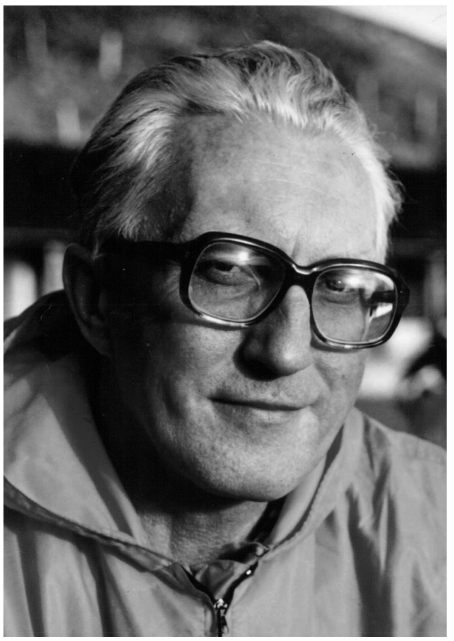
Magyarhoni Földtani Társulat
Földtani Közlöny
Hungarian Geological Society
147/2, 107–118., Budapest, 2017

In memoriam

Dr. Dudich Endre



1934–2016

„Ne mondj le semmiről,
Mert minden mi szándék
Isten szava benned
Mutatva az utat
Merre rendelte menned”.
Babits Mihály

Dudich Endrének több utat is rendelt. Úgy is ment, sok irányba. Kapott is hozzá képességet, szorgalmat, és még időt is. A három így együtt csak kiválasztottak számára áll rendelkezésre. De ez nem érdem, ez egy örökölt vagyon. Ami az egyén érdeme az, hogy a vagyont milyen célra, és milyen mértékben használja fel. Ezt Ő nemes célokra, a lehető legteljesebb mértékben meg is tette. Az elrendeltetett úton pedig „pontosan, szépen, ahogy a csillag megy az égen” végig is ment.

Tisztelt gyászoló családtagok, kollégák, barátok, ismerősök!

Amikor 1957-ben, a Múzeum krt. 4/a épülete bejárati lépcsőjén egymásnak bemutatkozván először kezet fogtunk, akkor még persze könnyen voltunk. Bandi volt 23 éves, én meg 19 sem. Egy kézfogás és egy életre szóló barátság lett belőle. A két lobbanó természetű ember között lehettek lobbanó viták, de még akkor is kölcsönös tisztelettel, megnyugodván már még szeretettel is voltunk egymás iránt. Ami minket összetartott, az a közös eszmeiség, a haza, és a földtan szeretete, a lehetetlennek tűnő, de nemes célokért való küzdésben lelt gyönyörűség.

Bandi akkor az első éves geológus hallgatóknak „Bevezetés az ősállattanba” c. előadásait tartotta, miközben másoddiplomás hallgató volt biológia–kémia szakon, ahol oktatott is. Őslénytant tanított a biológus hallgatóknak. Itt ismerkedett meg feleségével Willi Margittal is. Egy életre. Kiegészítésül mindahhoz, ami belőle az élethez hiányzott, és amire neki és családjának nagyon szüksége is volt.

1957. október 23-án az egyetemi Gólyavárban Marosán György nagyívű beszédében kijelentette: „eddig csak az ellenforradalom leveleit söpörtük össze, ezután még a gyökereit is kiírtjuk”. Ez a gyökérirtás ugyan nem sikerült, de az ELTE-ről 1961-ben minden olyan fiatal tanársegédet eltávolítottak, akikből tanszékvezető egyetemi tanárok lettek volna, akiket a diákok szerettek. Nyilván, mert jó tanárok is voltak. Bandi nagyon felkészült előadó volt, mint az egész életében minden tekintetben, amit tőle elvártak. Annál több csak az volt, amit saját magától várt el.

Az ilyen oktatók nagy hatással voltak a diákságra. Ez pedig akkor nagyon veszélyes volt. Így Bandinak is menni kellett, BALKAY Bálinttal, és a SCHULEK tanszékről KOVÁCS Zoltánnal együtt. Tökéletes válogatás volt. Csak az oktatás hivatásától fosztották meg őket. Olyan volt mintha PAVAROTI-t csak énekelni nem engedték volna rajongó közönsége előtt. Ez akkora megrázkódtatás volt számára, amit talán soha, nem hevert ki. Érthető. Három évtizeddel később, a Nyugat-Magyarországi Egyetemtől megkapta a címzetes egyetemi tanári címet, aminek nagyon örült, de az eltelt évtizedeket aligha pótolta. Pedig milyen évtizedek voltak!

Tanult filozófiát is a jezsuitáktól, le is tette a záróvizsgát 1960-ban Krakkóban latinul. Tétele „De materialismo dialectiko." Ez a vizsgáztató páter részéről amolyan testre szabott tétel lehetett. Élete végéig aktív tagja volt a rendszerváltást követően alakult Filozófiai Vitakörnek. Otthonosan mozgott a protestantizmus, a zsidó, a görög, az iszlám, sőt a buddhizmus hitvilágában is. Más vallások tanításaiban mindig a tisztelni illő hittételeket kereste. Talált is. Egyik kedvenc témája volt a geológia és a teológia összekapcsolása. Ezt még versben is megírta.

