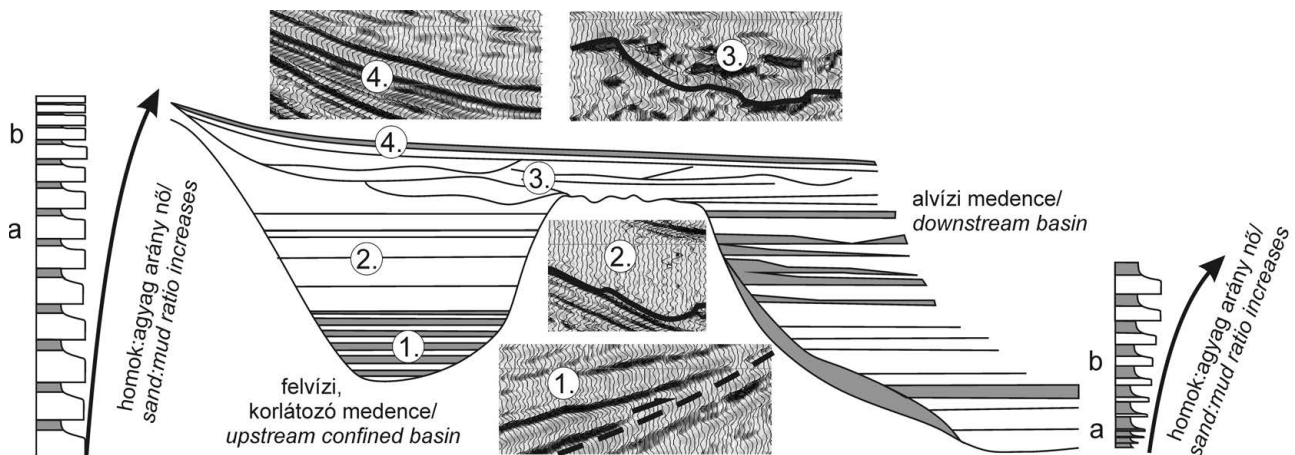
események során a medence töltődik, egyre jobban kiegyenlítődik a felszín.

Medencefejlődés

Korlátozó medence általános fejlődése és kitöltése

Korlátozó medencék és a korlátozó medencén túli medencék kitöltését, fejlődését SINCLAIR (1992), PRATHER et al. (1998) és SINCLAIR (2000) vizsgálta, majd eredményeiket SINCLAIR & TOMASSO (2002) összegezte. Egy korlátozó medence egyszerű esetben nagyjából izometrikus, és mérete kisebb, mint a medencébe érkező zagyarak potenciális kifizetési hossza, a korlátozó falak mögött pedig egy újabb, „alvízi” medence vagy medencerész van. Ezt a konfigurációt a lejtőn, a lejtő lábánál vagy akár a medencealjzaton is el lehet képzelni. A korlátozó medence feltöltődése több lépésből áll.

Az első szakaszban a „felvízi” medencében vastag homokpadok és azokat fedő vastag agyagpadok ülepednek, homok: agyag arány sokszor 50% körüli (4. ábra, 1. összetétel; SINCLAIR & TOMASSO 2002). Ebben a szakaszban a zagyarak útjában álló korlátozó fal magasabb, mint a zagyarak felfutási magassága, így azok visszafordulnak, eltérülnek, teljesen megrekednek a medencében (5. ábra, 1. szakasz; SINCLAIR & TOMASSO 2002). A zagyarak teljes üledéke a „felvízi” medencében rakódik le, tehát a zagyár teljes szemcseméret-tartománya megjelenik az üledékben, amely nem korlátozott esetben szétterülne az aljzaton (4. ábra, BRUNT & KNELLER 2004). Ahogy a medence feltöltődik, a



4. ábra. Korlátozó medence kitöltése SINCLAIR (2000) és SINCLAIR & TOMASSO (2002) után; a jellemző szeizmikus fáciesek PRATHER et al. (1998) után és korlátozó medence idealizált rétegoszlopa analóg modellezés alapján, BRUNT & KNELLER (2004) nyomán

1 - Vastag homok- és agyaglepek, rálapolódás a medence peremére; teljes megrekedés fázisa; 2 - Összeolvadó homokrétegek, agyag alárendelten, alacsony reflektivitású fácies; zagyárszétzakadás fázisa; 3 - Eróziós felszínek, csatornakitöltések, kaotikus fácies; áthaladás, bevágódás, visszatöltés szakasza; 4 - Jól követhető agyaglepek; hemipelágikus betakarás szakasza. A rétegoszlopnál a csillagok ugyanazon zagyáreseemények termékét jelölik. Az alsó jelölt turbiditknél a zagyár nagy része a felső medencében maradt, az agyagos rész jutott át; a felső jelölt padnál az első medencén való áthaladás volt a jellemző. Mindkét rétegoszlopban a homok/agyag arány növekedése jellemző.

Figure 4. Sedimentary fill of a confined turbidite basin after SINCLAIR (2000) and SINCLAIR & TOMASSO (2002); the characteristic seismic facies after PRATHER et al. (1998) and the ideal log of a confined basin based on analog modelling, after BRUNT & KNELLER (2004)

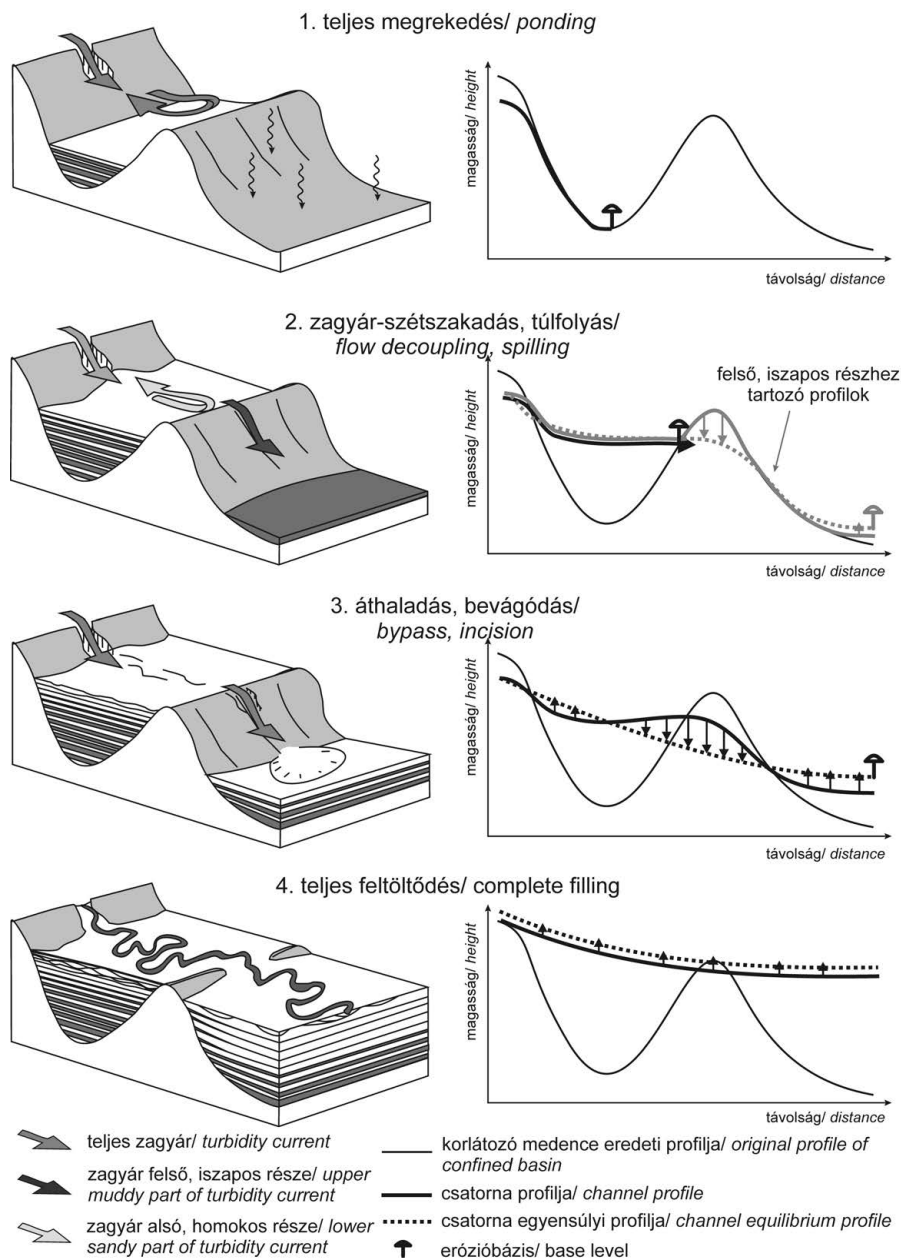
1 - Thick sand and mud sheets, onlap on the basin margins; complete ponding phase; 2 - Amalgamated sand, subordinate mud, low reflectivity facies; flow stripping or fill and spill phase; 3 - Erosional surfaces, channel fills, chaotic facies; bypass, incision, backfilling phases; 4 - Laterally continuous mud sheets; hemipelagic blanketing phase. The letters beside the logs indicate the deposits of the same turbidity current event: during the lower marked event, only a small part of the flow could escape, the sandy part was left in the basin. During the upper marked event, the turbidity current bypassed the first basin. The sand/mud ratio increases upward in both logs

medence aljzata egyre szélesebb lesz, az adott üledéktérfogatú zagyarak egyre nagyobb területen rekednek meg, tehát a rétegek vastagsága csökken (4., 5. ábra, 1. szakasz), a medence lejtőinek meredekségétől függően. Mindközben az egykor lejjebb fekvő medencében hemipelágikus agyag ülepszik.

A második szakaszra vékony agyagsapkás vastag homokpadok a jellemzők, az agyagpadok vastagsága felfelé csökken, így fokozatosan nő a homok/agyag arány. A második szakasz felső részén már összeolvadó homokrétegek jellemzők (4. ábra, 2. összetétel, SINCLAIR & TOMASSO 2002).

Az „alvízi” medencében ennek megfelelő időintervallumban vékonyréteges terrigén aleurit-agyag rétegei települnek (4. ábra). A második szakaszba akkor ér a medence, amikor annyira feltöltődött, hogy a zagyarak felfutási magassága megközelíti a medencét határoló lejtő gerincét, a zagyár felső része átszap a gerincen és továbbáramlik a következő medencébe (5. ábra, 2. szakasz). Ilyenkor tehát szétszakad a zagyár, a felső, iszapos, híg rész a következő medencében rakódik le, míg az alsó, durva szemcseméretű, sűrű rész még mindig visszafordul az első medencében. A korlátozó medencében ekkor fokozatosan kevesebb agyag rakódik le, ahogy a híg rész egyre nagyobb része jut át a gerincen, de a homokrétegek még mindig vastagok maradnak. Az „alvízi” medencében fokozatosan vastagabb rétegek rakódnak le, eleinte csak agyag, majd a homok finomabb frakciója is, így a homok/agyag arány itt is nő (5. ábra, 2. szakasz). A gát aljzathoz viszonyított magassága egyre csökken, mikor már csak a homok legdurvább része marad az első medencében, a zagyár szinte teljes térfogata átkerül a következő medencébe. Ha teljesen feltöltődik a korlátozó medence, azon már szinte lerakódás nélkül áthaladnak a zagyarak, csak a felhőből kiüledő iszap rakódik le vékony rétegekben.

A zagyár egyensúlyi profilra törekvésének köszönhetően már az első átjutó híg zagyarak is elkezdik hátraharapva erodálni a korlátozó és az „alvízi” medencék közti gerincet (5. ábra, 2. szakasz). A bevágódás folytatódik



5. ábra. Korlátozó medence általános fejlődése SINCLAIR & TOMASSO (2002) után és a csatorna aktuális és egyensúlyi profiljának változása. Az ábra magyarázatát lásd a szövegben

Figure 5. Generalized development of a confined basin after SINCLAIR & TOMASSO (2002) and the evolution of the actual and equilibrium profile of the channel

azután is, hogy a felső korlátozó medence szinte feltöltődött, addig, míg ki nem egyenlítik a zagyarak a lépcsőt az első medence teteje és a második alja között. Ekkor ugyanis az erózióbázisban változás következik be, amikor is előbb a korlátozó medence alja lesz a lokális erózióbázis, majd a következő medence alja lesz (5. ábra, 2–3. szakasz). A második medencébe érve, a lejtőprofilban lévő törés miatt a zagyarakban hidraulikus ugrás következik be, és üledékük nagy részét lerakják a medence elejében (5. ábra, 3. szakasz).

Az „alvízi” medencében feljebb eróziós felszínek, összeolvadó és csuszamlásos eredetű homoktestek lesznek jellemzők, majd ezeket is hemipelágikus agyag borítja.

Amennyiben ez a medence is korlátozó, a vékonyréteges aleurit-agyagrétegek felett kezdődik a korlátozott rétegsor egyre vastagabb homokpadokkal és vastag agyagsapkákkal.

A térszín kiegyenlítése, a korlátozó medence feltöltődése után sokszor csatorna-gátrendszer fedi be az összletet (5. ábra, 4. szakasz). Ekkor már a medence domborzata egyáltalán nem befolyásolja a turbiditrendszer épülését. Másik lehetőség, hogy a korlátozó medence fejlődésének egyik szakaszán a turbiditrendszer áthelyeződik a területről. Ekkor hemipelágikus agyag fedi be az összletet, megőrizve az akkori domborzatot (SINCLAIR & TOMASSO 2002).

Amennyiben szinszediment a deformáció, például a sókiszorítás miatt, amely a korlátozó medencét kialakítja, az epizodikus deformáció új mélyedést hozhat létre, így a megrekedés, szétszakadás, áthaladás és bevágódás szakaszok, s így a rétegsorok is ismétlődhetnek (GRECULA et al. 2003). Szinszediment deformáció például a sókiszorításos medencékben jellemző

Szeizmikus képen is felismerhetőek a korlátozó medence feltöltődési szakaszai (4. ábra). Az első szakaszhoz tartozó szeizmikus fáciest a medenceperemre való rálapolódás miatt konvergens reflexiók jellemzik, a vastag homok- és agyagrétegek magas amplitúdót és jó oldalirányú követhetőséget eredményeznek. Itt a gammagörbe táblás, harang, tölcser és fűrészfogas alakot is ölthet (PRATHER et al. 1998). Ezeket megrekedett homok- és agyagleplekként értelmezik. A második szakasz összeolvadt homoklepleire alacsony reflektivitású kaotikus reflexiók jellemzőek (PRATHER et al. 1998). Ezek felett egy markáns eróziós felszín következik, amelyre összeolvadt csatornakitöltő homokrétegek települnek, jelezve a korlátozó medencén az áthaladást és későbbi feltöltődését (4. ábra, 3. összlet). Ez újfent kaotikus szeizmikus fáciest ad, viszont magasabb a reflektivitása, mint a második szakaszé (PRATHER et al. 1998). Mindezt sokszor lepelyszerű, oldalirányban jól követhető szeizmikus fáciés, hemipelágikus agyag borítja be, ekkor a medencét feltöltődés után felhagyták a zagyárák (4. ábra, 4. összlet). A ciklus egyes medencékben ismétlődik, illetve kimaradhatnak tagok.

Egyensúlyi profil

A mélytengerek csatornái is a folyókra jellemző egyensúlyi profil szerint alakítják medrüket egy egyenletes, homorú görbe mentén, mely a lokális „erózióbázishoz” tart (PIRMEZ et al. 2000). Egy egyensúlyban lévő folyó nem erodál, üledéket sem rak le, csak, ha megváltozik az egyensúlyi állapot. A mélytengerben az erózióbázis az a legmélyebb pont, ahova a zagyárák leérhetnek egy adott úton (KNELLER 2003), legtöbbször a csatorna torkolata, elágazási pontja jelöli ki az erózióbázist. Az erózióbázis helyzete változik a lebenyek épülése és a csatorna progradációja során. Az egyensúlyi profilt befolyásolják az áramlási paraméterek: az áramlás sűrűsége, vastagsága, a szemcseméret maximuma. A csatorna alakjának egyensúlyba kerüléséhez sok zagyár szükséges. Az átlagos zagyár paraméterein kívül a ritka, de nagy zagyáresemények paraméterei is meghatározhatják a csatorna egyensúlyi profilját (KNELLER 2003).

Az áramlásokon kívül befolyásolja az egyensúlyi profilt a lejtő fejlődése — például csuszamlások kialakulása, iszap- vagy sódiapír fejlődése, aljzat egyéb szinszediment szerkezeti deformációja és a helyi és regionális erózióbázis közötti változás (KNELLER 2003). Ez utóbbi a csatorna áthelyeződése következtében történhet meg, vagy a lejtőn elhelyezkedő korlátozó medencék esetében.

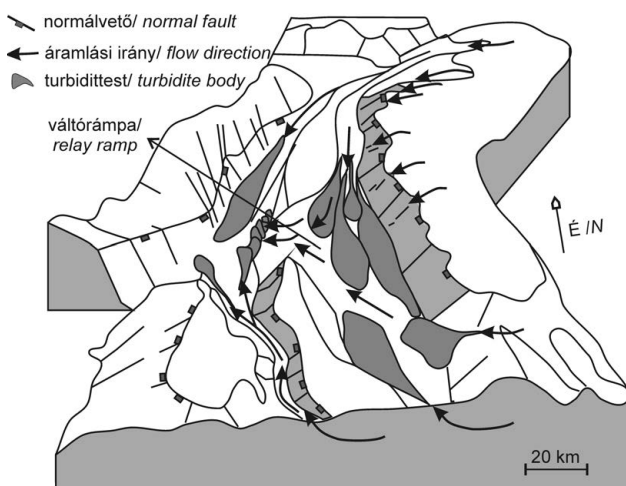
A csatorna egyensúlyi profilra törekvése azonban megáll, amennyiben a lejtő bármilyen okból bekövetkező kiemelkedési sebessége jelentősen meghaladja az erózió sebességét (GEORGIPOULOU & CARTWRIGHT 2013). Ekkor a zagyárák hatékonyabb útra terelődnek, az akadály erodálása helyett megkerülik azt. Így végeredményben a csatornák is eltérülnek, áthelyeződnek a szinszediment deformáció hatására.

Korlátozó medencék tektonikai helyzet szerint, példákkal illusztrálva

A korlátozó medencék fejlődését, ahogy eddig is láttuk, több tényező befolyásolja: közvetlenül a zagyárák tulajdonságai, közvetetten a lepusztulási terület reliefje, a klíma, a tengerszint és a medence deformációja. Az utóbbi lehet egyrészt az üledékképződés előtti deformáció — ekkor az öröklött domborzat befolyásolja a zagyárák útját —, másrészt a szinszediment deformáció. A létrejövő medencék alakja elsősorban a lemeztektónikai helyzettől függ. Ezért e szempont szerint vesszük sorra a leírt recens, szubrecens és idősebb korlátozó medencéket. Hasonló, egyszerű morfológiájú medencék azonban különböző lemeztektónikai helyzetben is létrejöhetnek, ekkor fejlődésük is hasonló lesz (MORAES et al. 2004).

Rift medencék

A riftesedő medencék tagolt aljzatúak. Az extenzió miatt kialakuló normálvetők, és oldaleltolódásos normálvetők lépcsős térszint hozhatnak létre, a normálvetők között váltórámpákkal (6. ábra). Az aljzatmagaslatok, kiemelt blokkok korlátozó hatása érvényesülhet: a süllyedékek párhuzamosak a lejtő csapásával, a turbidittek hosszúkásak, melyek elterjedését váltórámpák nagymértékben befolyásolják. A legvastagabb üledék a váltórámpák alsó végén halmozódhat fel. A rámpa folyamatos fejlődésével pedig a depocentrum vándorol. A zagyárák két fő úton érkehetnek egy-egy lesüllyedt blokkra, egyrészt a rámpára kanyarodva, másrészt a kiemelt blokkról a normálvető felszínén lefutva. Mivel a vetők meredeksége nagyobb, mint az egyensúlyi profilé, ezért a vetős felszín erodálhatják a zagyárák, kis bevágódó kanyonok formájában. A fenti folyamatok egyik legszebben dokumentált példája a Norvég-tenger kréta mélyvízi üledékképződése riftesedéssel preformált kontinentális lejtőn történt (FUGELLI & OLSEN 2007, 6. ábra). Bár FUGELLI & OLSEN (2007) szeizmika léptékű turbidittekre koncentráltak, mégis meg tudták állapítani az eseményeszerű üledékképződés mikéntjét.



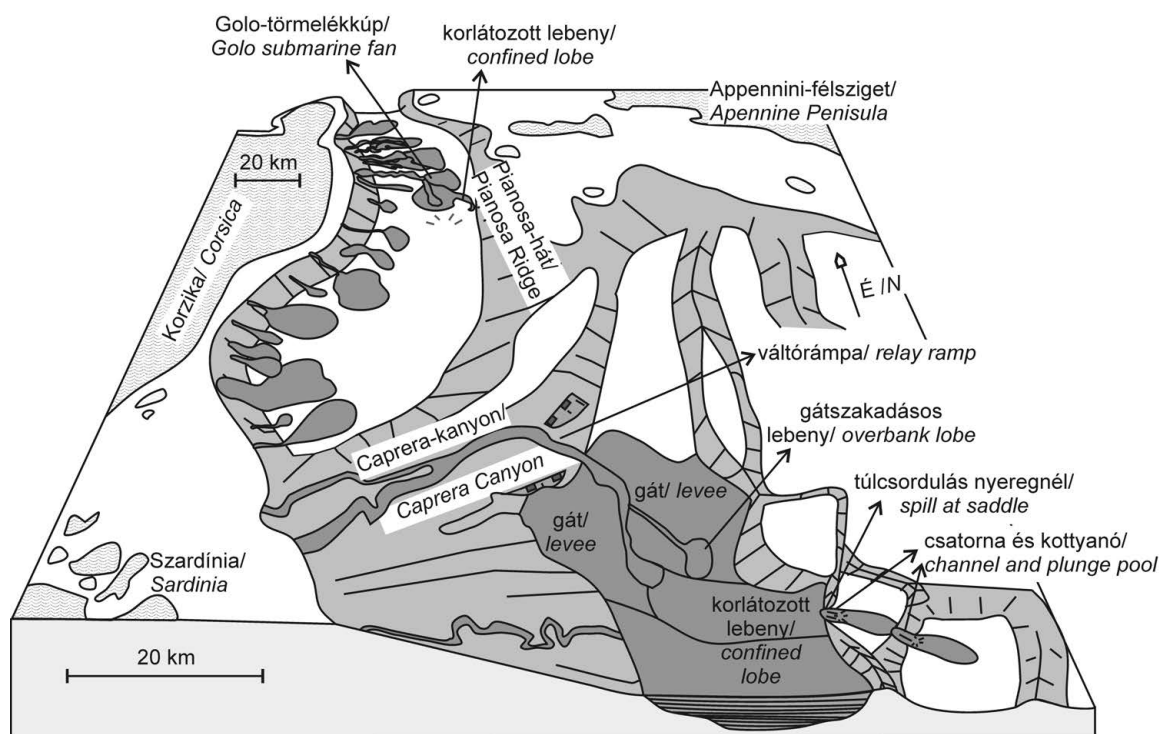
6. ábra. Váltórámpa hatása a zagyárák útvonalára és a turbiditástestek elhelyezkedésére, Norvég-tenger, kréta korlátozómedence modellje. FUGELLI & OLSEN (2007) után

Figure 6. Effect of relay ramps on turbidity current routes and the distribution of turbidite bodies, Norwegian Sea, model of a Cretaceous confined basin. After FUGELLI & OLSEN (2007)

Lemezhátragördülés miatt kialakult extenziós, transz-
tenziós feszültségtérben jöttek létre a Krétától délre talál-
ható, ma is korlátozóként működő medencék (ALVES et al.
2007). A deformáció a középső-miocénban kezdődött, s ezt
kis késéssel követte a korlátozott turbiditképződés. A kor-

látózó árkok a lejtővel nagyjából párhuzamosak, így a kanyonok az árokra merőleges irányból szállítják az üledéket.

Hasonló ívmögötti extenzió során nyílt ki a Tirrén-tenger (FACCENNA et al. 1996), ahol a mai passzív peremen egy erősen tagolt, öröklött tengerfenék-domborzattal találkozhatunk (7. ábra). Szardínia partjainál a lejtőn vannak korlátozó medencék (DALLA VALLE & GAMBERI 2010). A lejtővel párhuzamos korlátozó gerinc 700 m magasra emelkedik ki a medencéből, rajta egy alacsonyabb nyereg van. A lejtőn a Caprera-kanyon több ága egyesül egy csatornává, amelyet egy váltórampa kényszerít, hogy bekanyarodjon a lejtő csapásával párhuzamos irányba. A csatorna a korlátozó medencébe is elér, de a kanyargását és a gátjainak kiterjedését már a korlátozó lejtők akadályozzák. A medence közepén korlátozott lebegek épültek. A gerincek közötti nyeregben kialakult egy újabb csatorna, amelyen a nagyobb térfogatú és energiájú zagyarak erózió és ülepedés nélkül áthaladnak egy teraszra, majd a következő medencébe. A lépcsők lábánál kis gödrök, kottyánók alakultak ki. Az a körülmény, hogy az első medencéből kijutnak a zagyarak, azt jelenti, hogy a korlátozó medencék fejlődésükben a harmadik stádiumban vannak, azaz: feltöltődtek. A csatorna mélységprofiljában törés van a váltórampa után, ma szinte az egész csatornában hátráló erózió uralkodik, tehát nincs egyensúlyban. Az egyensúlyi profil változásáért a korlátozó



7. ábra. A Tirrén-tenger korlátozó medencéi DALLA VALLE & GAMBERI (2010) és GERVAIS et al. (2004) után

A Szardíniától keletre eső Caprera-kanyon csatornáját a váltórampa készíti befordulásra, majd a kis medence visszatartja a csatorna gátjait és a lebenyt a szétterjedő épüléstől. A feltöltődés olyan szakaszban van, hogy a nyergen túlsordolnak a nagy térfogatú zagyrák. A Korzika peremén lévő turbiditrendszer zagyrái hasonló méretű medencébe érkeznek, mégis csak egy-egy lebenyt érint a korlátozás, mivel a korlátozó medence még korai fázisban van

Figure 7. Confined basins of the Tyrrhenian Sea after DALLA VALLE & GAMBERI (2010) and GERVAIS et al. (2004)

The Caprera Canyon is located on the east side of Sardinia. A relay ramp makes a bend in the channel, further on the small basin confines the levees and the lobe from expanding. Infill is in an advanced phase so the large volume turbidity currents spill to the next basin. The turbidite systems near the margin of Corsica develop in a basin similar in size to those of Sardinia. However, only few lobes are affected by confinement because the confined basin is in a very early stage where all flows are trapped within the basin.

medence feltöltődése a felelős: mióta átjutnak a zagyárok a következő medencébe, az erózióbázis sokkal mélyebbre került. Annak ellenére, hogy itt az erózió az uralkodó, a rendszer recens fejlődésében az erózió és ülepedés váltakozását fedezték fel (DALLA VALLE & GAMBERI 2010), tehát valamely folyamat(ok) az erózióbázis mélyebbre kerülésének szerepét felülbélyegezték. Ez lehet például nagy frekvenciájú relatív tengerszintváltozás. Alacsony tengerszint esetén a folyók közvetlenül táplálják a mélytengert, így nagy energiájú zagyárok érkeznek ide, amelyek átcsapnak a másik medencébe. Emelkedő tengerszintnél a kisebb zagyárok nem érnek el a nyeregig, kisebb lebenyeket építenek a korlátozó medencén belül.

Korzikától keletre is van egy hasonló szélességű — 20–25 km széles — észak–déli csapású medence (7. ábra, GERVAIS et al. 2004), ám annak felépítése eltér a Szardínia keleti partján található medencétől. Itt kevésbé tagolt az aljzat, a Pianosa-hát korlátozó lejtője lankásabb. A Golo-törmelék-kúp távoli lebenyeit eltéríti a korlátozó lejtő dél felé, annál is inkább, mert az árok maga is dél felé lejt (7. ábra). Korlátozás azonban csak alacsony relatív tengerszintnél érvényesül, hiszen akkor kellően nagy energiájúak a zagyárok ahhoz, hogy elérjék a lejtőt és nagy lebenyek épüljenek. A korlátozó lejtőnél a lebeny progradációja helyett aggradáció történik. Emelkedő tengerszintnél a jóval kisebb lebenyek hátralépnek, magas tengerszintnél hemipelágikus üledékképződés a jellemző. A szardíniai és korzikai példák közti különbséget az adja, hogy a korlátozó medencék más feltöltődési fázisban vannak (DALLA VALLE & GAMBERI 2010). A korzikai medence még a teljes megrekedés fázisában van, egy zagyár sem jut ki a medencéből. Ezzel szemben Szardíniánál a medence feltöltődött az átcsapási pontig, a nagy térfogatú zagyárok visszaverődés helyett túljutnak a korlátozó medencén.

Passzív perem — sókiszorításos medencék

A passzív kontinentális peremen a legkevésbé tagolt a mélytengeri domborzat. Mégis, növekvő vetők, csuszamlások tarkíthatják az egyszerű képet. Ahol a sótektonika aktív, a kontinentális lejtő domborzatát jelentősen befolyásolhatják a képződő diapírok és a sókiszorításos mini-medencék. Erre a legjobb példa a Mexikói-öböl kontinentális lejtője. A sóelvánczolás süllyedékek jönnek létre, a medencékben felhalmozódó üledék pedig további sóelvánczolást és süllyedést generál. A Mexikói-öböl selflejtőjén található a 150 km²-es, hosszúkas Auger-medence (BOOTH et al. 2003). A medencébe két irányból érkezik az üledék: egyrészt a felette elhelyezkedő, feltöltődött medencéből csapnak át a zagyárok egy pontszerű forrásból; ettől nem messze, a medence másik oldalán több csatorna szállít üledéket a medencébe. A pontszerű üledékforráshoz közel a medence kitöltése ciklusos. Egy ciklus lejtőlábi homok-leplekkel, lebenyekkel kezdődik, amelyek rálapolódnak a medence lejtőjére. Ezt eróziós csatornák kitöltése és nagy tömegmozgások üledéke fedi, hiszen ahogy a lejtő magassága csökken, az egyensúlyi profil is megváltozik.

A medence végén — amelyet mindkét forrás táplál — megrekedt nagy agyag/homok arányú turbiditokkal kezdődik a ciklus, majd a rövid zagyár-szétszakadási fázisban homokos üledékek jellemzőek, végül az ülepedés nélküli áthaladás és bevágódás veszi kezdetét. Itt azért vált át lebenyből csatornába az üledékképződés, mert a lebeny lerakódásával a medence ezen része feltöltődik, a korlátozó hatás csökken.

A két forrásból érkező zagyárok más topográfia mentén haladnak a medencébe érve, ennek megfelelően különböző aktuális egyensúlyi profilra törekednek, mely meghatározza, hogy erózió, áthaladás vagy ülepedés fog-e történni (BOOTH et al. 2003). Az Auger-medencében első ránézésre a vonalmenti forrás a meghatározó, de mivel azok a csatornák közel egyensúlyban vannak, ezért nem jelentős az üledék-felhalmozásuk. Ezzel szemben az arra merőleges szállításért felelős pontforrás egyensúly alatti csatornákat táplál, amely jelentős üledék-felhalmozódást eredményez.

Transzform lemezhatárok

Kalifornia selflejtőjét a Szent András-törésvonallal közel párhuzamos medencék és hátságok váltakozása építi fel, amelyek a miocéntől kezdődő transzform tektonika miatt alakultak ki (COVAULT et al. 2007, COVAULT & ROMANS 2009). A medencék 15–40 km szélesek, 40–120 km hosszúak. A három északi, a Santa Barbara-, Santa Monica- és San Pedro-medence az összes üledéket korlátozza (NORMARK et al. 2009). A délebbi Santa Catalina-öböl és San Diego-árok részben nyitott egymás és a fenéksíkság felé is. A Santa Barbara-medencében alig volt homokos üledékképződés az utolsó 160 ezer évben. A szomszédos Santa Monica-medencében ezzel szemben négy homokos törmelék-kúpot táplálnak a kanyonok. A medencét határoló hátságra fokozatosan rálapolódnak a külső törmelék-kúp turbiditjai. (ROMANS et al. 2009). Míg általában a lebenyek a középső törmelék-kúpon a legvastagabbak, egyes lebenyek a külső törmelék-kúpon, a hátság közelében érik el legnagyobb vastagságukat. Ezt a nagy térfogatú zagyárok megrekedésével magyarázzák.

A Santa Catalina-öbölből három, a kiemelkedő blokkokat kerülő csatorna tart a hosszúkas San Diego-árok felé (NORMARK et al. 2009). Az árok nem elég széles ahhoz, hogy mind a három csatorna kiterjedt lebenyt építsen. A csatornák relatív hozamától függően hol az egyik, hol a másik csatorna lebenye korlátozza a többi lebeny épülését (COVAULT et al. 2007). A csatornákat tápláló kanyonok egy részét a pleisztocén kisvíz idején a folyók táplálták, ezeket az emelkedő tengerszint elvágta az üledékforrástól. A self-be hosszan hátraharapó La Jolla-kanyon üledékét ezzel szemben a selen kialakuló partmenti áramlás hordaléka teszi ki ma is. Így, a magas tengerszint ellenére, ez a legaktívabb kanyon-csatornarendszer az öbölben.

A Santa Catalina-öböl negyedik csatornája, a Carlsbad-csatorna, egy viszonylag kicsi — 200 km²-es — korlátozó medencébe ér, üledéke ott teljesen megreked. A lebenyek vastagok — 30 m a legnagyobb vastagság —, kis kiterjedé-

sűk, és hamar kiékelődnek, rálapolódnak a hátságokra. A korlátozott lebenyekre korlátozott csatorna–gátrendszerek települnek, a rendszer előre és felfelé épül. A legfiatalabb gátak már szinte eléri a korlátozó hátság tetejét, de mivel a rendszer csak kisvíz idején aktív, a túlfolyásra és a korlátozás megszűnésére még várni kell.

Aktív perem — mélytengeri árok, gyűrt takarós rendszerek

Az aktív lemezperemeknél az akkréciós prizma által alkotott összetett domborzatú lejtő és a mélytengeri árok is korlátozza a zagyárákat. A Makrán konvergens lemezszegélynél (Ománi-öböl) például a gyűrt takarós rendszer miatt összetett domborzatú a lejtő (8. ábra, BOURGET et al. 2011). Az egymásra tolt takarók egy-egy lépcsőfokot formálnak a lejtőn: a takarófrontok meredek gerinceket alkotnak, mögöttük pedig piggyback medencék vannak, amelyek korlátozzák a zagyárákat. A piggyback medencék elnyúltak, akár több 100 km hosszúak, 5–20 km szélesek, a medencék fele és az azokat határoló gerincek között néhány száz méter szintkülönbség van (MOUCHOT et al. 2010). Egy ilyen domborzaton — lejtővel párhuzamos korlátozó medencék sorozatán — nehezen tudnak lejutni a zagyárák. A zárt piggyback medencék megrekesztik a zagyárákat, helyenként azonban takarók átlépési zónáiban vagy elvégeződésénél alacsonyabbak a gerincek, ott át tud jutni a zagyár a következő medencébe. A kanyonok, csatornák lefutása a lejtőn nagyon tekervényes, van, ahol 50 km hosszan egy takarón fut a lejtővel párhuzamosan és némelyik kanyon ma sem ér le a lejtő aljáig. A kanyonok lejtőprofiljában töréspontok vannak az akkréciós gerincek peremén, ahol a lejtő gradiense igen nagy. A meredek letörések aljában hirtelen válik lapossá a térszín, itt kottyanók ('plunge pool') alakulnak ki (8. ábra). Ezek 1–20 km hosszú és 120–300 m mély „gödrök” (BOURGET et al. 2011). Ahogy ez várható, ezek a lokális mélyedések is korlátozzák a zagyárákat. A kottyanók távolabbi lejtőjén rakódik le a durva frakció, amely így felfelé gyarapodó gátat épít. A gáton már csak a zagyárok finom, iszapos része jut túl, de az radiálisan szétterül az abisszikus síkságon. A nagyenergiájú zagyárok erodálhatják a kottyanó önnön korlátozó hatása miatt épülő gátját.

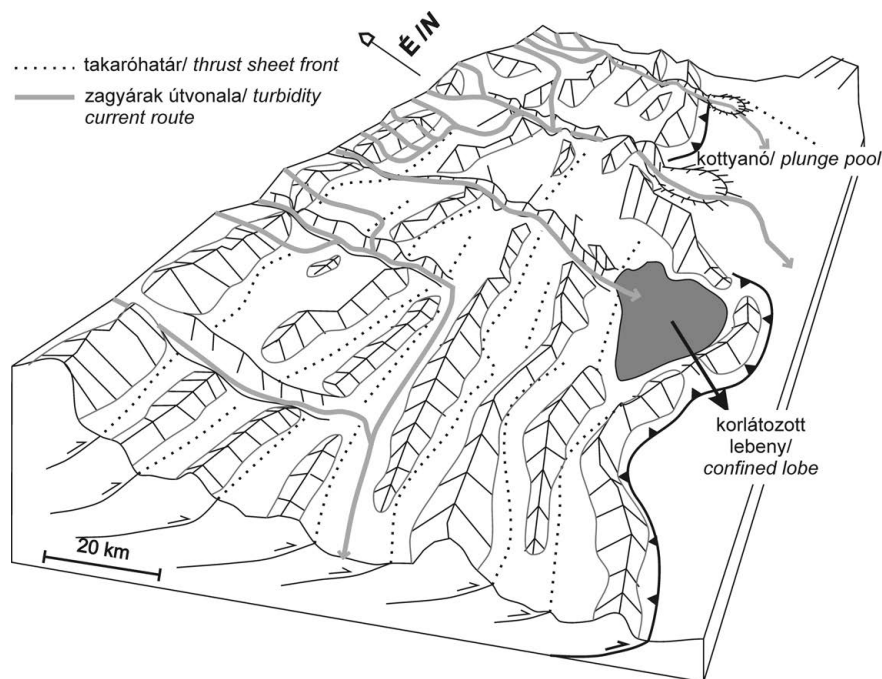
A kanyonoktól távolabb eső piggyback medencékben legtöbbször finom szemcseméretű

turbidit vagy hemipelágit van, azokban, amelyek kiemelt zagyárútvonalként működnek, durvább szemcseméretű turbidit rakódnak le. A zárt piggyback medencékben korlátozott lebeny épülhet (8. ábra). A kanyonok az akkréciós lépcsőfokokon korábbi korlátozott piggyback üledékbe vájják bele V-alakú medríket. A lejtőig érő kanyonok a deformációs frontnál található utolsó kottyanó után csatornákat táplálnak, amelyeknek már nagyjából szabad az útjuk az abisszikus síkságon. Az abisszikus síkságra így már „szűrt” szemcseméretű zagyárok érkeznek.

Orogén övek — előtéri medencék

A feltárásokban tanulmányozható turbiditok jelentős része előtéri süllyedékben, flisként rakódott le, kontinentális aljzaton. A gyűrt takarós rendszerek előtti flexurális medencék hosszúságuk és általában az üledék az árokra merőlegesen érkezik. A szinszediment deformáció alapvetően meghatározza az üledékképződést: egyre nagyobb mennyiségű és durvább szemcseméretű üledék érkezik a medencébe, illetve a medence morfológiája is változik, ahogy a takarófrontok közelednek.

Az Északi-Appenninek késő-oligocén kollíziós fázisában keletkezett az előtéri süllyedékben a Macigno Costiero turbiditrendszer (CORNAMUSINI 2004), melyet négy egymásra következő lebeny és egy csatorna épít fel. A lebeny-üledékek felfelé vastagodó és durvuló rétegsort alkotnak, a lebenyprogradáció fázisai elkülöníthetők. A lebenyek feletti csatornarendszer a lejtő és a turbiditrendszer előre-



8. ábra. Gyűrt takarós rendszerekben a topográfia hatása a zagyárok, csatornák útvonalára, Makrán szegély. BOURGET et al. (2011) után

Zárt piggy-back medencében korlátozott lebeny fejlődik. Az akkréciós ék és síkság találkozásánál a lejtőprofilban törés van, itt kottyanók keletkeznek, amelyek visszatartják a zagyárok alsó, sűrű részét

Figure 8. Influence of topography on turbidity current and channel routes at a fold and thrust belt continental slope, Makran convergent margin. After BOURGET et al. (2011)

Confined lobe develops in a closed piggy-back basin. Plunge pools develop at the break in the slope profile at the accretional wedge and basin plain boundary. The plunge pools confine the lower dense part of the flows

lépését jelzi, amely a takaróhatár közeledésének eredménye lehet.