Az egyetemről eltávolított kollégát a Balatonalmádiban a Bauxitkutató Vállalat f(BKV) ogadta be (mint korábban is a politikai üldözötteket mindig). Műveltségével sokoldalú nyelvtudásával Almádiban egyszerűen lenyűgözte kollégáit, beosztottait. Itt először földtani térképezéssel, majd a hazai bauxittelepek felderítő kutatásához nélkülözhetetlen mélyföldtani térképezéssel volt elfoglalva. KÁROLY Gyulával közösen írt tanulmányával 1964-ben először jutott el a már majdnem Nyugatnak számító Zágrábba. Hivatalos kiküldetésben részesülni akkor óriási dolog volt. Helyt állt. BÁRDOSSY Györggyel ketten képviselték Magyarországot. Almádiban rábízták az új központi anyagvizsgáló laboratórium megszervezését. Jól jött az a kémia–biológia diploma. Az akkor bevezetett vegyi és földtani vizsgálati módszerek támogatták az ipart. Miközben az ipar meg ontotta az adatokat a tudománynak. Az általa felszereltetett laboratóri umban a bevezetett anyagvizsgálati módszereit évtizedeken át folytatta a vállalat.

Bandinak Almádi száműzetés volt, legalább is a kezdetben így gondolta, én meg magam mentem a bauxit iránt érzett szerelemből. Nem mindegy. A két — családjától távol élő ember — a közösen töltött évei alatt szabad idejét sokszor késő estébe nyúló tartalmas beszélgetésekkel töltötte. Még csak úgy barátságból francia leckéket is kaptam tőle. Évekkel később, ahogy a vállalatot elhagyta, mindig nagy szeretettel emlékezett vissza a régi kollégákra és az élet nagy tanító iskolájának tekintette, ahová baráti találkozókra még az elmúlt években is boldogan tért vissza. Még nincs két hónapja, hogy Almádiban a Bauxitkutató Vállalatot bemutató kiállítás megnyitójára is el akart jönni. Hívott is, hogy vigyem el. Már lehetetlen kérés volt.

A vállalattól, a Magyar Állami Földtani Intézetbe került (1968–1975), először, mint tudományos munkatárs, majd az újonnan létesített Információs Csoport vezetője lett. 1969-ben a MÁFI megalakulásának 100. évfordulóján rendezett nemzetközi megemlékezéseken, konferenciákon égető szükség volt a nyelveket, sőt szaknyelveket is beszélő kollégára. Addigra már hét nyelvből volt nyelvvizsgája.

1973-ban a nemrég elhunyt DETRE Csaba geológus kollégánk elnöksége alatt megalakult Filozófiai Vitakör egyik alapító tagja, majd tiszteleti korelnöke volt. A társaság később hivatásos filozófusokkal bővült, akik az amatőrt egyenrangú partnerként fogadták és tisztelték. Több terjedelmes előadást tartott „Kalandozás a filozofálás történetében" címmel.

Kedvencei voltak Assisi Szt. Ferenc, DESCARTES, KANT. és Pierre TELLHARD DE CHARDIN. Filozófiai előadásai és publikációi iskolateremtőek.

PANTÓ György igazgató hívására 1975-ben az MTA Geokémiai Kutató Intézetbe (GKI) került, ahol folytatván Almádiban már megkezdett kutatásait a hazai bauxit nyomelem-vizsgálatait végezte. Kandidátusi disszertációját viszont az eocénből írta, melyről korábban KOPEK Gáborral, KECSKEMÉTI Tiborral, MÉSZÁROS Miklóssal és másokkal közösen írt több tucat tudományos cikke is megjelent.

SZÁDECZKY-KARDOSS Elemér. akadémikus meghívására 1975-től (megalakulása óta) tagja volt az MTA Geonómiai Tudományos Bizottságnak. A Bizottság Geoszférák Albizottságának elnökeként több konferencia szervezését vállalta. A bizottság alapítója születésének 100. évfordulójára magyar, majd angol nyelven megjelenő könyvet szerkesztett „Geonómia az ezredfordulón" címmel. Valamikor az ezredfordulót követően ezt a könyvet nagyon boldog mosollyal mutatta nekem a zebegényi öreg diófa árnyékában, ahol évtizedeken át rendszeresen találkoztunk világot megváltó gondolatainkkal.

A Geokémiai Kutató Intézettől visszatérvén a MÁFI-ba (1981–1986), de már igazgatóhelyetteseként, gyakorlatilag a hazai földtan külkapcsolatait szervezte és előadásaival a közös rendezvényeken tevékenyen részt is vett. Az új igazgató, a volt évfolyamtárs HÁMOR Géza hívta: „No, akkor gyere és csináljuk meg együtt, amit akartál." Sok mindent meg is csináltak, leginkább a földtani dokumentáció számítógépes feldolgozását, az anyagvizsgálat műszerparkjának jelentős fejlesztését.

1980-tól három éven át az ELTE Földtani Tanszékén faciológiát (kifejlődéstant) oktatott, 22 évvel az egyetemről történő eltávolítása után egyetemi docensé avatták, melyet 1986-ban külföldön is honosítottak.

A következő állomás a párizsi székhelyű UNESCO Földtudományi Osztályának vezetése volt, ahová 120 jelentkező közül választották ki. Alapvetően a földtudományok nemzetközi együttműködésén dolgozott. Így lett az IGCP (Nemzetközi Földtani Korrelációs Program) szervező titkára nemzetközi diplomata útlevéllel. Jutott Magyarországnak is feladat. Munkáját sikerrel láthatta el. Megbízatását meghosszabbították, 1992-ben tért haza. Rá egy évre a Francia Földtani Társulat (Société Géologique de France) külföldi alelnökévé választotta, BÁRDOSSY György után a második magyart.

Itthon visszatérve a Magyar Állami Földtani Intézetben segítette BREZSNYÁNSZKY Károly igazgató munkáját, majd rövidesen 1994-ben nyugdíjba ment, ami azt jelentette, hogy tovább dolgozott mindazon területeken, amelyekre korábban inem volt ideje, s ha igen akkor meg korántsem olyan

mértékben, ahogy szerette volna. Így került Sopronba, ahol 1994–2000 között oktatta a környezetmérnök hallgatóknak a földtant. Nyugállományba vonulását követően 2003-ban a soproni egyetemtől megkapta a címzetes egyetemi tanári címet, ott, ahol nagybátyja VENDEL Miklós 30 éven át oktatta a földtant. Ennek nagyon örült, büszke is volt rá, meg is érdemelte.

Sok hazai nemzetközi tudós szervezetnek volt lelkes munkása, vagy vezetőségi tagja. Így az ICSOBA-nak (Bauxit, Timföld, Alumínium Tanulmányok Szervezete), a KBGA-nak (Kárpát–Balkán Geológiai Asszociáció) az INHIGEO-nak (Földtudományok Történetének Nemzetközi Szervezete) Az 1995-ben megalakult HUNGEO-nak egyik alapító tagja és titkára volt. Felismertük, hogy a külhoni magyarokkal való törődést, jobb, ha saját kézbe vesszük.

A 70. születésnapját, 2004-ben, a Magyar Tudományos Akadémián ünnepeltük. Itt elnyerte a „XX. sz. nagy humanista polihisztora" kitüntető jelzőt. Sokan gratuláltak neki és hosszasan méltatták szerepét a hazai és nemzetközi földtani tudományokban, a tudománytörténet terén, és az Eszperantó Szövetségben folytatott tevékenységét is. Felsorolták hány tudományos cikket, könyvet írt és fordított különböző nyelvekről magyarra és fordítva. A Földtani Tudománytörténeti Évkönyv 8. külön számát neki szentelték.

Publikációi, melyekből több száz volt, az alábbiak szerint csoportosíthatók: bauxit, eocén, tudománytörténet,
Tevékenységi körei: *Oktatás, nemzetközi kapcsolatok építése* a tudomány segítségével (BKV, GKI MÁFI, UNESCO, KBGA, KGST és a HUNGEO-n keresztül. Ez utóbbi a Magyarhoni Földtani Társulat égisze alatt született és formálódott. E szervezet a világ geo-tudományokkal foglalkozó magyar szakembereit gyűjtötte össze. Az utolsó, 12. kongresszuson Debrecenben 2014-ben már nem vehetett részt. Hiányzott is.

Nyelvészet. A nyelvészetnek is szerelmese volt. A nyelv logikáját sajátította el először, majd nekiállt fordítani, közben megtanulta magát a nyelvet. Kiemelkedő volt a Magyar Eszperantó szövetségben végzett munkája, ahol az alelnöki tisztet kétszer is betöltötte. Sőt, ügyvezető titkára is volt. NANOFSZKY György gimnáziumi osztálytársa Bandreo érdemeit a hozzám eljutott írásában hosszan méltatta megemlítvén, hogy 2007-től tiszteletbeli tagja lett a Világ Eszperantó Szövetségének, részt vett hat világkongresszuson, Előadássorozatot tartott „Kalandozások a filozofálás történeté"-ről, „Széljegyzetek a tudományos fantasztikus irodalomról", és „Tanulmányok a filozófus orvosokról" címmel, amelyek megjelentek eszperantóul a világ több, mint 80 országában. Húsz nyelvből fordított eszperantóra. Ők is, mint mindannyian, saját halottjuknak tekintik

Földtani társulati tiszteleti tagságok: Magyarhoni Földtani Társulat, Szerb Földtani Társulat. Az Österreichische Geologische Bundesanstaltnak (Osztrák Szövetségi Földtani Intézet) pedig levelező tagja.