A lebenycsatorna átmeneti üledékei az átlagosnál vastagabbak (30 m) és a lebenyüledékek sem oldalirányban kiterjedő domború testek, hanem táblás geometriájúak. A lebenyek ráadásul összetett belső felépítésűek: sok a mély és meredek oldalú bevágódás, a szinte lerakódás nélkül áthaladó zagyárák durva üledéke, illetve gyakoriak a gyors felhalmozódásra jellemző terheléses és vízkiszökéses szerkezetek. CORNAMUSINI (2004) szerint ezek a tulajdonságok elegendőek ahhoz, hogy ezt egy korlátozott turbiditrendszerként értelmezzük. A medence az első három lebeny lerakódásakor valószínűleg az előtér felé nyitott, túlfolyásra képes korlátozó rendszer volt. A takarók mozgásával a turbiditrendszer is előre épült, és a takarók is magasodtak, az előtér külső medencéivel a kapcsolat megszűnt. A medence tehát teljesen zárt piggyback medencévé vált.

A Spitzbergák eocén előtéri medencéjének klinoformjai és a hozzájuk tartozó medencefenéki törmelékűkúpok kiváló feltártság mellett tanulmányozhatók (CRABAUGH & STEEL 2004). Az összlet alsó részében vastag agyaggal elválasztott homokos turbiditrendszereket határoztak meg, amelyek csupán 10–12 km széles kiterjedésűek, 15–60 m vastagok. Az egységeken belül felfelé vastagodó és durvuló rétegsor a jellemző, a külső lebenytől a csatornakitöltésig változott a környezet. A szállítás a medence felé történt, a lejtőn mély kanyonokat vágtak a gravitációs tömegmozgások. Az összlet legfelső részén azonban már csak 2–3 km szélesek a turbiditrendszerek, hamar kiékelődnek és a szállítási irány a medencével párhuzamos. A térképezés során kiderült, hogy ehhez a rétegtani szinthez színszediment antiklinálisok tartoznak, melyek lényegesen befolyásolták az üledékképződést. A medencébe érő a zagyárákat frissen kialakuló antiklinális lejtővel párhuzamos irányba terelte, így a lebenyek is a lejtővel párhuzamosan, keskenyebb helyen épültek.

Következtetések

Visszaverődött turbiditek

A visszaverődött turbiditeket három fontos tulajdonság — áramlási irányváltozások egy rétegen belül, megújuló normál gradáció és vastag agyagsapka — alapján ismerhetjük fel. A leírt visszaverődött turbiditeket két alcsoportra: vastagabb és vékonyabb turbiditekra, azon belül öt típusra bontottuk. A vékonyabb turbiditek általában kis térfogatú, a vastagabb turbiditek nagy térfogatú zagyárák termékei, amelyek máshogy reagálnak a lejtőre. Az egyszer megjelenő Bouma-féle b, c, d, e taggal rendelkező vékonyabb turbiditek kis térfogatú zagyárák termékei, amelyeknél a zagyár első útján erodál, vagy ülepedés nélkül áthalad, visszaverődéskor ülepti a sodrás eredetű (b, c) szerkezeteket. Az ismétlődő b, c vagy c, d tagos vékonyabb turbiditek az első áthaladáskor is ülepednek a zagyárból, majd az újabb sík- és keresztlemezes tagokat a visszaverődött szoliton típusú anyagszállító hullámhegyek haladása építi, a hullámok közötti szünetek-

ben agyaglemezt ülepítve. A tagok váltakozását egyesek (KNELLER & McCAFFREY 1999) a zagyár lökéseinek tulajdonítják. A szerkezetmentes β tag hiánya lapos lejtőre, az összeomlás hiányára vezethető vissza. A szerkezetmentes β taggal bíró turbiditeket a meredek lejtőn való gyors összeomlás, vagy a zagyár befordulásakor a lassú aggradáció alakíthatja ki a lejtő közelében. A b, c tagos vastagabb turbiditeket nagy térfogatú zagyárák hozták létre a medence közepén. A lapos lejtőről való leáramlás alakította ki a sodrás eredetű szerkezeteket. A folyamatosan aleuritig gradált turbiditeket is nagy térfogatú zagyárák hozzák létre a medence közepén. Ezeket azonban a meredek lejtő hirtelen visszaverődésre, a medencén belüli oda-vissza áramlásra készíti.

A lejtő felé vékonyodó vagy vastagodó kiékelődés a zagyárák magnitúdójától, energiájától függ, de nincs egyetértés az értelmezésekben. A nagy magnitúdójú zagyárák a lejtő felé vastagodó kiékelődést hoznak létre (McCAFFREY & KNELLER 2001), a közepes magnitúdójúak átalakulnak hibrid áramlássá (PATACCI et al. 2014), a kis magnitúdójúak lejtő felé vékonyodó rétegeket raknak le (McCAFFREY & KNELLER 2001). Ezzel szemben AMY et al. (2004) szerint a nagy energiájú zagyárák erodálnak a lejtő lábánál, ezért azok a lejtő irányába vékonyodó kiékelődésért felelősek. A medence lejtőire általában vízszintesen futnak ki a réteghatárok, így a lejtő talpa hátrál.

A korlátozó lejtőn feláramolhatnak az iszapos, hatékony zagyárák, ha a lejtő lankás. Egy tengerfenéki 400 m magas, 0,5°-os lejtőre 45 km hosszan, a forrástól 200–500 km távol is fel tudtak jutni a zagyárák; lásd a ceará-háti példát (DAMUTH & EMBLEY 1979). A Tiburon-hátra legalább 800 m magasságig, a 1,5°-os lejtőn, nagyjából 40 km hosszan, 1100 km-re lévő forrásból jutottak fel zagyárák. Analóg modellezés alapján a sűrűség szerint nem rétegzett, csendes tudnak feljutni egy lejtőn (MUCK & UNDERWOOD 1990, KNELLER & McCAFFREY 1999).

Amennyiben a lejtő ennél magasabb, a zagyár mozgása lelassul, majd visszaáramlik. Ha a zagyár még nem terjedt szét és a lejtő meredek, zagyár alakú torlóár formájában verődik vissza, ekkor visszafelé is képes erózióra (EDWARDS et al. 1994). Laposabb és távolabbi lejtőnél a zagyár inkább szolitonok formájában verődik vissza, ekkor a hullámhegyek szállítják az üledéket, a közöttük lévő szünetekben pelit ülepedhet (PICKERING & HISCOTT 1985, EDWARDS et al. 1994). A sűrűség szerint nem rétegzett zagyárákból visszaverődő szolitonok a lejtő dőlésirányával párhuzamosan terjednek (KNELLER et al. 1991).

A sűrűség szerint rétegzett, általában sebes zagyárák máshogy viselkednek. Akadályhoz érve szétszakadnak egy alsó, sűrű és egy felső, híg részre (HAUGHTON 1994, KNELLER & McCAFFREY 1999). Az alsó rész megkerüli az akadályt, így egy lejtőnél befordul a lejtővel párhuzamos irányba. Ez nem csak ferde, hanem a lejtőre merőleges beérkezésnél is megtörténik (KNELLER & McCAFFREY 1999). A zagyár felső része mindeközben feláramlik a lejtőn, majd visszaverődik, feltehetőleg szolitonok formájában (FELLETTI 2002).

A lökésszerű és a fenntartott zagyarak más vastagságú testet építenek akadályhoz érve. Teljes megrekedés esetén a lökésszerű zagyarak megrekedt geometriájú üledéket raknak le (LAMB et al. 2004). Tehát nem egyenletes vastagságban fedik be a felszínt, hanem kiegyenlítik a topográfiai különbségeket, főleg, ha több zagyár üledéke egymásra rakódik. A fenntartott, hosszú életű zagyarak átjuthatnak a gáton akkor is, ha abban a medencében a lökésszerű zagyarak teljesen megrekednek (LAMB et al. 2006). Üledékük viszont lepelszerű, egyenletes vastagságú a korlátozó medencében.

Korlátozó medencék

A korlátozó medencéket általánosan felfelé durvuló és vastagodó rétegsor tölti ki, felfelé növekvő homok/agyag aránnyal (például SINCLAIR 1992, PRATHER et al. 1998, SINCLAIR 2000, SINCLAIR & TOMASSO 2002). A medence aljában vastag homok- és agyagleplek az uralkodóak, amelyek kiegyenlítik a medencefenék domborzatát. Feljebb az agyagrétegek egyre vékonyabbak, a homoktestek összeolvadnak. Feljebb eróziós felszínek, eróziósan összeolvadó homoktestek, csatornakitöltések jellemzőek. Az „alvízi” medencében felfelé haladva hemipelágikus agyag, vékonyréteges aleurit-agyagrétegek, vastagodó homokbetelepülések, eróziós felszínek, összeolvadt homoktestek a jellemzők.

A rétegsort alapvetően négyszakaszú medencefejlődés alakítja ki (SINCLAIR & TOMASSO 2002). Az első szakaszban a zagyarak teljesen megrekednek a medencében. A második szakaszban a zagyarak híg, agyagos része átjut, túlfolyik a következő medencébe. Az egyre nagyobb térfogatban átjutó zagyaráknak új erózióbázisa a következő medence legmélyebb pontja lesz. Emiatt a korlátozó lejtőbe bevágódik a zagyarakat szállító csatorna vagy kanyon — ez a harmadik szakasz. Ezek után a negyedik szakaszban a csatorna előre vagy felfelé épülése a jellemző, miközben a korlátozó medence teljesen feltöltődik.

A korlátozó medencék fejlődését elsősorban a medence morfológiája határozza meg, amelyet a lemeztektonikai helyzet diktál. A riftesedéskor kialakult normálvetők és a köztük lévő rámpák vezetik a zagyarak útját, és a legvastagabb üledéksomagok azok lábánál várhatóak (FUGELLI & OLSEN 2007). A széthúzásos-oidaleltolódásos deformáció során létrejött medencék fejlődési szakaszok függvényében a zagyarakat különböző mértékben tartják vissza. Az egyes passzív peremek kontinentális lejtőjén kialakuló nagyjából izometrikus 100 km²-es sókiszorításos medencék egymás mellett helyezkednek el, sorban töltődnek fel. A medence kitöltését lejtőlábi homokleplek, progradáló, egyre nagyobb mértékben korlátozott lebenyek, majd progradáló csatornák jellemzik (BOOTH et al. 2003). A többirányú behordás különböző lejtőgradiense különböző mértékű felhalmozódást eredményez.

A transzform lemezhatároknál az oldaleltolódásokhoz kötődő hosszúkás, egymással párhuzamos medencék és hátaságok tartják vissza a zagyarakat. Előfordul, hogy egyazon árkot több csatorna is táplál, de az árok nem elég széles ah-

hoz, hogy mindegyik csatorna kiterjedt lebenyt tudjon építeni (COVAULT et al. 2007, NORMARK et al. 2009). Mindig az aktuálisan legnagyobb hozamú csatorna győz, és építi a legnagyobb lebenyt, amely korlátozza a többi lebeny épülését.

Aktív lemezperemeknél a gyűrt takarós rendszerek lépcsős kontinentális lejtőt formálnak. A lépcsők végében párhuzamos hátaak fejlődnek ki, amelyek így igen kacskaringós utat szabnak a zagyaráknak (BOURGET et al. 2011). Piggyback medencékben teljesen megrekedhetnek a zagyarak. A meredek takarófront és az abisszikus síkság találkozásánál a lejtőprofilban törés van, ahol kottyanók, gödrök alakulnak ki, amelyek szintén korlátozóak, így a síkságra csak a zagyár híg része ér el.

A feltárásokban tanulmányozott turbiditerek jelentős része előtéri medencékben rakódott le (MUTTI et al. 2009). A hosszúkás előtéri medencék üledékképződését meghatározza a színszediment deformáció (például CORNAMUSINI 2004, CRABAUGH & STEEL 2004). A takarófront előrehaladásával a lebenyek előrelépnek, felfele vastagodó és durvuló rétegsorokkal találkozunk.

Korlátozás mértéke

A turbiditrendszerek morfológiája az üledéket befogadó medence és a medencébe érkező üledéktérfogattól függ (COVAULT & ROMANS 2009). A korlátozás mértékét az üledék legnagyobb vastagságának és az üledék elterjedési területének arányával jól lehet jellemezni. Ha az arány nagy, nagymértékben történt korlátozás. Sok korlátozott és nem korlátozott turbiditrendszer hosszúság/szélesség, illetve hosszúság/terület arányai hasonlóak, mivel az áramlási folyamatok és kompenzációs ciklusok hasonlóan mennek végbe a különböző léptékű rendszerekben (COVAULT & ROMANS 2009). Nagymértékű korlátozás esetén azonban a medence alakja erősen befolyásolhatja a két arányt.

Amikor egy medence korlátozó, és abba nagy mennyiségű üledék érkezik, a turbiditrendszer vastag lebenyekből épül fel. Amikor viszont az üledéktérfogat nem elegendő ahhoz, hogy a zagyarak elérjék a medence korlátozó falát, vékony lebenyek keletkeznek. A medencefejlődés különböző fázisai során, azonos üledéktérfogat mellett is előfordul a két eset. Amíg a medence nincs feltöltve, vastag üledékek rakódnak le. Ha a következő medencébe átjutnak a zagyarak, megnő a befogadó medence területe, ugyanaz az üledékmennyiség sokkal vékonyabb testet alkot. A turbiditrendszerek viszont akkor is lehetnek vastagok, ha az üledék nem tölti ki az egész medencét, de a zagyár eléri a szemben húzó gerincet. Ezek a zagyarak, amelyek elég nagy térfogatúak ahhoz, hogy elérjék a korlátozó lejtőt, már vastag üledéket hagynak hátra maguk után.

A korlátozást nemcsak turbiditrendszer léptékében, hanem egy-egy nagyobb turbidit elterjedését vizsgálva is meghatározhatjuk. Nem beszélhetünk korlátozásról, ha a turbiditpad nem ér el a szemben lévő lejtőig. Részben történt korlátozás, ha túlfolyás következett be, a zagyár egy részét visszatartotta, egy részét átengedte a következő medencébe a korlátozó lejtő. Annál nagyobb mértékű a

korlátozás, minél nagyobb területen fordul elő, és ehhez képest minél vastagabb a vizsgált turbiditréteg.

Turbiditrendszer elemzésekor, ha van olyan zagyár, amely elérte a szemben lévő lejtőt, már tekinthető „éppen csak” korlátozó medencének. Ezt az esetet érdemes megkülönböztetni attól, mikor a már feltöltődőben levő korlátozó medence túlsordul, tehát ezért kismértékű a korlátozó hatása. Turbiditrendszer szintjén a nagymértékben korlátozó medence sok zagyarat tart vissza.

A különböző eseteket érdemes lenne a medence és a turbiditek tulajdonságai alapján meghatározni, számszerűsíteni. Szóba jöhetők paraméterek a medence területe, a turbiditrendszer alapterülete, a lebenyek maximális vastagsága, hossza és szélessége. Recens medencéknél ismert mélységviszonyok, fúrások és 3D szeizmika ismeretében ez talán megvalósítható. Fúrások, szeizmikus megkutatótsági és feltárások esetén a

rétegvastagság eloszlása adhat támpontot a korlátozás mértékére (SINCLAIR & COWIE 2003, FELLETTI & BERSEZIO 2010, MALINVERNO 1997), azonban ez a módszer csak körültekintéssel alkalmazható (SYLVESTER 2007). A kérdés, hogy milyen módon definiáljuk a korlátozás mértékét, nyitott maradt.

Köszönetnyilvánítás

TÓKÉS Lilla az ismerkedést a korlátozó medencékkel BSc szakdolgozatának megírásával kezdte, majd a pan-non-tavi alkalmazását PhD tanulmányaiban folytatta. Munkáját a FODOR László vezette T.81530 sz. OTKA kutatási pályázat is támogatta. Köszönettel tartozunk bírálóink, SYLVESTER Zoltán (Chevron) és UHRIN András (Eriksfiord) tanácsaiért, melyek által a kézirat érthetőbbé, olvashányosabbá vált.

Irodalom — References

- ALVES, T. M., LYKOUSIS, V., SAKELLARIOU, D., ALEXANDRI, S. & NOMIKOU, P. 2007: Constraining the origin and evolution of confined turbidite systems: southern Cretan margin, Eastern Mediterranean Sea (34°30'–36°N). — *Geo-Marine Letters* **27**, 41–61.
- AMY, L. A., MCCAFFREY, W. D. & KNELLER, B. C. 2004: The influence of a lateral basin-slope on the depositional patterns of natural and experimental turbidity currents. — *Geological Society, London, Special Publications* **221/1**, 311–330.
- BOOTH, J. R., DEAN, M. C., DUVERNAY III, A. E. & STYZEN, M. J. 2003: Paleo-bathymetric controls on the stratigraphic architecture and reservoir development of confined fans in the Auger Basin: central Gulf of Mexico slope. — *Marine and Petroleum Geology* **20/6–8**, 563–586.
- BOUMA, A. H. 1962: Sedimentology of some flysch deposits: a graphic approach to facies interpretation Elsevier Amsterdam.
- BOUMA, A. H. 2000: Fine-Grained, Mud-Rich Turbidite Systems: Model and Comparison with Coarse-Grained, Sand-Rich Systems. — *AAPG Memoir* **72 / SEPM Special Publication No. 68**, 9–19.
- BOURGET, J., ZARAGOSI, S., ELLOUZ-ZIMMERMANN, N., MOUCHOT, N., GARLAN, T., SCHNEIDER, J.-L., LANFUMEY, V. & LALLEMANT, S. 2011: Turbidite system architecture and sedimentary processes along topographically complex slopes: the Makran convergent margin. — *Sedimentology* **58**, 376–406.
- BRUNT, R. L. & KNELLER, B. C. 2004: Experimental modeling of the spatial distribution of grain size developed in a fill-and-spill mini-basin setting. — *Journal of Sedimentary Research* **74/3**, 438–446.
- CORNAMUSINI, G. 2004: Sand-rich turbidite system of the Late Oligocene Northern Apennines foredeep: physical stratigraphy and architecture of the “Macigno costiero” (coastal Tuscany, Italy). — *Geological Society, London, Special Publications* **222/1**, 261–283.
- COVAULT, J. A. & ROMANS, B. W. 2009: Growth patterns of deep-sea fans revisited: Turbidite-system morphology in confined basins, examples from the California Borderland. — *Marine Geology* **265**, 51–66.
- COVAULT, J. A., NORMARK, W. R., ROMANS, B. W. & GRAHAM, S. A. 2007: Highstand fans in the California borderland: The overlooked deep-water depositional systems. — *Geology* **35**, 783–786.
- CRABAUGH, J. P. & STEEL, R. J. 2004: Basin-floor fans of the Central Tertiary Basin, Spitsbergen: relationship of basin-floor sand-bodies to prograding clinoforms in a structurally active basin. — *Geological Society, London, Special Publications* **222/1**, 187–208.
- DALLA VALLE, G. & GAMBERI, F. 2010: Erosional sculpting of the Caprera confined deep-sea fan as a result of distal basin-spilling processes (eastern Sardinian margin, Tyrrhenian Sea). — *Marine Geology* **268**, 55–66.
- DAMUTH, J. E. & EMBLEY, R. W. 1979: Upslope flow of turbidity currents on the northwest flank of the Cearà Rise: western Equatorial Atlantic. — *Sedimentology* **26**, 825–834.
- DEPTUCK, M. E., PIPER, D. J. W., SAVOYE, B. & GERVAIS, A. 2008: Dimensions and architecture of late Pleistocene submarine lobes off the northern margin of East Corsica. — *Sedimentology* **55/4**, 869–898.
- DOLAN, J., BECK, C. & OGAWA, Y. 1989: Upslope deposition of extremely distal turbidites: An example from the Tiburon Rise, west-central Atlantic. — *Geology* **17**, 990–994.
- EDWARDS, D. A., LEEDER, M. R., BEST, J. L. & PANTIN, H. M. 1994: On experimental reflected density currents and the interpretation of certain turbidites. — *Sedimentology* **41**, 437–461.
- FACCENNA, C., DAVY, P., BRUN, J.-P., FUNICIELLO, R., GIARDINI, D., MATTEI, M. & NALPAS, T. 1996: The dynamics of back-arc extension: an experimental approach to the opening of the Tyrrhenian Sea. — *Geophysical Journal International* **126/3**, 781–795.
- FELLETTI, F. 2002: Complex bedding geometries and facies associations of the turbiditic fill of a confined basin in a transpressive setting (Castagnola Fm., Tertiary Piedmont Basin, NW Italy). — *Sedimentology* **49**, 645–667.
- FELLETTI, F. & BERSEZIO, R. 2010: Quantification of the degree of confinement of a turbidite-filled basin: A statistical approach based on bed thickness distribution. — *Marine and Petroleum Geology* **27**, 515–532.

- FUGELLI, E. M. G. & OLSEN, T. R. 2007: Delineating confined slope turbidite systems offshore mid-Norway: The Cretaceous deep-marine Lysing Formation. — *AAPG Bulletin* **91/11**, 1577–1601.
- GEORGIOPOULOU, A. & CARTWRIGHT, J. A. 2013: A critical test of the concept of submarine equilibrium profile. — *Marine and Petroleum Geology* **41**, 35–47.
- GERVAIS, A., SAVOYE, B., PIPER, D. J., MULDER, T., CREMER, M. & PICHEVIN, L. 2004: Present morphology and depositional architecture of a sandy confined submarine system: the Golo turbidite system (eastern margin of Corsica). — *Geological Society, London, Special Publications* **222/1**, 59–89.
- GRECU, M., FLINT, S., POTTS, G., WICKENS, D. & JOHNSON, S. 2003: Partial ponding of turbidite systems in a basin with subtle growth-fold topography: Laingsburg-Karoo, South Africa. — *Journal of Sedimentary Research* **73/4**, 603–620.
- HAUGHTON, P. D. 1994: Deposits of deflected and ponded turbidity currents, Sorbas Basin, southeast Spain. — *Journal of sedimentary Research* **64**, 233–246.
- HAUGHTON, P. D. 2000: Evolving turbidite systems on a deforming basin floor, Tabernas, SE Spain. — *Sedimentology* **47**, 497–518.
- HAUGHTON, P., DAVIS, C., MCCAFFREY, W. & BARKER, S. 2009: Hybrid sediment gravity flow deposits — Classification, origin and significance. — *Marine and Petroleum Geology* **26**, 1900–1918.
- HEEZEN, B. C. & EWING, W. M. 1952: Turbidity currents and submarine slumps, and the 1929 Grand Banks [Newfoundland] earthquake. — *American Journal of Science* **250/12**, 849–873.
- HERSEY, J. B. 1965: Sediment ponding in the deep sea. — *Geological Society of America Bulletin* **76/11**, 1251–1260.
- HSU, S. K., KUO, J., LO, C. L., TSAI, C. H., DOO, W. B., KU, C. Y. & SIBUET, J. C. 2008: Turbidity currents, submarine landslides and the 2006 Pingtung Earthquake off SW Taiwan. — *Terrestrial Atmospheric & Oceanic Sciences* **19**, 767–772.
- JANOCKO, M., NEMEC, W., HENRIKSEN, S. & WARCHOL, M. 2013: The diversity of deep-water sinuous channel belts and slope valley-fill complexes. — *Marine and Petroleum Geology* **41**, 7–34.
- KNELLER, B. 2003: The influence of flow parameters on turbidite slope channel architecture. — *Marine and Petroleum Geology* **20**, 901–910.
- KNELLER, B. & BRANNEY, M. J. 1995: Sustained high density turbidity currents and the deposition of thick massive sands. — *Sedimentology* **42**, 607–616.
- KNELLER, B. & BUCKEE, C. 2000: The structure and fluid mechanics of turbidity currents: a review of some recent studies and their geological implications. — *Sedimentology* **47**, 62–94.
- KNELLER, B. & MCCAFFREY, W. 1999: Depositional effects of flow nonuniformity and stratification within turbidity currents approaching a bounding slope; deflection, reflection, and facies variation. — *Journal of Sedimentary Research* **69**, 980–991.
- KNELLER, B., EDWARDS, D., MCCAFFREY, W. & MOORE, R. 1991: Oblique reflection of turbidity currents. — *Geology* **19**, 250–252.
- LAMB, M. P., HICKSON, T., MARR, J. G., SHEETS, B., PAOLA, C. & PARKER, G. 2004: Surging versus continuous turbidity currents: flow dynamics and deposits in an experimental intraslope minibasin. — *Journal of Sedimentary Research* **74**, 148–155.
- LAMB, M. P., TONIOLO, H. & PARKER, G. 2006: Trapping of sustained turbidity currents by intraslope minibasins. — *Sedimentology* **53**, 147–160.
- LOMAS, S. A. & JOSEPH, P. 2004: Confined turbidite systems. — *Geological Society, London, Special Publications* **222**, 1–7.
- MALINVERNO, A. 1997: On the power law size distribution of turbidite beds. — *Basin Research* **9/4**, 263–274.
- MARIANAC, T. 1990: Reflected sediment gravity flows and their deposits in flysch of Middle Dalmatia, Yugoslavia. — *Sedimentology* **37**, 921–929.
- MCCAFFREY, W. & KNELLER, B. 2001: Process controls on the development of stratigraphic trap potential on the margins of confined turbidite systems and aids to reservoir evaluation. — *AAPG bulletin* **85**, 971–988.
- MEIBURG, E. & KNELLER, B. 2010: Turbidity currents and their deposits. — *Annual Review of Fluid Mechanics* **42**, 135–156.
- MIDDLETON, G. V. & HAMPTON, M. A. 1973: Sediment Gravity Flows: Mechanics of Flow and Deposition. — *Proceedings of Pacific Section Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Los Angeles* 1–38.
- MORAES, M. A. S., BLASKOVSKI, P. R. & JOSEPH, P. 2004: The Grès d'Annot as an analogue for Brazilian Cretaceous sandstone reservoirs: comparing convergent to passive-margin confined turbidites. — *Geological Society, London, Special Publications* **221/1**, 419–437.
- MOUCHOT, N., LONCKE, L., MAHIEUX, G., BOURGET, J., LALLEMANT, S., ELLLOUZ-ZIMMERMANN, N. & LETURMY, P. 2010: Recent sedimentary processes along the Makran trench (Makran active margin, off Pakistan). — *Marine Geology* **271/1–2**, 17–31.
- MUCK, M. T. & UNDERWOOD, M. B. 1990: Upslope flow of turbidity currents: A comparison among field observations, theory, and laboratory models. — *Geology* **18**, 54–57.
- MULDER, T. & ETIENNE, S. 2010: Lobes in deep-sea turbidite systems: State of the art. — *Sedimentary Geology* **229**, 75–80.
- MUTTI, E., BERNOULLI, D., LUCCHI, F. R. & TINTERRI, R. 2009: Turbidites and turbidity currents from Alpine “flysch” to the exploration of continental margins. — *Sedimentology* **56**, 267–318.
- NORMARK, W. R., PIPER, D. J., ROMANS, B. W., COVAULT, J. A., DARTNELL, P. & SLITER, R. W. 2009: Submarine canyon and fan systems of the California Continental Borderland. — *Earth science in the urban ocean. Geological Society of America Special Papers* **454**, 141–168.
- PANTIN, H. M. & LEEDER, M. R. 1987: Reverse flow in turbidity currents: the role of internal solitons. — *Sedimentology* **34/6**, 1143–1155.
- PATACCI, M., HAUGHTON, P. D. W. & MCCAFFREY, W. D. 2014: Rheological complexity in sediment gravity flows forced to decelerate against a confining slope, Braux, SE France. — *Journal of Sedimentary Research* **84/4**, 270–277.
- PICKERING, K. T. & HISCOTT, R. N. 1985: Contained (reflected) turbidity currents from the Middle Ordovician Cloridorme Formation, Quebec, Canada: an alternative to the antidune hypothesis. — *Sedimentology* **32/3**, 373–394.
- PICKERING, K. T., UNDERWOOD, M. B. & TAIRA, A. 1992: Open-ocean to trench turbidity-current flow in the Nankai Trough: flow collapse and reflection. — *Geology* **20**, 1099–1102.
- PIRMEZ, C. & IMRAN, J. 2003: Reconstruction of turbidity currents in Amazon Channel. — *Marine and Petroleum Geology* **20/6**, 823–849.
- PIRMEZ, C., BEAUBOUF, R. T., FRIEDMANN, S. J. & MOHRIG, D. C. 2000: Equilibrium profile and baselevel in submarine channels: examples from Late Pleistocene systems and implications for the architecture of deepwater reservoirs. — In: *Global deep-water reservoirs: Gulf Coast Section SEPM Foundation 20th Annual Bob F. Perkins Research Conference*, 782–805.

- PIRMEZ, C., PRATHER, B. E., GIANNI, M., O'HAYER, W. W., DROXLER, A. W. & WINKER, C. 2012: Chronostratigraphy of the Brazos-Trinity Depositional System, Western Gulf of Mexico: Implications for deepwater depositional models. — *In: Application of the Principles Seismic Geomorphology to Continental Slope and Base-of-slope Systems: Case Studies from Seafloor and Near-Seafloor Analogues* 111–143.
- PRATHER, B. E., BOOTH, J. R., STEFFENS, G. S. & CRAIG, P. A. 1998: Classification, lithologic calibration, and stratigraphic succession of seismic facies of intraslope basins, deep-water Gulf of Mexico. — *AAPG Bulletin* **82**, 701–728.
- READING, H. G. & RICHARDS, M. 1994: Turbidite systems in deep-water basin margins classified by grain size and feeder system. — *AAPG Bulletin* **78/5**, 792–822.
- RICCI LUCCHI, F. & VALMORI, E. 1980: Basin-wide turbidites in a Miocene, over-supplied deep-sea plain: a geometrical analysis. — *Sedimentology* **27**, 241–270.
- ROMANS, B. W., NORMARK, W. R., MCGANN, M. M., COVAULT, J. A. & GRAHAM, S. A. 2009: Coarse-grained sediment delivery and distribution in the Holocene Santa Monica Basin, California: Implications for evaluating source-to-sink flux at millennial time scales. — *Geological Society of America Bulletin* **121**, 1394–1408.
- RYAN, W. B., WORKUM, F. & HERSEY, J. B. 1965: Sediments on the Tyrrhenian abyssal plain. — *Geological Society of America Bulletin* **76/11**, 1261–1282.
- SEQUEIROS, O. E., SPINEWINE, B., BEAUBOUF, R. T., SUN, T., GARCÍA, M. H. & PARKER, G. 2010: Characteristics of velocity and excess density profiles of saline underflows and turbidity currents flowing over a mobile bed. — *Journal of Hydraulic Engineering* **136/7**, 412–433.
- SINCLAIR, H. D. 1992: Turbidite sedimentation during Alpine thrusting: the Taveyannaz sandstones of eastern Switzerland. — *Sedimentology* **39/5**, 837–856.
- SINCLAIR, H. D. 2000: Delta-fed turbidites infilling topographically complex basins: a new depositional model for the Annot Sandstones, SE France. — *Journal of Sedimentary Research* **70/3**, 504–519.
- SINCLAIR, H. D. & COWIE, P. 2003: Basin-Floor Topography and the Scaling of Turbidites. — *The Journal of Geology* **111**, 277–299.
- SINCLAIR, H. D. & TOMASSO, M. 2002: Depositional evolution of confined turbidite basins. — *Journal of Sedimentary Research* **72**, 451–456.
- SLATT, R. M. 2003: Deepwater turbidite deposits and their economic significance. — *Exploration & Production: The Oil & Gas Review* **2**, 69–71.
- SMITH, R. & JOSEPH, P. 2004: Onlap stratal architectures in the Grès d'Annot: geometric models and controlling factors. — *Geological Society, London, Special Publications* **221/1**, 389–399.
- STELTING, C. E., BOUMA, A. H. & STONE, C. G. 2000: Fine-Grained Turbidite Systems: Overview. — *AAPG Memoir* **72 / SEPM Special Publication No. 68**, 1–7.
- SYLVESTER, Z. 2007: Turbidite bed thickness distributions: methods and pitfalls of analysis and modelling. — *Sedimentology* **54/4**, 847–870.
- SZTANÓ, O., SZAFIÁN, P., MAGYAR, I., HORÁNYI, A., BADA, G., HUGHES, D. W., HOYER, D. L. & WALLIS, R. J. 2013: 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.
- TÉL, T. 2003: Környezeti áramlások. — *Kézirat, ELTE, Elméleti Fizikai Tanszék, Budapest*, 276 p.
- TONIOLO, H., LAMB, M. & PARKER, G. 2006a: Depositional Turbidity Currents in Diapiric Minibasins on the Continental Slope: Formulation and Theory. — *Journal of Sedimentary Research* **76**, 783–797.
- TONIOLO, H., PARKER, G., VOLLER, V. & BEAUBOUF, R. 2006b: Depositional turbidity currents in diapiric minibasins on the continental slope: experiments—numerical simulation and upscaling. — *Journal of Sedimentary Research* **76**, 798–818.
- TÖRÖ, B., SZTANÓ, O. & FODOR, L. 2012: Aljzatmorfológia és aktív deformáció által befolyásolt pannóniai lejtőépülés Észak-Somogyban. — *Földtani Közlöny* **142/4**, 339–356.
- UHRIN, A., MAGYAR, I. & SZTANÓ, O. 2009: Az aljzatdeformáció hatása a pannóniai üledékképződés menetére a Zalai-medencében. — *Földtani Közlöny* **139/3**, 273–282.
- VAN ANDEL, T. H. & KOMAR, P. D. 1969: Ponded sediments of the Mid-Atlantic Ridge between 22 and 23 north latitude. — *Geological Society of America Bulletin* **80**, 1163–1190.
- VÁRKONYI, A. 2012: Észak-Somogy késő-kainozoos deformációjának és üledékképződésének vizsgálata szeizmikus adatok alapján. — *MSc szakdolgozat, ELTE Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék*, 97 p.

Kézirat beérkezett: 2015. 02. 09.

Az ATR FTIR spektrometria gyakorlati alkalmazása néhány — elsősorban földtani — esettanulmány bemutatásával

KOVÁCS István^{1*}, UDVARDI Beatrix^{1,2}, FALUS György¹, FÖLDVÁRI Mária¹, FANCSIK Tamás¹, KÓNYA Péter¹, BODOR Emese^{1,3}, MIHÁLY Judit⁴, NÉMETH Csaba⁴, CZIRJÁK, Gábor⁵, ÓSI Attila^{3,5}, VARGÁNÉ BARNA Zsuzsanna¹, BHATTOA, Harjit P.⁶, SZEKANECZ Zoltán⁷, TURZA Sándor⁸

¹Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, 1143 Budapest Stefánia út 14.

* felelős szerző: kovacs.istvan.janos@mfgi.hu,

²ELTE, TTK, Kőzettani és Geokémiai Tanszék, Litoszféra Fluidum Kutató Laboratórium, 1117 Budapest Pázmány Péter sétány 1/c,

³ELTE, TTK, Őslénytani Tanszék, 1117 Budapest Pázmány Péter sétány 1/c,

⁴MTA Természettudományi Kutatóközpont, Anyag- és Környezetkémiai Intézet, 1117 Budapest Magyar tudósok körútja 2.,

⁵MTA-ELTE Lendület Dinoszaurusz Kutatócsoport; 1117 Budapest Pázmány Péter sétány 1/c,

⁶Debreceni Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Laboratóriumi Medicina Intézet; 4032 Debrecen Nagyerdei krt. 98.,

⁷Debreceni Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Belgyógyászati Intézet, Rheumatológiai Tanszék; 4032 Debrecen Nagyerdei krt. 98.,

⁸Flextra-Lab Kft.; 1195 Budapest, Jókai u. 26/c

Practical — especially earth science — applications of ATR FTIR spectrometry through some case studies

Abstract

In this study a recently quickly advancing mode of FTIR spectrometry in earth and environmental sciences, the attenuated total reflectance (hereafter referred to as ATR) spectrometry, is introduced and compared to the widely applied transmission infrared (hereafter referred to as TIR) technique using KBr pellets. Through the presented results the authors wish to provide guidance in regard to what results could be achieved with the different analytical settings and technical parameters (i.e. types of detectors and ATR accessories). International clay mineral standards, siliciclastic sedimentary rocks, bones and ambers have been analyzed by different ATR accessories and detectors to constrain the optimal analytical settings. In addition, a summary for the assignment of characteristic absorption bands in the investigated materials is given providing a comprehensive overview for the Earth and Environmental Science applications of ATR FTIR spectrometry. Some practical domestic applications of ATR FTIR are presented including siliciclastic sediments from the landslide affected Kulcs area and ambers from Iharkút.

Keywords: *Fourier-transform infrared spectrometry, attenuated total reflection, vibrational spectroscopy of minerals*

Összefoglalás

A jelen tanulmányunkban a FTIR spektrometria egy, az utóbbi időben a földtudományban egyre gyorsabban terjedő ágát, a gyengített teljes reflexió (a továbbiakban ATR: „Attenuated Total Reflectance”) spektrometriát mutatjuk be részletesebben és vetjük össze a szakterületen széles körben eddig elterjedt transzmissziós infravörös (a továbbiakban TIR), KBr-pasztillás mérési eljárással. A bemutatott eredményeken keresztül iránymutatást szeretnénk adni, hogy a különböző mérési beállításokkal és technikai paraméterekkel (detektor és ATR-egység típusa) milyen eredmények érhetők el. Ezek meghatározásához nemzetközi agyagásvány sztenderdeket, valamint hazai törmelékeny üledékes kőzeteket, csontokat és fosszilis gyantákat elemeztünk különböző ATR-egységekkel és detektorokkal. Az optimális mérési körülmények megadásán kívül segítséget kívánunk nyújtani az egyes vizsgált anyagokban megjelenő jellemző elnyelési sávok azonosításához. Ezzel egy szélesebb körű áttekintést adunk a mérési eljárás minél átfogóbb föld- és környezet-tudományi alkalmazásához. A kulcsi csuszamlás területéről származó üledékek és az iharkúti fosszilis gyanták és ajkák új ATR FTIR vizsgálatán keresztül pedig be szeretnénk mutatni a módszer néhány hazai gyakorlati alkalmazását is.

Tárgyszavak: *Fourier-transzformációs infravörös spektrometria, gyengített teljes reflexió, ásványok rezgési spektrometriája*

Bevezetés

Az infravörös spektrometria igen elterjedt analitikai technika, amelyet elsősorban a szerves kémia, főképpen

vegyipari és gyógyszeripari szegmensében alkalmaznak. Térnyerésében óriási lépést jelentett a Fourier-transzformációs (FTIR) infravörös spektrométerek kifejlesztése és elterjedése, amelyek az addigi diszperziós, egycsatornás

spektrométerekkel szemben jelentősen lerövidítették és pontosabbá tették a méréseket. Ezzel párhuzamosan a FTIR spektrométerek és a hozzájuk kapcsolódó különböző típusú méréseket lehetővé tevő kiegészítők (pl. mikroszkóp, DRIFT, ATR-egységek) a földtudományokban is egyre népszerűbbé váltak a '60-as évek végétől kezdve (HARRICK 1967, MIRABELLA 2006). A módszer ugyanis rendszerint minimális minta-előkészítés után (pl. vékonycsiszolat készítése, porítás) lehetővé teszi üledékek, ásványok fő infraaktív alkotóinak azonosítását. Az infravörös spektrometria elsősorban az ásványok izolált vagy kondenzált komplex anioncsoportjai és a hidrogén (proton)-tartalmú csoportok (H_2O , OH^-) vizsgálatára alkalmas, de felhasználható a szilikátásványok szerkezetvizsgálatára is. Így lehetőséget nyújt egyes molekulacsoportok pontos kristálytani helyzetének megismerésére (LIBOWITZKY & BERAN 2004). A földtudományban ezidáig leginkább agyagásványok részletes szerkezeti vizsgálatára használták, amelyek folyamán elsősorban a víz megkötődésének kristálytani aspektusait követték nyomon (pl. XU et al. 2000, CASES et al. 1997, FARMER 1974, MADEJOVÁ & KOMADEL 2001). Alkalmazták légköri aeroszol részecskék azonosítására (SCHUTTLEFIELD et al. 2007), olajpalák szerves és szervetlen komponenseinek minőségi és mennyiségi meghatározására (ADAMU 2010, PALAYANGODA & NGUYEN 2012, WASHBURN & BIRDWELL 2013), cementek (HUGHES et al. 1995), fosszilis gyanták (GUILLIANO et al. 2007), azbesztek (ACCARDO et al. 2014) és üledékek összetételének (HERBERT et al. 1992, VACULÍKOVÁ & PLEVOVÁ 2005, TÓTH et al. 2012, GE et al. 2014, UDVARDI et al. 2014), valamint csontok szerves és szervetlen alkotóinak (PASCHALIS 2009, WANG et al. 2010) vizsgálatára is.

Bár a hazai gyakorlatban — kevés kivételtől eltekintve (pl. FÖLDEVÁRI 1987) — az FTIR spektrometriát kevésbé használták és ismerik, mint az üledékek modális összetételének meghatározására alkalmas mennyiségi módszert, a nemzetközi szakirodalomban azonban alkalmazására már számos példát találunk a '80-as évektől kezdődően, elsősorban olajipari területen, ahol a szerves összetevők kimutatásán túlmenően az egyes modális komponensek mennyiségi meghatározására is lehetőséget nyújt (SNYDER et al. 1983). Az 1990-es évek elejétől pedig egyre több módszertani közlemény és szabvány jelent meg, amelyek leírták, hogy az FTIR spektrometria milyen módon és pontossággal használható, elsősorban olajpalák, illetve kőolajipari szempontból fontos üledékes kőzetek modális összetételének meghatározására (MATTESSON & HERRON 1993, HERRON et al. 1997, BERTAUX et al. 1998). Ezen tanulmányok közös vonása, hogy az üledékeket KBr-al „hígították” a Lambert–Beer törvény érvényesüléséhez szükséges ideálisan alacsony abszorbancia biztosítása céljából. Ezt követően ismert modális összetételű szintetikus keverékeket készítettek, amelyek segítségével az egyes ásványokra jellemző elnyelési sávok intenzitását kalibrálták, rendszerint (nem negatív) legkisebb négyzetes lineáris regresszió alkalmazásával. Ezzel a módszerrel a különböző ásványokat eltérő mennyiségben tartalmazó mechanikus keverékekben és természetes mintákban az ismert és a mért koncentrációk között átlagosan 1–3 m/m% közötti eltérést kaptak.

A KBr-os technika (a diffúz reflexiós technikával (DRIFT) együtt) azonban számos olyan mérés-technikai kihívást vet fel (Christiansen- és Reststrahlen-effektus, higroszkópos tulajdonság, kationcsere a KBr és az üledék között) a viszonylag időigényes minta-előkészítéssel együtt, amely az ATR FTIR spektrometriát egyre népszerűbbé és széles körben alkalmazottá tette. Az ATR esetében a minta-előkészítés lényegesen egyszerűbb, hiszen a minták (lég-nemű, folyadék vagy szilárd) akár előkészítés nélkül is mérhetők, elég a mintákat az ATR kristállyal érintkezésbe hozni. A legtöbb esetben a minták porítására azonban szükség van. A mérések során a KBr-os és a DRIFT technika esetében már említett optikai hatásokkal nem kell számolnunk. Így nem meglepő, hogy az elmúlt időszakban számos tanulmány jelent meg, amely az ATR FTIR technika megbízható mennyiségi alkalmazását mutatta be üledékek (elsősorban olajpalák) modális összetételének meghatározása céljából (ADAMU 2010, PALAYANGODA & NGUYEN 2012, MÜLLER et al. 2014). A szerzők a spektrumok mennyiségi kiértékeléséhez leggyakrabban főkomponens és/vagy többváltozós analízist alkalmaztak különböző (parciális) legkisebb négyzetek módszerével kombinálva. Az említett tanulmányok rámutatnak arra, hogy az ásványok többségének esetében az ATR FTIR technika képes néhány m/m%-on belül pontosan megbecsülni az ásványok mennyiségét a vizsgált üledékekben. Az ATR FTIR módszert eredményesen használható olajpalák szervesanyag-tartalmának és annak érettségi fokának becslésére is (pl. WASHBURN & BIRDWELL 2013).

A fentiek arra ösztönöznek, hogy érdemes lehet az ATR FTIR módszerben rejlő, az üledékek mennyiségi modális meghatározására irányuló lehetőségeket a jövőben a hazai gyakorlatban is kihasználni. A módszer a hagyományos röntgen-pordiffrakciós és termogravimetrikus technikáknál általában kisebb minta-előkészítést igényel, a mérések rövid idő alatt elvégezhetők (ideális esetben max. 5 perc) és a módszer akár terepen is alkalmazható. Ezért az ATR technika üledékek modális összetételének meghatározására irányuló fejlesztése mára igen kurrens, elsősorban olajipari kutatási területté vált.

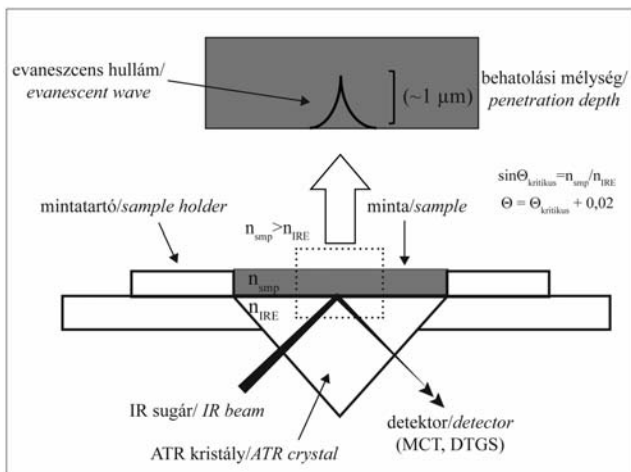
Módszerek

Az ATR FTIR spektrometria alapjai és eszközei

A hagyományos FTIR technikákkal végzett — elsősorban KBr-pasztyillás és mikroszkópos — földtudományi célú mérésekből számos kiváló összefoglaló munka született (FARMER 1974; van der MAREL & BEUTELSPACHER 1976, FÖLDEVÁRI 1987; LIBOWITZKY & ROSSMAN 1996, 1997; LIBOWITZKY & BERAN 2004, SIMONESCU 2012), így a jelen tanulmányban csak az ATR spektrometria részletesebb bemutatására fókuszálunk.

Az ATR FTIR spektrometria fundamentális eleme az ATR optikai elem, amelyet az FTIR spektrométer mintakamrájába helyezünk¹. Az ATR-egység lényege, hogy az

infravörös sugárzást az ATR kristályba juttatja, ahol a belépő sugár teljesen visszaverődik a kristály felszínéről, majd továbbhalad a detektor felé (1. ábra). Teljes visszaverődés abban az esetben következik be, ha az ATR kristály (n_{IRE})



1. ábra. Az ATR optikai elem sematikus rajza a sugárút feltüntetésével

Figure 1. Schematic representation of the ATR accessory with the beam path indicated

törésmutatója nagyobb a határfelületen lévő minta törésmutatójánál (n_{smp}), valamint a fénysugár beesési szöge nagyobb ($\Theta = \Theta_{\text{kritikus}} + 0,02$), mint a kritikus beesési szög ($\sin \Theta_{\text{kritikus}} = n_{\text{smp}}/n_{\text{IRE}}$). Az alkalmazott ATR kristály leggyakrabban gyémántból, germániumból vagy ZnSe-ből készül (MIRABELLA 2006). Az előbb említett lehetséges anyagok közül a ZnSe és a germánium is túl puhának bizonyulhat geológiai mintákhoz, ezért általában gyémántot használunk. Az ATR kristályba beérkező fény a kristály anyagától és nagyságától függően különböző szögekben, egy vagy több alkalommal szenved teljes visszaverődést a kristály felszínéről. A jelen tanulmányban a Bruker Platinum² ATR és a Specac Golden Gate (továbbiakban Specac³) egységét használtuk méréseinkhez. Az említett ATR-egységekben közös, hogy mindegyik gyémánt kristályt tartalmaz, amelyben az infravörös fény egyszeres visszaverődést szenved 45°-os beesési szög mellett a gyémánt kristály felszínéről. Meg kell jegyezni, hogy az általunk vizsgált középső infravörös tartományban (1900–2400 cm^{-1} között) a gyémánt kristályrács jellegzetes elnyelési sávjai is megjelennek, amely akadályozhatja az esetlegesen itt megjelenő egyéb sávok azonosítását (BOYD et al. 1994) (1. ábra). A kristály felületére szilárd és folyadék halmazállapotú mintákat is elhelyezhetünk. A sikeres ATR FTIR mérések alapvető feltétele, hogy a mért anyag és az ATR kristály között közvetlen érintkezés legyen. Ezt szilárd anyagok esetében egy arra kiképzett üllő segítségével érhetjük el, amely a mérendő anyagot közel azonos és/vagy állítható erővel nyomja az ATR kristályhoz.

Az ATR FTIR mérés elvi alapját az adja, hogy az ATR kristály felszínéről visszaverődő fény úgynevezett „evanescens” sugárzást hoz létre. Az „evanescens” elnevezés a latin „evanescens”: eltűnni szóból származik és az optikában a képződési határfelületről exponenciálisan gyengül

hullámot jelent (BERTIE 2002). Az „evanescens” hullám behatol az ATR kristállyal érintkezésben lévő anyagba, aminek a mélységét, a behatolási mélységet (d_p), az 1. egyenlet adja meg:

$$d_p = \frac{\lambda}{2\pi n_{\text{IRE}} \sqrt{\sin^2 \theta - \left(\frac{n_{\text{smp}}}{n_{\text{IRE}}}\right)^2}} \quad (1)$$

d_p = behatolási mélység (m),

λ = hullámhossz (m),

n_{IRE} = az ATR kristály törésmutatója (2,41 a gyémánt esetében),

n_{smp} = a minta átlagos törésmutatója,

Θ = a teljes reflexiót szenvedő infravörös sugár beesési szöge (°).

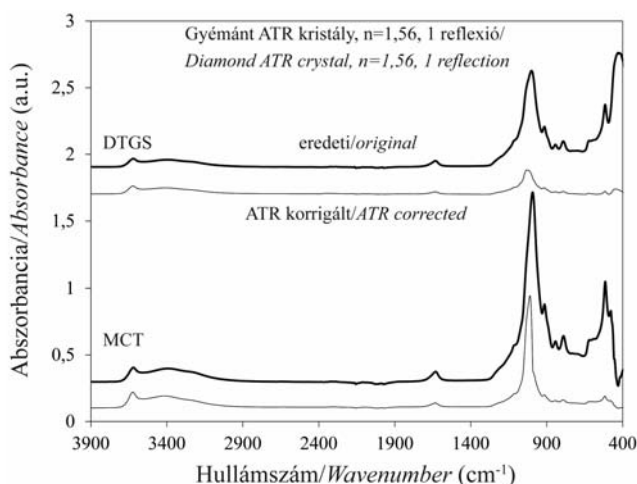
amelynek értelmében a behatolási mélységet meghatározza az infravörös fény hullámhossza, az ATR kristály és a mért anyag törésmutatója, valamint a reflexió szöge. A használt ATR-egységek esetében egy reflexió történik 45°-os szögben, a gyémánt ATR kristály törésmutatója pedig ~2,41. Ezek figyelembevételével kiszámítottuk, hogy az ásványok szempontjából legérdekesebb 3000 és 1000 cm^{-1} -es hullám számoknál mekkora a behatolási mélység a jelen tanulmányban vizsgált anyagok esetében (1. táblázat). Megállapítható, hogy a 3000 cm^{-1} hullámzámmal (kb. 3,33 μm hullámhossz) az infravörös sugárzás kisebb mélységben hatol be a mintába (0,56–1,64 μm), mint 1000 cm^{-1} hullámzámmal (10 μm hullámhossz), ahol ez az érték jellemzően 1,18–5,57 μm . Ebből adódóan az infravörös elnyelés, az

I. táblázat Az evanescens sugárzás behatolási mélysége mikronban (d_p) gyémánt ATR kristály és a vizsgált anyagokban előforduló leggyakoribb ásványok és a fosszilis gyanta esetében. $\Delta RI = RI_{\text{max}} - RI_{\text{min}}$

Table 1. The penetration depth of the evanescent wave in μm (d_p) in the investigated minerals and ambers using diamond ATR crystal. $\Delta RI = RI_{\text{max}} - RI_{\text{min}}$

	RI_{min}	RI_{max}	ΔRI	d_{min} d_{max}		d_{min} d_{max}	
				1000 cm^{-1}		3400 cm^{-1}	
Kvarc	1,54	1,55	0,009	2,21	2,27	0,65	0,67
Kalcit	1,49	1,66	0,172	1,18	4,04	0,56	1,19
Dolomit	1,50	1,68	0,179	1,97	5,57	0,58	1,64
Klorit	1,61	1,62	0,010	2,85	3,01	0,84	0,89
Muszkovit	1,56	1,60	0,039	2,34	2,74	0,69	0,81
Illit	1,56	1,59	0,030	2,32	2,60	0,68	0,76
Szmektit	1,55	1,57	0,020	2,25	2,40	0,66	0,71
Kaolinit	1,55	1,57	0,016	2,24	2,36	0,66	0,69
Apatit	1,63	1,64	0,004	3,20	3,47	0,94	1,01
Gyanta	1,54	–	–	2,18	–	0,64	–

abszorbancia intenzívebb lesz alacsonyabb hullám számok felé haladva. Ezt veszi figyelembe az ún. ATR korrekció, amelynek elvégzésével kompenzálható az abszorbancia hullám szám függése, így a spektrumok jobban összehasonlíthatók a hagyományos TIR, KBr-pasztillás módszerrel készült felvételekkel (2. ábra). A jelen tanulmányban, ha azt másként nem tüntetjük fel, ATR-korrigált spektrumokat mutatunk be. Ezt a spektrumfeldolgozást minden esetben az OPUS szoftver „bővített ATR korrekció” programcs



2. ábra. A bővített ATR korrekció hatása a nyers spektrumra DTGS és MCT-B detektorral készített spektrumok esetében. A spektrumok Bruker Vertex 70 spektrométerrel, Bruker Platinum ATR egységgel és mind MCT-B, mind DTGS detektorral készültek

Figure 2. The effect of ATR correction on the rough spectrum if recorded with DTGS and MCT-B detectors, respectively. The infrared spectra were recorded by a Bruker Vertex 70 spectrometer with a Bruker Platinum Accessory including both MCT-B and DTGS detectors

magjával végeztük el, ahol a gyémánt ATR kristály törésmutatóját ($n = 2,41$), egyszeres reflexiót, 45° -os beesési szöveget és a minta átlagos törésmutatóját állítottuk be bemenő értéknek.

Az ATR korrekció viszonylag egyszerű izotróp és egykomponensű anyagok esetében, hiszen itt csak egyetlen törésmutató értékkel számolhatunk. Anizotróp (ásványok többsége) és többkomponensű (pl. üledékek) anyagoknál azonban a behatolási mélység változik a kristály orientációjával (a törésmutató változásának megfelelően), valamint az egyes komponensek is különböző törésmutatóval és különböző mértékű anizotrópiával rendelkezhetnek. Ezekben az esetekben közelítésként egy átlagos törésmutató értéket adunk meg, rendszerint kiátlagolva az egyes komponensek fő törésmutató értékeit. Természetesen ez a közelítés bizonytalanságot visz a korrigált abszorbanca értékebe, ami különösen azon esetekben lehet jelentősebb, ahol igen eltérő fő törésmutató értékkel bíró és erősen anizotróp komponensek együtt vannak jelen a vizsgált anyagban. Fontos azonban megjegyezni, hogy az ATR korrekció rendszerint nem befolyásolja a minőségi kiértékelést, hiszen a jellemző elnyelési sávok maximum hullámszámát jelentősen nem módosítja (GRDADOLNIK 2002; 2. ábra).

Minta-előkészítés

A méréseket megelőzően a mintákat achátmozsárban közel azonos intenzitással, kb. 2 percig porítottuk, amíg a mintából homogén, finom por nem képződött.

Az ATR mérések esetében, csökkentve az atmoszferikus nedvességből származó víz hatását — néhány kivételtől eltekintve —, a mintákat üveg mérlegedényekben legalább 30 percen keresztül $70\text{--}80^\circ\text{C}$ -on szárítókemencében szárítottuk a mérést megelőzően. A hevítés után csiszolt fedővel és parafilmmel lezártuk a mérlegedényeket az atmosz-

férából történő re-adszorpció megakadályozása céljából (TÓTH et al. 2012). A mérésekhez mintánként ~ 5 mg anyagot használtunk fel, úgy hogy a minta az ATR kristály felületét egyenletesen fedje le. Ezt követően a Bruker Platinum ATR esetében az egyenletes nyomóerőt ($170\text{--}190$ N) biztosító kar segítségével, míg a Specac ATR-egység esetében a 70 N/cm-re beállított nyomatékkal préseltük a mintát az ATR kristály felületére. A minták homogenitását minden mintából legalább három mintaadag mérésével ellenőriztük. Inhomogenitást nem tapasztaltunk, így az agyagásványokban szegény minták esetében a 3 mérés átlagát, míg az agyagásványban gazdag minták esetében az első spektrumot használtuk fel a minták nagyobb vízfelvételi hajlandósága miatt. Ennek oka az, hogy a nagy agyagásvány-tartalmú minták igen gyorsan readszorbeálták az atmoszferikus nedvességet, ami a molekuláris vízre jellemző elnyelési sávok intenzitásának fokozatos növekedésében mutatkozott meg. Így az átlagolás ebben az esetben az adszorbeált molekuláris vízre jellemző széles elnyelési sávok folytán (lásd alábbiakban) a hasznos spektrális információk gyengüléséhez vezethetett volna.

Az összehasonlító mérések érdekében az előkészített pormintákból KBr-pasztyillákat préseltünk rendszerint ~ 1 mg minta és 150 mg KBr összekeverésével és homogenizálásával. Ezt megelőzően a KBr-ot 150°C -on hevítettük ki 24 órán keresztül. A homogenizáció folyamán a minta és a KBr keverékét achát mozsárban őrlöttük kb. 2 percig. Ezt követően a porból egy mechanikus prés segítségével 10 kg/cm^2 (10 bar) nyomással pasztyillát préseltünk. Ideális esetben rideg és áttetsző pasztyillákat kaptunk. Mivel a KBr-pasztyillák esetében is problémát okoz a légköri nedvesség megkötődése, ezért a pasztyillákat a méréseket megelőzően 50°C -on hevítettük 5 percen keresztül.

A mérések technikai paraméterei

Az ATR FTIR mérések egy részét a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet Geokémiai és Laboratóriumi Főosztályán található Bruker Vertex 70 spektrométerhez csatlakoztatott Bruker Platinum ATR-egységgel végeztük el, mind MCT-B, mind DTGS detektor alkalmazásával.

A használt széles sávú MCT-B (higany-kadmium-tellurid) detektor a kvantumozó fényelektromos detektorok csoportjába tartozik, amely a beérkező sugárzást elektromos jellé konvertálja (Product Note M25-10/08; Technical information SD12). Előnye, hogy igen széles tartományban tud mérni ($12000\text{--}420\text{ cm}^{-1}$) és érzékenysége — amelyet az érzékelésre használt aktív felülettel normalizált detektor fényérzékenységgel fejezünk ki (D^* értéke) — igen jó ($5 \times 10^9\text{ cm Hz}^{1/2}/\text{W}$). A nem széles sávú detektorok (MCT-A) ennél is nagyobb érzékenységgűek ($\sim 3 \times 10^{10}\text{ cm Hz}^{1/2}/\text{W}$) azonban ezek a detektorok csak 600 cm^{-1} -ig alkalmasak megfelelő minőségű spektrum felvételére. Az MCT detektorok alacsony hőmérsékleten üzemelnek (-195°C), ezért folyékony nitrogénnel történő hűtésükre van szükség.

A DTGS detektor (deuterált-triglicerid-szulfát) ezzel szemben a detektorok hőelnyelésen alapuló csoportjába tar-

tozó, piroelektromos érzékelő, amely a beérkező sugárzás energiáját hővé konvertálja, majd ez alakul át elektromos jellé (Product Note M25–10/08; Technical information SD12). A DTGS detektorok előnye, hogy szobahőmérsékleten is működnek, azonban érzékenységi jellemzően jóval kisebb, mint az MCT detektoroké (a jelen tanulmányban használt Bruker Vertex 70 spektrométerben található detektoré $2 \times 10^8 \text{ cm Hz}^{1/2}/\text{W}$). A méréseinkhez használt detektorok érzékenysége között tehát kb. 25-szörös eltérés tapasztalható az MCT-B detektor javára.

ATR FTIR méréseket végeztünk még a Magyar Tudományos Akadémia Természettudományi Kutatóközpontjában található Varian 2000 (Scimitar Series) spektrométerhez csatlakoztatott Specac ATR-egységen is. A detektor ebben az esetben is egy széles sávú MCT-B detektor volt.

Az infravörös sugárforrás Globar volt, ami magas hőmérsékleten ($\sim 1300^\circ\text{C}$) izzó SiC, az interferométerben pedig KBr-ből álló, germániumfilmmel bevont fényosztót (féláteresztő tükröt) alkalmaztunk, mindegyik műszer esetében.

A hagyományos KBr-pasztyillás mérésekkel való összevetés érdekében néhány minta KBr-pasztyillás mérését is elvégeztük a Magyar Földtani és Geofizikai Intézetben található Bruker Vertex 70 spektrométer mintakamrájában mind MCT-B, mind pedig DTGS detektorokkal. A méréseket megismételtük egy Perkin Elmer 1600 Series FTIR készüléken is, amely Globar sugárforrással és DTGS detektorral van felszerelve.

Spektrumok korrekciója és kiértékelése

A műszereken mért nyers spektrumok feldolgozását minden esetben OPUS® szoftverrel végeztük. Az ATR spektrumokon bővített ATR korrekciót végeztünk, amelynél minden anyag esetében 1 reflexiót és 45° -os beesési szöveget tételeztünk fel. A minták esetében az agyag sztenderdeknel és az üledékes kőzeteknél 1,56, a csontoknál az apatitra jellemző 1,64, míg a gyanták esetében 1,54-es törésmutatót alkalmaztunk a korrekcióhoz. Néhány spektrum esetében, jellemzően a KBr-pasztyillás technikákkal készülteknel, az alapvonal egyenetlen lefutása miatt az OPUS szoftver konkáv „gumi-kötél” korrekcióját (concave rubberband correction) használtuk, 64 illesztőponttal és 2 iterációval.

Eredmények

Optimális mérési paraméterek

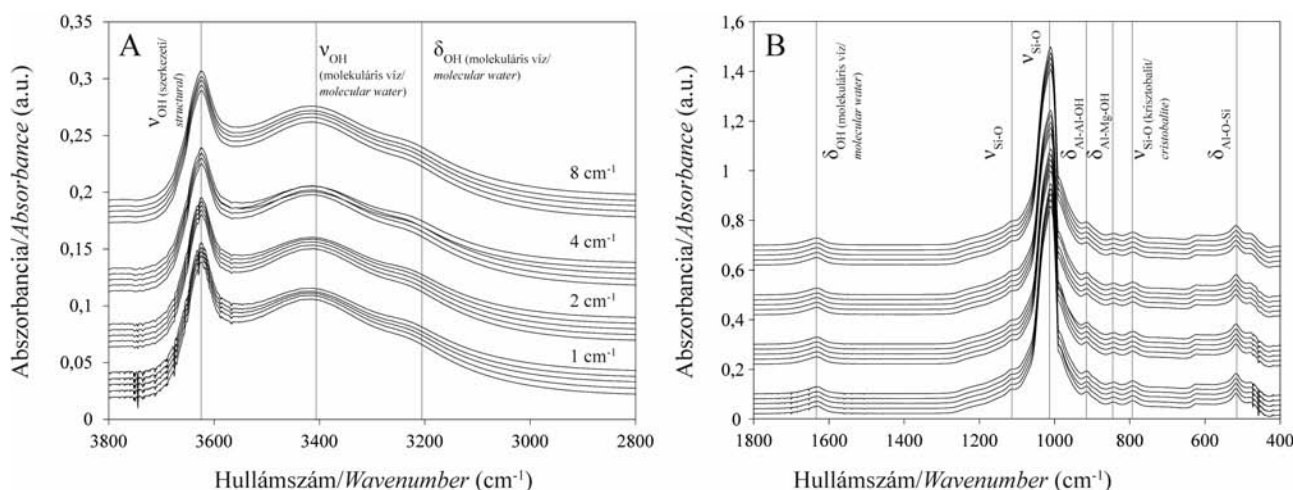
Az ATR FTIR mérések (és általában az infravörös mérések) során a felhasználók által leggyakrabban megadott paraméter a spektrális felbontás és a leolvasások száma.

A spektrális felbontás azt jelenti, hogy a tanulmányozott hullámszám tartományt milyen sűrűn mintázzuk meg. Bár a készülékek lehetővé teszik elméletileg akár a $0,16 \text{ cm}^{-1}$ felbontást is, rutin esetekben ez az érték 1 és 8 cm^{-1} között szokott változni. A Fourier-transzformációs berendezések esetében a felbontást a tükrő úthossza határozza meg. A felbon-

tás növelésével a mérési idő arányosan növekszik, azaz minél sűrűbben mintázzuk a spektrális tartományt annál hosszabb idő szükséges az infravörös spektrum felvételéhez. Az ideális felbontás megválasztásához figyelembe kell venni a mérendő minta tulajdonságait is. Szerves anyagok és gázemű anyagok esetében az elnyelési sávok kicsi félérték-szélessége miatt ajánlatos az 1 cm^{-1} , vagy annál is jobb felbontás. Geológiai minták esetében ennél kisebb felbontás is elég, hiszen a várható elnyelési sávok rendszerint nagyobb félérték-szélességűek, így itt jellemzően 2 cm^{-1} -nél kisebb felbontást, rendszerint 4 cm^{-1} -es felbontást szoktak alkalmazni (pl. XIA et al. 2010; PESLIER 2010; KOVÁCS et al. 2010, 2012).

A másik fontos paraméter a mért spektrális tartományban az átlagolt spektrumok száma („number of scans”), azaz hogy az eredmény spektrum hány felvétel átlagából születik. Természetesen minél nagyobb az az átlagolt spektrumok száma, annál nagyobb lesz a jel/zaj arány, így annál pontosabbak lesznek az eredmények. Azonban az átlagolt spektrumok számával arányosan a mérésre fordított idő növekszik. Ebből adódóan — a mérés ideje alatt a levegő pára- és CO_2 -tartalmának változása miatt — nem mindig célravezető az átlagolt spektrumok számának növelése. Így a cél az, hogy meghatározzuk azoknak a mintaszpecifikus átlagolt spektrumoknak a számát, amelyek mellett a jel/zaj arány és a mérési idő is optimális, azaz további leolvasások — és így extra mérési idő — már nem javítanák jelentősen a jel/zaj arányt. A geológiai minták esetében a mért komponens koncentrációjától és az alkalmazott technikától függően az átlagolt spektrumok száma 16 és 1024 között szokott változni (pl. ROSSMAN 1988). Az átlagolt spektrumok számát általában négy hatványaiban szoktuk megadni, mert a véletlen hiba az átlagolt spektrumok számának gyökével arányosan növekszik, és így praktikusabban becsülhető a jel/zaj arány javulásának mértéke. A négyszer több átlagolt spektrum esetében kétszeresen javul a jel/zaj arány. Természetesen lehetséges a kettő hatványaitól eltérő leolvasásszám megadása is.

Az STx–1b nevű montmorillonitos agyagsztenderd (MADEJOVÁ & KOMADEL 2001) esetében mutatjuk be, hogy a felvett ATR FTIR spektrumok hogyan változnak az átlagolt spektrumok számának és a felbontásnak a változtatásával. A mérésekhez Bruker Platinum ATR-egységet és MCT-B detektort használtunk. A mérések során, tekintettel az egyes mérések hosszú idejére, az agyagsztenderdet nem hevítettük, mert a légköri nedvességet igen rövid időn belül megköti. Ehelyett az agyagsztenderdet ugyanazon a napon, légszáraz állapotban mértük, hogy az esetleges páratartalomban bekövetkező ingadozások érdemben ne befolyásolják az eredményeket. A mérések során a felbontás 1, 2, 4 és 8 cm^{-1} , míg az átlagolt spektrumok száma 8, 16, 32, 64 és 128 volt. A méréseket úgy végeztük el, hogy minden új felbontásnál új mintaadagot használtunk, amit először 8, majd sorrendben egyre nagyobb számú átlagolt spektrum figyelembe vételével mértünk. Az eredményeket a 3. ábrán mutatjuk be. Az STx–1b agyagsztenderd spektrumát, és a többi spektrumot is a jelen tanulmányban, rendszerint két jellegzetes spektrális tartományra bontva mutatjuk be: a) $2800\text{--}3800 \text{ cm}^{-1}$ közötti



3. ábra. A felbontás és a leolvasások számának hatása a spektrumra az STx-1b agyagásvány-sztenderd esetében. A felvételek Bruker Vertex 70 spektrométerrel, Bruker Platinum ATR egységgel és MCT-B detektorral készültek

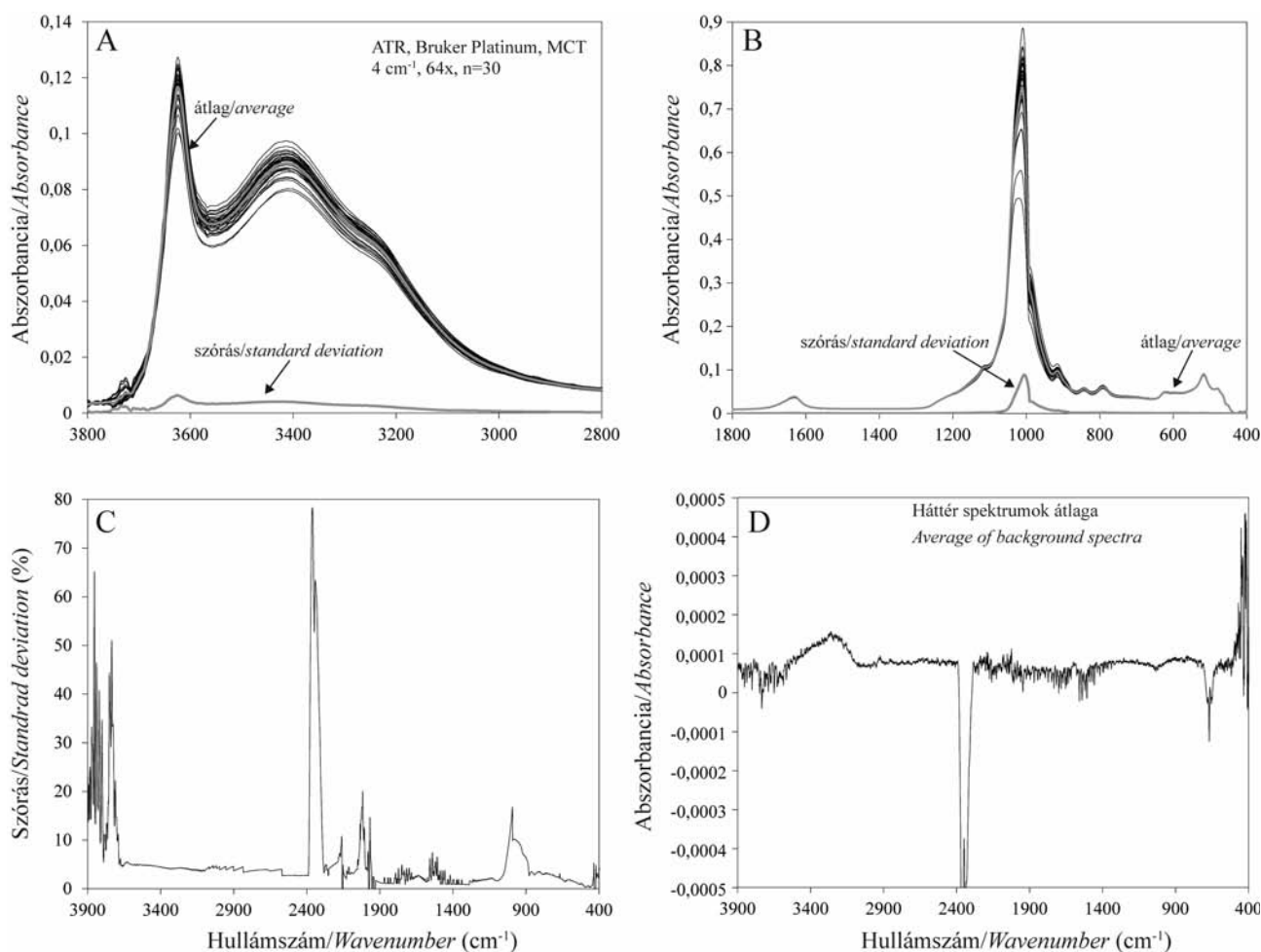
Figure 3. Effect of the resolution and number of scans on the infrared spectrum of the STx-1b clay mineral standard. The infrared spectra were recorded by a Bruker Vertex 70 spectrometer with a Bruker Platinum Accessory including an MCT-B detector

jellemzően hidroxil (OH^-) vegyértékrezgések elnyelési sávjait mutató tartomány és a b) 400–1800 cm^{-1} közötti jellemzően a Si-O vázrezgéseket, a karbonát vegyértékrezgéseket és a molekuláris víz deformációs rezgéseit tartalmazó spektrális régió. A 3. ábrán látható, hogy a nagy felbontással (1 és 2 cm^{-1}) felvett spektrumok esetében a vízpára számos diszkrét elnyelési sávja (3800–3500 cm^{-1} és 1700–1600 cm^{-1} között) jelenik meg a spektrumokon (rezgési-forgási finomszerkezet). Zavaró hatásuk a 4 és 8 cm^{-1} felvett spektrumokon már kevésbé jelentkezik. Ezek alapján általánosságban is javasolt a geológiai minták esetében a kisebb felbontás használata, kivétel, ha célunk éppen a mintában jelen lévő légnemű vagy szerves komponensek vizsgálata. Megállapítható, hogy az átlagolt spektrumok száma a tanulmányozott STx-1b agyagsztenderd esetében nincsen érzékelhető hatással a spektrum minőségére. Az STx-1b agyagsztenderd mérési tapasztalataira utalnak, hogy a geológiai minták ATR FTIR vizsgálatánál is a 4 cm^{-1} felbontás javasolt. Az átlagolt spektrumok száma tekintetében, bár a sztenderd erre vonatkozóan nem mutatott jelentős eltérést, legalább a 64 átlagolt spektrum javasolt, hiszen az esetlegesen alacsonyabb koncentrációban jelen lévő komponensek esetében (pl. molekuláris víz, karbonátok) a több átlagolt spektrum lehetővé teszi az érintett komponens kimutatását, illetve a jelen lévő egyéb komponensek pontosabb meghatározását. Ezen kívül ehhez a beállításhoz tartozó mérési idő általában mindössze néhány perc. A 3. ábrán ezt az optimális felbontással (4 cm^{-1}) és átlagolt spektrum számmal (64) készült infravörös spektrumot jelöltük vastag vonallal.

Reprodukálhatóság

A mérések reprodukálhatóságának meghatározásához szintén az STx-1b agyagásvány-sztenderdet használtuk. A sztenderd 30 db különböző mintaadagját mértük le Bruker Platinum ATR-egységen, mind MCT-B (4. ábra) mind pedig DTGS detektorral (5. ábra) az előző fejezetben tárgyalt

4 cm^{-1} felbontással és 64 leolvasással. A 4. ábra A és B részén a 2800–3800 és 400–1800 cm^{-1} közötti spektrális régió MCT-B detektorral meghatározott felvételeit és azok átlagát, valamint átlagos szórását mutatjuk be. Az átlagos szórásspektrumok alapján megállapítható, hogy jelentősebb ingadozások a ~3620, ~3400, 1630 és ~1000 cm^{-1} -nél lévő elnyelési sávok esetében vannak. Ezek sorrendben az agyagásvány oktaéderes rétegeiben jelentkező hidroxil és a molekuláris víz vegyértékrezgéséhez, a molekuláris víz deformációs rezgéséhez, valamint a Si-O vegyértékrezgéshez rendelhetők (II. táblázat). Ezek az ingadozások — a minta esetleges inhomogenitásán túlmenően — tükrözhetik a különböző mennyiségű adszorpciós víztartalmat is, mivel a 30 mintaadag lemérése viszonylag hosszabb időbe telik (az adott beállítások mellett több mint egy óra), amely során az atmoszferikus páratartalom fluktuációja léphet fel. A 4. ábra C. részén az átlagos szórás %-ot tüntettük fel a hullámszám függvényében. Az átlagos szórás értéke jellemzően 5%-nál kisebb, ami tekintettel az agyagásvány erősen vízmegkötő jellegére, valószínűleg más, kevésbé higroszkópos ásványok esetében még kisebb lehet. Jelentősebb ingadozás alapvetően a vízgőznek (fésűszerű diszkrét elnyelési sávok 3500–3800 és 1500–1800 cm^{-1} között) és a szén-dioxidnak (erős elnyelési sáv ~2350 cm^{-1}) köszönhető, amelyek egyértelműen atmoszferikus hatásnak tekinthetők. Megfigyelhető az MCT-B detektor esetében viszonylag jelentősebb (max. 20%) szórás a gyémánt önabszorpciójára jellemző tartományban (1900–2400 cm^{-1}). Ezen túlmenően, ahogy a 4. ábra A és B része esetében is megállapítható, a vízmolekulák vegyértékrezgéseinek (~3400 cm^{-1}) és deformációs rezgéseinek (1630 cm^{-1}) megfelelő sávok mutatnak jelentősebb ingadozást. Ez összefüggésben állhat a vízgőztartalom ingadozásával, amely az agyagásvány eltérő molekuláris víztartalmában is megmutatkozik. Kísérletek is alátámasztják, hogy az agyagásványok víztartalma (mind rétegek közötti mind adszorpciós) jelentősen változhat a relatív páratartalommal (CASES et al. 1997, XU et al. 2000). A Si-O



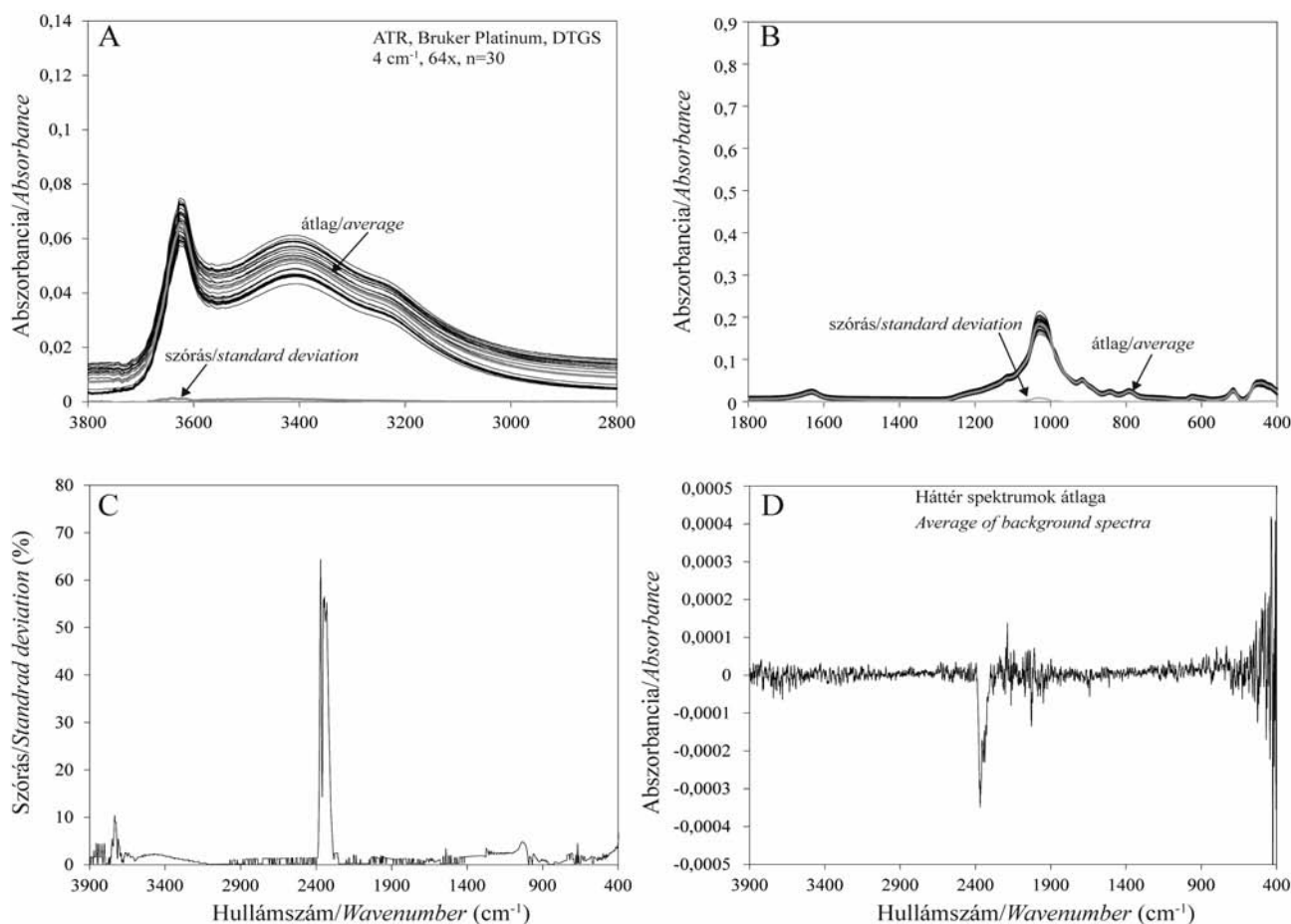
4. ábra. Az STx-1b agyagásvány-sztenderd 30 db különböző mintaanyagjának spektruma a 2800–3800 cm^{-1} (A) és a 400–1800 cm^{-1} (B) közötti hullámszámtartományban. Az ábrán feltüntetett az átlag és szórásspektrumokat is szürke, vastag vonallal. A felvételek Bruker Vertex 70 spektrométerrel, Bruker Platinum ATR egységgel és MCT-B detektorral készültek. A spektrumokon bővített ATR korrekciót alkalmaztunk. A C ábrán az egyes hullámszámoknál tapasztalható szórás%-ot mutatjuk be. A D ábra 30 db üres mintatérrel felvett mérés átlag spektrumát mutatja be.