Minthogy cserkész hosszantartó gyermekkori betegsége miatt nem lehetett, 14 éves korában azért csak elment indiánnak. Ezt azzal kezdte, hogy kulturális antropológiát tanult, hogy igazi indián lehessen legalább arra az egy-két hétre, amíg a táborban tartózkodott. A természet közelségében élt egy nem létező álomvilágban, egy olyan világban, amilyennek a világnak lennie kellene. Ez Fehér Felhőnek lelki felfrissülést hozott. Nagy élmény volt számára, hogy eljuthatott az 1980-as években a dakota indiánok földjére. Előtte természetesen dakotául tanult. Ő maga írta magáról, „a mai napig sem tudok mindig különbséget tenni a vágyálom és a valóság között". Nem is volt rá szüksége ott volt a hites (felesége). Ő tudta. Viszont a szakmai írásaiban penge éles racionalitás jellemezte. A tudományos-fantasztikus írásművében élte ki a „mi lenne, ha úgy lenne" gondolatait. Az álomvilág nemességében is hitt, Don Quijotéban. Valami különleges vonzalmat érzett a donkihotizmus iránt. De ő Sancho Panza szeretett lenni, a fegyverhordozó. Testvéremmel együtt személyesen is kipróbáltuk. Jól csinálta. Ebben a témában még karikatúrát rajzolt magáról, amint két Don Quijote között rohamozza a szélmalmot.

Úgy van, ahogy halálhírére a Magyarhoni Földtani Társulat elnöke írásában méltatta:

„A magyar és nemzetközi geológia páratlan műveltségű és képességű képviselőjét hosszú betegeskedés után ragadta el a halál. Személyében egy pótolhatatlan kollégát, egy rendkívül sokoldalú reneszánsz embert veszítettünk el. Segítőkészsége, hazaszeretete nemcsak a szakma, de a magyar értelmiség tagjai számára is évtizedekre meghatározó példakép marad".

Igen, ez így igaz. Sokoldalú nyelvtudása — bárhol járt a világban — mindenkit lenyűgözött, szinte mindenkivel tudott a saját anyanyelvén beszélni, amit már önmagában nagyon sokra tartottak, sok ajtót és szívet nyitott ki számára. Pedig az a „poliglott", ahogy Kubában hívták, — ahogy ő mondta egyszer nekem — igazán csak három nyelvet ismert: a germánt, a latint meg a szlávot. No meg ezek variánsait. Noha tudott arabul is, meg ugye magyarul. Igen, azt nagyon tudott. Írásban és szóban egyaránt.

Minden tevékenységében, sikereiben, ott volt az a kis filigrán termetű, sugárzó, mindig derűs asszony. Aki óriás volt. Lelkiekben. Az elmúlt évek szenvedéseiben is együtt voltak, sőt még a halálban is. Oda már szinte kézen fogva mentek. Töretlen Isten hittel.

„Nem elég a célt látni;
járható útja kell!
Nem elég útra lelni,
az úton menni kell!
Egyedül is! Elsőnek,
elől indulni el!
Nem elég elindulni.,
de mást is hívni kell!
S csak az hívjon magával,
aki vezetni mer".
(VÁCI Mihály)

Mi, akik most megrendülten állunk melletted Bandi, ugye sokunkat hívtál. Sokan is mentünk. Köszönjük. Ez most az utolsó utad. Menjél. Mi most itt mindannyian elkísérünk. Most és utoljára, mi mind együtt megyünk és kívánunk utolsó: Jó Szerencsét!

Dr. Dudich Endre publikációinak jegyzéke

1957

DUDICH E. 1957: A „briozoás" és a „budai" márga viszonyának újra vizsgálatáról. — *Földtani Közlöny* **87/2,** 211–214.

1958

DUDICH E. 1958: A „Budai-hegység felsőeocén briozoás rétegeinek ásványtani összetétele. — *Földtani Közlöny* **88/3,** 337–343.

DUDICH E. 1958: Paläogeographische und paläobiologische Verhältnisse der Budapester Umgebung im Obereozän und Unteroligozän.— *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös Nominatae. Sectio geologica* **2,** 53–87.

1962

DUDICH E. 1962: Új gyűrűsféreg-lakócső az alsómátyásföldi helvéti kavicsösszletből. — *Földtani Közlöny* **92/1,** 107–109.

MÉSZÁROS M. & DUDICH E. 1962: Közép- és Délkelet-Európa eocénjének párhuzamosítási és fejlődéstörténeti vázlata. — *Földtani Közlöny* **92/2,** 131–149,

DUDICH E. 1962: A biológiai aktualizmus alkalmazása fosszilis Bryozoákra. — *Földtani Közlöny* **92/3,** 297–307.

DUDICH E. 1962: Un nouveau tube d'annelide trouvé aux environs de Budapest. — *Ann. Univ. Sci. Bp. R. Eötvös nom., sect. Geol.* **5.** 43–45.

1963

DUDICH, E. & MÉSZÁROS, N. 1963: Über die verbreitung und die Typen der Krustenbewegungen und des Vulkanismus in Mittel- und Südost-Europa am Ende des Mitteleozäns — *Neues Jahrbuch f. Geol. u. Pal., Abh.* **118/1,** 65–84.

1964

DUDICH E. & HŐRISZT GY. 1964: Devecser környéki és Kisalföld-peremi földtani vizsgálatok. — *Földtani Közlöny* **94/1,** 10–26.

DUDICH E. & SIKLÓSINÉ JENEI M. 1964: Dolomitos kőzetek a bakonyi eocénben. — *Földtani Közlöny* **94/2,** 250–253.

DUDICH, E. & MÉSZÁROS, N. 1964: L'Éocène en Europe centrale et du Sud-est essai d'histoire paléogéographique et parallélisation stratigraphique. — *Mém. BRGM 28/2 (Colloque sur le Paléogéne)* 685–704.

DUDICH, E. & KÁROLY, GY. 1964: Subsurface geologic maps in hungarian bauxite prospection. — *Actes du Symposium sur les Bauxites, Oxydes et hydroxides d'aluminium 1963, Zagreb,* **1,** 235–249

1965

DUDICH E. 1965: A nyirád-darvastói kénes bauxit geokémiai vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **95/3,** 298–305.

KOPEK, G.,KECSKEMÉTI, T. & DUDICH, E. 1965: Stratigraphische Pronleme des Eozäns im transdanubischen Mittelgebirge Ungarns — — *Acta Geologica Hungarica* **9,** 411–426.

1966

KOPEK G., KECSKEMÉTI T. & DUDICH E. 1966: A Dunántúli Középhegység eocénjének rétegtani kérdései. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1964-ről,* 249–264.

MAGYAROSY I., SIKLÓSI L.-NÉ & DUDICH E. 1966: A Magyar bauxitok fő alkotóinak és jellemző nyomelemeinek korrelációs vizsgálata I. Fenyőfő. — *Fémipari Kutató Intézet Közleményei* **8,** 15–25., Budapest, 1966.

MÉSZÁROS, N. & DUDICH, E. 1966: Esquisse comparative de la parallélisation stratigraphique et de l'évolution paléogéographique de l'Éocène de l'Europe Centrale et Sud-Orientale. — *Acta Geologica Hungarica* **10,** 203–231.

MÉSZÁROS, N. & DUDICH, E. 1966: Zonalitaţea sedimentatiei paleocene şi eocene în Europa. — *An. Univ. Bucuresti, ser. St. soc. geogr*. **16/2,** 25–36.

1967

DUDICH E. & SIKLÓSI L.-NÉ 1967: A fenyőfői, iszkaszentgyörgyi és halimba-szőci bauxit nyomelemgeokémiai leírása és összehasonlítása. — *Földtani Közlöny* **97/2,** 144–159,

DUDICH ,E. & SIKLÓSI, L. 1967: Geokemia priskribo kaj kompare de tri hungaraj bauksit-kusejoj (Halimba–Szőc, Iszkaszentgyörgy, Fenyőfő). — *Kemio Internacia* **3/3,** 201–212.

DUDICH E. & HALÁSZ Á. 1967: Őséletnyomok (Vestigia invertebratorum) a balatonfelvidéki felsőperem északi területéről (Halász Árpáddal). — *Földtani Közlöny* **97/4,** 447–457.

DUDICH E. 1967: Néhány törzsfejlődéstani probléma — a mohaállatok (Bryozoa) példáján. — *Őslénytani Viták* **10,** 50–56.

1968

DUDICH E., GIDAI L., KECSKEMÉTI T. & KOPEK G. 1968: Quelques Problèmes actuels de l'Éocène dans la Montagne Centrale Transdanubienne Hongrie. — Colloque de l'Éocène, Milan-Nice-Paris, I. — *Mém. BRGM* **58,** 675–682.

CSERNÁK L.-NÉ. & DUDICH E. 1968: Három bauxitkutató fúrás anyagvizsgálatának földtani eredményei (Mesterberek ME–17., Iszkaszentgyörgy RP–436., Nyirád ND–1495.). — *Földtani Közlöny* **98/2,** 248–264.

MÉSZÁROS, N. & DUDICH E. 1968: Die typen der pyrenäischen bewegungen an der Eozän/Oligozän-wende und ihre auswirkungen auf die Oligozäne sedimentbildung in Europa und in den nachbargebieten. — *Acta Geologica Hungarica***12,** 263–290. (németül), Budapest, 1968.

DUDICH E. 1968: Über die Lage und Probleme der wissenschaftlich–technischen Information in der geologischen Forschung und Erkundung der VR Ungarn. — *Wissenschaftlich-Technischer Informationsdienst* **9/9,** 23–29.