Figure 4. Infrared spectra of 30 different sample batches of the STx-1b clay mineral standard in the 2800–3800 cm^{-1} (A) and 400–1800 cm^{-1} (B) wavenumber range. The average and standard deviation spectra are also highlighted by grey colour. The infrared spectra were recorded by a Bruker Vertex 70 spectrometer with a Bruker Platinum Accessory including an MCT-B detector. The spectra were treated by extended ATR correction. Figure C displays the standard deviation % as a function of wavenumber. Figure D shows the average spectrum of 30 individual measurements undertaken with no sample on the ATR crystal

(~1000 cm^{-1}) jellemző sáv intenzitásában szintén érzékelhető nagyobb ingadozás, amely feltehetően összefüggésbe hozható a változó légköri páratartalommal, ugyanis környezeti cellák alkalmazásával, „in situ” módon már kimutatták FTIR mérésekkel, hogy az Si-O rezgések intenzitása a relatív páratartalommal növekszik (XU et al. 2000, SCHUTTLEFIELD et al. 2007). Néhány szerző ennek a sávnak az intenzitásnövekedését az emelkedő páratartalommal együttjáró fokozatos aggregációhoz köti (BISHOP et al. 1996; UDVARDI et al. 2012). Az atmoszferikus hatásokon és az esetleges minta-inhomogenitásokon túlmenően a reprodukálhatósághoz az is hozzájárulhat, hogy mennyire egyezik meg az ATR kristállyal érintkezésbe hozott mintaanyag mennyisége és az alkalmazott nyomóerő, amely a kristályokat az ATR-egységre szorítja. Az említett két hatást próbáltuk úgy minimalizálni, hogy az ATR kristály felületét mindig egyenletesen borítottuk be a vizsgált minta porával és a mintát azonos nyomóerővel préseltük az ATR kristályhoz. Ezzel az anyagmennyiségből és az ATR kristály – minta kontaktusból adódó bizonytalanságot mini-

malizálni tudtuk. A fenti megfigyelések így leginkább arra utalnak, hogy a felvételi körülmények közül alapvetően az atmoszferikus eredetű hatások látszanak leginkább az infravörös spektrumokban, de természetesen nem zárható ki, hogy az ATR kristállyal érintkezésbe hozott, eltérő mintamennyiségből fakadó különbségek is tükröződhetnek a kapott ingadozásban.

A 4. ábra D részén azt mutatjuk be, hogy a háttér-spektrum felvételét követően a 30 db üres mintatérrel felvett infravörös spektrum átlaga milyen lefutást ad. Ideális esetben a háttérrel kell megegyeznie az átlagspektrumnak, azaz az infravörös spektrumon egy vízszintes vonal jelenne meg 0 abszorbancia értéknél. Az esetleges eltérések mértéke (eltelkenve a 600 cm^{-1} alatti tartománytól, ahol a detektor érzékenysége már viszonylag korlátozott) egy tízezred abszorbancia egységen belül változik, azaz igen szűk ingadozást mutat. Ez a kis változékonyság általában nem rontja a mérések pontosságát. Ezen az ábrán is a vízpára rezgési-forgási színeképéből adódó fésűszerű sávjai (rezgési-forgási



5. ábra. Az STx-1b agyagásvány-sztenderd 30 különböző mintaadagjának spektrumai a 2800–3800 cm^{-1} (A) és a 400–1800 cm^{-1} (B) közötti hullámszámtartományban. Az ábrán feltüntetettük az átlag és szórás spektrumokat is szürke vastag vonallal. A felvételek Bruker Vertex 70 spektrométerrel, Bruker Platinum ATR egységgel és DTGS detektorral készültek. A spektrumokon bővített ATR korrekciót alkalmaztunk. A C ábrán az egyes hullámszámoknál tapasztalható szórás %-ot mutatjuk be. A D ábra 30 üres mintatérrel felvett mérés átlag spektrumát mutatja be.

Figure 5. Infrared spectra of 30 different sample batches of the STx-1b clay mineral standard in the 2800–3800 cm^{-1} (A) and 400–1800 cm^{-1} (B) wavenumber range. The average and standard deviation spectra are also highlighted by grey colour. The infrared spectra were recorded by a Bruker Vertex 70 spectrometer with a Bruker Platinum Accessory including a DTGS detector. The spectra were treated by extended ATR correction. Figure C displays the standard deviation % as a function of wavenumber. Figure D shows the average spectrum of 30 measurements undertaken with no sample on the ATR crystal

finomszerkezet), valamint a szén-dioxid rezgési-forgási színekéből eredő karakteres párhuzamos sávja jelenik meg. Ezeken túlmenően megjelenik egy szélesebb elnyelési sáv $\sim 3400 \text{ cm}^{-1}$ körül és egy kisebb $\sim 1600 \text{ cm}^{-1}$ körül, amelyek a kötött molekuláris víz (amely rendszerint folyékony halmazállapotban vagy ásvány szerkezetében megkötődve jelen lévő molekuláris vízre jellemző) vegyérték és deformációs rezgéseinek felel meg. Ezek abból származhatnak, hogy a méréshez használt MCT-B detektor közelében a rendkívül alacsony hőmérséklet (a hűtéshez használt cseppfolyós nitrogén hőmérséklete kb. 77 K) következtében igen kis mennyiségű víz kondenzálódhat. Történik ez annak ellenére, hogy a spektrométer belső részét és magát az ATR-egységet is állandó N_2 áramban tartjuk, azaz az atmoszferikus levegő hatását igyekeztünk minimálisan alacsonyan tartani.

A méréseket megismételtük a DTGS detektor alkalmazásával is. Az eredményeket az 5. ábra A és B részén mutatjuk be. Mind a 2800–3800 cm^{-1} (5. ábra A), mind az 400–1800 cm^{-1} (5. ábra B) tartományban az MCT-B detektor esetében megfigyelhető hasonló ingadozást mutatnak az infravörös spektrumok, azonban a mért abszorbancia értékek

érzékenyebben alacsonyabbak az MCT-B detektorral történt mérésekhez képest. A ~ 3620 , a ~ 3400 és $\sim 1000 \text{ cm}^{-1}$ -nél található sávok 0,07, 0,05 és 0,2 (ATR korrigált) lineáris abszorbanciát (sávmagasságot) mutatnak, míg az MCT-B detektor esetében ugyanezek az értékek 0,12, 0,09 és 0,7. A szórás % a hullámszám függvényében hasonló lefutást mutat az MCT-B detektor esetében tapasztalhoz, azonban a vízpárára a spektrális finomszerkezet jóval kisebb ingadozást mutat. Ez származhat a DTGS detektor jóval nagyobb holtidejéből is, aminek következtében a zaj kiátlagolódik a rosszabb időfelbontás miatt. Azonban meg kell jegyezni, hogy a DTGS detektor esetében a szórás % meghatározásához használt szórás spektrumon háttér korrekciót kellett elvégezni, hogy annak alapvonala a 0 abszorbancia értékhez közel fusson. Ez abból ered, hogy a mért spektrumok alapvonala jelentősebben ingadozott az MCT-B detektorral mért spektrumokhoz képest (4. ábra A és B). Az MCT-B detektorral végzett mérésekhez hasonlóan ebben az esetben is megfigyelhető a ~ 3620 , ~ 3400 és 1000 cm^{-1} -nél jelentkező sávok esetében tapasztalt ingadozás, ami szintén legnagyobb részben a légnedvesség változékonyságának tudható be.

II. táblázat. Agyagásvány-sztenderdekben, törmelékes üledékes kőzetekben megjelenő leggyakoribb infravörös elnyelési sávok értelmezése

Table II. Band assignments for the most frequently occurring infrared absorption bands in clay mineral standards and siliciclastic sediments

IR sávok (cm ⁻¹) spektrumon elfoglalt helye ⁱ						Értelmezés/ <i>Explanation</i> ⁱⁱ	Ref. ⁱⁱⁱ		
I.	II.	III.	IV.	V.	VI.			Intenzitás/ <i>Intensity</i>	
3689–3697	3689–3697		3695–3696			közepes (váll)	vOH, belső felületi	kln	1, 2, 3, 4, 5
3700	3697					gyenge	vOH, Li, szerkezeti	hct	6, 7
3678						erős	vOH, Mg, szerkezeti	hct	3
3668–3670	3668–3670		–			gyenge	vOH, belső felületi	kln	1, 2, 3, 5
3652	3652–3653		3657						
3622–3636						erős	vOH, szerkezeti	hct, mnt, ms, ilt	2, 3, 5
3620–3621							vOH, belső	kln	1, 2, 3, 5
3547	–	3547	–			gyenge	vOH, szerkezeti	clc	2, 4, 8, 9
–	–	–	3450			közepes	vOH, molekuláris víz	hct	3
3428–3437								kln, mnt (a sztenderdekben)	2
3398–3409	3388–3404		–					ms, ilt, mnt, kln (az üledékekben)	4
–	–	–	3236–3247					hct, mnt	3, 10
1636–1639	1635–1639				1642–1644	közepes	δOH, molekuláris víz	hct, mnt, ms, ilt, kln	3, 8
1410–1432	1410–1440		1427–1432			erős	vCO ₃ ²⁻ , as	cal, dol	2, 3, 4, 8
1160–1165						fázisok számától erősen függő	vSi–O	qz	8, 11
1110–1115	1110–1116				1105–1109			kln	2, 3
1015–1027	1026–1027		1033–1040					mnt, ms, ilt, kln, clc (üledékekben)	
995–998	1004–1008		1043					mnt (sztenderdekben)	3
999–1004	1004–1006	1001–1002	1008–1012			erős (összegzett sáv)		mnt, ms, ilt, kln, clc, hct	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9
939–940						közepes	δOH, belső felületi	kln	3
914–918							δAl–Al–OH, belső	mnt, kln, ms, ilt	3, 4
874–877							vCO ₃ ²⁻	cal, dol	2, 4, 8
845						gyenge	δAl–Mg–OH	mnt	3
792–799						közepes	vSi–O	qz, kln, mnt	2, 4, 8, 11
777–779								qz	
755						gyenge		kln	3
728–730	728–730		–			közepes	vCO ₃ ²⁻	dol	2, 8
712–713								cal	2, 4, 8
–	–	–	698				vSi–O	kln, qz	2, 4, 8, 11
–	529–528	533–534	539–541	563–567	539–541		δAl–O–Si	kln	2, 3
531–535	524–526	519–526	526					mnt, ilt, ms	
–	–	519	530	–	530		vMg–O	hct	3
–	460–464	460–479	468–470	486–494	467–470		δSi–O–Si	mnt, ms, ilt, kln, hct	2, 3

ⁱA számozott oszlopok az infravörös készülék típusa alapján: I.: ATR Specac Golden Gate, Varian, MCT, II.: ATR, Bruker Platinum, Bruker, DTGS, III.: ATR, Bruker Platinum, Bruker, MCT, IV.: TIR, Bruker DTGS, V.: TIR, Bruker, MCT, VI.: TIR, Perkin Elmer DTGS. Az intenzitás oszlop az abszorpciós sáv erősségét és a sáv helyzetét mutatja./ The columns are numbered based on the type of infrared instrument: I.: ATR Specac Golden Gate, Varian, MCT, II.: ATR, Bruker Platinum, Bruker, DTGS, III.: ATR, Bruker Platinum, Bruker, MCT, IV.: TIR, Bruker DTGS, V.: TIR, Bruker, MCT, VI.: TIR, Perkin Elmer DTGS. The column „Intensity” shows the strength of the absorption band and its position in the infrared spectrum.

ⁱⁱAz ásványok rövidítése WHITNEY & EVANS (2010) alapján: cal: kalcit, clc: klinoklór, dol: dolomit, hct: hectorit, ilt: illit, kln: kaolinit, mnt: montmorillonit, ms: muszkovit, qz: kvarc; v: vegyértékrezgés, δ: deformációs rezgés, s: szimmetrikus, as: aszimmetrikus./ Minerals are abbreviated according to WHITNEY & EVANS (2010): cal: calcite, clc: clinocllore, dol: dolomite, hct: hectorite, ilt: illite, kln: kaolinite, mnt: montmorillonite, ms: muscovite, qz: quartz, v: stretching band, δ: deformation band, s: symmetric, as: asymmetric.

ⁱⁱⁱAz infravörös sávok megfeleltetését a következő munkák alapján végeztük: 1) WADA 1967; 2) FARMER 1974; 3) MADEJOVÁ & KÓMADEL 2001; 4) VACULICOVÁ & PLEVOVÁ 2005; 5) JUNG et al. 2010; 6) KOMADEL et al. 1996; 7) JAYNES et al. 1992; 8) Van der MAREL & BEUTELSPACHER 1976; 9) SCHROEDER 2002; 10) CLARKE et al. 2011; 11) HLAVAY et al. 1978./ Assignment of the infrared bands was based on the following studies: 1) WADA 1967; 2) FARMER 1974; 3) MADEJOVÁ & KÓMADEL 2001; 4) VACULICOVÁ & PLEVOVÁ 2005; 5) JUNG et al. 2010; 6) KOMADEL et al. 1996; 7) JAYNES et al. 1992; 8) Van der MAREL & BEUTELSPACHER 1976; 9) SCHROEDER 2002; 10) CLARKE et al. 2011; 11) HLAVAY et al. 1978.

Szintén elvégeztük 30 db „mintaként” felvett háttér vizsgálatát a DTGS detektor esetében is (5. ábra D). Itt is alapvetően az MCT-B detektornál megfigyeltékhez hasonló mintázat adódott, azzal a különbséggel, hogy a vízgőz ingadozása jóval alacsonyabb volt, azonban az alacsony hullámszámoknál ($<600\text{ cm}^{-1}$) és a gyémánt önabszorpciójára jellemző tartományban ($1900\text{--}2400\text{ cm}^{-1}$) valamivel jelentősebb ingadozás mutatkozott, amely a detektor kisebb érzékenységből fakadhat. Valószínűleg a detektor kisebb érzékenysége lehet az oka annak is, hogy a vízgőz és a szén-dioxid esetében is kisebb változékonyság mérhető, hiszen a DTGS detektor érzékenysége is kisebb. Fontos különbség, hogy ebben az esetben nem jelenik meg az MCT-B detektor esetében tapasztalt szélesebb elnyelési sáv $\sim 3400\text{ cm}^{-1}$ közelében. Ennek magyarázata az lehet, hogy a DTGS detektor szobahőmérsékleten működik, így nem várható a víz kondenzációja.

Lehetséges kontaminációk

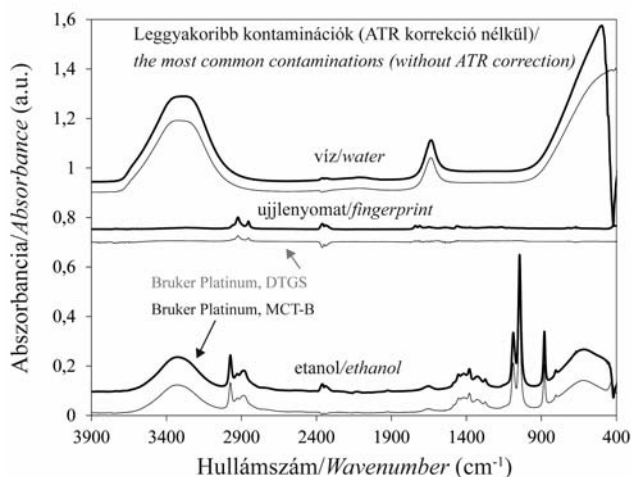
Összegyűjtöttük azoknak a lehetséges kontaminációknak az MCT-B és DTGS detektorral és Bruker Platinum ATR-egységgel felvett spektrumait, amelyek leggyakrabban fordulhatnak elő. Ezek a folyékony víz, etanol (vizes oldata) és az ujjlenyomat által okozott kontaminációk. Az ATR kristály tisztítására ugyanis a különböző mintaadagok között általában desztillált vizet és etanolt használunk, és nem lehet kizárni annak lehetőségét sem, hogy mindeközben kezünk is érintkezésbe kerülhet a kristállyal. Az ATR kristály tisztítására elvileg bármilyen szerves oldószer alkalmazható, etanolt általában egészségi, gazdasági és praktikus szempontok miatt használunk (a gyártók ugyanis rendszerint izopropil-alkoholt vagy acetont ajánlják). Az adott kontaminációtípusok esetében megállapítható, hogy az MCT-B detektornál az egyes elnyelési sávok esetében nagyobb abszorbanca jelentkezik (6. ábra). A folyékony víz ~ 3400 ,

~ 1630 és $<900\text{ cm}^{-1}$ hullámszámoknál mutatott jelentősebb elnyelési sávokat. Az ujjlenyomat a $2800\text{--}3000$ és a $1500\text{--}1800\text{ cm}^{-1}$ közötti tartományban mutat lényegesen kevésbé intenzív és viszonylag keskeny elnyelési sávokat. Az etanol, ha kisebb intenzitással is, de mutatja a desztillált vízre jellemző elnyelési sávokat (hiszen vizes oldatot használtunk), és ezen túlmenően $2800\text{--}3000\text{ cm}^{-1}$ között három jellegzetes sáv jelenik meg ($-\text{CH}_2/-\text{CH}_3$ vegyértékrezgések), valamint 1100 és 1050 cm^{-1} -nél a C-O vegyértékrezgések keskeny elnyelési sávjai találhatók. A fent vizsgált három jellemző kontaminációra utaló elnyelési sáv mintában való megjelenése esetében meg kell arról győződnünk, hogy nem kontamináció okozta-e ezeket.

Agyagsztenderdek ATR és TIR összehasonlítása

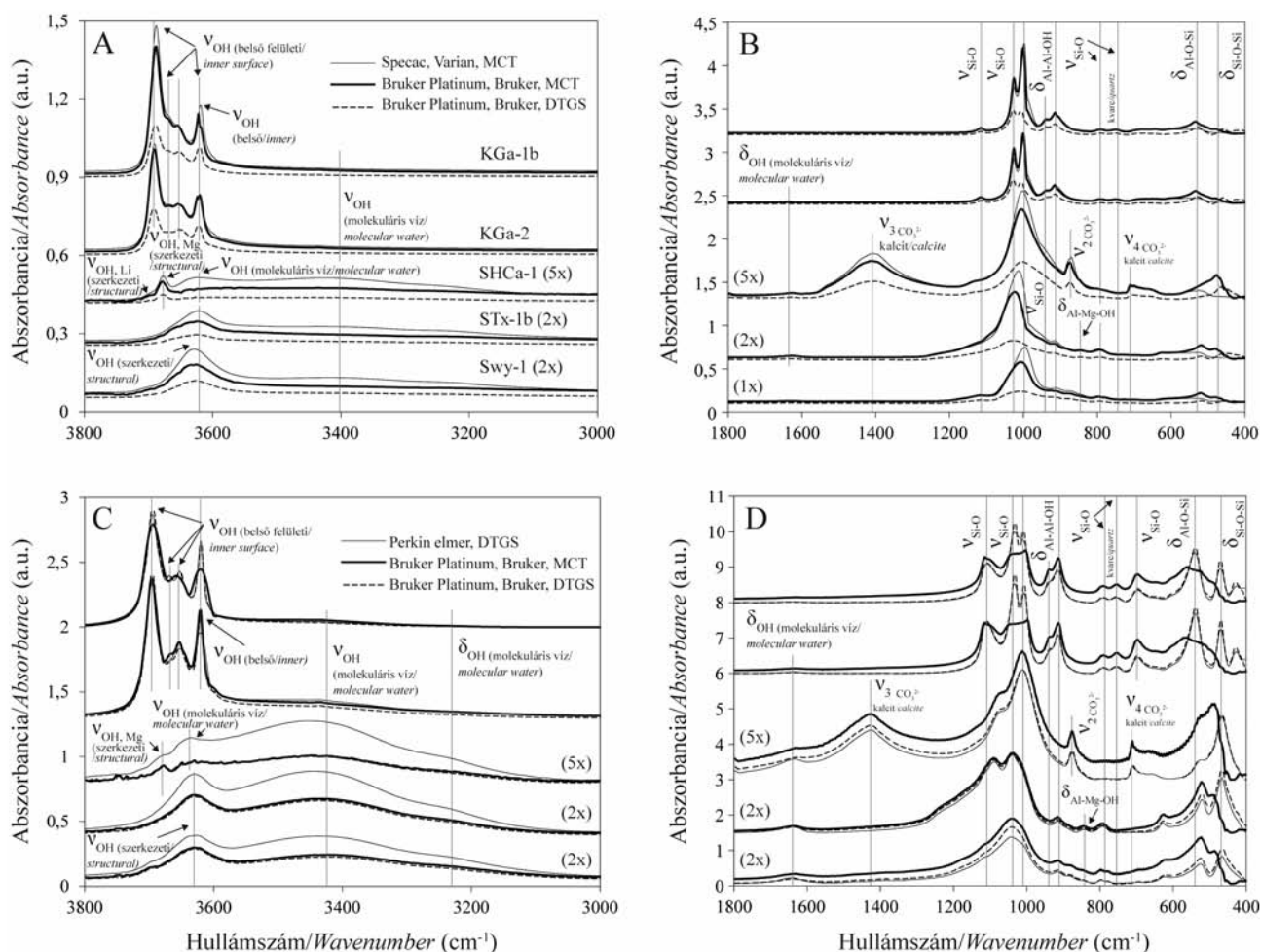
A TIR és ATR módszerek, illetve a különböző detektorok és ATR-egységek összevetése céljából a Clay Mineral Society agyagsztenderdjei közül 2 kaolinit (KGa-1b, KGa-2), 2 montmorillonit (STx-1b, SWy-2) és 1 hectorit (SHCa-1) sztenderdet mértünk le (<http://www.clays.org/SOURCE%CLAYS/SCdata.html>). Az ATR méréseket három különböző konfigurációban végeztük el. Specac ATR-egységgel, amely Varian 2000 (Scimitar Series) spektrométerhez volt csatlakoztatva, amiben egy széles sávú MCT-B detektor volt. Továbbá egy Bruker Platinum ATR-egységgel, amely Bruker Vertex 70 spektrométerhez volt csatlakoztatva, amelynél DTGS, és MCT-B detektort is használtunk. A mérések eredményeit a 7. ábra A és B részén mutatjuk be.

A $3000\text{--}3800\text{ cm}^{-1}$ közötti régióban a hidroxilra és a vízre jellemző elnyelési sávok jelennek meg (7. ábra A). A kaolinitek esetében 4 karakteresebb elnyelési sáv látható $3600\text{--}3700\text{ cm}^{-1}$ között, amelyek az oktaéderek rétegekhez csatlakozó belső és külső hidroxil csoportokhoz tartoznak (II. táblázat). A hectorit esetében egy karakteresebb elnyelési sáv látható $\sim 3670\text{ cm}^{-1}$ körül és két gyengébb ~ 3700 és 3620 cm^{-1} körül, amely jól felbonthatóan csak a Specac ATR-egység esetében jelenik meg. Megjelenik egy igen széles (több száz cm^{-1}) elnyelési sáv $\sim 3400\text{ cm}^{-1}$ környékén is, amely már a Bruker Platinum ATR-MCT-B konfiguráció esetében is látható (7. ábra A). A hectorit esetében a 3700 cm^{-1} -nél jelentkező sáv a Li-os oktaéderekhez kapcsolódó hidroxilhoz köthető (JAYNES et al. 1996), a 3670 cm^{-1} -nél megjelenő Mg-os oktaéderhez (KOMADEL et al. 1996) míg a 3620 cm^{-1} -nél lévő a szerkezetben kötött molekuláris víz OH⁻ rezgéseire (MADEJOVÁ & KOMADEL 2001; II. táblázat). A 3400 cm^{-1} körüli széles diffúz sáv molekuláris vízre utal, amely tekintettel a hevítéses minta-előkészítésre, nagyrészt a rétegek közötti vízből származhat (TÓTH et al. 2012). A két montmorillonit spektruma igen hasonló, mindkettő esetében látható a hectoritnál már említett sáv 3620 cm^{-1} -nél, ami ebben az esetben oktaéderek hidroxil rezgésből származik, csak az oktaédereket jellemzően más kation tölti ki (Al^{3+}), valamint a szélesebb sáv $\sim 3400\text{ cm}^{-1}$ körül. A különbség annyi, hogy a 3620 cm^{-1} -nél található sáv erősebb a SWy-2 montmorillonit esetében (7. ábra A).



6. ábra. A leggyakrabban előforduló kontaminációk (víz, ujjlenyomat és etanol vizes oldat) infravörös spektrumai. A felvételek Bruker Vertex 70 spektrométerrel, Bruker Platinum ATR egységgel és MCT-B, valamint DTGS detektorokkal készültek. Ezek nyers spektrumok

Figure 6. Spectra of the most commonly occurring contaminations (water, fingerprint and ethanol solution in water). The infrared spectra were recorded by a Bruker Vertex 70 spectrometer with a Bruker Platinum Accessory including both MCT-B and DTGS detectors. These are rough spectra



7. ábra. A KGa-1b, KGa-2, SHCa-1, SiX-1b and SwY-2 agyagásvány-sztenderdek ATR FTIR spektrumai különböző műszeres konfigurációkkal felvéve 3000–3800 cm^{-1} (A) és 400–1800 cm^{-1} (B) között. Mindegyik spektrum esetében bővített ATR korrekciót alkalmaztunk, és az egyértelműbb megjelenítés és jobb összehasonlíthatóság kedvéért az alsó három agyagásvány spektrumának intenzitásait megszoroztuk. Az agyagásvány-sztenderdek transzmissziós, KBr pasztillás spektrumai különböző műszeres konfigurációkkal felvéve 3000–3800 cm^{-1} (C) és 400–1800 cm^{-1} (D) között. Az az egyértelműbb megjelenítés és jobb összehasonlíthatóság kedvéért az alsó három agyagásvány spektrumának intenzitásait ebben az esetben is megszoroztuk

Figure 7. ATR FTIR spectra of the KGa-1b, Kga-2, SHCa-1, STx-1b and SWy-2 clay standards recorded by three different instrumental setups between 3000–3800 cm^{-1} (A) and 400–1800 cm^{-1} (B). The spectra are all treated with extended ATR correction, and the intensities in the three clay mineral spectra on the bottom were multiplied for clarity and better comparison. Transmission spectra of the same clay mineral standards recorded using KBr pellets by three different instrumental setups between 3000–3800 cm^{-1} (C) and 400–1800 cm^{-1} (D). The intensities in the three clay mineral spectra on the bottom were also multiplied for clarity and better comparison

A 400–1800 cm⁻¹ közötti tartományban a molekuláris víz deformációs (~1630 cm⁻¹), a karbonát vegyérték (~1420 cm⁻¹), a szilikát tetraéderek vegyérték (~800–1200 cm⁻¹) és különböző kationnal kitöltött oktaéderekhez kapcsolódó hidroxilok jellemző deformációs rezgéseire kapcsolódó elnyelési sávok jelennek meg (~850–950 cm⁻¹; II. táblázat). Feltűnő, hogy a kaolinitok esetében a szilikát vázrezgéseire kapcsolódó elnyelési sávok jóval keskenyebbek és több található belőlük, mint a hectorit és a montmorillonitok esetében (7. ábra B). Ez összhangban van azzal, hogy a kaolinitok lényegesen rendezettebb szerkezetűek (lényegében töltéskiegyenlített és kevesebb kation helyettesítést tartalmazó TO szerkezet), így a rezgések energiája is jobban meghatározott és szűk tartományban mozog. Szembeötlő a karbonát különböző vegyérték-rezgéseinek megjelenése a hectorit esetében, ami a sztenderdben megtalálható viszonylag nagyobb mennyiségű karbonáttal (kalcit) magyarázható (CHIPERA & BISH 2001). A ~800 cm⁻¹-nél található sávok a montmorillonitok esetében

kvarc jelenlétére utalnak (CHIPERA & BISH 2001). Altalánosságban elmondható, hogy a spektrumok lefutása a különböző mérési konfigurációk esetében hasonló és a karakteres sávok is ugyanott jelennek meg, azonban kisebb szisztematikus eltérések érzékelhetők (7. ábra B).

A 3000–3800 cm⁻¹ közötti tartományban a Specac-MCT-B konfiguráció rendszerint valamivel erősebb intenzitású sávokat mutat, amely különösen a hectorit és a montmorillonitok esetében szembeötlő. A különbség a két ATR optikai elem eltérő felépítéséből és az eltérő nyomóerőből származhat. Kiemelendő, hogy a Bruker Platinum ATR-DTGS konfiguráció mindegyik sztenderd esetében lényegesen kisebb intenzitásokat mutat az MCT-B detektorral végzett mérésekhez képest, függetlenül attól, hogy Specac vagy Bruker Platinum egységgel végeztük-e a méréseket. A Bruker Platinum ATR-DTGS konfiguráció lényegesen kisebb intenzitásai elsősorban a detektor kisebb érzékenységéből adódhatnak.

Érdemes azt is kiemelni, hogy a Specac-MCT-B konfiguráció különösen az 500 cm^{-1} -nél alacsonyabb tartományban szinte alig mutat jelet, szemben a Bruker Platinum ATR-egységgel, amely az MCT-B detektorral együtt még ebben a tartományban is viszonylag jelgazdag (7. ábra A). A Specac ATR-egység viszonylagos érzéketlensége az alkalmazott ZnSe optikából adódik, amely 500 cm^{-1} alatt erősen elnyel.

A TIR mérések során a KBr-pasztyillás mintákat mind Perkin Elmer, mind pedig a Bruker Vertex 70 spektrométerrel lemértük, az utóbbi esetben az MCT-B és DTGS detektorokat is használtuk. A TIR spektrumok (7. ábra C és D) hasonlóak az ATR spektrumokhoz (7. ábra A és B), azonban néhány jellegzetes eltérés ezek esetében is megfigyelhető. Általában véve a TIR spektrumok lényegesen erősebb abszorbanciát mutatnak, mint az ATR spektrumok, a legnagyobb intenzitású sávok legalább kétszer nagyobbak az ATR spektrumokon. Ez feltehetően abból adódik, hogy a TIR mérések során a KBr-pasztyillán keresztülhaladó infravörös nyaláb nagyobb mennyiségű anyagot mintáz meg, mint az ATR technika. A spektrométer mintakamrájában haladó infravörös nyaláb keresztmetszeti területe (nagyjából 6 mm átmérőjű kör, ami $\sim 28\text{ mm}^2$ területnek felel meg) ugyanis lényegesen nagyobb az ATR kristály aktív felületénél, ami mindössze néhány mm^2 (ez ATR-egységenként változhat a jelen modellnél ez 4 mm^2). Ezen túlmenően az ATR esetében az infravörös fény — hullámhossztól függően — körülbelül $\sim 0,5\text{--}5\text{ }\mu\text{m}$ közötti mélységben hatol be a mintába (I. táblázat), addig a KBr-pasztyilla jellemző vastagsága $\sim 500\text{ }\mu\text{m}$. Ez az átlagos vastagság, ha figyelembe vesszük, hogy a pasztyillák $\sim 0,66\text{ m/m\%}$ -ban tartalmaznak mintaanyagot, akkor $\sim 3,3\text{ }\mu\text{m}$ effektív vastagságnak felel meg. Azaz a behatolási mélység az ATR-egység esetében és a KBr-pasztyilla effektív vastagsága nagyjából azonos és néhány μm nagyságú. Következésképpen a megmintázott anyagmennyiségben tapasztalható különbség az aktív ATR felület és a KBr-pasztyillát megmintázó infravörös sugárnyaláb eltérő területéből adódik. Mint azt az előbbiekből bemutattuk, ez magyarázatul szolgálhat az abszorbanciában tapasztalt néhányszoros eltérésekre az ATR és a KBr-pasztyillás TIR módszer között. Természetesen az ATR FTIR spektrumok intenzitását nagyban befolyásolhatja a nyomóerő és a szemcseméret is, így pontosabb mennyiségi összevetés a két módszer között korlátozott.

A $3000\text{--}3800\text{ cm}^{-1}$ közötti tartományban a Perkin Elmer készülékkel mért hectorit és montmorillonit sztenderdek esetében a molekuláris vízre jellemző, $\sim 3400\text{ cm}^{-1}$ -nél található elnyelési sáv lényegesen intenzívebb és megjelenik egy kis intenzitású váll is $\sim 3250\text{ cm}^{-1}$ környékén, ami a molekuláris víz deformációs rezgésének felharmonikusa (II. táblázat). Ez utóbbi sáv megjelenik a másik két konfiguráció esetében is, bár kisebb intenzitással. Az ATR spektrumokon ezzel szemben (7. ábra A) nem jelenik meg egyértelműen. A Perkin Elmer felvételek molekuláris vízhez rendelhető, nagyobb intenzitású infravörös sávjának oka az lehet, hogy ezen régebbi berendezés esetében a mérés lényegesen hosszabb ideig tart, és közben nincsen lehetőség a mintakamra folyamatos nitrogén öblítésére. Ennek következtében a KBr

jelentősebb mennyiségű légnedvességet vehet fel, amit a pasztyillában lévő montmorillonit és hectorit is adszorbeál. A Bruker Vertex 70 spektrométer esetében a mintakamra folyamatosan öblíthető nitrogénnel és a mérések is lényegesen rövidebb idő alatt zajlanak le.

A $400\text{--}1800\text{ cm}^{-1}$ tartományban az előzőeknél nagyobb eltéréseket figyelhetünk meg. A kaolinitek esetében a legerősebb Si-O vázrezgések (~ 1000 és 1030 cm^{-1} -nél) az MCT-B detektorral történt felvétel esetében telítik a detektort. Az eltérések vélhetően az MCT detektorok nem lineáris viselkedésének köszönhetőek, amely különösen nagy abszorbanciák esetében szokott problémát okozni. Ezen túlmenően az MCT-B detektor 500 cm^{-1} alatti tartományban is látványosan jelszegény a DTGS detektorokhoz képest, miközben a DTGS detektorral felvett spektrumok — a spektrométer típusától függetlenül — lényegében megegyeznek.

Különbség még, hogy míg a TIR spektrumokon a hectorit és az STx-1b montmorillonit esetében viszonylag jól elkülönülő Si-O vegyérték vázrezgéseket látunk ($\sim 1000\text{--}1100\text{ cm}^{-1}$ között, 7. ábra D), addig az ATR spektrumok esetében ezek a sávok csak elmosódó vállként jelennek meg. Ennek a különbségnek a magyarázata is lehet részben a megmintázott kisebb anyagmennyiség az ATR esetében, valamint a KBr esetében fellépő Christiansen-hatás, amely a spektrumokat torzíthatja. A hatás a törésmutató anomális diszperziójából származik az elnyelési tartományban, olyan anyagok esetében, amelyek szemcsemérete a rajta áthaladó sugárzás hullámhosszához közel áll, és az adott hullámhosszon a befogadó közeg (jelen esetben KBr) és a minta közötti törésmutató különbség minimális (BERTIE 2002). Ez a hatás az ATR mérések esetében nem jelentkezik, hiszen nincsen befogadó közeg, így bizonyos esetekben a Christiansen-hatás nehezítheti az ATR és TIR spektrumok összevetését. A különbség adódhat még orientációs hatásból is, hiszen a KBr-pasztyillák készítésekor használt jelentős nyomás (10 bar), az agyagásvány szemcsék (vagy általában a réteges szerkezetű kisebb ásványszemcsék) kitüntetett orientációjához vezethet, amely során az agyagásvány lemezek a KBr-pasztyilla lapjával párhuzamosan rendeződnek el. Az ATR FTIR mérések esetében a minták ATR-kristályra történő szorításához használt nyomás kisebb, így elképzelhető, hogy az orientációs hatás kevésbé érvényesül. Ennek igazolásához, azonban további szisztematikus vizsgálatok szükségesek, amely túlmutat a jelen tanulmány keretein. Gyakran felmerül, hogy a minták infravörös spektrumát befolyásolja a minta és a KBr közötti esetleges kölcsönhatás (pl. ADAMU 2010), amely során kationcsere játszódhat le, azonban erre utaló szisztematikus spektrális elváltozást a KBr-os és ATR felvételek között nem tapasztaltunk.

Esettanulmányok az ATR FTIR spektrometria alkalmazásával

Csontok

Az ATR spektrometria kiválóan alkalmazható a csontok mind szerves, mind szervetlen (ásványos) állományának tanulmányozására (STATHOPOULOU et al. 2008, PASCHALIS

2009, WANG et al. 2010). A jelen tanulmányban egy szarvasmarha bika lábszárcsontból készült 63 μm -nél kisebb szemcséket tartalmazó port vizsgáltunk. A spektrumok itt is a 2800–3800 és 400–1800 cm^{-1} közötti tartományban mutatnak jellegzetes elnyelési sávokat (8. ábra). 2800–3800 cm^{-1} között elsősorban a szerves anyagokra jellemző C-H, N-H és O-H vegyértékrezgések sávjai jelennek meg (III. táblázat; 8. ábra A). Látható, hogy a különböző mérési konfigurációk tulajdonképpen teljesen azonos hullámszámoknál mutatják a legfontosabb elnyelési sávokat (8. ábra; III. táblázat). A Specac ATR-egység azonban intenzívebb és szélesebb elnyelési sávot mutat a 3000–3600 cm^{-1} tartományban a Bruker Platinum ATR-egységen mért spektrumokhoz képest.

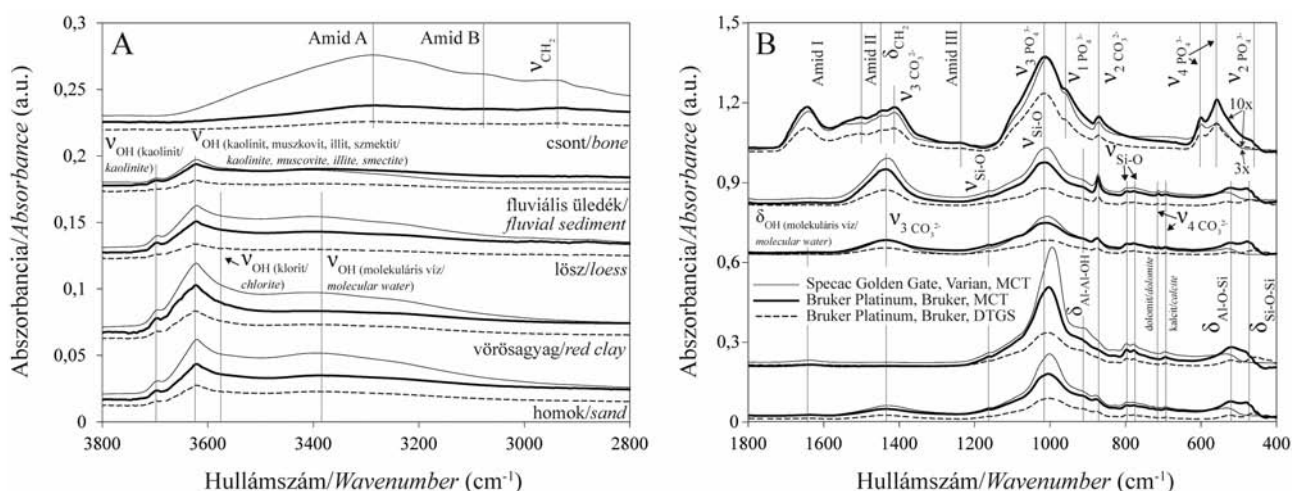
A 400–1800 cm^{-1} közötti tartományban több karakteres, de sokszor egymással átfedő elnyelési sáv is megjelenik (8. ábra A). A fehérjékre jellemző peptid-kötések ún. amid rezgései a következő tartományokban jelennek meg: amid I 1650 cm^{-1} körül (erős), amid II 1530 cm^{-1} körül (közepes) és amid III 1280 cm^{-1} körül (gyenge), amelyek részben átfednek a karbonátok vegyérték-rezgéseivel (~1420 cm^{-1} ; 3. táblázat). A karbonátok másik jellegzetes sávja ~870 cm^{-1} körül található és alkalmas a különböző típusú helyettesítések azonosítására az apatit szerkezetében. A csontok legfontosabb ásványos alkotórészét jelentő apatitba ugyanis mind a hidroxil helyére (A-típusú helyettesítés; 878 cm^{-1}), mind pedig a PO_4^{3-} helyére beépülhet (B-típusú helyettesítés; 871 cm^{-1} ; PASCHALIS et al. 1996). Az elemzett minták esetében ez a sáv 873 cm^{-1} körül jelenik meg, azaz a B-típusú helyettesítés dominanciájára utal. 1100 cm^{-1} hullámszám alatt a többi elnyelési sáv általában a csoportok vegyérték rezgéseikhez köthetők (8. ábra B, III. táblázat).