DUDICH, E. 1968: Apliko de la principo de biologio aktualismo al la szudo de fosiliaj briosojo. — *Geologio Internacia* **1,** 45–63.

1969

DUDICH E. (szerk.) 1969: Kirándulásvezető — a Dunántúli-középhegység eocénje. — *Eocén Rétegtani Kollokvium, Budapest 1969 IX. 6–8.* — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest (angol, francia és orosz nyelven is).

DUDICH E. & KOMLÓSSY GY. 1969: Ősföldrajzi - szerkezeti szempontok a magyar bauxit korkérdéséhez. — *Földtani Közlöny* **99/2,** 155–165.

DUDICH, E. JR. & GIDAI, L. 1969: Intervention concernant la limite Eoccne/Oligocène. — Mem. B.R.G.M. **69,** Coll, sur l'Eocène, III, 444 –445.

1970

DUDICH, E. & JASKÓ, T. 1970: Up-to-date methods of storage and processing of geological information in Hungary (with special regards to computer application). — *Hornická Příbram ve vědě a technice, Príbram 1970,* 11 p.

DUDICH E. 1970: Eocén Rétegtani Kollokvium, Budapest–Tihany, 1969. szeptember 6–8. — *Őslénytani Viták* **15,** 31–46.

KÁROLY GY., ORAVECZ J., KOPEK G. & DUDICH E. 1970: Stratigraphic horizons of the footwall and hanging-wall formations of bauxite desposits in Hungary. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **54/3,** 95–107.

DUDICH E. & SIKLÓSI L.-NÉ 1970: A comparative geochemical study of some major and minor elements in four bauxite deposits of Transdanubia, Hungary. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **54/3,** 319–345.

1971

DUDICH E. 1971: Mohaállatok és vörösalgák a Csákvár–18. sz. fúrás eocénjéből. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése1968-ról,* 55–61.

KOPEK G., DUDICH E. & KECSKEMÉTI T. 1971: L'éocène de la Montagne du Bakony. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **54/4/1,** 201–231.

KOPEK G., DUDICH E. & KECSKEMÉTI T. 1971: Le probléme des coupes-repéres probléme central des recherches stratigraphiques. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **54/4/1,** 201–231. 345–351.

KOPEK G., DUDICH E. & KECSKEMÉTI T. 1971: Eocenovüe otlozsenija gor Bakon' (Zadunajszkoe szrednegor'e, Vengrija). — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **54/4/2,** 77–79.

KOPEK G., DUDICH E. & KECSKEMÉTI T. 1971: Opornüj razrez, kak osznovnoj voprosz sztratigraficseszkih iszszledovanij. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **54/4/2,** 119–129.

DETRE CS., DUDICH E. & KECSKEMÉTI T. 1971: Hungariae originalia animalia fossilia Eocaenica. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **54/4/2,** 161–178.

1972

KOPEK G., DUDICH E. & KECSKEMÉTI T. 1972: Essai comparatif sur la paléogéographie éocène de la Transdanubie et de la Slovaquie du Sud. — *Zborník Geologických Vied Zap. Kárpáty* **17,** 147–164.

DUDICH E. 1972: Eocén. — In: *Tudományos eredmények a rétegtan területén 1971-ben.* — Az MTA Földtani Bizottságának kiadványa, Budapest, 27–32.

DUDICH, E. 1973: Afrika ásványi nyersanyagai. — In: GALÁCZ A. (szerk.): Szervező-geológus továbbképző tanfolyam előadásai. ELTE, Budapest, 47–80.

1973

DUDICH, E. 1973: Beiträge zum geochemischen Vergleien der Spurenelementgehalte der karstbauxite von Ungarn, Rumänien, Bulgarien und Jugoslavien. — *9th CBGA Congress,* Akadémiai kiadó, Budapest, **4,** 47–55.

DUDICH, E. 1973: Review of the discussion on the exploration of bauxite deposites. — *Travaux de l'ICSOBA* **9,** 9–11.

DUDICH, E. 1973: Paradoxes and use of Bryozoa — *Őslénytani Viták* **21**, 13–27.

DUDICH, E. 1973: Megjegyzések a kubai kúpkarsztok keletkezéséhez. — *Általános Földtani Szemle* **6**, 33–38.

DOMOKOS-GOMBOSI, M. & DUDICH, E. 1973: Why and how to apply network systems to geological documentation and exploration.. — *Hornická Příbram ve vědě a technice* 1973, 263–275.

1975

DUDICH, E. 1975: Obzor boxitovük meszotrozsdenij Bengerszkoj Narodnoj Reszpubliki. — *Geologija rudnük mesztorozsdenij* **17/3**, 93–103.

1976

DUDICH E. 1976: Paleogeografiaj aspektoj de la hungara eoceno.— *Geologio Internacia* **3,** 77–85.

DUDICH E. 1976: A bioszféra helye és szerepe az anyag- és energia-áramlásokban. — *Geonómia és Bányászat az MTA X. Oszt. Közl.* **8/3–4,** 309–312.

DUDICH, E. & VARGA, A. 1976: Beiträge ungarischer Wissenschaftler zur Erforschung des Kaukasus. — *Zeitschr. d. geol. Wiss.* **4/3,** 549–551.

DUDICH, E., DIENES, I. & ROMANOVA, M. A. 1976: Association announcements. — *Mathematical Geology* **8/1,** 99–100.

1977

DUDICH, E. 1977: Eocene Sedimentary Formations and Sedimentation in the Bakony Mountains, Transdanubia, Hungary. — *Acta Geologica Hungarica* **21/1–3**, 1–21.

DUDICH, E. 1977: Eocene Sedimentary Formations and Paleogeographic history of the Bakony Mountains (Transdanubia, Hungary). — *XI. KBGA Kongresszus kiadványai,* Kiev, 65–75.

DUDICH, E. & TOMSCHEY, O. 1977: Oligo and microelements in some Mesozoic and Cainozoic rock samples of Hungary. — *Acta Geologica Hungarica* **21/1–3,** 115–132.

1978

KOPEK, G. & DUDICH, E. 1978: Éocène. I. Montagne du Bakony. — In: *Léxique stratigraphique international, Europe, Hongrie.* 2e édition, Párizs, 26–28.
DUDICH, E. 1978: Bakony. — In: *Léxique stratigraphique international, Europe, Hongrie.* 2e édition, Párizs, 77–78.
DUDICH, E. 1978: Dudar–Balinka (Formations lignitifères). In: *Léxique stratigraphique international, Europe, Hongrie.* 2e édition, Párizs, 188–189.
DUDICH ,E. 1978: Úrkút (Marne à Miliolidés de...). In: *Léxique stratigraphique international, Europe, Hongrie.* 2e édition, Párizs, 524–525.
DUDICH E. 1978: Bauksito, la dua el la subteraj ricajoj de Hungario. — *Sciencaj Kommunikajoj* **1978. julio,** 51–54.
DUDICH E. 1978: Korallzátony a Dunakanyarban. — *Élet és Tudomány* **1978/14,** 429–431.
DUDICH E. 1978: Pri organika geohemio. — *Sciencaj Kommunkajoj* **1978 julio,** 61–62.
DUDICH E. 1978: Titkári beszámoló az Általános Földtani Szakosztály 1975. február 20. – 1978. február 15. közötti ciklusának munkájáról. — *Általános Földtani Szemle* **11,** 143–145., Budapest, 1978.

1979

DUDICH E. 1979: Agyagásvány-adatok a bakonyi eocén ősföldrajzához. — *Általános Földtani Szemle* **12,** 107–120.
DUDICH, E. 1979: Sediment-Geologio de eoceno de la montaro Bakony — *Sciencaj Komunikajoj*, julio 1979, 29–32.
CSÍKY G., DUDICH E. & PÓKA T. 1979: Az INHIGEO VIII. Nemzetközi Szimpóziuma, Münster-Bonn, 1978. szeptember 12–24. — *Földtani Tudománytörténeti Évkönyv* **7**, 157–158.
DUDICH E. 1979: SZOLNOKI János, 1920–1978 — *Földtani Közlöny* **109,** 586–588.
DUDICH E. 1979: Bemutatjuk az ausztráliai hangyászsünt. — *TermészetBúvár* **34/5,** p. 235.
DUDICH, E. & TOMSCHEY, O. 1979: Oligo and microelements in some Mesozoic and Cainozoic rock samples of Hungary. — *Chemie der Erde* **38,** 298–314.

1980

DUDICH E. & GIDAI L. 1980: A magyarországi eocén kőzetrétegtani egységei (előzetes). — *Általános Földtani Szemle* **14,** 81–111.
DUDICH E. & KOMLÓSSY GY. 1980: Hogyan alakult ki a Szahara? — *Élet és Tudomány* **1980/40,** 1264–1266.
DUDICH E. & KOMLÓSSY GY. 1980: A Szahara meghódítása. — *Élet és Tudomány* **1980/41,** 1288–1891.
DUDICH E. 1980: Titkári beszámoló az Általános Földtani Szakosztály 1978–80-as ciklusának munkájáról. — *Általános Földtani Szemle* **14,** 151–155.
DUDICH E. & KOPEK G. 1980: A Bakony és környéke eocén ősföldrajzának vázlata. — *Földtani Közlöny* **110/3–4,** 417–431.
BALÁZS E., BÁLDI T., DUDICH E. GIDAI L., KORPÁS L., RADÓCZ GY., SZENTGYÖRGYI K. & ZELENKA T. 1980: A magyarországi eocén-oligocén határ képződményeinek szerkezeti-faciális vázlata. — *Őslénytani Viták* **25,** 13–33.
BALÁZS E., BÁLDI T., DUDICH E. GIDAI L., KORPÁS L., RADÓCZ GY., SZENTGYÖRGYI K. & ZELENKA T. 1980: Structural and faciological study on the Eocene-Oligocene boundary formations in Hungary. (Summary). — *Őslénytani Viták* **25,** 34–46.