Az ATR mérések lehetővé teszik a csontok ásványossági fokának becslését az 900–1200 cm^{-1} között található, csoportra jellemző, és az 1650–1660 cm^{-1} -nél megjelenő, amid

I csoportra jellemző elnyelési sáv területének aránya alapján (PIENKOWSKI et al. 1997). Minél nagyobb ez az érték, annál jelentősebb részarányt képvisel az apatit a csont szerkezetében. Lehetőség van az apatit kristályosodottsági fokának becslésére is, amit az 1030 és 1010 cm^{-1} -nél található elnyelési sávok alatti terület arányával tudunk kifejezni ($\text{CI} = A_{1030}/A_{1010}$; MILLER et al. 2001).

Érdemes kiemelni, hogy mind a három módszer igen hasonló lefutású spektrumot eredményez, a különbség csak az abszolút intenzitásokban jelentkezik, amelyek közül a legerősebbek a Specac – MCT-B, míg a leggyengébbek a Bruker Platinum ATR – DTGS konfiguráció esetében. Az eltérő intenzitásoknak oka ebben az esetben is az eltérő optikai egységekben és detektorokban keresendő.

Az FTIR spektrometria — különösképpen az ATR FTIR spektrometria — jelentős segítség lehet a csontokat felépítő bioapatitok ásványtani szempontú vizsgálatában, amelynek fontos élettani következményei lehetnek. A legújabb eredmények ugyanis arra utalnak (PASTERIS et al. 2014), hogy a bioapatitok esetében a CO_3^{2-} helyettesítése a PO_4^{3-} csoportok helyére egyidejűleg a Ca^{2+} és OH⁻ tartalom csökkenését okozza, valamint a szerkezetbe egyre nagyobb mennyiségű molekuláris víz épül be. A molekuláris víz jelentős szerepet játszhat a csont fizikai paramétereinek (sűrűség és szilárdság), valamint élettani tulajdonságainak (iontranszport a molekuláris vízzel töltött csatornákon keresztül) befolyásolásában. Mint azt az előzőekben bemutattuk, az ATR FTIR spektrometria megfelelő mintaelőkészítés mellett hatékonyan alkalmazható a PO_4^{3-} (~971 cm^{-1}), OH⁻ (~3560 cm^{-1}) és molekuláris víz (~3400 és 1630 cm^{-1}) jelenlétének kimutatására, ezen keresztül közvetetten a fenti helyettesítési folyamatok minőségi és mennyiségi vizsgálatára. A módszer előnye, hogy a csontok az ATR kristállyal közvetlenül érintkezésbe hozva is mérhetőek, nem feltétlenül szükséges a csontok preparálása.



8. ábra. Egy csont (felül) és kulcsi felszínmozgásos területről származó üledékek (alul) ATR FTIR spektrumai különböző műszeres konfigurációkkal felvéve 3000–3800 cm^{-1} (A) és 400–1800 cm^{-1} (B) között. Mindegyik spektrum esetében bővített ATR korrekciót alkalmaztunk, és az egyértelműbb megjelenítés és jobb összehasonlíthatóság kedvéért a csont spektrumának intenzitásait (felül) a B ábrán megszoroztuk

Figure 8. ATR FTIR spectra of a bone and siliciclastic sediments from the landslide effected Kulcs area recorded by three different instrumental setups between 3000–3800 cm^{-1} (A) and 400–1800 cm^{-1} (B). The spectra are all treated with extended ATR correction, and the intensities in the bone spectra on the top in figure B were multiplied for clarity and better comparison

III. táblázat. Csontokban megjelenő leggyakoribb infravörös elnyelési sávok értelmezése

Table III. Band assignments for the most frequently occurring infrared absorption bands in bones

IR sávok (cm^{-1}) spektrumban elfoglalt helye ⁱ				Értelmezés/Explanation ⁱⁱ	Ref. ⁱⁱⁱ
I.	II.	III.	Intenzitás/Intensity		
	3288		erős	Amid A ($\nu\text{C-N}$), δOH	12, 13, 14
	3068		közepes (váll)	Amid B ($\nu\text{C-H}$)	12, 13, 14, 15
	2938			νCH_3 , as (metilén), főleg lipidek	14, 15
	1642	1647	erős	Amid I (protein $\nu\text{C=O}$)	12, 14, 15
	1542		közepes (váll)	Amid II (protein $\delta\text{N-H}$, $\nu\text{C-N}$)	12, 13
	1447			δCH_3 , as, νCO_3^{2-} (B típusú helyettesítés)	12, 13
	1414			νCO_3^{2-} (B típusú helyettesítés)	12, 13
	1243		gyenge	Amid III ($\nu\text{C-N}$, $\nu\text{C-C}$, $\delta\text{N-H}$)	13, 14, 15
	1010	1015	erős	νPO_4^{3-} , kristályos	12, 13
	959		közepes (váll)	νPO_4^{3-} , s, nem kristályos	12, 13, 14
	873		erős (váll)	νCO_3^{2-} (B típusú helyettesítés)	12, 13
	600			νPO_4^{3-} , kristályos	12, 13, 14
	560		erős	νPO_4^{3-} , kristályos	12
	465		gyenge (váll)	νPO_4^{3-} kristályos	12

ⁱA számozott oszlopok az infravörös készülék típusa alapján: I.: ATR Specac Golden Gate, Varian, MCT, II.: ATR, Bruker Platinum, Bruker, MCT, III.: ATR, Bruker Platinum, Bruker, DTGS./ The columns are numbered based on the type of infrared instrument: I.: ATR Specac Golden Gate, Varian, MCT, II.: ATR, Bruker Platinum, Bruker, MCT, III.: ATR, Bruker Platinum, Bruker, DTGS.

ⁱⁱ ν : vegyértékrezgés, δ : deformációs rezgés, s: szimmetrikus, as: aszimmetrikus./ ν : stretching band, δ : deformation band, s: symmetric, as: asymmetric.

ⁱⁱⁱAz infravörös sávok megfeleltetését a következő munkák alapján végeztük: 12) ALVAREZ-LLORET et al. 2006, 13) WANG et al. 2010, 14) KOURKOUHELIS & TZAPHLIDOU 2010, 15) GU et al. 2013./ Assignment of the infrared bands was based on the following studies: 12) ALVAREZ-LLORET et al. 2006, 13) WANG et al. 2010, 14) KOURKOUHELIS & TZAPHLIDOU 2010, 15) GU et al. 2013.

Üledékek a kulcsi csuszamlás területéről

Az ATR spektrometria eredményesen használható különböző mállottsági fokú üledékek elkülönítésére és az abban található, infraaktív ásványos összetevők, elsősorban agyagásványok és karbonátok elkülönítésére (UDVARDI et al. 2014). Az inorganikus alkotók mellett egyidejűleg szerves komponensek azonosítását is lehetővé teszi, ezért egyre szélesebb a elhasználása a geológiai kutatásokban (GIER et al. 2008, MÜLLER et al. 2014). Vizsgálataink alapján természetes mintákban a karbonátok független módszerekkel — röntgen-pordiffrakcióval és termogravimetriával — meghatározott mennyisége az 1400 cm^{-1} körüli sáv területével, míg a vizet nagyobb mennyiségben megkötő szmektit, illit és hidrocsillám összmenyisége a $825\text{--}1235\text{ cm}^{-1}$ sáv területével mutat szoros összefüggést (UDVARDI et al. 2014).

Szemléltetésként egy csuszamlással érintett hazai terület (Kulcs) különböző típusú üledékeinek ATR FTIR spektrumait (fluviális üledék, lösz, vörös agyag, homok) mutatjuk be (8. ábra). Megfigyelhető, hogy az infravörös spektrumban a sávok elhelyezkedése és intenzitása alapján az egyes ásványos alkotók többfázisú, természetes geológiai mintákban is nyomon követhetők (8. ábra).

A fluviális üledék és a lösz infravörös spektrumán is jól elkülönül a többi mintához képest nagyobb intenzitással a $\sim 1430\text{ cm}^{-1}$ jelentkező sáv, amely karbonátok jelenlétére utal. Az ásványcsoporton belül a kalcit (712 cm^{-1}) és a dolomit (728 cm^{-1}) együttes jelenléte is igazolható (II. táblázat). Azonban az elkülönítésben az MCT-B detektorral rendelkező infravörös készülékek megbízhatóbbak. A karbonát-sáv eltérő intenzitásán túl a Si-O és Al-O vegyértékrezgések

infravörös spektrumon elfoglalt helyük és intenzitásuk alapján a rétegszilikátok (illit, muszkovit, szmektit, klorit, kaolinit) ugyan nem válnak el élesen, de a hozzájuk kapcsolódó fő elnyelési sávok intenzitás-változásai ($3000\text{--}3800\text{ cm}^{-1}$ és $850\text{--}1200\text{ cm}^{-1}$ tartományban) üledék specifikusak (8. ábra). Az agyagosabb — finomabb szemcseméretű — mintákban nagyobb, míg a nagyobb karbonát tartalmú mintákban kisebb intenzitással jelentkeznek a rétegszilikátok jellegzetes sávjai. A kaolinit a 3695 cm^{-1} -nél lévő OH-csoport vegyértékrezgése alapján különül el, míg a hevítéses minta-előkészítés révén a szmektit jelenléte igazolható a molekuláris víz infravörös elnyelési sávjain ($3000\text{--}3800\text{ cm}^{-1}$ és 1650 cm^{-1}) keresztül, mert e fázis a $80\text{ }^\circ\text{C}$ -os hevítést követően is nagyobb mennyiségben tartalmaz molekuláris — adszorbeált és rétegekzi — vizet. A $3000\text{--}3800\text{ cm}^{-1}$ -nél megjelenő sávra szuperponálódik rá a klorit jelenlétét igazoló, 3550 cm^{-1} -nél megjelenő széles elnyelési sáv is (8. ábra és II. táblázat). A kvarc a több fázist is tartalmazó mintákban is nagy valószínűséggel az egyik olyan fázis, amit biztosan azonosítani tudunk az infravörös spektrumon jellegzetes kettős sávja ($\sim 790\text{ cm}^{-1}$ és 800 cm^{-1}) alapján (II. táblázat). Azonban ezeknek a kisebb intenzitású sávoknak a nyomon követéséhez mindenképpen az MCT-B detektorral felszerelt spektrométer javasolt a nagyobb intenzitású jelekből adódóan.

Fosszilis gyanták vizsgálata

Az ATR infravörös vizsgálatokat eredményesen használják fosszilis gyanták azonosítására (műtermékektől való elkülönítésre) és megkülönböztetésére is (GUILLIANO et al. 2007). A gyanták növények által kiválasztott szerves anya-

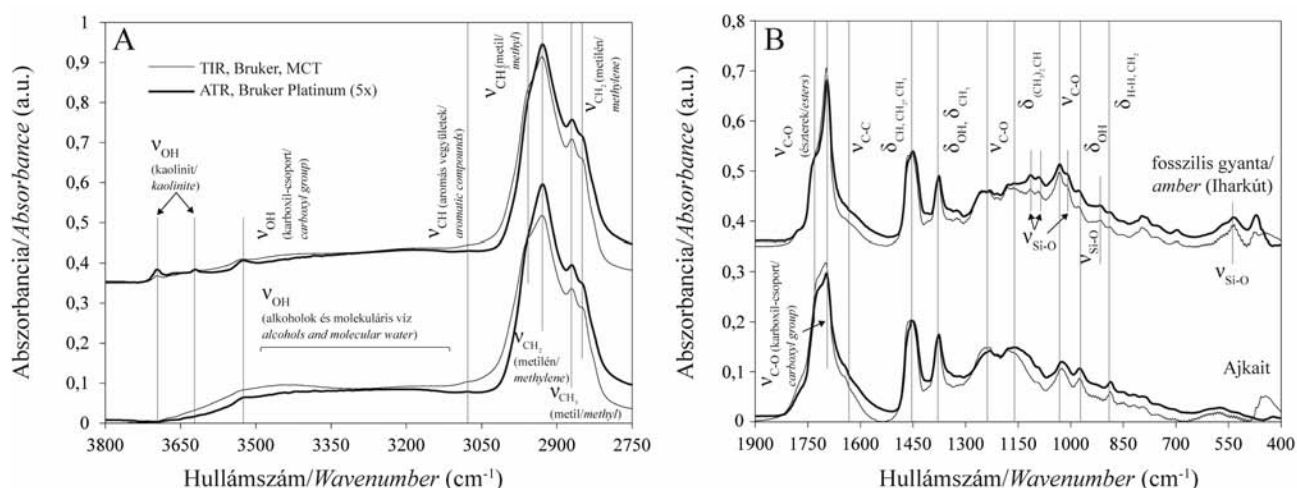
gok, amelyek ha a feltételek kedvezőek, jól fosszilizálódnak és alkalmasak lehetnek az egykori gazdanövény azonosítására. A fosszilis gyantákat nevezzük borostyánoknak. A jelen fejezetben az iharkúti késő-kréta ősgérinces lelőhelyről ismert borostyánok, illetve az Ajkai Kőszén Formációból előkerült ajkaitok vizsgálatának példáján keresztül mutatjuk be az ATR eljárás előnyeit. Az irodalomban ugyan nem példátlan az ATR FTIR technika alkalmazása (GUILINAO et al. 2007, PASTORELLI et al. 2013) fosszilis gyanták vizsgálatára, azonban ismereteink szerint nincsen egyetlen olyan publikált módszertani tanulmány sem, amely igazolja, hogy az ATR technikával felvett spektrumok megbízhatóan összevethetők a hagyományos KBR-pasztyillás, TIR technikával készült felvételekkel. A borostyánok azonosítására rendelkezésre álló referencia spektrumok ugyanis mind TIR technikával készültek (pl. ROGHI et al. 2006, CSILLAG & FÖLDVÁRI 2005). Azaz érdemes róla meggyőződni, hogy a TIR technikával már elvégzett sávazonosítások valóban alkalmazhatóak az ATR módszerrel felvett spektrumok kiértékelésére és az azokkal való összevetésre. Emellett izgalmas kihívást jelentett, annak vizsgálata, hogy az iharkúti lelőhelyről előkerült fosszilis gyanták és a szintén kréta formációkból előkerült, de morfológiailag jelentősen eltérő ajkaitok mennyire hasonlítanak, vagy éppen különböznek egymástól?

Ehhez mind a rendelkezésre álló ajkaitokat, mind pedig az iharkútról előkerült borostyánokat először 63 μm alá porítottuk, majd a port mind KBr-os TIR, mind pedig ATR technika segítségével elemeztük. Hozzáteesszük, hogy a borostyánok ATR mérése elvileg porítás nélkül is lehetséges, csak egy megfelelő méretű darabkát kell az ATR kristállyal érintkezésbe hozni. A méréseket Bruker Vertex 70 spektrométerrel végeztük MCT-B detektor alkalmazásával. Az ATR spektrumokon bővített ATR korrekciót végeztünk, a TIR spektrumokkal történő megalapozottabb összevetés érdekében. A mért spektrumokat a 9. ábra mutatja be.

A 2700–3800 cm^{-1} közötti tartomány viszonylag szegény elnyelési sávokban, csak a karboxil ($-\text{COOH}$) OH^- csoportjai, aromás vegyületek, metil ($-\text{CH}_3$) és metilén ($-\text{CH}_2$) csoportok C-H rezgéseikhez kapcsolódó elnyelési sávokat találjuk (9. ábra A; IV. táblázat), amelyek közül az utóbbiak a legintenzívebbek ($\sim 3000 \text{ cm}^{-1}$). A TIR és az ATR spektrumok lefutása igen hasonló, de az ATR spektrumok abszorbancia értékeit egységesen öttel megszoroztuk. Erre azért volt szükség, hogy a módszerek eltérő jellegéből fakadóan, a megmintázott anyag mennyiségében mutatkozó különbséget kompenzálni tudjuk (lásd az agyagsztenderdekről szóló előző fejezetben).

A vizsgált tartományban az ajkait és az iharkúti gyanták spektrumai igen jó egyezést mutatnak. Ez alapján valószínűsíthető, hogy az iharkúti borostyánok is ajkait változatnak tekinthetők. 3500–3600 cm^{-1} között megjelenik néhány kisebb intenzitású elnyelési sáv is (9. ábra A és IV. táblázat), amely a kaolinitre jellemző. Az iharkúti borostyánok igen kis szemcsék (néhány milliméteres nagyságot nem haladják meg), így kinyerésükhöz az üledék nagy mennyiségét kellett iszapolni, és az iszapolási maradékot átválogatni. A kaolinit feltehetően az iszapolás után visszamaradt igen kis mennyiségű kontamináció, ami azonban az infravörös technika érzékenysége miatt még nyomokban is kimutatható.

A 400–1800 cm⁻¹ közötti tartományban lényegesen több diszkrét, viszonylag kis félérték-szélességű elnyelési sávot találunk: nem véletlenül nevezik ezt a spektrális tartományt ujjlenyomat régióknak a gyanták esetében, hiszen az itt megjelenő elnyelési sávok alapján viszonylag jól azonosíthatóak (pl. GUILLIANO et al. 2007). Ebben a tartományban az összetettebb szerves vegyületekre jellemző elnyelési sávok jelentkeznek, amelyek közül az észterek és karboxilok elnyelési sávjai ~1700 cm⁻¹ körül találhatók, míg 900–1500 cm⁻¹ között számos elnyelési sávot találunk, amelyek ezeknek a szerves vegyületek a különböző C-H, C-O és C-C rezgés-



9. ábra. Az iharkúti lelőhelyről előkerült borostyánok és az Ajkaitok transzmissziós és ATR FTIR spektrumai 2750–3800 cm⁻¹ (A) és 400–1900 cm⁻¹ (B) között. A felvételek Bruker Vertex 70 spektrométerrel és MCT-B detektorral készültek. Az ATR spektrumokon bővített ATR korrekciót alkalmaztunk és a spektrumok intenzitásait egységesen 5-el szoroztuk meg, a jobb összehasonlítás kedvéért

Figure 9. Transmission and ATR FTIR spectra of ambers from the Itharkut quarry and Ajkait in the spectral ranges 2750–3800 cm^{-1} (A) and 400–1900 cm^{-1} (B). The infrared spectra were recorded by a Bruker Vertex 70 spectrometer with an MCT-B detector. The FTIR ATR spectra were treated by extended ATR correction and their intensities were multiplied uniformly by 5 for the sake of better comparison

IV. táblázat. Borostyánokban megjelenő leggyakoribb infravörös elnyelési sávok értelmezése

Table IV. Band assignments for the most frequently occurring infrared absorption bands in ambers

IR sávok (cm^{-1}) spektrumban elfoglalt helye		Értelmezés/Explanation	Ref. ¹
TIR, ATR	Intenzitás/Intensity		
3538	közepes	νOH (karboxil-csoport)	16, 17
3100–3500	közepes (vállak)	δOH , alkoholok, karbonsavak, molekuláris víz	
3080	gyenge (váll)	νCH , aromás vegyületek	
2966	közepes (vállak)	νCH_3 , as (metil)	
2931	erős	νCH_2 , as (metilén),	
2870	erős (váll)	νCH_3 , s (metil)	
2850	közepes (váll)	νCH_2 , s (metilén)	
1726		$\nu\text{C-O}$, észterek	
1700	erős	$\nu\text{C=O}$	
1646	gyenge (váll)	$\nu\text{C-C}$	
1454	erős	δCH , CH_2 , CH_3 , as	
1378		δOH , νCH_3 , s	
1241		$\nu\text{C-O}$	
1170		$\delta(\text{CH}_3)_2$, CH- , észterek	
1026		$\nu\text{C-O}$	
975		δOH	
889		$\delta\text{H-H}$, CH_3	

¹Az infravörös sávok megfeleltetését a következő munkák alapján végeztük: 16) CSILLAG & FÖLDVÁRI 2005, 17) GUILIANO et al. 2007./ Assignment of the infrared bands was based on the following studies: 16) CSILLAG & FÖLDVÁRI 2005, 17) GUILIANO et al. 2007.

seihez kapcsolhatók (IV. táblázat, 9. ábra). Megállapítható, hogy a TIR és ATR technikával felvett spektrumok ebben az esetben is igen hasonlóak, valamint az ajkait és az iharkúti borostyán is lényegében azonos spektrumot mutat. Az iharkúti borostyán esetében a 400–1100 cm^{-1} hullámszám tartományban is megjelennek az iszapolás után kontaminációként jelen lévő kaolinitből származó elnyelési sávok $\sim 1000 \text{ cm}^{-1}$ és $\sim 550 \text{ cm}^{-1}$ körül (9. ábra B).

Érdekességgé említhető, hogy szintén ebben a tartományban szokott megjelenni az úgynevezett „Balti váll”, amely egy 1110–1250 cm^{-1} között húzódó platót és egy arra 1150 cm^{-1} körül rátelepülő karakteresebb elnyelési sávot jelöl (BECK et al. 1965; GUILIANO et al. 2007). Ezen spektrális bélyeg alapján lehetséges a magas borostyánkősav tartalmú borostyánok azonosítása, melyeket szukcinitnek is nevezünk (GOUGH & MILLS 1972; WOLFE et al. 2009). Ezt a bélyeget sem az ajkait, sem pedig az iharkúti borostyán nem hordozza magán.

A spektrumok lehetőséget adnak a (fosszilis) gyanták érettségi fokának meghatározására is, hiszen az idővel (és hőmérséklettel) az éretlen gyantákban található exociklikus metilénre jellemző elnyelési sávok (3048, 1682, 887 cm^{-1}) fokozatosan gyengülnek, majd akár el is tűnnek (GUILIANO et al. 2007). Ez a folyamat az összetettebb szerves vegyületek lebomlásával van összefüggésben. A vizsgált mintákban ezeknek az elnyelési sávoknak az intenzitása hasonló és igen gyenge, ami összhangban van fosszilis jellegükkel és kréta korukkal. A két, hasonló korú borostyán közül az iharkúti borostyánokban gyengébb ennek a három sávnak az intenzitása, ami arra utalhat, hogy az iharkúti borostyánok magasabb hőmérsékletre is kerülhettek.

Bár az Ajkai Kőszén Formáció és a Csehbányai Formáció iharkúti feltárásának növényvilágát egyértelműen a

zárvatermők uralták (SIEGL-FARKAS 1993, BODOR & BARANYI 2012) a borostyánok infravörös elnyelési sávjai alapján a zárvatermő eredet kizárható (CSILLAG & FÖLDVÁRI 2005). A „Balti váll” hiánya miatt a nyitvatermők közül a fenyőfélék is kizárhatóak (WOLFE et al. 2009). Mindkét formációból ismertek araukária félék és nem zárható ki a krétában elterjedt Cheirolepidiaceae csoport jelenléte sem. Valószínűleg ezek között kell keresnünk az ajkaitok és az iharkúti ajkait változatok anyanövényeit is.

Következtetések

Az ATR FTIR spektrometria akár minta-előkészítés nélkül, vagy egyszerű minta-előkészítés mellett (egyszerű porítás), igen sok információt tud szolgáltatni számos, földtani szempontból fontos anyagról is. Ideális esetben akár 50 μg minta is elégséges megfelelő jel/zaj arányú spektrum felvételéhez, amely a minőségi kiértékelés megfelelő alapját képezheti.

A hagyományos KBr-os TIR technikával összevetve az ATR felvételeket a fő elnyelési sávok helye nagyrészt identikus, azonban az intenzitásuk a KBr-os TIR technika esetében nagyobb, a megmintázott anyag nagyobb mennyiségéből $ad=d=an$. Így, a TIR technikával történt sáv azonosítások felhasználhatóak az ATR spektrumokon megjelenő sávok azonosítására is. Kisebb eltérések adódhatnak a KBr-pasztillák higroszkópos tulajdonsága és a Christiansen-hatás következtében. Az előző a spektrumon a molekuláris vízhez kapcsolódó jel intenzitását növelheti, míg az utóbbi a spektrumokon jelentkező sávokat aszimmetrikussá teszi.

Vizsgálataink alapján a földtani minták ATR méréséhez optimálisabb az MCT detektorok használata, hiszen azok erő-

sebb jelet, jobb jel/zaj arányú infravörös spektrumot adnak. Nagyobb koncentrációban jelenlévő komponensek esetében azonban a DTGS detektor használata is célravezető lehet. A mérésekhez általában 4 cm^{-1} felbontást és 64 leolvasást javasolunk. Ilyen felvételi körülmények mellett az infravörös spektrumok még a vizet jobban megkötő agyagos mintáknál is széles hullámszám tartományban 5%-on belül reprodukálhatóak. A mérések során fokozottan ügyelni kell az esetleges atmoszferikus interferenciák (páratartalom és CO_2 -tartalom ingadozása) minimalizálására, amit egyrészt a spektrométer megfelelő öblítésével, másrészt a helyiség klimatizálásával lehet optimalizálni. Ügyelni kell arra is, hogy az ATR-egység tisztítása során a kristály ne kontaminálódjon.

A bemutatott esettanulmányok rávilágítanak, hogy az ATR FTIR spektrometria hatékonyan alkalmazható agyag-ásványok, üledékes kőzetek, csontok és gyanták vizsgálatára is. Az infravörös spektrumok alapján elkülöníthetők különböző üledékes egységek, amelyek különböző mállottsági fokúak, amelynek mértéke szabad szemmel nem feltétlenül megbecsülhető. A csontok esetében mind a szerves alkotó (amid csoportok), mind az ásványos összetevők közül a legfontosabb apatit jól azonosítható. Ezen túlmenően a módszer alkalmas a csontot alkotó szerves és szervetlen

összetevők arányának relatív becslésére, az apatitban jelenlévő karbonát helyettesítések azonosítására és az apatit kristályossági fokának becslésére is. A borostyánok esetében sikerült igazolnunk mérésekkel, hogy a TIR és ATR spektrumok lényegileg azonosak és csak abban különböznek, hogy a TIR spektrumok abszolút intenzitása nagyobb. Igazoltuk, hogy az iharkúti lelőhelyről előkerült borostyánok igen hasonlóak, csaknem identikusak az Ajkaiakkal.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány létrejöttéhez hozzájárult a Bolyai János Kutatói Ösztöndíj és a PD101683 OTKA pályázat K.I. részére, és a további pályázati források OTKA PD 73021, OTKA NF 84193, OTKA 105073 és MTA-ELTE Dinoszaurusz Lendület program. Köszönjük Prof. KAMARÁS Katalin segítségét és észrevételit a kézirat kapcsolatban. Köszönjük Dr. NÉMETH Tibor és Prof. KRISTÓF János lektoroknak, valamint Dr. SZTANÓ Orsolya főszerkesztő helyettesnek az igen alapos és konstruktív bírálatát, amellyel nagyban hozzájárultak a kézirat színvonalának emeléséhez.

Irodalom — References

- ACCARDO, G., CIOFFI, R., COLANGELO, F., D'ANGELO, R., DE STEFANO, L. & PAGLIETTI, F. 2014: Diffuse Reflectance Infrared Fourier Transform Spectroscopy for the Determination of Asbestos Species in Bulk Building Materials. — *Materials* **7**/1, 457–470.
- ADAMU, M. B. 2010: Fourier transform infrared spectroscopic determination of shale minerals in reservoir rocks. — *Nigerian Journal of Basic and Applied Science* **18**/1, 6–18.
- ALVAREZ-LLORET, P., RODRIGUEZ-NAVARRO, A. B., ROMANEK, C. S., GAINES, K. F. & CONGDON, J. 2006: Quantitative analysis of bone mineral using FTIR. — *MACLA* **6**, 45–47.
- BECK, C. W., WILBUR, E., MERET, S., KOSSOVE, D. & KERMANI, K. 1965: Infrared spectra of amber and the identification of Baltic amber. — *Archeometry* **8**, 96–109.
- BERTIE, J. E. 2002: *Glossary of Terms used in Vibrational Spectroscopy*. — In: CHALMERS J. M. & GRIFFITHS, P. R. (eds): *Handbook of Vibrational Spectroscopy*. pp. 1–49.
- BERTAUX, J., FRÖHLICH, F. & ILDEFONSE, P. 1998: Multicomponent analysis of FTIR spectra: quantification of amorphous and crystallized mineral phases in synthetic and natural sediments. — *Journal of Sedimentary Research* **68**, 440–447.
- BISHOP, J. L., KOEBERL, C., KARLIK, C., FRÖSCHL, H., ENGERT, P. A. J., ANDERSEN, D. W., PIETERS, C. M. & WHARTON, R. A. JR. 1996: Reflectance spectroscopy and geochemical analyses of Lake Hoare sediments, Antarctica: Implications for remote sensing of the Earth and Mars. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **60**, 765–785.
- BODOR, E. R. & BARANYI, V. 2012: Palynomorphs of the Normapolles group and related plant mesofossils from the Iharkút vertebrate site, Bakony Mountains (Hungary). — *Central European Geology* **55**/3, 259–292.
- BOYD, S. R., KIFLAWI, I. & WOODS G. S. 1994: The relationship between infrared absorption and the A defect concentration in diamond. — *Philosophical Magazine Part B* **69**/6, 1149–1153.
- CASES, J. M., BÉREND, I., FRANÇOIS, M., URIOT, J. P., MICHOT, L. J. & THOMAS F. 1997: Mechanism of Adsorption and Desorption of Water Vapor by Homoionic Montmorillonite: 3. the Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} and Ba^{2+} Exchanged Forms. — *Clays and Clay Minerals* **45**, 8–22.
- CHIPERA, S. J. & BISH, D. L. 2001: Baseline studies of the Clay Minerals Society source clays: powder X-ray diffraction analyses. — *Clays and Clay Minerals* **49**/5, 398–409.
- CLARKE, C. E., AGUILAR-CARRILLO, J. & ROYCHOUDHURY, A. N. 2011: Quantification of drying induced acidity at the mineral-water interface using ATR-FTIR spectroscopy. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **75**/17, 4846–4856.
- CSILLAG, G. & FÖLDVÁRI, M. 2005: Upper Triassic amber fragments from the Balaton Highland, Hungary. — *Annual Report of the Geological Institute of Hungary* **2005**, 37–46.
- FARMER, V. C. 1974: *Mineralogical Society Monograph 4: The Infrared Spectra of Minerals*. — The Mineralogical Society, London 539 p.
- FÖLDVÁRI, M. 1987: Infravörös spektroszkópiás módszerek alkalmazása az ásványtani vizsgálatokban. — *MÁFI Módszertani Közlemények* **1987**/2, 1–22.
- GIER, S., WORDEN, R. H., JOHNS, W. D. & KURZWEIL, H. 2008: Diagenesis and reservoir quality of miocene sandstones in the Vienna Basin, Austria. — *Marine and Petroleum Geology* **25**, 681–695.
- GE, Y., THOMASSON, J. A. & MORGAN, C. L. S. 2014: Mid-infrared attenuated total reflectance spectroscopy for soil carbon and particle size determination. — *Geoderma* **213**, 57–63.

- GOUGH, L. J. & MILLS J. S. 1972: The composition of succinite (Baltic amber). — *Nature* **239**, 527–528.
- GRADOLNIK, J. 2002: ATR-FTIR spectroscopy: its advantages and limitations. — *Acta Chimica Slovenica* **49**, 631–642.
- GU, C., KATTI, D. R., KATTI, K. S. 2013: Photoacoustic FTIR spectroscopic study of undisturbed human cortical bone. — *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* **103**, 25–37.
- GUILIANO, M., ASIA, L., ONORATINI, G. & MILLE, G. 2007: Applications of diamond crystal ATR FTIR spectroscopy to the characterization of ambers. — *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* **67/5**, 1407–1411.
- HARRICK, N. J. 1967: *Internal Reflection Spectroscopy*, Wiley-Interscience, New York, 327 p.
- HERBERT, T. D., TOM, B. A. & BURNETT, C., 1992: Precise major components determinations in deep sea sediments using Fourier transform infrared spectroscopy. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **56**, 1759–1763.
- HERRON, M. M., MATTESON, A. & GUSTAVSON, G. 1997: Dual-Range FT-IR Mineralogy and the Analysis of Sedimentary Formations. — *International Symposium Society Core Analysts, Calgary, Canada*, Proceedings Paper SCA-9729, 1–11.
- HLAVAY, J., JONAS, K., ELEK, S. & INCZEDY, J. 1978: Characterization of the particle size and the crystallinity of certain minerals by IR spectrophotometry and other instrumental methods-II. Investigations on quartz and feldspar. — *Clays and Clay Minerals* **26**, 139–143.
- HUGHES, T. L., METHVEN, C. M., JONES, T. G. J., PELHAM, S. E., FLETCHER, P. & HALL, C. 1995: Determining cement composition by Fourier transform infrared spectroscopy. — *Advanced Cement Based Materials* **2/3**, 91–104.
- JAYNES, W. F., TRAINA, S. J. & BIGHAM, J. M. 1992: Preparation and characterization of reduced-charge hectorites. — *Clays and Clay Minerals* **40**, 397–404.
- JUNG, H.-J., MALEK, M. A., RYU, J., KIM, B., SONG, J.-C., KIM, H. & RO, C.-U. 2010: Speciation of individual mineral particles of micrometer size by the combined use of attenuated total reflectance-Fourier transform-infrared imaging and quantitative energy dispersive electron probe x-ray microanalysis techniques. — *Analytical Chemistry* **82**, 6193–6202.
- KOMADEL, P., MADEJOVÁ, J., JANEK, M., GATES, W. P., KIRKPATRICK, R. J. & STUCKI, J. W. 1996: Dissolution of hectorite in inorganic acids. — *Clays and Clay Minerals* **44**, 228–236.
- KOURKOUDELIS, N. & TZAPHLIDOU, M. 2010: Spectroscopic assessment of normal cortical bone: differences in relation to bone site and sex. — *The Scientific World Journal* **10**, 402–412.
- KOVÁCS, I., GREEN, D., ROSENTHAL, A., HERMANN, J., O'NEILL, H. St. C., HIBBERSON, W. O. & UDVARDI, B. 2012: An experimental study of water in nominally anhydrous minerals in the upper mantle near the water saturated solidus. — *Journal of Petrology* **53/10**, 2067–2093.
- KOVÁCS, I., O'NEILL, H. St. C., HERMANN, J. & HAURI, E. 2010: Site-specific infrared O-H absorption coefficients for water substitution into olivine. — *American Mineralogist* **95**, 292–299.
- LIBOWITZKY, E. & BERAN, A. 2004: IR spectroscopic characterisation of hydrous species in minerals. — In: BERAN, A. & LIBOWITZKY, E. (eds) 2004: “*Spectroscopic Methods in Mineralogy*”, *EMU Notes in Mineralogy* **6**, 227–279.
- LIBOWITZKY, E. & ROSSMAN, G. R. 1996: Principles of quantitative absorbance measurements in anisotropic crystals. — *Physics and Chemistry of Minerals* **23**, 319–327.
- LIBOWITZKY, E. & ROSSMAN, G. R. 1997: An IR absorption calibration for water in minerals. — *American Mineralogist* **82**, 1111–1115.
- MADEJOVA, J. & KOMADEL, P. 2001: Baseline studies of the clay minerals society source clays: infrared methods. — *Clay and Clay Minerals* **49**, 410–432.
- MATTESON, A. & HERRON, M. M. 1993: Quantitative mineral analysis by Fourier transform infrared spectroscopy. — *SCA Conference Paper Number* **9308**, 1–16.
- MILLER, L. M., VAIRAVAMURTHY, V., CHANCE, M. R., MENDELSON, R., PASCHALIS, E. P., BETTS, F. & BOSKEY, A. L. 2001: In situ analysis of mineral content and crystallinity in bone using infrared micro-spectroscopy of the (4) PO₄³⁻ vibration. — *Biochimica et Biophysica Acta* **1527**, 1–19.
- MIRABELLA, F. M. 2006: Principles, Theory and Practice of Internal Reflection Spectroscopy. — Handbook of Vibrational Spectroscopy. DOI: 10.1002/0470027320.s2301
- MÜLLER, M. C., PEJIC, B., ESTEBAN, L., PIANE, C. D., RAVEN, M. & MIZAKOFF, B. 2014: Infrared Attenuated Total Reflectance Spectroscopy: An Innovative Strategy for Analyzing Mineral Components in Energy Relevant Systems. — *Nature Scientific Reports* **4**, 6764, 1–11.
- PALAYANGODA, S. S. & NGUYEN, Q. P. 2012: An ATR-FTIR procedure for quantitative analysis of mineral constituents and kerogen in oil shale. — *Oil Shale* **29/4**, 344–356.
- PASCHALIS, E. P. 2009: Fourier transform infrared analysis and bone. — *Osteoporosis International* **20/6**, 1043–1047.
- PASCHALIS, E. P., DI CARLO, E., BETTS, F., SHERMAN, P., MENDELSON, R. & BOSKEY, A. L. 1996: FTIR microspectroscopic analysis of human osteonal bone. — *Calcified Tissue International* **59**, 480–487.
- PASTERIS, J. D., YODER, C. & WOPENKA, B. 2014: Molecular water in nominally unhydrated carbonated hydroxylapatite: The key to a better understanding of bone mineral. — *American Mineralogist* **99**, 16–27.
- PASTORELLI, G., SHASHOUA, Y. & RICHTER, J. 2013: Hydrolysis of Baltic amber during thermal ageing—An infrared spectroscopic approach. — *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* **106**, 124–128.
- PESLIER, A. H. 2010: A review of water contents of nominally anhydrous natural minerals in the mantles of Earth, Mars and the Moon. — *Journal of Volcanology of Geothermal Research* **197**, 239–258.
- PIENKOWSKI, D., DOERS, T. M., MONIER-FAUGERE, M. C., GENG, Z., CAMACHO, N. P., BOSKEY A. L. & MALLUCHE, H. H. 1997: Calcitonin alters bone quality in beagle dogs. — *Journal of Bone Mineral Research* **12**, 1936–1943.
- ROGHI, G., RAGAZZI, E. & GIANOLLA, G. 2006: Triassic amber of the southern Alps (Italy). — *Palaios* **21/2**, 143–154.
- ROSSMAN, G. R. 1988: Vibrational Spectroscopy of Hydrous Components. — In: HAWTHORNE F. C. (ed.): *Spectroscopic Methods in Mineralogy*. — *Reviews in Mineralogy* **18**, 193–206.
- SCHROEDER, P. A. 2002: Infrared spectroscopy in clay science. — In: GUGGENHEIM, S. & RULE, A. (eds): *Teaching clay science*. Clay Minerals Society Workshop Series, *Aurora* **13**, 181–202.
- SCHUTTLEFIELD, J. D., COX, D. & GRASSIAN V. H. 2007: An investigation of water uptake on clays minerals using ATR-FTIR spectroscopy coupled with quartz crystal microbalance measurements. — *Journal of Geophysical Research*, **112**, D21303, doi:10.1029/2007JD008973.
- SIEGL-FARKAS, Á. 1993: Palynostratigraphy of the Upper Cretaceous in Hungary. — *Cretaceous Research* **14**, 663–668.
- SIMONESCU, C. M. 2012: Application of FTIR Spectroscopy in Environmental Studies. — In: FARRUKH, M. A. (ed.): *Advanced Aspects of Spectroscopy*. InTech, DOI: 10.5772/48331. <http://www.intechopen.com/books/advanced-aspects-of-spectroscopy/application-of-ftir-spectroscopy-in-environmental-studies>

- SNYDER, R. W., PAINTER, P. C. & CRONAUER, D. C. 1983: Development of FT-IR. procedures for the characterization of oil shale. — *Fuel* **62**, 1205–1214.
- STATHOPOULOU, E. T., PSYCHARIS, V., CHRYSIKOS, G. D., GIONIS, V. & THEODOROU, G. 2008: Bone diagenesis: New data from infrared spectroscopy and X-ray diffraction. — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **266/3–4**, 168–174.
- TÓTH, J., UDVARDI, B., KOVÁCS, I. J., FALUS, Gy., SZABÓ, Cs., TROSKOT-ČORBIĆ, T. & SLAVKOVIĆ, R. 2012: Analytical development in FTIR analysis of clay minerals. — *MOL Scientific Magazine* **1**, 52–61.
- UDVARDI, B., KOVÁCS, I., SZABÓ, Cs., MIHÁLY, J. & NÉMETH, Cs. 2012: Aggregation of kaolinites and swelling-drying effect in microaggregates of bentonites. — In: FEJES L.-NÉ UTASI A. & VINCZE-CSOM V. (szerk.): *VIII. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia tanulmánykötete*, Göttinger Kiadó, Veszprém, ISBN 978-963-86627-2-9, 140–145.
- UDVARDI, B., KOVÁCS, I. J., KÓNYA, P., FÖLDVÁRI, M., FÜRI, J., BUDAI, F., FALUS, Gy., FANCSIK, T., SZABÓ, Cs., SZALAI, Z. & MIHÁLY, J. 2014: Application of attenuated total reflectance Fourier transform infrared spectroscopy in the mineralogical study of a landslide area, Hungary. — *Sedimentary Geology* **313**, 1–14.
- VACULIKOVÁ, L. & PLEVOVÁ, E. 2005: Identification of clay minerals and micas in sedimentary rocks. — *Acta Geodynamica et Geomaterialia* **2**, 167–175.
- Van der MAREL, H. W. & BEUTELSPACHER H. 1976: *Atlas of Infrared Spectroscopy of Clay Minerals and their Admixtures*. — Amsterdam-Oxford-New York: Elsevier Scientific Publishing Company, 396 p.
- WADA, K. 1967: A study of hydroxyl groups in kaolin minerals utilizing selective deuteration and infrared spectroscopy. — *Clay Minerals* **7**, 51–61.
- WANG, X. Y., ZUO, Y., HUANG, D., HOU, X. D. & LI, Y. B. 2010: Comparative Study on Inorganic Composition and Crystallographic Properties of Cortical and Cancellous Bone. — *Biomedical and Environmental Sciences* **23/6**, 473–480.
- WASHBURN, K. E. & BIRDWELL, J. E. 2013: Multivariate analysis of ATR-FTIR spectra for assessment of oil shale organic geochemical properties. — *Organic Geochemistry* **63**, 1–7.
- WHITNEY, D. L. & EVANS, B. W. 2010: Abbreviations for names of rock-forming minerals. — *American Mineralogist* **95**, 185–187.
- WOLFE, A. P., TAPPERT, R., MUEHLENBACHS, K., BOUDREAU, M., MCKELLAR, R. C., BASINGER J. F. & GARRETT, A. 2009: A new proposal concerning the botanical origin of Baltic amber. — *Proceedings of the Royal Society B*. **276**, 3403–3412.
- XIA, Q. K., HAO, Y., LI, P., DELOULE, E., COLTORTI, M., DALLAI, L., YANG, X. & FENG, M. 2010: Low water content of the Cenozoic lithospheric mantle beneath the eastern part of the North China Craton. — *Journal of Geophysical Research* **115**, B07207, doi:10.1029/2009JB006694.
- XU, W., JOHNSTON, C. T., PARKER P. & AGNEW, S. T. 2000: Infrared study of water sorption on Na-, Li-, Ca-, and Mg-exchanged (SWy-1 and SAz-1) montmorillonite. — *Clays and Clay Minerals* **48**, 120–131.

Kézirat beérkezett: 2015. 03. 30.

Végjegyzet:

¹ Az ATR-nek létezik mikro-ATR alkalmazása is, amikor az ATR kristályt a spektrométerhez csatlakoztatott mikroszkóphoz illesztjük. Ezzel igen jó laterális felbontás érhető el: ~100×100 mm, azonban ennek megfelelően a kimutatási határ is jóval magasabb, hiszen lényegesen kisebb a megmintázott térfogat.

² <http://www.bruker.com/products/infrared-near-infrared-and-raman-spectroscopy/ft-ir/ft-ir-accessories/platinum-atr/overview.html>

³ http://www.specac.com/userfiles/file/MD5Golden_Gate.pdf

KOZMA Károly

1936–2014

KOZMA Károly Gyulaházán született, 1936. május 20-án. Középiskolai tanulmányait Kisvárdán a Bessenyei György Gimnáziumban kezdte, és Ózdon a József Attia Gimnáziumban fejezte be. 1959-ben az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karán kapott geológus diplomát. 1978-ban környezetvédelmi szakmérnöki oklevelet szerzett.

1959-től 1962-ig a Várpalotai Mélyfúró Vállalatnál volt geológus, vezető geológus, majd 1962 és 1970 között az Ajkai Szénbányánál geológus. 1971–1972-ben Mongóliában a III. Magyar–Mongol Térképező expedícióban vett részt geológusként. Ezután 1973–76 között ismét Várpalotán az ekkor már Dunántúli Földtani Kutató-Fúró Vállalat nevű korábbi cégénél dolgozott osztályvezetőként, majd az Ajkai Bányüzemnél (Ajkai szénbányák, majd Veszprémi Szénbánya Vállalat, később Bakonyi Erőmű Rt.) volt csoportvezető főgeológus.

Már 1962-től részt vett a szénbánya Bányászati Múzeumának kialakításában, elsősorban az Őslény- és Kőzettár anyagának gyűjtésében, összeállításában, továbbá bányászati tárgyak, dokumentumok felkutatásában, gyűjtésében. 1985-től a múzeum vezetője volt, mely 1994-től az ajkai Városi Könyvtár és Múzeum, Bányászati Múzeum néven működött. Számos társadalmi egyesületben is aktívan tevékenykedett: 1983 és 1990 között városi TIT elnök, 1994-től a Magyarhoni Földtani Társulat Közép-dunántúli Területi Szervezetének vezetőségi tagja. Az OMBKE-nek 1975-től a BKL Bányászat szerkesztőbizottságának 1995-től 2004-ig 10 éven át volt tagja. 1994 és 1997 között az Ajkai Városszépítő egyesület elnökeként nevéhez fűződik többek között a felsőcsingeri bányász-sírkert felújítása, a milleneumi emlékoszlop felállítása, a Városszépítők Lapjának indítása.

Munkásságát számos kitüntetés is fémjelzi: Földtani Kutatás Kiváló Dolgozója (1967), Kiváló Munkáért (1980, 1989), Veszprém Megyéért arany fokozat (1986), VEAB II. díj (1986), Kiváló Bányász (1992), BDSZ Művészeti Nívódíj (1993), Zeusz Díj (1994), OMBKE Egysületi Munkáért emléklakett (1998), a Bányászati Szolgálati Érdemérem bronz, ezüst, arany fokozatai és a Magyarhoni Földtani Társulat Pro Geologia Applicata Emléklakettje (2012).

Igen gazdag irodalmi munkássága is: hozzávetőleg 150 cikke, tudósítása jelent meg különböző szakmai, illetve régiós lapokban. Ezen túlmenően több szakmai, szakmatörténeti, hagyományápolási könyvnek volt szerzője, társszerzője, ill. szerkesztője, sőt szépirodalmi munkája (verseskötet) is megjelent.

KOZMA Károly temetése az ajkai új temetőben volt 2014. október 18-án.

Tisztelt Karcsi Bátyánk, Isten veled utolsó Jószerencsét!

Ifj. PODÁNYI Tibor

Események, rendezvények

Az EMT XVII. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferenciája Déván

Március 26–29. között erdélyi testvérszervezetünk, — az EMT Földtani Szakosztálya és Bányászati–Kohászati Szakosztálya szervezésében, — nagy résztvevői érdeklődés mellett, sikeres és magas színvonalú konferenciának lehettünk részesei. A 170 regisztrált résztvevő többsége Magyarországról látogatott Dévára. A bányász–kohász kollégák mellett 12 fő geológus is jelen volt. A rendezvény jelentőségét emelte, hogy ebben az évben ünnepli az EMT megalakulásának 25. évfordulóját. A minden évben más erdélyi helyszínen zajló rendezvény az anyaországi és az erdélyi szakemberek számára egyaránt jó lehetőséget ad az ismerkedésre, a szakmai konzultációkra, valamint Erdély káprázatos tájainak, földtani felépítésének, bányászati, kohászati és kultúrtörténeti emlékeinek tanulmányozására.

A konferenciasorozat motorja, kezdettől fogva, tiszteleti tagunk WANEK Ferenc geológus, aki 70 éve ellenére, fiatalos lendülettel és sokrétű ismeretanyaggal bővölte el minden alkalommal az általa vezetett terepbejárások résztvevőit. A konferenciát egy egész napos földtani és egy bányászati–kohászati témájú előkirándulás vezette be, amelyet WANEK Ferenc és fiatalabb munkatársai, másrészt GAGYI PÁLFFY András bányamérnök vezetett.

A földtani terepbejáráson érintettük a Déva közelében lévő magmás és üledékes formációkat egyaránt, betekintést kaptunk az Erdélyi-érchegység neogén, hidrotermás ércesedéseinek az „Aranyégyszögben” lévő történelmi és jelenkori bányaművelésbe, valamint néhány kultúrtörténeti jelentőségű műemlékegyüttesbe. Ez utóbbiak közül megemlíthendők a harói református templom 13. századi freskói, a marosillyei Veres-bástya, BETHLEN Gábor szülőhelye és a romos állapotú Bornemissza kastély épületgyűjtése. Kiemelkedően szép állomása volt a szakmai kirándulásnak a Brádi Aranyműzeum, ahol a több száz éves környékbeli aranybányákból származó, a gyűjtemény számára megmentett, egyedi terméssárga, ezüst és ritka ásványokból álló gazdag válogatásban gyönyörködhattunk.

A jó hangulatú kirándulást másnap a szakmai konferencia követte. A délelőtti plenáris ülést négy szekcióban földtani, bányászati, kohászati, tudománytörténeti előadások egészítették ki, amelyek mellett még poszter szekció is színesítette a palettát.

Kiemelendő a plenáris ülésen GALÁCZ András professzor által „Tudományos csalások az őslénytanban” címmel tartott előadás, amelynek humoros, ugyanakkor magas színvonalú és közérthető stílusa minden jelenlévő szakembert magával ragadott és az előadást kedves és őszinte gratulációkkal honorálták.

A plenáris ülés megnyitójaként elhangzott a házigazdák, az OMBKE és az MFT elnökeinek üdvözlő beszédei után WANEK Ferenc képletesen átadta a következő konferenciák szervezési és elnöki jogát a fiatalabb generációnak, így MÁRTON István, KOVÁCS Alpár és SILYE Lóránt erdélyi geológusoknak, akik ezt a megtisztelő felkérést elfogadták.

A következő Bányászati–Kohászati és Földtani Konferenciára 2016 tavaszán, Brassóban kerül sor.

BAKSA Csaba

Hová tovább ásványvagyongazdálkodás?

4. Ásványvagyongazdálkodási Fórum

Az Észak-Magyarországi régió — új lehetőségek a nyersanyaggazdálkodás területén az S3 program tükrében

Szervezők: MTA Bányászati Tudományos Bizottsága, MTA TAB MAB Bányászati–Földtudományi–Környezettudományi Szakbizottsága, Magyarhoni Földtani Társulat Észak-Magyarországi Területi Szervezete, Miskolci Egyetem Földtudományi Kara és a magyar Mérnök Kamara Szilárdásvány Tagozata.

2015. április 23-án Miskolcon az MTA Miskolci Akadémiai Bizottság székházában, a Föld napja apropójából, immáron negyedik alkalommal került megrendezésre az Ásványvagyongazdálkodási Fórum. Ennek keretében a hazai ásványvagyongazdálkodás aktuális problémáit, lehetőségeit tárgyalták meg a szakma képviselői. Prof. Dr. SZÜCS Péter a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karának dékánja elmondta, hogy a Miskolci Egyetem régóta műveli ezt a szakterületet és hangsúlyozta, hogy a nyersanyag-gazdálkodás megjelent a Miskolci Egyetemen működő Fenntartható Természeti Erőforrás-gazdálkodás Kiválósági Központ stratégiai kutatási területei között, amelyre alapozva az egyetem a képviselt területen jelentős innovációra képes. Az előadások témájukban széles spektrumot öleltek át, az európai uniós keretprogramokon keresztül a lokális kutatási eredmények bemutatásán és ásványi alapú hulladékok innovatív hasznosítási módszereinek bemutatásán keresztül az elektronikai hulladékgazdálkodás területéről beszámoló szakmai előadásig. Dr. BÖHM József címzetes egyetemi tanár, a Műszaki Földtudományi Kar korábbi dékánja elmondta, hogy az intelligens szakosodási stratégia megléte nem lehetőség, hanem kötelező feltétele az európai uniós támogatások lehívásának, olyan fejlesztés nem valósítható meg, amely nem illeszkedik valamely prioritáshoz. Az Észak-Magyarországi régió ilyen szempontból szerencsés, mivel a regionális stratégiában a természeti erőforrás-gazdálkodás, a vízkészlet-gazdálkodás és energetika is jelen van.

Nem fémes szilárd ásványi nyersanyagok potenciál-felmérése – SNAP SEE és Minatura H2020 projektek címmel tartott előadást HORVÁTH Zoltán, az MFGI főosztályvezetője. Előadásában kiemelte az EU által finanszírozott programokban számunkra rejlő lehetőségeket. Ugyanezt hangsúlyozta HARTAI Éva és MADARÁSZ Tamás egyetemi docens, akik Kitekintés az Európai Unióra — kapunyitásunk a kutatásban — H2020 projektek és lehetőségek címmel foglalták össze a Miskolci Egyetemen futó, közvetlen EU pályázattal elnyert földtudományi programokat, amelyek Kindra, Intraw, CHPM-H2020 címen, vízföldtani, bányászati, ásványvagyongazdálkodási kérdések megoldására irányulnak nemzetközi konzorciumok részeként.

Három, a Criticel programhoz kapcsolható földtani kutatási projekt kapott helyet a programban. A Cserehát feltáratlan primér ásványvagyongazdálkodási potenciálja című témát FÖLDESSY János egyetemi tanár (ME) és MADARÁSI András geofizikus (MFGI) mutatta be. „Dél-Bükk — ritkaföld-dúsulások idős vulkanitokban” címen foglalta össze terepi kutatásaik jelentős eredményeit ZAJZON Norbert és NÉMETH Norbert egyetemi docens, PETŐ Gábor tudományos főmunkatárs (ME) előadása. HORVÁTH Réka doktorandusz (ME) és HÁMORNÉ VIDÓ Mária (MFGI) Barnaszeneink – fosszilis tüzelőanyag és ritkaelem forrás című előadása zárta ezt a blokkot.

A másodnyersanyagok területéről is több előadás hangzott el.

Kiss János tudományos főmunkatárs (MFGI) ismertette a Másodlagos nyersanyagok — bányászati hulladék-nyilvántartás adatbázis építési munkáit és alkalmazási lehetőségeit. MUCSI Gábor egyetemi docens (ME) az erőműi pernyék hasznosítási lehetőségeit mutatta be. A Elektronikai Hulladékhasznosító Kft. (Karcag) ügyvezetője Az E-hulladék feldolgozás gyakorlati tapasztalatai és további lehetőségek című bemutatója keretében adott példát az előkészítés, hasznosítás lehetőségeiről.

SOMOS László és FODOR Béla (egyéni szakértők) egy benyújtott, de három éve el nem fogadott koncessziós kezdeményezésről ismertett egy esettanulmányt. PAPP Richárd egyetemi hallgató (ME) röviden ismertette a Műszaki Földtudományi Karon működő nemzetközi diáktagozatok: AAPG, EAGE, SEG, SPE tevékenységét.

A rendezvényt egy, a jövő lehetőségeit taglaló vitafórum zárta, melyet Dr. BAKSA Csaba, az MFT elnöke moderált. A vitafórumon felmerülő, régóta napirenden lévő kérdések remélhetően a közeljövőben megoldódnak.

GOMBKÖTŐ Imre, FÖLDESSY János

II. Föld napi geológus piknik

A Föld napi geológus pikniket először 2014-ben rendezte meg az MFT a budapesti szépvölgyi-úti Francia kőbányában, ahol a környék geológiai jellegzetességeinek megtekintése mellett piknikezéssel és geológus nóták éneklésével töltöttük a napot. Már akkor tudtuk, ezt jövőre meg kell ismételni!

Így, az Elnökség megbízásából az Ifjúsági Bizottság 2015. április 25-én, szombaton megrendezte a II. Föld napi geológus pikniket. A rendezvénynek ezúttal a Bükk hegység lábánál elterülő Miskolc adott otthont. A budapesti delegációt a miskolci Tiszai pályaudvaron várta az Ifjúsági Bizottság vezetősége, ahonnan különjárárral indultunk első szakmai programunk helyszínére. Útközben több miskolci kolléga és diák is csatlakozott a résztvevőkhöz. A körülbelül 30 fős csoportot a miskolc-tapolcai Barlangfürdő bejárata előtt CSOMOR Tibor Áron, az IB elnöke köszöntötte. A Barlangfürdőben SZLABÓCZKY Pál bányamérnök, mérnök-geológus vezetésével megtekintettük a fürdő gyógyhatású termálvíz vájta természetes üregeit, illetve a látogatók előtt lezárt kőrváratot. A bejárás során különböző képződményeket, gömbüstöröket, a medencéket összekötő folyosókon tetarátasorokat (megkövesedett hullámfodrokat), cseppkő kérgét láttunk. A meleg vizű források a Bükk NyÉNy–KDK peremi termális törésvonala mentén szállnak fel, a fürdő vize jelenleg 29 °C körüli hőmérsékletű. Miskolc-Tapolcának a város ivóvízellátásában is kulcsfontosságú szerepe van, ugyanis annak nagy részét az itt foglalt hideg vizes karsztforrásokból biztosítják.

Bár a fürdőben a csobbanás elmaradt, a magas hőmérsékletet és páratartalmat a Miskolci Egyetem campusán található Selmeci Műemlékkönyvtár klimatizált termében pihenhetünk ki. Könyvtári vezetőnk ismertette az egyetem és a könyvtár történetét. A Miskolci Egyetem a Mária Terézia által 1735-ben alapított bányászati iskola, a Bergschule egyik jogutódja. Ez volt az első műszaki felsőoktatási intézmény Európában, ahol olyan neves professzorok, tudósok oktattak, mint MIKOVINY Sámuel, Giovanni Antonio SCOPOLI, Christoph Traugott DELIUS, Christian DOPPLER, KERPELY Antal. A Selmeci Akadémia három kara, a bányászati, kohászati és erdészeti karok 1919-ben először Sopronba, majd 1949-ben a bányászati és kohászati karok Miskolcra költöztek. A Műemlékkönyvtár a Selmecbányán működött Bányászati és Erdészeti Akadémia könyvtárának rendkívül jó állapotban, szinte hiánytalanul fennmaradt könyvvállományát tartalmazza az 1735 és 1918 közötti időszakból. A gyűjtemény egész Európában ritkaságnak

számít. A könyvek egységes díszkötést kaptak és a fennmaradt példányok egyharmada (többnyire erdészeti könyvek) Sopronban, háromnegyede Miskolcon található, melyekből 7500 könyv került kiállításra a selmeci könyvtár 1982-es rendszerezése szerint. Megtekinthetők első kiadású AGRICOLA könyvek, MOHS, LINNÉ, NEWTON, LAVOISIER munkái, egyetemi jegyzetek, valamint a Selmeci Akadémia közel 4000 darabos ásványtárának legértékesebb darabjai, ásványritkaságok Verespatak, Aranyosbánya, Kapnikbánya, Selmecbánya, Körmöcbánya területéről. A könyvtár előterében az UNESCO magyarországi Szellemi Kulturális Örökségek listájára 2014-ben felkerült selmeci diákhagyományokat bemutató tárlókban a Dudujka-völgyi Rókák Baráti Társaságának gyűjtéséből származó korszok, daloskönyvek, regények és egyéb relikviák találhatók.

A szakmai programok végén már gulyáslevesrel vártak minket a sportpályák melletti bográcsoszáznál. A finom ebéd után jókedvű nótázással zártuk a napot. Az ELTE egykori diákjai és tanárai által írt geológusnótákat JUHÁSZ Árpád és KÖHLER Artúr kísérte gitáron, míg a selmeci diáklalokat CSOMOR Áron vezetésével a miskolci hallgatók adták elő. A felcsendülő nóták a szakmaszeretetet, a barátságot, összetartást és vidámságot hirdették.

Bízom benne, hogy az ilyen találkozó az elkövetkező években is megrendezésre kerül, és az ország minden tájáról érkeznek majd kollégák, hogy eltöltsünk együtt egy kellemes, kötetlen napot, mert „Mindnyájan jártunk egyszer az Akadémián...”

Kiss Anett
az Ifjúsági Bizottság titkára

18. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés 2015. május 14–16, Váró-Fónagyság

Az MFT Őslénytani és Rétegtani Szakosztálya tizennyolcadik alkalommal rendezte meg idén tavasszal az Őslénytani Vándorgyűlést. A Bükkbe látogattunk el, ahol a rendezvénynek a vadregényes fónagysági Bagoly-vár Erdészeti Erdei Iskola adott otthont. A regisztrált résztvevők száma 59 volt, akik 12 hazai és 2 külföldi intézmény képviseletében mutatták be az elmúlt év legérdekesebb Őslénytani eredményeit.

A háromnapos rendezvényen a hagyományoknak megfelelően az első és harmadik napon hangzottak el szakmai előadások. A kollégák összesen 7 szekcióban 34 előadást tartottak és 8 posztert mutattak be. A változatos program során a holocén klímaváltozástól kezdődően mezozoikum evolúciós folyamataiig ismertettük meg az aktuális eredményeket. Idei vendégelőadónk VIVI VAJDA (Lund University, Swedish Museum of Natural History) volt, aki „Changes in terrestrial ecosystems across the Cretaceous–Paleogene mass–extinction intervall — new results from New Zealand and Belize” címmel tartott előadást.

A szakosztály vezetősége idén is díjazta a legjobb előadásokat és poszttereket.

Hallgatói kategória:

Első helyezett: SEGEDI Martin, második helyezett: POLONKAI Bálint, harmadik helyezett: SZÜCS Dominika.

PhD kategória:

Első helyezett: KARÁDI Viktor, második helyezett: KOCIS Tibor Ádám, harmadik helyezett: PÁL Ilona.

A Hantken Miksa Alapítvány különdíját, amely a legjobb alkalmazott paleontológiai előadást díjazza, idén KARÁDI Viktor kapta.

A rendezvényen került sor a szakosztály vezetőségi tisztújítására. DULAI Alfréd elnök úr előre jelezte, hogy az elnökséget újabb 3 évre nem tudja vállalni. Ezúton is köszönöm a Szakosztály teljes tagsága nevében a leköszönő Vezetőségnek az elmúlt évek áldozatos munkáját, a nagyszerű szakmai programokat.

A 2015–2018 időszakra megválasztott vezetőség:

Elnök: MAGYAR Imre

Titkár: BOSNAKOFF Mariann

Vezetőségi tagok: BODOR Emese Réka, ŐSI Attila, PÁLFY József, TÓTH Emőke, VIRÁG Attila

A rendezvény második napja hagyományosan terepbejárás. A program során a Bükk nyolc érdekes feltárását keresték fel a résztvevők. Érintették a hazánkból ismert legidősebb makroszkopikus ősmaradványok lelőhelyét is, a nekézsényi Strázsa-hegyen kibukkanó alsó–középső-devon Strázsahegyi Formációt. A kirándulás egyes pontjain a területet kiválóan ismerő kollégák (HAAS János, LESS György és MARTON Kata) tartottak vezetést. A terepbejárás résztvevőinek ebédjét DUNAI Mihály szponzorálta.

A vándorgyűlésről készült 62 oldalas programfüzetet BOSNAKOFF Mariann és DULAI Alfréd szerkesztették. A kiadvány az előadások és poszterek kivonata mellett a kirándulásvezetőt is tartalmazza.

A rendezvényt támogató Hantken Miksa Alapítványnak és Magyar Természettudományi Múzeumnak köszönhetően minden résztvevő szakmai ismeretekkel és szép élményekkel gazdagodva térhetett haza az Észak-Bükkből. Köszönettel tartozunk LESS Györgynek, aki a helyszín kiválasztásában és a szállást szervezésében volt a Szakosztály Vezetőségének segítségére.

BODOR Emese Réka

XVIII. Magyar Geomatematikai ankét és VII. Horvát–Magyar Geomatematikai Konferencia

2015. május 21–23. között került megrendezésre az immáron hetedik éve nemzetközi összefogású geomatematikai szimpózium. Az idei összejövetel a hazai Geomatematika és Számítástechnikai Szakosztály, illetve az SZTE közösen szervezésében jött létre, amelynek a mórachalmi rendezvényház adott otthont.

Az összejövetelt HORVÁTH Janina a szakosztály 2015-ben megválasztott elnöke, Marko CVETKOVIC a Horvát Geomatematikai Szakosztály titkára és VOLFORD Viktor az AAPG Szeged Student Chapter képviselője és egyben az IAMG Szeged Student Chapter elnöke nyitotta meg.

A megnyitó keretében köszöntöttük GEIGER Jánost és KOVÁCS Józsefet, akik több mint egy évtizeden át vezették a Geomatematika és Számítástechnikai Szakosztályt. Elismerő oklevéllel kívántuk kifejezni mind a szakosztály mind pedig a konferencia résztvevői nevében köszönetünket eredményes és sikeres munkájukért, illetve a fiatal kutatók és diákok támogatásáért.

A geomatematika elnevezéshez hűen, a rendezvényen képviseltették magukat mind az alkalmazott matematikai módszerek, mind a felhasználói területen született rezervoár és hidrodinamikai modellek, de emellett olyan előadások is helyet kaptak, melyek időszerelemzéssel vagy éppen bizonytalanság- és kockázatelemzéssel foglalkoztak. A három napos konferencián 27 előadás hangzott el, illetve zárásként egy workshop keretén belül vita folyt a különböző bizonytalansággal terhelt modellek és a valóság viszonyáról, illetve kitekintést kaphattunk a vita közben a tározómodellezésben aktuálisan felmerülő problémákról és azok esetleges kezeléséről. A workshop levezetésért NEMES István rezervoár geológusnak (MOL Nyrt.) mondhatunk köszönetet.

A rendezvényt megelőzte egy ún. „nulladik napi” köztudományi műhelytalálkozó is, amely keretében FEDOR Ferenc (Geochem) és munkatársai vezetésével betekintést nyertünk a köztudományi jelentőségébe, a köztudományi módszerekkel nyert információk hitelességébe és kiterjesztheségébe (térben és időben).

A konferencia, mint minden évben lehetőséget teremtett az egyetemi képzésben résztvevő diákok bemutatkozására is. Idén ketten az Eötvös Loránd Tudományegyetemet, hárman a Szegedi Tudományegyetemet, és négyen a Zágrábi Egyetemet képviselték.

A jövő évi konferenciát a tervek szerint és a hagyományoknak megfelelően május második felében, a Zágrábi Egyetemen karöltve, Horvátországban rendezni a szakosztály.

HORVÁTH Janina

2015. április 10–11 között szervezte meg a Miskolci Egyetem, a Magyarhoni Földtani Társulat és a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal a VIII. Országos Középiskolai Földtudományi Diákonferenciát. A konferencián „Környezetvédelem, energia”, „Földrajzi–földtani értékek”, „Földtan, őslélektan”, „Hidrogeológia, geofizika”, valamint „Csillagászat, légkör, meteorológia” témakörben hangzottak el előadások.

Személyi hírek

A Magyarhoni Földtani Társulat 2015. évi 163. Tisztújító Közgyűlésén megválasztott képviselők

Elnök: BAKSA Csaba

Társelnökök: HÁMOR Tamás, LEÉL ŐSSY Szabolcs, SÓREG Viktor, UNGER Zoltán

Főtitkár: CSERNY Tibor

Titkár: KLIMA Krisztián

Ellenőrző Bizottság: elnöke: HAAS János, tagjai: MINDSZENTY Andrea, WEISZBURG Tamás

Fegyelmi és Etikai Bizottság elnöke: KECSKEMÉTI Tibor, a két tagot a Választmányi illetve az elnökség delegálja

A Választmány:

HARTAI Éva,
BUDAI Tamás,
FÖZY István,
PÁLFY József,
GALÁCS András,
PAPP Gábor,
HOLODA Attila,
ŐSI Attila,
PÁL-MOLNÁR Elemér,
PIROS Olga,
SZTANÓ Orsolya,
PRAKFAI Péter,
CSILLAG Gábor,
DEMÉNY Attila,
JOCHÁNE EDELÉNYI Emőke,
SZABÓ Csaba,
BABINSZKI Edit,
ZAJZON Norbert,
CSERNY Tibor,
SZAKÁLL Sándor,
RAUCSIK Béla,
DULAI Alfréd,
KORDOS László,
M. TÓTH Tivadar,

Póttagok:

PÓSAI Mihály,

TÓTH Judit,
SZENTPÉTERY Ildikó,
FODOR László.

A Magyar Múzeumi Egyesület választmányának döntése alapján a 2015. évi Pulszky Ferenc-díjat dr. KECSKEMÉTI Tibor kapta mintegy hat évtizedes, a természettudományi muzeológiai feladatkörök minden területén kiemelkedő és maradandó értékeket létrehozó munkásságáért, különös tekintettel a teljes hazai muzeológiára kiterjedő szakmai, közéleti tevékenységére.

Gratulálunk!

Gyász hírek

Szomorúan tudatjuk, hogy KOZMA Károly (1936–2014) tagtársunk elhunyt.

Fájdalommal tudatjuk, hogy dr. FARKAS Gáborné dr. RIEDEL Lucia 2015. április 14-én, életének 94. esztendejében elhunyt. „Lucia néni” az ELTE biológia-kémia szakán szerzett diplomát, és a MAURITZ Béla emlékét ápoló Mauritz tanítványok fő összehozója volt. A legutóbbi Mauritz találkozót, hagyományosan az ELTE Mauritz termében, 2012. február 3-án szervezte meg.

KÉMÉNCZY (KEMENCI) Rózsa 2015. január 14-én, 85 éves korában elhunyt. Mint a Naftagas geológusa, a vajdasági premezoos aljzat egyetlen, igazán avatott szakértője volt. 1962 óta szoros szakmai kapcsolatot tartott fenn a kristályos aljzattal foglalkozó magyarországi geológusokkal. A Földtani Közlönyben is jelentetett meg cikkeket.

Emlékük szívünkben és munkáinkban tovább él.

A Magyarhoni Földtani Társulat 2014. évi rendezvényei

Központi rendezvények

Január 14.

Elnökségi ülés

Január 27.

Baráti találkozó

Dr. DUDICH Endre 80. születésnapja alkalmából

BAKSA Csaba: Elnöki megnyitó
FANCSIK Tamás: Köszöntés
UNGER Zoltán: A „ráadás évei”
KECSKEMÉTI Tibor: Az archi archiváló
VITÁLIS György: Köszöntés
PÓKA Teréz: MTA Geonómiai Tud. Bizottság
BOKOR Levente: Filozófiai Vitakör köszöntés
NANOVFSZKY György: Magyarországi Eszperantó Szövetség
KOMLÓSSY György: HUNGEO
DUDICH Endre: Mit tettem a hazáért
Résztevők száma: 86 fő

Február 26.

Választmányi ülés

Résztevők száma: 30

Március 6.

Elnökségi ülés

Március 12.

Geolitera könyvbemutató

Szilárd ásványi nyersanyagok Magyarországon. Szerkesztette: PÁL-MOLNÁR Elemér, BIRÓ Lóránt

BAKSA Csaba beszélgetett a könyv szerkesztőivel és szerzőivel
A kötet szerzői: BARABÁS András, FÖLDESSY János, GOMBKÖTŐ Imre, HARTAI Éva, HÁMOR Tamás, HÁMORNÉ VIDÓ Mária, MINDSZENTY Andrea, NÉMETH Norbert, TÓTH Álmos, VÍGH Tamás
Résztevők száma: 35 fő

Március 19.

162. Rendes Közgyűlés

BAKSA Csaba: Elnöki megnyitó
VÖRÖS Attila: Emlékezés BÁRDOSY György tiszteleti tagunkra

60 éves társulati tagságot elismerő oklevelet kapott: JUHÁSZ József, KECSKEMÉTI Tibor, MAJOROS György, UJHELYI Györgyné

50 éves társulati tagságot elismerő oklevelet kapott: ÁGOTAI György, DIENES István, GYALOG László, SÜTŐ Zoltánné, VÖRÖS Attila

A társulati kitüntetések bírálóbizottságainak jelentése

SEMSEY Andor Ifjúsági Emlékéremmel tüntették ki BODOR Emese Rékát és BARANYI Viktóriát.

A pályázatra három színvonalas pályamű érkezett. A Bizottság tagjai külön-külön állították fel a rangsort, majd ezeket a véleményeket összegeztük. Az összegzés alapján a Bizottság által első helyre sorolt BODOR Emese Réka és BARANYI Viktória cikke az egyik legrangosabb, angol nyelvű hazai folyóiratban jelent meg. A munka a jól ismert iharkúti gerinces feltáráshoz kapcsolódik. A szerzők a vizsgálatokat igen nagy mennyiségű ősnövénnyel maradvány anyagán végezték. Palinológiai és paleobotanikai vizsgálatok alapján megbízhatóan igazolták, hogy az iharkúti gerinces lelőhely faunás rétegeinek kora a késő-krétán belül késő-santonni. A rétegtani eredményen túl az őslénytani eredményeik is jelentősek. 11 pollenfaj ismertetése mellett, a termések közül egy új nemzetséget és fajt is leírtak. Kiemelendő, hogy a klasszikus összehasonlító módszerek mellett sokváltozós analízist is alkalmaztak. Tekintettel a téma nemzetközi jelentőségére, igen fontos, hogy a munka angol nyelven került publikálásra.

HARTAI Éva

KRIVÁN Pál Alapítványi Emlékéremmel tüntették ki TÖKÉS Lillát.

TÖKÉS Lilla dolgozata igen nagy mennyiségű és átfogó terepi munkán, feltárások részletes leírásán, facies elemzésén és gamma szelvényezésén alapul. Lilla egyértelműen megmutatta, hogy nem csak a vizsgált terület földtanát, az alkalmazott módszereket és azok korlátait ismeri és alkalmazza helyesen, hanem ezen túlélve egy kerek történetet tár elénk, ahol a pontos terepi megfigyelések, a levont következtetések és az érdemi, tágabb kitekintést nyújtó diszkusszió egymás logikus következményei. A megfigyelések könnyen követhetőek, érvelése ötletes és megalapozott, amelyet igen magas színvonalú, aprólékosan szerkesztett és látványos ábraanyag tesz még értékesebbé. A jól szerkesztett, olvasható dolgozattal Lilla egy önálló kutatásra érett, mind az alap-, mind az alkalmazott földtudományok terén helyét megálló, magas szakudással rendelkező fiatal szakember anyagát tette le. Munkájához gratulálunk, és további sikereket kívánunk nem csak neki, hanem a többi pályázónak is.

CSERNY Tibor

LÓCZY Lajos Emlékplakettal tüntették ki SZEDERKÉNYI Tibort.

SZEDERKÉNYI Tibor tudományos érdeklődése rendkívül széles, amit több mint 150 tudományos cikkének szerteágazó témája is mutat, de elsősorban mégis petrológus; a metamorf kőzetek kutatója. 1976-ban lett a földtudomány kandidátusa, 1984-ben az MTA Doktora. Doktori dolgozatában az Alföld metamorf medencealjátának felépítésével kapcsolatos, máig alapvető, szemléletformáló eredményeit foglalta össze. Munkája meghatározó kiindulási alap lett minden további ilyen tárgyú kutatás során. Munkásságát mindig a tudományos megalapozottságú alap kutatás, és az alkalmazott földtan egymást kiszolgáló, egymást feltételező egysége jellemezte.

Több évtizeden át volt a József Attila (később Szegedi) Tudományegyetem Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszékének tanszékvezetője. Továbbvitte, és a kőzettani kutatások meghonosításával számottevően gazdagította nagy elődei, KOCH Sándor és GRASSELY Gyula örökségét, így járulva hozzá a jelenleg már mind volumenében, mind minőségében országos jelentőségű szegedi geológus képzés megalapozásához. Szakmai életművének jelentős és kiemelkedő részét teszi ki az oktatás, tudásának, tapasztalatainak átadása az ifjabb nemzedékeknek.

HARTAI Éva

HOLODA A.: A kőolaj-, és földgázbányászat aktuális kihívásai — előadás

A 2013. évi Ifjú Szakemberek Ankétján díjazott előadások:

LIPTAI N., PATKÓ L.: EBSD (visszaszórt elektron diffrakció) vizsgálata a Nógrád–gömöri vulkáni terület ultramafikus xenolitjain (elméleti kategória, első helyezett)

KOVÁCS I., KISS G.: Ritkaföldfém-dúsulás vizsgálata a mecseki uránércesedés cserkúti területén (poszter kategória, első helyezett)

CSERNY Tibor: *Főtitkári jelentése*, megjelent a Földtani Közlemény 144/2. füzetében a közhasznúsági melléklettel.

HALMAI János: *A Gazdasági Bizottság jelentése*

HAAS János: *Az Ellenőrző Bizottság jelentése*

BAKSA Csaba: *Jelentés a Magyar Földtanért Alapítvány működéséről*

Résztvevők száma: 91 fő

Március 29–30. Balatonföldvár

Ifjú Szakemberek Ankétja

Társszervező: Magyar Geofizikusok Egyesülete

Péntek

TÓTH, I., BUIJDOSÓ, É. (Geological and Geophysical Institute of Hungary): Introducing our passive seismic monitoring system through a detected earthquake in the vicinity of Szederkény, in Mecsek

NAGY, P. (MinGeo Ltd): Geophysical investigation of Danube flood defence levee: Sand boil effect

DOMJÁN, Á. (Department of Geophysics and Space Sciences, ELTE, Budapest): Closed form solution of one-dimensional seismic wave equations with spatially inhomogeneity

ARADI, L. E. (Lithosphere Fluid Research Lab, Department of Petrology and Geochemistry, Institute of Geography and Earth Sciences, Eötvös University, Budapest): How to date the subcontinental lithospheric mantle? Methods and applications in the Carpathian–Pannonian region

SKULTÉTI, Á. (University of Szeged): Deformation history reconstruction using Raman microspectroscopy data of single quartz grains of Szentlőrinc–1 deep well

HOLLÓ, D., TÓTH, A. (MOL Exploration & Production Division, Budapest): New field development plan of a HC field from the '70s on the Danube–Tisza Interfluvium

SÓLA, A. (MOL Plc): A new level of facies modelling in Algyő field, South Hungary

SZEGEDI, N. (MOL Plc): Saturation height modelling: integrated application of core measurements and well logs

VÁRKONYI, E. (Institute of Geography and Earth Sciences, Eötvös University, Budapest): The hydrodynamic entrapment model of the Tatárülés–Kunmadaras gas field

HORVÁTH, A.¹, ZAJZON, N.¹, VÍGH, T.² (¹University of Miskolc, ²Mangán Ltd.): Hydrothermal contribution in ore genesis of the Úrkút Manganese Ore Formation, Úrkút, Hungary

ARATÓ, R.¹, DUNKL, I.², TAKÁCS, Á.¹, SZEBÉNYI, G.³ (¹Eötvös Loránd University of Science, Department of Mineralogy; ²Abteilung Sedimentologie/Umweltgeologie, Geowissenschaftliches Zentrum der Universität Göttingen, Germany; ³Mecsekérc Zrt., Pécs): Thermochronology of the Recsk Igneous Complex, NE Hungary

NEMES, I. (MOL Plc.): How certain are we about uncertainty?

BÓGÉR, Á., HAJDU, Á. (MOL Plc, E&P IFA GGDM): Fractured reservoir characterization using borehole images

TARACSAK, Z. (Department of Petrology and Geochemistry, Eötvös University; MTA–ELTE Volcanology Research Group, Budapest): Petrographic and geochemical investigation of the pyroclastics from Bondoró volcanic centre (western Pannonian Basin, Hungary)

ISTOVICS, K.¹, SOMODI, G.² (¹SZTE-TTIK, Ásványtani, Geo-kémiai és Kőzettani Tanszék, ²Kőmérő Kft.): Wedge analyses on the strength of fracture orientation and filling patterns in the Mórág Granite Formation

JÁNKALVI, A. (Geological and Geophysical Institute of Hungary): Method of abandoned underground mine site characterisation and risk assessment of Hungary

BARICZA, Á. (Lithosphere Fluid Research Lab, Department of Petrology and Geochemistry, Institute of Geography and Earth Sciences, Eötvös University, Budapest): Comparative study of two buildings which covered by Zsolnay ceramics, in aspect of deterioration by environmental factors

KALMÁR, Cs. (Department of Geophysics, University of Miskolc): Determination of permeability using Stoneley wave arrival times

PÁVEL, E., MÁDL-SZÓNYI, J., ERŐSS, A. (Institute of Geography and Earth Sciences, Eötvös University, Budapest): Investigation of marks for deep karstification in carbonate aquifer system of Buda Thermal Karst

BODOR, P., LOVRITY, V., ERŐSS, A. (Department of Physical and Applied Geology, Eötvös Loránd University): Evaluation of temporal variation of the discharge and physico-chemical parameters of Boltív Spring (Budapest, Hungary)

PINTÉR, D. (Eötvös University, Department of Geophysics and Space Science, Budapest): Making and using cross-spread domains in 3D seismic processing

Szombat

PARIPÁS, A. N., SZABÓ-VERES, É. (MOL Plc., E&P IFA GGDM): Stoneley Reflection Analysis for fracture determination in boreholes

GÄRTNER, D. (Geo-Log Geophysical & Environmental Ltd.): A method to estimate shear velocity in slow formations using an empirical formula and the Wyllie equations

HORVÁTH, R. (University Miskolc, Institute of Mineralogy and Geology): Niobium and Tantalum enrichment in the Mecsek Coal Formation

PATKÓ, L. (Lithosphere Fluid Research Lab, Department of Petrology and Geochemistry, Institute of Geography and Earth Sciences, Eötvös University, Budapest): Major and trace element characteristics of wehrlitization within the upper mantle beneath the Nógrád–Gömör Volcanic Field (Northern Pannonian Basin)

MOLNÁR, K. (Eötvös University, Department of Petrology and Geochemistry, Budapest): (U-Th)/He geochronology of the Late Pleistocene dacites of the Csomád volcano (South-east Carpathians)

BÍRÓ, T.¹, KARÁTSZON, D.¹, MÁRTON, E.², JÓZSA, S.³, BRADÁK, B.⁴ (¹ELTE, Dept. of Physical Geography; ²Geological and Geophysical Institute of Hungary, Paleomagnetic Laboratory; ³ELTE, Dept. of Petrology and Geochemistry; ⁴Geographical Institute, Res. Center for Astronomy and Earth Sciences): Flow directions and emplacement mode of a Middle Miocene subaqueous ignimbrite revealed by photostatics and anisotropy of magnetic susceptibility (AMS)

BALOGH, V. D.¹, SIMON, Sz.¹, BÍRÓ, M.² (¹Department of Physical and Applied Geology, Eötvös University; ²MTA Centre for Ecological Research, Institute of Ecology and Botany): Groundwater dependent ecosystems in the Duna Valley

NÁDASI, E. (University of Miskolc): Magnetotelluric survey and interpretation near Irota, Hungary

BOZÓKI, T. (Eötvös University, Department of Geophysics and Space Science, Budapest): The effect of Earth's rotation on mantle convection

FRIEDL, Z. (Eötvös Loránd University, Department of Geophysics and Space Science): AVO classification verifying by petrophysical logs

KISS, A. (Department of Geophysics, University of Miskolc): Pressure dependence of acoustic velocities and the Lamé constants

KIRÁLY, Cs., SENDULA, E., SZAMOSFALVI, Á., FORRAY, V., KÁLDOS, R. (Lithosphere Fluid Research Lab, Department of Petrology and Geochemistry, Institute of Geography and Earth Sciences, Eötvös University, Budapest): Analysis of natural CO₂ reservoirs to verify geochemical model results

Poster session — short oral summaries

BIRÓ, L.¹, M. TÓTH, T.¹, POLGÁRI, M.², SZARKÁNDI, J. G.³, VÍGH, T.⁴ (¹University of Szeged, Department of Mineralogy, Geochemistry and Petrology; ²HAS Research Centre for Astronomy and Earth Sciences; ³University of Szeged, Department of Microbiology; ⁴Mangán Ltd): Analysis of the microbial contribution to the manganese succession at Úrkút: implications from REE and trace element analyses

FORRAY, V., SENDULA, E., PÁLES, M., KIRÁLY, Cs. (Lithosphere Fluid Research Lab, Department of Petrology and Geochemistry, Institute of Geography and Earth Sciences, Eötvös University, Budapest): Features of reservoir rock and pore water in Szolnok Formation

KÁLDOS, R., GUZMICS, T. (Lithosphere Fluid Research Lab, Dept. of Petrology and Geochemistry, ELTE): Petrographic study on jacuprangite from Kerimasi volcano, Tanzania

KORMOS, K. (Department of Geophysics, University of Miskolc): Borehole logging measurements applied to hydraulic conductivity estimation

KOVÁCS, Z. (Lithosphere Fluid Research Lab, Department of Petrology and Geochemistry, Institute of Geography and Earth Sciences, Eötvös University, Budapest): Petrographic study on upper mantle xenoliths from a new locality of Mindszentkál (Bakony – Balaton Highland Volcanic Field)

LESKÓ, M. Zs., TOPA, B. A. (Department of Mineralogy, Eötvös University, Budapest): Mineralogical and textural study of manganese oxides layers on the footwall, Úrkút (Hungary)

PÁL, L., PROHÁSZKA, A. (Geo-Log Geophysical & Environmental Ltd.): An attempt to estimate and validate permeability based on Stoneley-waves, case study of a thermal well

Résztevők száma: 74 fő

Április 27.

Társulati találkozó a Föld Napja alkalmából, Szépvölgyi út, Francia-bánya

Felkért zenészek: JUHÁSZ Árpád, MINDSZENTY Andrea, KÖHLER Artúr, VASVÁRI Árpád „tiszteletbeli geológus”.

Résztevők száma: 52 fő

Május 24. Vanyarc

Ősidők üzenete Vanyarcról — Előadói ülés BUDAI László amatőr gyűjtő kiállításának megnyitójára

Társszervező: Vanyarc Községi Önkormányzat, Novohrad–Nógrád Geopark Nonprofit Kft., MBFH

Köszöntések:

HRNCSJÁR Mihályné, Vanyarc polgármestere

BAKSA Csaba, a Magyarhoni Földtani Társulat elnöke

LÓSKA János, a Novohrad–Nógrád Geopark Nonprofit Kft. ügyvezető elnöke

KATONA Gábor, a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal Földtani és Adattári Főosztály vezetője

Előadások

Levezető elnök: BAKSA Csaba

BUDAI L. (amatőr gyűjtő): A kezdetektől a nagy leletekig

PRAKFAI P. (Magyar Bányászati és Földtani Hivatal): Vanyarc és környékének földtani felépítése

DÁVID Á. (Eszterházy Károly Főiskola): Búvartúrán a szarmata tengerben

FODOR R. (Mátra Múzeum.): Hajdan volt erdők üzenete

Hír János (Pásztói Múzeum): Gerinces őslénytani vizsgálatok a Cserhát-hegységben az utóbbi két évtized során

MEZEI É. (Magyar Bányászati és Földtani Hivatal): Az amatőr gyűjtők szerepe a magyar földtanban

Séta BUDAI László kiállításához (2688 Vanyarc, Sziráki út 12.)

A kiállítás megnyitása (BAKSA Cs.), tárlatvezetés (BUDAI L., FODOR R., DÁVID Á., Hír J., PRAKFAI P.)

Résztevők száma: kb. 50 fő.

Június 5.

Elnökségi ülés

Június 24.

Földtudományi Civil Szervezetek Közösége

Alakulóülés

Résztevő szervezetek: Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság, Magyar Földrajzi Társaság, Magyar Geofizikusok Egyesülete, Magyar Hidrológiai Társaság, Magyar Meteorológiai Társaság, Magyar Természettudományi Társulat, Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, Magyarhoni Földtani Társulat, Szilikátipari Tudományos Egyesület

Résztevők száma: 9 fő

Augusztus 20–24., Debrecen

HUNGEO 2014 — Magyar földtudományi szakemberek XII. találkozója

Augusztus 21.

Szakmai terepbejárás a Hortobágyi Nemzeti Park területén, megállók: 1. Hajdúszoboszló, Termálfürdő, PÁVAI VAJNA Ferenc szobra, 2. Nagyhegyes, gázkitörés helyén kialakult „kráter”, 3. Szálkahalom: kunhalom, hortobágyi szikések földtana, 4. Bal-mazújváros: SEMSEY Andor szobra, Andrassy–Semsey kúria.

Augusztus 22.

Megnyitó és üdvözlő beszédek

Plenáris ülés I., Levezető elnök: MIKA János

KERÉNYI A.: A társadalom a globális földi rendszerben

BARTHOLO J., PONGRÁCZ R.: Változó klíma — aktuális kérdések

RYBACH L.: A geotermikus energia globális helyzete és kilátásai

TÓTH J.: A medenceléptékű gravitációs talajvízáramlás elméletének rövid története

Plenáris ülés II., Levezető elnök: BAKSA Csaba

SZATMÁRI P.: A Dél-Atlanti-óceán eredete

HAJNAL Z., TAKÁCS E., PANDIT, B.: A medencealjzat jelentősége az ásványi nyersanyag-kutatásban

MOLNÁR F.: Az ásványi nyersanyag-kutatás helyzete és lehetőségei az Európai Unióban

SZENTESY Cs.: A verespataki hidrotermális ércesedés

Plenáris ülés III., Levezető elnök: CSORBA Péter

HARANGI Sz.: A Kárpát–Pannon térség legutolsó vulkánkitörései — lehet-e még folytatás?

MARI L.: Klímakutató expedíció a Föld legmagasabb tűzhányóján

KRISTÓF D., PALYA T.: Térinformatikai adatbázistól a téradat-infrastruktúráig: európai körkép

WEISZBURG T.: 1989–2014: 25 év együttműködés a romániai magyar földtudományi felsőoktatásért

Augusztus 23.

Szekcióülések

Bányászat, Levezető elnök: JOBBIK Anita

FÖLDESSY J., GOMBKÖTŐ I., CSÓKE B., ZAJZON N.: A múltból a jövőbe — stratégiai nyersanyagaink lehetséges forrásainak kutatása a Miskolci Egyetemen

HORVÁTH Z., SÁRI K.: A hazai ásványvagyon osztályozás nemzetközi szabványok szerinti harmonizációjának folyamata — a SNAP-SEE projekt tanulmányai kapcsán

SZABÓ R.: Készletbecslés és bányatervezés korszerű módszerek segítségével: Gemcom Surpac bemutatása

HORN J.: Természeti erőforrásainkról hitelesen energetikai kitekintéssel

Geotermika, Alkalmazások, Levezető elnök: HORN János

BÓDI E., BUDAY T., MCINTOSH R. W., KOZÁK M., PÜSPÖKI Z.: Hévízrezervoárak geometriája a Közép-Tiszföldön

GÖÖZ L.: Kárpátalja geotermikája és a közös hasznosítás lehetőségei

OLÁH I.: A bihari mezozoos termálkarszt nyomában (Románia)

JOBBIK A., SZÉKELY SZABÓ T., SZÜCS P., GINOVSKY M.: Használaton kívüli szénhidrogénkutak geotermikus kúttá való átképezhetőségének műszaki vizsgálata

KÖDÖBÖCZ-GERZSENYI I.: A gyógyturizmus balneológiai alapjai Kárpátalján

GYILA S., CSIGE I.: A mofetta-jelenségkör a gázüledékek geodinamikai és meteorológiai függőségének szemszögéből vizsgálva

KRÁMOS D.: Megújuló energiaregiók intézményesülése három európai ország példáján

Környezetvédelem, Levezető elnök: PLANK Zsuzsanna

PLANK Zs., KERÉK B., TALLER G., POLGÁR D.: Roncsolásmentes környezetdiagnosztikai módszerfejlesztés

GHERDÁN K., WEISZBURG T., BENDŐ Zs., KRISTÁLY F., VÁCZI T., ZAJZON N.: Lidércfény: az ózonlyuktól a porladó zászlóig

PRAVICZKI T.: A rudabányai meddőhányók geokémiai vizsgálata különös tekintettel a neutrális pH-n lejátszódó szulfid oxidációra

VIGH M., SOÓS L.: Esettanulmány a környezettudatosságról

Meteorológia, Levezető elnök: MIKA János

BURÁNSZKINÉ SALLAI M.: Valószínűségi időjárási előrejelzések a mindennapi életben: lehetetlen küldetés?

WANTUCHNÉ DOBI I., KERÉNYI J., RUSZNYÁK R., MOLNÁR Zs.: Eumetsat Clima-SAF SIS adatok és felszínen mért globálsugárzás értékek összehasonlítása

KIS A., PONGRÁCZ R.: Csapadékindexek várható trendjei Közép-Kelet-Európában az ENSEMBLES szimulációk korrigált napi csapadékösszegei alapján

LÁSZLÓ E., BÍRÓNÉ KIRCSI A.: Kísérlet a városi szélmező modellezésére debreceni mintaterületen

LÁZÁR I., CSÁKBERÉNYI-NAGY G., TÓTH T.: A szélenergia hasznosítás alacsony beépítésű városi környezetben Debrecen példáján

PÉLINÉ NÉMETH Cs., BARTHOLY J., PONGRÁCZ R., RADICS K.: Szélmezők hibái, korrekciója, a szélklíma jelenlegi és jövőre vonatkozó tendenciái

MIKA J.: „Szünetelő felmelegedés” tudományos, alkalmazkodási és mérséklési kihívások

Geofizika, Levezető elnök: PAPP Éva

CSONTOS A., HEILIG B., KOPPÁN A., KOVÁCS P., VADÁSZ G.: A

földmágneses tér elemeinek szekuláris változása Magyarországon az elmúlt évtizedekben

KISS J., PRÁCSEER E.: Kárpát–Pannon régió a potenciáltér adatok tükrében

TÖRÖS E., PRÓNAY Zs., TILDY P.: A mérnökgeofizika helye és szerepe a geotudományokban

PAPP, É., MCPHAIL, D. C., BURRSTON, L.: Geofizika, paleocsatornák és vízellátás folyóvízi síkságokon: Lower Murrumbidgee Catchment, NS Wales, Australia

Geográfia, levezető elnök: GÁBRIS Gyula

GÁBRIS Gy.: ALMÁSY László — a Kelet-Szahara feltárója

PÁNDI G.: A szovátai mezoterm Medve-tó

RUSZKAI Cs., MIKA J., WANTUCHNÉ DOBI I., KERTÉSZ Á.: Természetföldrajzi kutatások egy fenntartható modell-régió érdekében

GÁBRIS Gy.: Hegycsúcsot neveztek el az Urálban REGULY Antalról

Kartográfia, Térinformatika, Levezető elnök: MIHALIK József

ENYEDI P., LÉNÁRT Cs., TOMOR T.: Felszíni karsztformák térképezése LIDAR adatok felhasználásával az Aggteleki-karszt területén

FARAGÓ I., KOVÁCS B.: Tájérendszerek a kartográfiában

MIHALIK J.: Katonai térképészeti adatbázisok Magyarországon

PLÁSZTÁN J., VAMOS M.: Adathiányos terület digitális 2D, 3D térképezése komplex rekonstrukcióhoz

TURCZI G.: Téradatok jelene és jövője az MFGI-ben

ZENTAI L.: A pontosság és a torzítások egyensúlya a kartográfiában

Tudománytörténet, levezető elnök: CSÜLLÖG Gábor

VICZIÁN I.: NAGY Sámuel, egy ismeretlen 18. századi debreceni mineralógus

SÍKHEGYI F., SZÉKELY K.: Expedíció a Mátrába — SZABÓ József 1869

WANEK F.: HALAVÁTS Gyula őslénytani hagyatéka a Bánság, Erdély és Partium területén

HEVESI A.: Néhány gondolat jeles magyar, és magyarországi földtudományi emlékhelyek és földtudósok emlékének ápolásáról

Oktatás, levezető elnök: HEVESI Attila

HORVÁTH G., CSÜLLÖG G.: A tájföldrajzi oktatás szerepe és lehetőségei a geográfus- és földrajztanárképzésben

MÁDAI F.: Angol nyelvű földtudományi képzések a Miskolci Egyetemen

TÓTH P.: A GLOBE-program felhasználása az oktatásban

KISS A.: Szakmai szervezetek hallgatói tagozatainak szerepe az oktatásban

PRAKALVI P.: Újabb földtudományi értékek a Novohrad–Nógrád Geopark területéről

Geológia, Levezető elnökök: BAKSA Csaba, RÓZSA Péter, NOVÁK Tibor

ZÁHONYI I.: Ad Duwayhi (Szaúd-Arábia) arany ércesedés és kapcsolata a gránit anyakőzet irányított megszilárdulási textúrájával

DÉNES R., MÁRTON I., B. KISS G.: A Bolcana porfíros Cu-Au ércesedés (Füzesd, Erdélyi-szigethegység) magmás fázisainak és hidrotermás érc típusainak petrográfiai és geokémiai vizsgálata

ZÁHONYI I.: A Lincoln bánya — egy Mother Lode típusú arany érctelep (Sutter Creek, California)

ZELENKA T.: Az európai perlitiek összehasonlító közettani és földtani jellemzői.

KOVÁCS-PÁLFFY P., KÓNYA P., FÖLDVÁRI M.: Magyarországi mezozoos bentonit-előfordulások áttekintése

SEBÉNYI G., SZILVÁS B., FÖLDESSY J., SUSKÓ M.: Parádfürdői szulfátos–vasas fémesterséges ásványvíz–gyógyvíz

KOVÁCS G.: Posztrift deformációk a Rohonci-ablak környezetében

MCINTOSH R. W., KOZÁK M.: Morfotektonikai vizsgálatok a Bükk hegységben (ÉK-Magyarország)

MCINTOSH R. W., KOZÁK M., MOCSÁR-VAMOS M., PLÁSZTÁN J., PAPP I., PÜSPÖKI Z., GYURICZA Gy., LATRÁN B., PATAKI A.: A miskolci Ávas domb földtani kutatásának legújabb eredményei

VAMOS M., BOROSTYÁNI M., VINCZE L., GÖRÖG P., TÖRÖK Á.: Az Ávas-Északi lejtő területének, meredek domboldalának mérnökgeológiai értékelése a lemélyített fúrások maganyagának vizsgálata alapján.

PÁSZTOHY Z.: Az algáktól az őscserjékig, a Garados Bióta flóraelemeinek tükrében

NOVÁK T. J., CSÁMER Á., INCZE J., PAPP I.: Szekunder karbonátok felhalmozódásának genetikája talajképződéssel érintett rétegekben a tokaji Nagy-hegyen

BOZSÓ G., MUCSI A., RAUCSIK B.: Agyagásványok minőségi és mennyiségi jellemzői eltérő sótartalmú szikes üledékekben a szegedi és a kardoskúti Fehér-tó területén

JOBBIK A., SZÉKELY SZABÓ T.: A Tight és Shale gáztárolók fluidumtranszportját befolyásoló főbb tényezők

HORVÁTH J., FEDOR F., GEIGER J.: Szemcseméret-analízis és a szivárgási tényező becslési lehetőségeinek vizsgálata a debreceni Bánk-2 fúrás alapján

Poszter előadások, levezető elnök: KOMLÓSSY György

LEOVICS E., GÁL T., UNGER J.: A városi beépítettség felszínközeli légrétegre gyakorolt hatásának elemzése Szeged térségében

RÁVAI B., LILJOM A.: A légköri aeroszol

CSÁKBERÉNYI-NAGY G., LÁZÁR I., TÓTH T.: A fotovoltai rendszerek hasznosításának gyakorlati alkalmazhatósága városi környezetben

SKITA D.: Háromdimenziós földtani modell készítése rockworks környezetben: esettanulmány a tokaji Nagy-hegy példáján

BURÁNSZKINÉ SALLAI M.: Időjárás ismeretek oktatása konstruktivistika pedagógiai szemléletben

MIKA J.: Energiatudatosságra nevelés az EKF Földrajz Tanszékének kiadványaiban

DÁVID Á., FODOR R.: Paleoichnológiai megfigyelések avasi (Miskolc) fűrőmagokon

PAPP I., KOZÁK M., MCINTOSH R. W., MOCSÁR-VAMOS M.: Az avasi limnokvarcitok földtani környezete és kultúrtörténeti jelentősége

SÁMSON M.: A Bodai Agyagkő Formáció „felfedezése”

Augusztus 23–24.

Szakmai terepbejárás az Erdélyi-sziget-hegységben, útvonal: Debrecen – Nagyvárád (Oradea) (városnézés) – Kiskoh (Chișcău) Medve-barlang – Albák/Fehér-völgy (Albac), szállás az Aranyos folyó festői völgyében, a Poiana Verde vendégházban – Veresvölgy (Roșia Poieni): porfíros Cu-Au ércesedés – Verespatak (Roșia Montană): epitermális Au-Ag ércesedés, római kori tárok – Brád (Brad) (Arany-múzeum) – Nagyvárád (Oradea) – Debrecen.

Résztvevők száma: 123 fő

Szeptember 18–19.

A Mátra ásványvagyona, szakmai ankét Gyöngyösorosziiban és földtudományi értékek nyomában a Novohrad–Nógrád Geopark területén

Szeptember 18.

„A Mátra ásványvagyona” szakmai ankét

BAKSA Cs.: Szemelvények a Mátra földtani kutatásának történetéből

ZELENKA T.: A Mátra hegység neogén vulkanizmusa és nyersanyagai

GERGES A., ifj. KASÓ A., TÓTH Sz., MADARASI A., FÖLDESSY J.:

Az ismeretlen ismerős — félbeszakadt ércutatások eredményei

SOMODY A.: A Recsk környéki felszín alatti víz és a környező hévízrendszerek kapcsolata

FÖLDING G.: A Gyöngyösoroszi terület környezeti kármentesítése és rekultivációja

MAGYAR B.: Földtudományi értékeink védelme Gyöngyösoroszi példáján

„Ásványok háza – Gyöngyösoroszi” ünnepélyes átadása és séta a kiállításon mátrai és erdélyi ásványok, és a Szabó József Geológiai Technikum relikviáinak megtekintése – Terepbejárás a Toka-patak mentén – Az Altáró savas vizének semlegesítésére létrehozott üzem és a Toka-patak menti környezetvédelmi, rekultivációs munkák megtekintése – Konzultáció és estebéd a Gyöngyösoroszi Oktatási Bázison, A Biocentrum Kft. telephelyén.

Szeptember 19.

„Földtudományi értékek nyomában a Novohrad–Nógrád Geopark területén”

Salgótarján, Bányamúzeum – Ipolytarnóc (a kiállítási pavilon megtekintése, séta a földtani tanösvényen) – Párizs-völgyi szurdok (miocén üledékes kőzetek) – Sámsonháza (rétegvulkáni összet)

Résztvevők száma: 35 fő

Szeptember 22.

Elnökségi ülés

November 8–9.

Földtudományos forgatag, Budapest

Kiállítók: Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Bakony–Balaton Geopark, Duna Múzeum, Duna–Ipoly Nemzeti Park igazgatóság, ELTE TTK Természettudományi Múzeum, Geoprodukt Kft., Kőország Kft., Magyar Bányászati és Földtani Hivatal, Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság, Magyar Földrajzi Múzeum, Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Magyar Geofizikusok Egyesülete, Magyar Meteorológiai Társaság, Magyar Természettudományi Múzeum, Magyar Természettudományi Társulat, Magyarhoni Földtani Társulat, Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, MOL Nyrt., Novohrad–Nógrád Geopark Nonprofit Kft., Vidékfejlesztési Minisztérium Nemzeti Parki és Tájvédelmi Főosztály,

Ismeretterjesztő előadások:

Szombat

KERCSEMÁR Zs.: Utazás a Föld középpontja felé

PASZTERNÁKNÉ MARTON A.: Éghajlatosztályozás gyümölcsökkel

PASZTERNÁKNÉ MARTON A.: Éghajlatváltozás tegnap, ma, holnap

KIS M.: Gravitáció: A nehézségi erőter és mérése.

HEILING Zs.: Klímakutatás a Föld legmagasabb vulkánján, az Atacama-sivatagban!

BARTA V.: Az Univerzum rejtelmek

KAKAS K.: Eötvös Loránd és az inga szerepe a szénhidrogén kutatásban, annak forradalmában

GYURICZA Gy.: A terepi geológus

Vasárnap

MAKÁDI L.: Az iharkúti dinoszauruszok

PAPP G.: „Gross Divina — rendelésre”: a nagydivényi meteorit története és 3D-nyomtatással végzett másolásának tapasztalatai

PRÁKALVI P.: Értékteremtő bányászat

KORDOS L.: A sztyeppút tízmillió éve: klíma, környezet, vándorlás és népvándorlás

KOVÁCS I. J.: Óceánok a Föld mélyén, avagy min „úsznak” a kontinensek?

TAKÁCS J.: A drágakövek világa, avagy miért szeretjük a drágaköveket

HARANGI Sz.: Tűzhányók kitörésben

Résztvevők száma: kb. 1500 fő

November 12.**Elnökségi ülés****November 24.****Választmányi ülés**

Résztvevők száma: 27 fő

December 4.**4th Student workshop on Pannonian Basin**

POROS Zs. (ConocoPhillips): Agyagpalák repedéskitöltő ásványainak vizsgálata és alkalmazása a medencemodellezésben egy texasi esettanulmány példáján

LEMBERKOVICS V. (Rag-Hungary): A Rag-Hungary Kft. bemutatkozás, tevékenység. A szénhidrogénipar hazai helyzetéről egy geológus szemével. Pályakezdés: lehetőségek és elvárások

LEMBERKOVICS V. (Rag-Hungary): Lessons from combination of modern 3D seismic and historical well data: development of a Gilbert-delta, late Early Miocene trough

Résztvevők száma: 34 fő

December 17.**Földtudományi Civil Szervezetek Közösége**

Évvégi ülés, valamint a Magyar Karszt- és Barlangutató társulat csatlakozása.

Résztvevők száma: 10 fő

December 18.**A Magyarhoni Földtani Társulat ex elnökeinek és elnökségének tanácskozása****December 18.****A 2014. évben kerek évszámú születésnapot ünneplő senior tagtársaink köszöntése**

Résztvevők száma: 20 fő

Területi szervezetek rendezvényei**Alföldi Területi Szervezet****Május 21–23., Opatija****6th Congress of Croatian and Hungarian Geomathematicians (CCHG 2014) & 17th Congress of Hungarian Geomathematicians**

A programot lásd a Geomatematikai és Számítástechnikai Szakosztálynál

Résztvevők száma: 52 fő.

November 7., Debrecen**Érdekességek a geológia világából — előadói ülés**

Megnyitó: RÓZSA Péter

Levezető elnökök: M. NAGY Noémi, DOBOSI Gábor

SZEPESI J.: Savanyú vulkanitok rétegtani helyzetének geokémiai alapú értékelése a Tokaji-hegység északi részén

MCINTOSH R.: A Bükkium morfológiája

BALOGH K.: Környezetvédelmi jellegű közérdekű bejelentés

DOBOSI G., EMBEY-ISZTIN A.: Pannon-medence alatti alsókéregről, a Balaton-felvidéki granit xenolitok alapján

KOVÁCS E. M., M. NAGY N., KÓNYA J.: Bentonit szerkezetének vizsgálata kationcserét követően

MOLNÁR Á. M., KÓNYA J., M. NAGY N.: Bentonitmintákban végzett migrációs vizsgálatok

PLÁSZTÁN J., TÓTH Cs., SZABÓ G., JÁNOSZKY M.: Feltöltődés vizsgálatok a Berettyó egy folyómenti mintaterületén

SKITA D., CSÁMER Á.: Geológiai modellezés Rockworks környezetben: előnyök és hátrányok

MOCSÁR-VAMOS M., KOZÁK M., NÉMETH E., MCINTOSH R.: Földtani és kultúrtörténeti értékek egymást erősítő hatása a miskolci Ávas értékvédelemében

BÓDI E., MCINTOSH R., KOZÁK M., KOVÁCS R. L.: Syn- és poszt-sediment tektonika hatása a pannóniai üledékek fejlődésére az Észak-Alföldön

KOVÁCS R. L., BÓDI E., BUDAY T.: A pannóniai üledékek geometriájának vizsgálata a Pannon-hát térségében (DETEP)

BÓDI E., BUDAY T.: Pannóniai üledékes rendszerek geometriájának hatása a hévízgazdálkodásra tiszántúli mintaterületeken

SAS J., BUDAY T.: Üledékes összletek szemeloszlási, szivárgás-hidraulikai és geofizikai paramétereinek összefüggései É-alföldi paraméterfűrészek alapján (DETEP)

BUDAY T., BÓDI E., CSÁKBERÉNYI-NAGY G.: Talajhőmérséklet mérési tapasztalatok a Megújuló Energiaparkban

BUDAY T.: Földtani értékvédelem Helsinkiben

FARAGÓNÉ ZILÁHI-SEBESS E.: Motivációk az ásványgyűjtésben (ásványfotókkal)

Résztvevők száma: 50 fő.

November 14., Algyő**NosztalGEO 2014****„A szerves geokémia aktuális kérdései” — előadói ülés**

VETŐ I., PALCSU L., SAJGÓ Cs., FALUS Gy., CSIZMEG J., KIRÁLY Cs., SENDULA E.: Hogyan szorítja ki a természet a kőolajat CO₂-vel és hogyan őrzi meg ezt a gázt a felszín alatt — a Kisalföld példája

MILOTA K.: A geokémiai adatok szerepe a medencemodellezésben

HÁMORNÉ VIDÓ M.: A Mátyáshegyi Formáció szerves kőzettana és termikus érettsége a Budai-hegységben

ORBÁN R.: Kvantitatív fluoreszcens spektroszkópia szerves kőzettani alkalmazása a MOL Kutatási Laboratóriumokban

SAJGÓ Cs., GALICZ Zs., BRUKNER-WEIN A.: Az olajpalák szerves kőzettani beosztása és a pirolízisre alapozott szerves fázisuk kapcsolata

FEKETE J., SAJGÓ Cs., KÁRPÁTI Z.: Aquatermolízis alkalmazása a szerves geokémiában

CZIRBUS N., HETÉNYI M., NYILAS T.: A Rock-Eval pirolízis alkalmazásának lehetőségei a talajok vizsgálatában

Résztvevők száma: 73 fő.

Budapesti Területi Szervezet, Általános Földtani Szakosztály**Június 16.****Neotectonics and landscape evolution, from Adria to Lake Balaton, in the occasion of visit of Marko VRABEC (University of Ljubljana, Slovenia)**

VRABEC, M., STERLE, O., JAMŠEK-RUPNIK, P., STOPAR, B.: Active tectonics of Slovenia: geodetic vs. geological observations

VISNOVITZ, F., HORVÁTH, F.: Strike-slip tectonics in the Pannonian Basin based on seismic surveys at the Lake Balaton

CSILLAG, G., SEBE, K.: Miocene–Quaternary uplift of the western Transdanubian Range based on palaeosurfaces inferred from basalt volcanoes

RUSZKICZAY-RÜDIGER Zs., BRAUCHER, R., CSILLAG G., FODOR L.: Onset of Quaternary uplift in South Transdanubia dated using in situ produced cosmogenic Be-10 ages of aeolian landforms.

Résztevők száma 20 fő.

Október 3–4., Budai-hegység

Két napos terepbejárás az MTA Szedimentológiai Albizottságával közösen

Téma: Triász és eocén képződmények a Budai-hegységben és a Zsámbéki-medencében. Vezetők: HAAS János, BUDAI Tamás, MAGYARI Árpád.

Október 3.

Adyliget, Remete-szurdok, Hosszúerdő-hegy, kőfejtő: a Dachsteini Mész-kő platformperemi fáciese; Zsámbék, Strázsa-hegy, kőfejtő: ladin medencefáciesek a Nagykovácsi-vonal mentén; Epöl, kőfejtő: a Földolomit és a Dachsteini Mész-kő átmeneti rétegsora.

Október 4.

Felső-eocén feltárások a Budaörsi-zóna mentén. Kő-hegy – Kálvária, Odvas-hegy és Út-hegy, Törökugrató: Középső-triász Budaörsi Dolomit és felső-eocén képződmények eróziós érintkezése. Felső-eocén alapkonglomerátum és -breccsa, Szépvölgyi Mész-kő, bryozoás márga és késő-eocén szinszediment tektonikai jelenségek.

Résztevők száma: 26 fő.

December 1., MFGI

2014. évi konferenciákon elhangzott előadások bemutatása és megvitatása

ALBERT, G., UNGVÁRI, Zs., SZENTPÉTERI, K.: Modelling the present day stress field of the Pannonian Basin from neotectonic maps. (XX Congress of the Carpathian–Balkan Geological Association, 24–26 September 2014, Tirana, Albania)

FODOR L., RUSZKICZAY-RÜDIGER Zs., BRAUCHER R., CSILLAG G., GRENERCZY Gy., KELE S., MOLNÁR G., NOVOTHNY Á., SEBE K., SURÁNYI G., SZÉKELY B., THAMÓ-BOZSÓ E., TIMÁR G.: Neotectonic incision rates in the western Pannonian Basin (Hungary) based on complex geochronological, volcanological, GPS studies and sediment balance calculations. (XX Congress of the Carpathian–Balkan Geological Association, 24–26 September 2014, Tirana, Albania)

SEBE K., PAZONYI P., GASPARIK M., SZUJÓ G. L.: A Villányi-hegység emelkedéstörténete őslénytani adatok alapján. (17. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés, 2014. május 29–31. Győr)

Résztevők száma 27 fő.

Észak-magyarországi Területi Szervet

Május 21.

Társszervezők: Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar, MOL Tanszék

Prof. ÖZCAN, E. (Istanbul Technical University): Upper Cretaceous to Lower Miocene larger benthic foraminifera of Turkey and their application in basin analysis and hydrocarbon exploration

Résztevők száma: 17 fő.

Június 24.

Szent Iván napi vacsora a miskolci Rossita Étteremben, a 80 éves Dr. SOMFAI Attila köszöntése

Résztevők száma: 23 fő.

Szeptember 17.

Társszervezők: Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar, MOL Tanszék

FRIJIA, G. (Universität Potsdam): Strontium isotope stratigraphy and application in basin analysis

Résztevők száma: 26 fő.

December 11.

Hetedhét határon át a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karának hallgatóival

TÓTH Zs., PAPP D.: AAPG terpgyakorlaton Marokkóban

MIKLOVICZ T.: Nyáron hidegben itt, télen melegben ott

CSOMOR Á., MIKLÓS R.: A Bükk nyomában Horvátországban

Résztevők száma: 16 fő.

Dél-Dunántúli Területi Szervezet

Június 19., Pécs

„Fenntartható geotermikus energiahasznosítás: a Mecsekérc Zrt. GOP-1.1.1.-2012-0033 projektjének fejlesztései, eredményei” workshop

Társszervezők: MTA Pécsi Akadémiai Bizottság X. sz. Föld- és Környezettudományok Szakbizottsága Földtani és Bányászati Munkabizottsága, Alkalmazott Földtudományi Klaszter.

CSICSÁK J. (Mecsekérc Zrt.): Általános projekt összefoglaló

HLATKI M. (Mecsekérc Zrt.): A felső-pannóniai homokkővekbe történő vízviasszasajtolás problematikája

FEDOR F. (Geochem Kft.): A felső-pannóniai homokkővekkel végzett közetfizikai vizsgálatok és eredmények

KOVÁCS L., SOMODI G., MÉSZÁROS E. (Kőmérő Kft.): A felső-pannóniai homokkővek közetmechanikai laboratóriumi vizsgálati programja és a mérésekből levonható következtetések

GEIGER J. (SZTE): A felső-pannóniai laza üledékes kőzetek szöveti és közetfizikai tulajdonságainak kapcsolatrendszere

FEDOR F. (Geochem Kft.), VÖRÖS Cs. (ME AFKI): A projekt keretében kifejlesztett rétegtkárosodás és repesztés vezetéképesség vizsgáló laboratóriumi berendezések bemutatása

PTE Szentágothai János Kutatóközpont bemutatása

HLATKI M. (Mecsekérc Zrt.): Jövőbeni feladatok, lehetőségek, a projekt utóélete

Résztevők száma: 78 fő.

Közép- és Észak-dunántúli Területi Szervezet

Március 21., Veszprém

A KÉdTSz és a VEAB Földtani és Bányászati Munkabizottság 1. és 2. negyedévi programjainak megbeszélése; aktuális ügyek.

VÍGH T.: Az úrkúti mangánérc-bányászat helyzete, esélyei

TÓKÉS L.: Pannon-tavi turbiditék dél-erdélyi feltárásokban: szedimentológiai és gammaszelvényezés eredményei

LAJÓ M.: Volcanoi-típusú kitörések a Csomád tűzhányón

Résztevők száma: 11 fő.

Május 30., Veszprém

TÓTH K.: A diszeli bauxit

FARKAS S.: Halimba II. DNy mélysztint vízvédelmé
BODA E., FEKETE I., HUSZÁR A.: Vörös és fekete – Új szénbánya
nyílt a Bakonyban
Résztevők száma: 12 fő.

Agyagásványtani Szakosztály

Május 22., ELTE

Előadóülés FÖLDVÁRI Mária 70. születésnapja alkalmából

DÓDONY I.: FÖLDVÁRI Mária köszöntése a szakosztály nevében
VICZIÁN I.: FÖLDVÁRI Mária köszöntése és munkásságának
rövid ismertetése
FÖLDVÁRI M.: Miről vallottak az agyagásványok?
M. NAGY N., KÓNYA J.: Kationcserélt bentonitok
UDVARDI B., KOVÁCS I., KÓNYA Péter, FÜRI J., FÖLDVÁRI M.,
BUDAI F., MIHÁLY J., NÉMETH Cs., SZABÓ Cs.: Infravörös spektrometria (ATR FTIR) alkalmazása üledékek elkülönítésére
KÓNYA P., KOVÁCS-PÁLFFY P., FÖLDVÁRI M., KOVÁCS I.: A
Kemeneshát és környékének bentonittelepei
KOVÁCS-PÁLFFY P., KÓNYA P., FÜRI J., KOVÁCS I.: Új eredmények a Garancs-hegy agyagásványainak vizsgálata során
FÜRI J.: Jelenleg folyó termoanalitikai vizsgálatok az MFGI-ben
NÉMETH T.: Agyagásványok átalakulása ciklikus nedvesítés-száritás hatására
Résztevők száma: 23 fő.

Szakosztályok rendezvényei

Ásványtan–Geokémiai Szakosztály

Január 18–19., Balatonfüred

9. Téli Ásványtudományi Iskola

Társszervező: MTA Geokémiai és Ásvány-Kőzettani Tudományos Bizottságának Nanoásványtani Munkabizottsága
A rendezvény kiemelt témája: „Ásványtan: földtudomány, anyagtudomány, egyéb..?”

Péntek

Köszöntő: PÓSFAL Mihály

DÓDONY I.: Az ásványtan szerepének változásai az utóbbi évtizedekben

PAPP G.: Alags(zt)ori, avagy az MTM Ásvány- és Kőzettanának költözése a Ludovikából a Ludovikába

EMBEY-ISZTIN A.: Ásványtani újdonságok a Vesta aszteroida felszínéről

ZAJZON N., NÉMETH N., SZAKÁLL S., KRISTÁLY F., PETŐ G., FEHÉR B.: A bükk-szentkereszti uránindikáció ásványtani újravizsgálata

SZAKÁLL S., ZAJZON N., FEHÉR B., FEKETE Sz.: A mecseki fonolit ritkaföldfém ásványai

FEHÉR B., SZAKÁLL S., ZAJZON N., MIHÁLY J.: Parádsasvárit, a malachit-rosasit-csoport új tagja

CZUPPON Gy.: Cseppkövekben lévő fluidum-zárványok vizsgálata és jelentőségük a paleoklimatológiai kutatásokban

NYIRŐ-KÓSA I.: A Balaton üledékének karbonátásványai

ZELENKA T.: Agyagásványos és kőzetüveg tartalmú kőzetek mikroszkópos vizsgálata ráeső fényrel

KOVÁCS J., SAJÓ I., JÁGER V.: Lovasi vöröskereszt: hematitkéreg dolomitszemcséken

LESKÓ M., WEISZBURG T., TOPA B., BENDŐ Zs., VÁCZI T., VIGH T.: Új adatok az úrkúti oxidos mangánérc mangánásványairól és szöveti kapcsolataikról

GHERDÁN K., WEISZBURG T., BENDŐ Zs., VÁCZI T., ZAJZON N., KRISTÁLY F.: Foszfát korróziós hatása fémtárgyakra

BARICZA Á., BAJNÓCZI B., TÓTH M., SZABÓ Cs.: Zsolnay épületkerámiai környezeti hatásra történő károsodási formái

TAKÁCS J.: A Zelnik István Délkelet-Ázsiai Arany múzeum drágaköves tárgyainak vizsgálatáról

SZABÓ Cs., ARADI L. E.: Szulfid zárványok jelentősége a felsőköpenyben

MÁRTONNÉ SZALAY E., SIPOS P., ZAJZON N.: Ülepedő légköri por mágneses, geokémiai és ásványtani vizsgálata

JANCSEK-TURÓCZI B., HOFFER A., GELENCSEK A.: Reszuszpendált városi aeroszol ásványi összetétele

ÚJVÁRI G., KLÖTZLI, U.: Löszből származó nehézasványok forrásai azok kémiai és izotóposztétele alapján: eredmények és problémák

Szombat

KOVÁCS I., BESNYI A., BERTALAN É., KÓNYA P., FÜRI J., BHAOTTA, H., SZÉKANECZ Z., UDVARDI B., HORVÁTH Zs., BUDAI F., FANCSIK T., ANDRÁSSY L., MAROS Gy.: A csont ásványtana és (geo)kémiaja

CORA I., PEKKER P., DÓDONY I., JANOVSKY D.: Az erdőmecskei apatit és szervesetlen kristályok szerkezetvizsgálata

TOMPA É., PÓSFAL M.: Nanokristályos magnetit előállítás bakteriumok segítségével és bio-nanotechnológiai módszerrel

SZAKÁCSNÉ FÖLDÉNYI R., RAUCH R.: Az alginit vizsgálata a környezetvédelem céljaira

SZABÓ Á., BREITNER D., OSÁN J., SZABÓ Cs.: Amfibol szemcsék Fe³⁺/Fe²⁺ arányának meghatározása vékonycsiszolatban xanes technikával — egy ígéretes új módszer

UDVARDI B., KOVÁCS I., FÜRI J., KÓNYA P., FÖLDVÁRI M., HORVÁTH Zs., BESNYI A., KOLOSZÁR L., VATAI J., SZABÓ Cs.: Megcsúszott üledékek ásványtani és geokémiai jellemzése Kulcs területéről

KIRÁLY Cs., SENDULA E., KÓNYA P., FÜRI J., SZAMOSFALVI Á., KÁLDOS R., FALUS Gy., SZABÓ Cs.: A Mihályi–Répcelak természetes szén-dioxid előfordulás fúrómag mintáinak vizsgálata (bejelentés)

PAPP G.: Az MFT Ásványtan-Geokémiai Szakosztályának (első) ötven éve

Zárszó: PÓSFAL Mihály

Résztevők száma: pénteken 36, szombaton 27 résztvevő,

2014. szeptember 4–6., Révfülp

V. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés

Csütörtök

Köszöntő: HARANGI Szabolcs (MTA–ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport) és BAKSA Csaba (Magyarhoni Földtani Társulat)

A) szekció, levezető elnök: HARANGI Szabolcs

KIRÁLY E.: Összehasonlító mérések LA-ICP-MS-sel

KISS B.: Az amfibol nyomelem-összetételének jelentősége a petrogenetikai vizsgálatokban a csomádi dácit példáján

BATKI A.: A Ditrói alkáli masszívum telérfázisai: tinguitok, ijolitok és bazanitok szerepe magmakamra folyamatokban

UDVARDI B.: A kulcsi felszínmozgásos terület üledékeinek geokémiai jellemzése

JANKOVICS M. É. (poszter bemutató): Olivin kristályok diffúziós modellezése a Kissomlyó vulkáni központ (Kemenesaljai vulkáni terület) példáján

BATKI A. (poszter bemutató): A Ditrói alkáli masszívum szienitjeinek U-Pb izotóp kora

BENKŐ Zs. (poszter bemutató): Szilikátolvadék mozgása részben olvadt felzikus kőzetben, egy a South Kawishiwi Intrúzió (Duluth Complex, MN, USA) fekéjében található Cu-Ni-PGE ércesedés példáján

B) szekció, levezető elnök: PÁL-MOLNÁR Elemér

TÖRÖK K.: CO₂-H₂O fluidum indukált parciális olvadás a Bakony–Balaton-felvidék alatti alsókéregben

NÉMETH B.: Szilikátolvadék zárványok kémiai (fő- és nyomelem) elemzése alsókéreg eredetű gránát-granulit xenolitokból (Bakony–Balaton-felvidék)

HARANGINÉ LUKÁCS R.: Új cirkon U-Pb geokronológiai adatok a miocén Si-gazdag vulkanizmus időbeliségének pontosításához

SZEPESI J.: Piroklasztit-láva sorozatok vulkanológiai és geokémiai korrelációja a Tokaji-hegység északi részén

ZELENKA T.: A Tokaji-hegység zeolitos riolituffainak kőzetana és vulkanológiai felépítése

Poszterszekció: levezető elnök: BATKI Anikó, KISS Balázs, SZEPESI János

HORVÁTH R.: A Pécs-Szabolcsi, Pécs-Vasasi és Nagymányoki szenes összlet geokémiájának összehasonlítása

HÁGEN A.: Felszín alatti vizek becsült eredete és fejlődéstörténete a Mohácsi-szigeten

SKULTÉTI Á.: A Mecsek-alja-zóna deformációtörténeti és szerkezeti rekonstrukciója egyedülálló kvarcsejtszemcsék alapján

BIRÓ L.: Az úrkúti mangánércesedés ritkaföldfém vizsgálatának eredményei

LAJKÓ M.: Kenyérbombák szerepe a kúrtő- és kitörésmoделlek felállításánál

MOLNÁR K.: A Csomád legutolsó kitörésének kora cirkon (U-Th)/He, valamint radiokarbon és optikai lumineszcens kormeghatározás alapján.

SPRÁNITZ T.: Új magyarországi ásványfajok a Duna pleisztocén kavicsösszetételéből és földtani jelentőségük

TÓTH F.: Agyagásványtani átalakulások revíziója a Makói-árokban (Endrődi Formáció)

APRÓ M.: A kompaksiós és deformációs szalagok jelentősége homokkőekben a pannóniai Szolnoki Homokkő Formáció példáján

GARAGULY I.: A Szegedi Dolomit Formáció kőzeteinek repedéscementáció vizsgálata Üllés térségében

WALTER H.: Az NWA-2086 CV3 kondrit nagy méretű fehérzárványának fázisanalitikai és szöveti vizsgálata

NAGY Sz.: Ringwoditok kation rendezetlenségének spektroszkópiai vizsgálata

MÉSZÁROS E.: A Horváthertelend–I fúrás paleozoos rétegsorának jelentősége a Nyugat-Mecsek földtani felépítésének pontosításában

SZEMERÉDI M.: A Gyűrűfői Riolit Formáció kőzettani jellemzése a Gyűrűfői és Dinnyeberki közötti felszíni feltárások alapján

CZIRBUS N.: Az ásványos összetétel hatása a talajok szerves anyagának termikus stabilitására

KIRÁLY A.: Kis érettségű szerves anyagban bekövetkező változások vizsgálata Raman-spektroszkópia alkalmazásával

TARACSAK Z.: Olvadási modellek bazaltos rendszerekben és hatásuk a nyomelemek viselkedésére

ÖBBÁGY G.: Isztriai amphorák és feltételezett nyersanyagai nehézasványainak összehasonlítása

SOÓS I.: Tefrarétegek jellemzése a pulai alginitrétegsorban

NAGY Sz.: Ringwodit szemcsehalmazok szöveti vizsgálata sokrétűen: következtetés a hőmérséklet heterogenitására és a fázisátalakulás kinetikájára

Péntek

Szakmai kirándulás, felvezető: JANKOVICS Éva, helyszín: Fekete-hegy – robbanásos kitörések termékeitől a lávakőzetekig; Szentbékáll – egy különleges piroklaszt sűrűségár üledéktől a kőtengerig

Szombat

C) szekció: levezető elnök: H. LUKÁCS Réka

BENKÓ Zs.: Cu-Ni-PGE szilfidércesedés képződésének hőmérsékleti és geokémiai feltételei a South Kawishiwi Intrúzió (Duluth Complex, MN, USA) csarnokitosodott fekéjében

CZUPPON Gy.: Kogenetikus kalcit és fluorit telérek stabil- és nemesgáz-izotóposzététele a nyugat-ausztráliai „Spewah Dome” területéről: bizonyítékok kéreg és köpeny eredetű fluidumok keveredésére

KELE S.: A „Clumped” izotóp termométer bemutatása, valamint a módszer kalibrációja recens travertínok és mésztufák segítségével

HORVÁTH A.: Az Úrkúti Mangánérc ásványtani, kőzettani és geokémiai vizsgálata (Úrkút, Dunántúli-középhegység)

D) szekció: levezető elnök: M. TÓTH Tivadar

FINTOR K.: A Raman mikroszkópia jelentősége a kondrit meteoritok vizsgálatában

SAKMÁNY Gy.: „Zöldkő” nyersanyagú csiszolt kőeszközök nyersanyagának azonosítási lehetőségei, korlátai magyarországi leletanyagokban

BOZSÓ G.: Szikes üledékek ásványtani és elemadszorpciós tulajdonságai

HÁMORNÉ VIDÓ M.: É-magyarországi fúrásokban végzett szerkesztési vizsgálatok eredményei a grafitkutatás támogatására

Zárszó, díjkiosztó

Ismeretterjesztő előadás Csupakon, a Balaton-felvidéki Nemzeti Park előadótermében

HARANGI Sz.: Vulkanológia a 21. században — a vulkánizmustól a vulkáni kitörés előrejelzésig. Lehetőségek a Kárpát-medencében.

*November 20–21., Szeged**Ásványtani–geokémiai kőzettani műhelylátogatás 2014*

November 20.

A házigazda műhely részletes bemutatkozása

SAKÁLL Sándor: Szakosztályelnöki köszöntő

M. TÓTH T.: A Szegedi Tudományegyetem Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszékén folyó oktatási és kutatási tevékenység áttekintése.

DABI G.: Katódlumineszcens mikroszkópi vizsgálatok szerepe a földtudományokban.

BOZSÓ G.: A röntgen fluoreszcens spektrometria alkalmazási lehetőségei a föld-, és környezettudományokban.

RAUCSIK B.: Röntgen-pordiffrakciós vizsgálati lehetőségek a SZTE Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszékén.

FINTOR K.: A Raman-mikroszkópia földtudományi alkalmazási lehetőségei.

CZIRBUS N.: A szerves geokémiai laboratórium bemutatása.

Gyakorlati tapasztalatcsere. A katódlumineszcens, röntgen fluoreszcens, röntgen pordiffrakciós, Raman spektroszkópos és szerves geokémiai laboratóriumok, valamint a KOCH-gyűjtemény bemutatása.

November 21.

A résztvevő társintézmények és szakmai műhelyeik 2013/2014-es főbb alkalmazott és alapvető eredményeinek, beruházásainak, fejlesztéseinek, oktatási helyzetének, együttműködéseinek rövid bemutatása.

Debreceni Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszék (RÓZSA P. és munkatársai)

ELTE Ásványtani Tanszék (DÓDONY I. és munkatársai)

ELTE Kőzettan-Geokémia Tanszék (HARANGI Sz. és munkatársai)

Miskolci Egyetem Ásvány- és Kőzettani Tanszék (SZAKÁLL S. és munkatársai)

MTA CSFK Földtani és Geokémiai Intézet (BAJNÓCZI B. és munkatársai)

Pannon Egyetem Föld- és Környezettudományi Tanszék (PÓSFAL M. és munkatársai)

Pécsi Tudományegyetem Földtani és Meteorológiai Tanszék (KOVÁCS J. és munkatársai)

Résztevők száma: 48 fő.

December 15., ELTE

Őszi konferencialevek

GHERDÁN K., BENDŐ Zs.: Art' 14, 11th International Conference on Non-Destructive Investigations and Microanalysis for the Diagnostics and Conservation of Cultural and Environmental Heritage, Madrid, 2014. 06. 11–13.

KRISTÁLY F.: 4th Central European Mineralogical Conference (CEMC) — Közép-európai ásványtani konferencia: újdonságok szomszédainknál és nálunk, Skalský Dvůr, 2014. 04. 26–23.

ZAIZON N.: 21st General Meeting of the International Mineralogical Association (IMA2014), Gauteng, 2014. 09. 1–5.

ARADI L. E.: 6th Lherzolite Conference, Marrakes, 2014. 05. 4–13.

MAGYAR L.: Society of Exploration Geophysicists Annual Meeting (SEG 2014): Building Exploration Capability for the 21st Century, Keystone, Colorado, 2014. 09. 27–30.

B. KISS G.: 5th International Student Geological Conference (ISGC), Budapest, 2014. 04. 24–27.

B. KISS G., MOLNÁR Zs.: 20th Congress of the Carpathian–Balkan Geological Association (CBGA), Tirana, 2014. 09. 24–26.

KAPUI Zs., MOZGAI V.: 11th regional workshop of the European Microbeam Analysis Society, Leoben, 2014. 09. 14–21.

Posztterek

KOVÁCS, I., B. KISS, G., ZACCARINI, F.: Rare earth element enrichment in the Cserkút uranium ore deposit (Mecsek Mts, S Hungary); 5th International Student Geological Conference, Budapest (2014. 04. 24–27.)

KÜRTHY, D., SZAKMÁNY, Gy., JÓZSA, S., SZABÓ, G.: Archaeometric study of rock types from the Early Iron age mound grave in Regöly; 5th International Student Geological Conference, Budapest (2014. 04. 24–27.)

MAGYAR, L., MÁRTON, I., WEISZBURG, T. G., TÓTH, E.: The form and origin of gold in brown muddy sediments from Bigar prospect, Western Timok, Serbia, SEG 2014: Building Exploration Capability for the 21st Century; Keystone, Colorado, USA (2014. 09. 27–30.)

MOLNÁR, Zs., B. KISS G., ZACCARINI, F., DÓDONY I.: Genesis of the uranium and REE bearing phosphatite occurrence of Pécsely (Balaton Highland, Hungary); 20th Congress of the Carpathian–Balkan Geological Association (CBGA), Tirana, (2014. 09. 24–26.)

MÓRICZ, F., MÁDAI, F., KRISTÁLY, F., WALDER, I. F.: X-Ray Powder Diffraction versus Sequential Chemical Extraction — a new combined method for exacting mineralogical speciation of sulphidic mining wastes. 92nd Annual Meeting Deutsche Mineralogische Gesellschaft (DMG), Jena (2014. 09. 21–24.)

OLÁH, E., B. KISS, G., ZACCARINI F.: Genesis of the exhalative iron ore occurrence of the Darnó Hill (NE Hungary); 5th International Student Geological Conference, Budapest (2014. 04. 24–27.)

SKODA, P., B. KISS, G.: Study of a peperitic basalt occurrence of the Vardar-zone (Doboj–Jug, Bosnia and Herzegovina); 5th International Student Geological Conference, Budapest (2014. 04. 24–27.)

SPRÁNITZ, B., VÁCZI, T., JÓZSA, S.: More than 300 km raft on the ice floe. Dumortierite and clinohumite from the Bohemian Massif in Dunavarsány, Middle Hungary; 5th International Student Geological Conference, Budapest (2014. 04. 24–27.)

THAMÓ-BOZSÓ, E., FÜRI, J., NAGY, A.: OSL ages with independent age control from some Late Pleistocene Holocene fluvial and aeolian sedimentary sections. Mini-conference and workshop on regional and method to method comparison of numerical dating results, University of Szeged, Hungary (2014. 10. 31.)

THAMÓ-BOZSÓ, E., SEBE, K., KÓNYA, P.: An attempt to distinguish local and distal Upper Miocene deltaic sediments around the Mecsek Mountains (SW Hungary) based on mineralogical data. Central European Meeting of Sedimentary Geology, Olomouc, Czech Republic (2014. 06. 9–13.)

Z. KAPUI, Zs., KISS, G. B., GARUTI, G., ZACCARINI, F.: Characterisation of hydrothermal processes at the Reppia Vms Deposit (N Apennines, Italy), 11th regional workshop of the European Microbeam Analysis Society, Leoben (2014. 09. 14–21.)

MOZGAI, V., DOBOSI, G., TAKÁCS, Á.: Re-examination of the historical ore samples from the Au-Ag-Pb-Zn epithermal mineralization around Parádfürdő, Recsk ore complex (NE Hungary), 11th regional workshop of the European Microbeam Analysis Society, Leoben (2014. 09. 14–21.)

Résztevők száma: 33 fő.

Geomatematikai és Számítástechnikai Szakosztály

Május 21–23, Opatija

VI. Horvát-Magyar és a 17. Magyar Geomatematikai Konferencia — 6th HR-HU and 17th HU geomathematical congress

Május 21.

Opening of congress (chairs: GEIGER, J., NOVAK ZELENKA, K. CVETKOVIĆ, M., VELIĆ, J.)

Key lectures

GEIGER, J.: „Characterization of millimeter-scale petrophysical heterogeneity of some Upper Pannonian (s.l.) clastic rocks by using medical CT and conventional core analysis

CVETKOVIĆ, M., VELIĆ, J., VUKIČEVIĆ, F.: Selection of the most successful neural network algorithm for the purpose of subsurface velocity modelling, example from the Sava Depression, Croatia

Section Geomathematical theory with examples — part 1 (chair: GEIGER, J.)

TUTEK, Ž., LAPAINE, M.: Forward intersection and its accuracy
MALVIĆ, T., NOVAK ZELENKA, K.: Why we use Simpson and trapezoidal rule for hydrocarbon reservoir volume calculation?

IVANIŠEVIĆ, D., HALAMIĆ, J., PEH, Z.: Assessing natural and anthropogenic impact on soil chemistry using principal component analysis for compositional data

HATVANI, I. G., KOVÁCS, J., CLEMENT, A., KORPONAI, J.: Determining alternative stable states in the Keszthely bay – Kis-Balaton system with the aid of stochastic modelling

NEMES, I.: Throwing oily dices, uncertainty in HCIIP

Május 22.

Section Application of geomathematics and stratigraphic analyses (chair: NOVAK ZELENKA, K.)

WÄGENHOFFER, A.: 3D facies analysis with combination of 3D sequential simulation and well-log shape application

HORVÁTH, J.: Depositional facies analysis in clastic sedimentary environments based on neural network clustering and probabilistic extension

JAKAB, N.: Statistical characters of realizations derived from stochastic simulations based on CT images

SÓLA, A.: High-resolution facies modelling to locate by-passed oil: a case history from Algyő Field

BLAHÓ, J.: Road from using seismic attribute to inventing special approach of facies modelling

SZATMÁRI, G.: Optimization of sampling configuration by spatial simulated annealing for mapping soil variables

Poster presentations (chair: HORVÁTH, J.)

HATVANI, I. G., KERN, Z.: Spatiotemporal patterns of East Antarctic stable isotope records

VOLFORD, V.: 3D facies analysis based on well data with different geostatistical and sedimentological approaches

KIS, M., GRIBOVSKÍ, K., KISZELY, M., KOPPÁN, A.: Analysis of an earthquake based on extensometric and seismological measurements of HAS and MFGI observatories

MENTES, Gy., EPER-PÁPAI, I., KIS, M., KOPPÁN, A.: Analysis of long-term extensometric data of Sopron and Budapest geodynamical observatories

TOBAK, Z., VAN LEEUWEN, B., HENITS, L., SZATMÁRI, J.: Satellite-based inland excess water flood detection

KOPPÁN, A., KIS, M., KOVÁCS, P., MERÉNYI, L., VADÁSZ, G.: Observatory gravimeter calibration results with magnetic correction

NOVAK, K., ZELENKA, I.: Carbon capture and storage possibility, case study Ivančič Field

Section Application of statistics in geosciences (chair GEIGER, J.)

SLIMAN, O.: The impact of sedimentary facies characteristics on the petrophysical reservoir properties: Lower Cretaceous Nubian formation, South East Sirt Basin, Libya

HORVÁTH, J., KORONCZ, P., FEDOR, F.: Petrophysical and hydrodynamical investigation of unconsolidated rocks — measurement vs. empirical estimation

VAN LEEUWEN, B., TOBAK, Z., LADÁNYI, Zs., BLANKA, V.: Satellite based soil moisture estimates for agricultural drought

Május 23., Workshop

Theory and practice in geomathematics: Theory and practice in variography (number of pairs to be used and the practice; variograms, covariances or autocorrelations). How can be measured the success of geostatistical models (in theory and in practice, which one is seemingly the 'best'). Simulation or kriging, how to avoid conflicts; How can be measured the success of simulations. How can be matched the geological and numerical needs in geostatistics.

Section Geomathematical theory with examples – part 2 (chair GEIGER, J.)

MESIĆ, I., MEDUNIĆ, G.: Declustering of field's data located on northern margin of the Bjelovar Subdepression

Voting for the most impressive 3 papers

Closing ceremony and awards (chairs: GEIGER, J., VELIĆ, J.,

NOVAK ZELENKA, K., CVETKOVIĆ, M.)

Résztevők száma: 52 fő.

Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály

Március 17.

Bemutakoznak a BME Mérnökgeológia doktoranduszai,

Résztevők száma: 10 fő.

Április 10–11., Balatonrendes

**Teregyakorlat a Shape Metrix rendszer használatáról
Mérnökgeológia szakirányos hallgatóknak, (sziklafalon
tagoltsági rendszer felvétele térinformatikai eljárással)**

Résztevők száma: 23 fő.

Május 15., MFGI

Meddő? Hulladék? Nem! Haszonanyag! 2014

Levezető elnök: PUZDER Tamás

Megnyitó, köszöntés: FANCSIK Tamás (MFGI)

HÁMOR T. (MBFH): A közösségi hulladékjog és nyersanyag politika rendelkezései a másodnyersanyagokról

FARKAS H. (KSZGYSZ): A hazai hulladékjog aktualitásai

HORVÁTH Z., SÁRI K. (MFGI): Fenntartható Aggregátum Tervezés DK-Európában (SNAP SEE projekt) és hazai aggregátum potenciál-felmérés

KISS J. (MFGI): Bezárt bányászati hulladékkezelő objektumok nyilvántartása, és kockázati besorolása

HORNYÁK M.: Hulladék-e a kitermelt talaj?

MUCSI G., RÁCZ Á., MOLNÁR Z., SZABÓ R. (ME): Ipari hulladékok építőipari hasznosításának lehetőségei

„A” szekció: – Bányászati meddők és hulladéklerakók hasznosítása, levezető elnök: TÖRÖK Ákos

STICKEL J. (Elgoscár 2000 Kft.): Meddőhányók földtani–geotechnikai vizsgálata in-situ módszerekkel

NAGY S., GOMBKÖTŐ I. (ME): Mechanikai eljárások meddő előkészítésére

FÜGEDI U. (MFGI): A gyöngyösi flotációs meddő talajjavító anyag

TÖRÖK Á., GÖRÖG P. (BMGE): Építési terület munkagödrekből kikerülő márga tulajdonságai, hasznosíthatósága

MAGYAR B. (Elgoscár 2000 Kft.): Nyíregyháza Borbánya hulladéklerakó — Szarkofág vagy hasznosítás

PUZDER T. (Geosol Kft.): Kommunális hulladéklerakó felmérése, anyagának kitermelése és hasznosítása

PRÁVICZKI T. (ME): A rudabányai meddőhányók geokémiai vizsgálatai, különös tekintettel a neutrális pH-n lejártszódó szulfid oxidációra

„B” szekció: – Bányászati és építési hulladékok hasznosítása, rekultiváció, levezető elnök: HORNYÁK Margit

OLÁH P. (Eurocert Kft.): Biológiai rekultivációs eljárás a feltalaj visszatérítése nélkül

SZÁNTÓ A. (Magyar Díszítő Kft.): Építések anyagának kezelése, hasznosítása

KÖVECSÉS P. (Győrszol Zrt.): Bánya és építési-bontási hulladék közös múlt, bizonytalan jövő

HAJDÚ X., VATTAI A., GÖRÖG P., TÖRÖK Á. (BMGE): Kőbányák meddő anyagának hasznosítási lehetőségei a sziklafalak állékonyságának tükrében

KÖVECSÉS P. (Győrszol Zrt.): Hasznosítás vagy bányafeltöltés, múlt és a jövő lehetőségei Győrben

FENYVESI O., KENÉZ Á., KOVÁCS É., RÁCZ A. (BMGE): Ipari hulladékok újrahasznosítása beton adalékanyagként

FENYVESI O., JANKUS B. (BMGE): Design burkolat bontott pórusbeton hulladékból?

Zárszó: PUZDER Tamás

„C” szekció: – SNAP SEE projekt, 2. Aggregátum Konzultáció, levezető elnök: Horváth Zoltán

Résztevők száma: 80 fő.

Konferencia teljes anyaga megjelent a Mérnökgeológia-Kőzetmechanika Kiskönyvtár sorozatában (17. kötet) és elérhető a <http://www.mernokgeologia.bme.hu/ocs/index.php/meddo-hulladek/2014> oldalról.

Június 12.

SZEMEREY-KISS B.: Durva mészkő műemléki kőanyagok javítása kőkiegészítéssel: a kutatás jelenlegi állása és jövőbeli lehetőségek
Résztevők száma: 10 fő.

November 11.

ANDRÁSKAY E.: Szilárd kőzetben létesítendő alagutak mérnökgeológiai és geotechnikai feltárása. Hogyan csináljuk ezt mi Svájcban?

Résztevők száma: 102 fő.

December 8.

CSERNY Tibor: A tűz és a jég birodalma, Izland

Résztevők száma: 15

Nyersanyagföldtani Szakosztály

Február 25.

SZILÁGYI I.: A szénhidrogén ásványvagyron értékelésének bizonytalanságai

Résztevők száma: 22 fő.

Április 14.

MÁRTON I. (Avala Resourecs d.o.o.): A magmás–hidrotermás rendszerek térképezése a kalkofil elemek eloszlása alapján: timoki (Kelet-Szerbia) esettanulmányok

Résztevők száma: 32 fő.

November 26.

PALINKAŠ, L. A. (Zágrábi Egyetem): Mežica–Bleiberg type of Pb–Zn deposit (MVT) on the Medvednica Mts, Croatia

Résztevők száma: 21 fő.

November 27.

PALINKAŠ, L. A. (Zágrábi Egyetem): Bauxite genesis and global tectonics in Dinarides, exemplified on the Jajce bauxite deposit

Résztevők száma: 14 fő.

Oktatási és Közművelődési Szakosztály

Az Oktatási és Közművelődési Szakosztály nem szervezett rendezvényt.

Őslénytani- Rétegtani Szakosztály

Január 6., Debrecen, MTA ATOMKI

Késő-negyedkori kvantitatív környezeti és klímarekonstrukciók a Déli-Kárpátokban (Prolong Projekt)

Társzervező: MTA Paleontológiai Tudományos Bizottság

MAGYARI E.: A Prolong projekt 2007–2013 között, a tervezett folyóirat különszám felépítése

MOLNÁR M.: A retyezáti tavi üledékek radiokarbon kormeghatározása

ORBÁN I.: Különböző kormodellezési technikák összevetése a Reteyzát-hegység tavi üledékein

BRAUN M., HUBAY K., HARANGI S., STRUBA SZ., GARAMVÖLGYI B., MAGYARI E.: Szerves anyag és biogén szilikáttartalom-mérések a Déli-Kárpátok tavi üledékeiből

HUBAY K., BRAUN M., HARANGI S., MAGYARI E.: Mikro- és makroelem összetétel vizsgálatok a Déli-Kárpátok tavi üledékeiből

PÁL I., BRAUN M., MAGYARI E.: Növényzeti válaszreakciók a késő-glaciális és a holocén klímaváltozásokra a Reteyzát-hegységben

ORBÁN I., VINCZE I., BIRKS, H., MARINOVA, E., JAKAB G., MAGYARI E.: Késő-glaciális és holocén erdőhatárváltozások a Reteyzát-hegységben

LENDVAY B., BÁLINT M., MAGYARI E.: A genetikai diverzitás időbeli változása a Bazi-tó körüli lucfenyő állományban a holocén során

BUCZKÓ K., BRAUN M., MAGYARI E.: Kovavázak algák szinkron válasza a késő-glaciális és holocén klímaváltozásokra három retyezáti hegyi tóban

TÓTH M., HEIRI, O., BRAUN M., MAGYARI E.: Késő-glaciális és holocén hőmérséklet rekonstrukció árvaszűnyog-maradványok (Diptera: Chironomidae) alapján a Déli-Kárpátokban

MAGYARI E., PEYRON, O., TÓTH M., HEIRI, O., BRAUN M.: Késő-glaciális pollen és árvaszűnyog alapú klímarekonstrukció a Reteyzát-hegységben

FINSINGER, W., VINCZE I., FEVRE, J., MAGYARI E.: Lokális és regionális erdőtüzek a Reteyzát-hegységben az elmúlt 16 000 évben

FERENCZY Gy.: Üledék hozzáférhetőségi adatbázis a Reteyzát-hegység 4 tavi üledékszervényére vonatkozóan

Látogatás a radiokarbon laboratóriumban

Résztevők száma: 50 fő.

Május 29–31.

17. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés, Győr,

Május 29.

Délelőtt, levezető elnök: HABLY Lilla

Megnyitó, üdvözlés: DULAI Alfréd

SZEITZ P.: A Hosszúerdő-hegyi kőfejtő triász foraminifera faunája

KARÁDI V.: A Csővári Mészkő felső-triász conodontái (Csővár, Csv-1 fúrás, Duna-balparti rögök)

BODOR E. R., BÓKÁNE BARBACKA M., PÜSPÖKI Z., FORGÁCS Z.: A Mecseki Kőszén Formáció öskörnyezet rekonstrukciója paleobotanikai és szedimentológiai adatok alapján

VÖRÖS A.: A Magyar Földtani és Geofizikai Intézetben őrzött törökországi (Yakacik, Ankara) alsó-jura brachiopoda gyűjtemény revíziója

SZABÓ J.: A gastropoda-fauna változása a kora- és középső-jura során a Mediterrán-provinciában

ZSIBORÁS G., GÖRÖG Á.: A bakonycernyei aaleni–bajoci határ foraminifera faunája

Délután 1., levezető elnök: MAGYAR Imre

KOVÁČ, M.: Neogene geodynamics and palaeogeography of the Eastern Alps, Western Carpathians, and the Transdanubian Range junction area (Vienna and Danube basins)

FODOR R., DÁVID Á.: Paleoichnológiai megfigyelések a szarvaskői jurában

KESJÁR D., PÁLFY J., FÖZY I., PRICE, G.: Integrált alsó-kréta ammonitesz biosztratigráfia és izotóp-sztratigráfia a Rio Simpson szelvényben (Aisén-medence, Chile)

CSÉFÁN T.: Középső-albai kagylósrakok a Tési Agyagmárga Formációból (Zirc Zt-61 számú fúrás)

CZIRJÁK G., BODOR E. R., KOVÁCS I., VARGÁNÉ BARNÁ Zs., BUDAI F., ŐSI A.: Az ajkai és az iharkúti kréta borostyánok kémiai összehasonlítása

Délután 2., levezető elnök: GALÁ CZ András

PRONDAI E.: A rhabdodontid dinoszauruszok összehasonlító csontszövet-tani vizsgálata

ÓSI A., BODOR E. Réka, MAKÁDI L., RABI M.: Gerinces maradványok a felső-kréta Ajkai Kőszén Formációból

MAKÁDI L.: Az iharkúti *Squamata*-k kutatásának legutóbbi eredményei

DULAI A., ÖZCAN, E., LESS Gy.: A Trák-medence (Törökország) eocén brachiopoda faunája

LESS Gy., BENEDETTI, A., CAHUZAC, B., PIGNATTI, J. S.: *Heterostegina*k feltételezett transzatlanti migrációja az eocén/oligocén határ környékén

NYERGES A.: A Cserépvár-alja–1 fúrás felső-eocén–alsó-oligocén nannoplankton flórájának kvantitatív elemzése és biosztratigráfiai feldolgozása

Május 30.

Terepbejárás.

*Május 31.**Délelőtt 1., levezető elnök: VÖRÖS Attila*

PALOTÁS K.: A Magyar Földtani és Geofizikai Intézet gyűjteményének jelene és jövőképe

POLONKAI B., GÖRÖG Á., BODOR E. R.: Felső-badeni tengeri sünök paleoökológiai rekonstrukciója a MIHÁLY Sándor gyűjtemény alapján

SZABÓ P., KOVÁCS J., KOCSIS L., GASPARIK M., VENNEMANN, T., DEMÉNY A., VIRÁG A., CODREA, V., SABOL, M.: Plio-pleisztocén környezetrekonstrukció rinocérosz és ormányos fogak stabilizotóp adatai alapján

BOTKA D., MÉSZÁROS L.: A Somssich-hegy 2-es lelőhely alsó-pleisztocén *Soricidae* faunája

VINCZE I., ORBÁN I., BIRKS, H., MARINOVA, E., JAKAB G., MAGYARI E.: Holocén erdőhatár-változások a Déli-Kárpátok Retyezát-hegységében: különbségek a déli és északi lejtő közt

KOCSIS T. Á., KIESSLING, W.: Zooxanthellata és Azooxanthellata kőkorallak környezeti meghatározottsága

Délelőtt 2., levezető elnök: PÁLFY József

MAGYAR L.: A pannon-tavi *Budmania* alnem revíziója (*Bivalvia*, *Lymnocardium*)

SEBE K., PAZONYI P., GASPARIK M., SZUJÓ G. L.: A Villányi-hegység emelkedéstörténete őslénytani adatok alapján

PAZONYI P., VIRÁG A.: Az *Allophaiomys*–*Microtus* leszármazási vonalba tartozó pockok fogmorfológiai evolúciója

SZENTESI Z.: Előzetes eredmények a késő kora-pleisztocén korú Somssich-hegy 2 (Villány, Villányi-hegység) gerinces lelőhely hullóinek vizsgálatában

GASPARIK M.: Barlangi medvék oroszánrésze

SÜMEGI P.: Kisalföldi negyedidőszaki őslénytani vizsgálatok — a területen kialakított régészeti lelőhelyek feldolgozása nyomán Zárszó, eredményhirdetés

Posztterek

BODOR E. R., BÓKÁNY BARBACKA M.: Cheirolepidiaceae szaporító képletek a Mecseki Kőszén Formációból

BOTFALVAI G., PRONDAI E., ÓSI A.: Ki evett kit? Patológiás elváltozások vizsgálata az iharkúti (késő-kréta, santoni) gerinces leletanyagban

BUCZKÓ K.: Európai diatóma-alapú vízszint rekonstrukciók a holocénben

CSOMA V.: Mezozoos és kainozoos kagylósrákok vizsgálata ZALÁNYI Béla munkássága alapján

DÁVID Á., BALASKA P., FODOR R.: Ophiuroidea leletek egi korú képződményekből (Wind-féle téglagyár, Eger)

GÖRÖG Á., KARÁDI V., DULAI A., SZEITZ P., TÓTH E.: Triász Disciniscia (Discinidae, Brachiopoda) maradványok a Csővár–1 számú fúrásból (Duna balparti rögök)

HABLY L., ERDEI B., MELLER, B.: Egy különleges tavi flóra a későszarmata korú St. Stefan melletti Gratkorn (Ausztria) lelőhelyről

HÍR J., ANGELONE, C., KESSLER J., PRIETO, J., VAN DEN HOEK OSTENDE, L., VENCZEL M.: Kora-badeni (MN 5) korú gerinces fauna Litkéről

KÁZMÉR M., KERN Z., YUN-CHAO, Z., JIE-FANG, G., KEYAN, F., TÓTH E.: Talajerózió mérése évgyűrűkkel

NAGY G., MAGYAR I., SEBE K.: Késő-miocén molluszkafauna a Mórággy-rög peremén (Himesháza)

ROFRICS N., MAGYAR I., SEBE K.: Puhatestű fauna Pécs-Danitzpuszta késő-miocén korú mészmárgáiban

SELMECZI I., SZUROMINÉ KORECZ A.: Újabb eredmények a budapesti alsó-szarmatából (Zugló, Puskás Ferenc Stadion)

TARI G., FODOR R.: Cerambycidae lárvák bioeróziós nyoma miocén kovásodott fák maradványaiban

TÓTH E.: KOZUR, H. W. magyarországi paleozoos és triász ostracoda kutatásai: inspiráció és kihívás

VIRÁG A., KOCSIS L., GASPARIK M., VASILE, S.: Magyarországi és romániai pliocén–pleisztocén elefántfélék táplálékpreferencia vizsgálata Részvevők száma: 56 fő.

ProGeo földtudományi Természetvédelmi Szakosztály*Március 7.*

GAZDAGNÉ RÓZSA E.: A Magyar Értéktárba felvehető földtudományi értékek a Hungarikum törvény alapján

Részvevők száma: 14 fő.

Április 4.

Vitaülés, vitaindító előadás: VINCZE P.: Vita a földtani értékek természetvédelmi kezelésére készülő VM rendeletről

Részvevők száma: 19 fő.

Szeptember 26.

Vitaülés, vitaindító előadás: HORVÁTH G.: A Magyar Értéktárba felvehető földtudományi értékek elbírálási szempontjai

Részvevők száma: 11 fő.

*Október 4.***Geotóp nap I**

Vezetett ismeretterjesztő geotúrák helyszínei: Medves, Szilváskő, Miskolctapolca, Fecske-lyuk, Békéscsaba város és közvetlen környezete, Csólyospálos – Földtani bemutatóhely, Tokaj – Borostyán tanösvény

*Október 11.***Geotóp nap II**

Vezetett ismeretterjesztő geotúrák helyszínei: Cserépfalu – Ördögtorony tanösvény, Subalyuk, Hór-völgy, Aggteleki-karszt: Aggtelek és Jósavfő között, a Baradla tanösvény mentén, Pécs – Tettye, Pintér-kert Arborétum, Tettyei Mésztufa barlang Részvevők száma a két napon: kb. 700 fő

November 7.

TÓTH SZ., HALASI-KOVÁCSNÉ BENKARD B.: Földtudományi egyedi tájértékek

Részvevők száma: 12 fő.

Tudománytörténeti Szakosztály**Január 27.****DUDICH Endre köszöntése nyolcvanadik születésnapján**

Társzervező: Filozófiai vitakör
A programot l. a Központi rendezvényeknél
Részvevők száma: 114 fő.

Február 17.

VITÁLIS Gy.: 150 éve jelent meg HUNFALVY János A Magyar birodalom természeti viszonyainak leírása című művének első kötete

ZSADÁNYI É.: Emlékezés a 250 éve történt nagy komáromi földrengésre
Részvevők száma: 23 fő.

Március 14.**SZABÓ József sírjának megkoszorúzása
a Nemzeti Sírkertben**

Részvevők száma: 12 fő.

Március 17.

PAPP G.: 200 éve érkezett a lenartói meteorit
KOMLÓSSY Gy.: Igaz-e, hogy KASZAP Bandi... / nyolcvan lenne, pedig nem is hinnéd?
Részvevők száma: 24 fő.

Április 24.**Szent György-napi bauxittalálkozó BÁRDOSSY György emlékére**

Megnyitó: BAKSA Csaba
„Fölvezetés”: TÓTH Á.

VÖRÖS A.: BÁRDOSSY György és az Akadémia

MINDSZENTY A.: A rendszerező tudós + KOMLÓSSYtól néhány gondolat

PATAKI A.: A „bányász” BÁRDOSSY György
BREZSNYÁNSZKY K., FANCSIK T.: BÁRDOSSY György kapcsolata intézeteinkkel és szakmai egyesületeinkkel

DUDICH E.: Tanítványi emlékezés

FODOR J.: A geomatematikai gondolkodó (előadta: GEIGER J.)

GEIGER J.: BÁRDOSSY György geomatematikai tudomány-szervező munkássága

FRIGYESI F.: BÁRDOSSY György szerepe a magyarországi radioaktív hulladékok végleges elhelyezése telephely kutatásának külföldi elfogadtatásában

VÖRÖS I.: BÁRDOSSY György volt az első főnököm

VIZY B.: BÁRDOSSY György közvetlen munkatársa voltam

PÓKA T.: BÁRDOSSY György, az MTA Geokémiai Kutató Labor kiemelkedő munkatársa

KECSKEMÉTI T.: Geomatematika a mikropaleontológia szolgálatában

VICZIÁN I.: BÁRDOSSY György, a szediment-petrográfus

FODOR B.: Az alkalmazott matematikus + R. SZABÓ István hozzászólása

KAKAS K.: BÁRDOSSY György és a bauxitgeofizika

néhai SOLYMÁR K.: BÁRDOSSY György az Aluterv-FKI-ban (előadta: TÓTH Á.)

TÓTH Á.: Egypercesek BÁRDOSSY Györgyről

TÓTH Á.: Lehetőség publikálásra, javaslat két emléktáblára
Zárszó: DUDICH Endre
Részvevők száma: 89 fő.

Április 28.

CSATH B.: Az „Egbelli találat” száz éve — 1914

PAPP P.: Újabb adatok Willem Janszoon BLAEU egyik Hungaria-térképének másik oldaláról

Részvevők száma: 12 fő.

Május 19.

BÉKÉS V.: Néhány filozófiatörténeti szempont a „neptunista-vulkanista” avagy „neptunista-plutonista” vita tudománytörténeti értelmezéséhez

BOTH M.: A „tűz” és a „víz” harca a Kárpát-medence tájfeltáró munkáiban

Részvevők száma: 18 fő.

Szeptember 22.**100 éve indult meg az I. világháború**

VITÁLIS Gy.: Geológusok az I. világháborúban

BREZSNYÁNSZKY K.: A Magyar Királyi Földtani Intézet felde-rítő kutatásai a Balkánon 1916–18-ban

VICZIÁN I., BREZSNYÁNSZKY K.: Az Erdélyi Magyar Műsz. Tudományos Társaság (EMT) szilágysomlyai VII. Tudomány- és Technikatörténeti Konferenciája (ismertetés)

Részvevők száma: 55 fő

Október 13.

Köszöntő VITÁLIS György 85 éves születésnapjára régi munkahelyei egyikén, a Stefánia úton

Meghívott előadókkal, kollégákkal, tanítványokkal.

Részvevők száma: 39 fő.

Október 20.**Megemlékező séta a Fiumei úti temetőben**

Többek közt SZABÓ József, HANTKEN Miksa, BÖCKH János, SCHAFARZIK Ferenc, HALAVÁTS Gyula, ROZLOZNIK Pál, HOFMANN Károly, PETHŐ Gyula, SCHMIDT Sándor, BÖCKH Hugó, HÁMOR Géza, URBANCSEK János, BÁRDOSSY György sírjánál, ill. MOLNÁR János, VÉGH Sándor hamvai szórásának táblájánál.

Részvevők száma: 9 fő.

November 17.

VARGA P.: 200 éve jelent meg KITAIBEL P., TOMCSÁNYI Á.: „Dissertatio de Terrae Motu Mórensi” c. könyve.

RÓZSA P.: Geológia a paradigma előtt: a neptunista-vulkanista vita

VICZIÁN I.: NAGY Sámuel, a jénai Mineralógiai Társaság magyar titkára

Részvevők száma: 17 fő.

December 8.

HÁLA J., PAPP P.: 2014-ről, 2015-ről röviden — a Tudománytörténeti Szakosztály szemszögéből

MAGYARI G.: NOPCSA Ferenc nyomdokain Albániában

HÁLA J.: Geológia és néprajz: „Tudósok, kutatók, gyűjtők” (könyvbemutató)

Részvevők száma: 17 fő.