1981

COUTIN, D. P., DUDICH, E. & NAGY, E. 1981: Accumulation of bauxitic materials in Guantánamo province, Cuba. — *Acta Geologica Hungarica* **24/2–4,** 229–246.
DUDICH, E., COUTIN, D. P. & NAGY, E. 1981: Caracteristicas de las aeumulaciones bauxiticas en la provincia de Guantánamo, Cuba. — *Informe cientifico-técnico* **153,** 1–34.
BALÁZS E., BÁLDI T., DUDICH E. GIDAI L., KORPÁS L., RADÓCZ GY., SZENTGYÖRGYI K. & ZELENKA T. 1981: A magyarországi eocén-oligocén határ képződményeinek szerkezeti-faciális vázlata. — *Földtani Közlöny* **111/1,** 145–156.
DUDICH E. 1981: Geokémiai adatok a bakonyi eocénből. — *Földtani Közlöny* **111/2,** 221–237.
CSALAGOVITS I. & DUDICH, E. 1981: Status of geochemical prospecting in Hungary — *The Second International Symposium Methods of Applied Geochemistry* **I,** p. 37.

1982

DUDICH E. 1982: Geokémiai adatok a bakonyi eocénről. — *Geologio Internacia* **4,** Varsó, 89–100 (eszperantóul).
DUDICH E. 1982: Vizsgálatok a Tiszántúl flís-övének egyes felsőkréta és paleogén képződményein. — *Földtani Közlöny* **112/4,** 395–414.
CSIKY G., DUDICH E., PÓKA T. & ZSÁMBOKI L. 1982. French–Hungarian interrelations in the geological sciences before 1832. — *Histoire et nature* **19–20,** 125–131.
DUDICH E. 1982: La energio-krizo kiel stimulo de la scienca kaj technika progreso (Az energiaválság, mint a tudományos és műszaki haladás ösztönzője). — *SAEST, Ceské Budejovice,* 5–13.
DUDICH E. 1982: Vizsgálatok a Tiszántúl flis-övének egyes felsőkréta és paleogén képződményein. — *Földtani Közlöny* **112/4,** 395–414.
DUDICH, E. 1982: Impact of the dawn of space age on geological mapping. — *10th INHIGEO Symposium, Budapest,* 61–69.

1983

DUDICH, E. & BOMBIȚÂ, G. 1983: Étude minéralo-pétrographique et géochimique de quelques roches sédimentaires d'age crétacé superieur et paléogène de la zone du Flysch de Szolnok–Maramureș. — *An. Inst. Geol. geofiz.* **62,** 217–228.
DUDICH E. 1983: Líbia földtana, ásványi nyersanyagai és bányászata. — *Prodinform–MÁFI kiadványa*, 53 p.
DUDICH E. 1983: Anyagvizsgálati módszertani fejlesztésünk 1981. évi eredményei. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1981-ről,* 21–26.

DUDICH, E. & MINDSZENTY A. 1983: Contributions to the Petrology and Geochemistry of the Villány (South Hungary) and the Apuseni (Romania) Bauxites. A. Comparison. — *An. Inst. Geol. Geofiz*. **62,** 229–244.
DUDICH, E. 1983: Place and Role of the Biosphere in the Material and Energy Flows. — *Acta Geologica Hungarica* **23/1–4,** p. 280.
DUDICH, E. 1983: Regionale Einflüsse auf die Entwicklung der Theorien von der Entstehung des Bauxits. — *Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie* **58,** 63–66.
DUDICH E. 1983: A X. nemzetközi INHIGEO Szimpózium („A földtani térképezés és térképszerkesztés története".). — *Földtani Közlöny* **113/2,** 178., Budapest, 1983.
DUDICH E. 1983:Megemlékezés TAEGER Henrikről születésének 100. évfordulója alkalmából. — *Földtani Tudománytörténeti Évkönyv* **1980–81,** 147–156.
CSÍKY G., DUDICH E. & PÓKA T. 1983: Az első magyar természettudományos szakegyesület és az első magyar természettudományi kutatóintézet (a Magyarhoni Földtani Társulat és a Magyar Királyi Földtani Intézet) szerepe. — *Földtani Tudománytörténeti Évkönyv* **1980–81,** 207–214.
DUDICH E. 1983: A 26. Nemzetközi Geológus-kongresszus (Párizs, 1980. július) 19. Tudománytörténeti Szekciója. — *Földtani Tudománytörténeti Évkönyv* **1979–81,** 273–274.
DUDICH E. 1983: *Cu vi konas la Teron? Capitroj el la geologiaj sciencoj.* — Scienca Eldona Centro de Universala Esperanto-Asocio (UEA), Budapest, 150 p.
DUDICH E. & BOMBITA, G. 1983: A belső-kárpáti felsőkréta–paleogén flis-öv egyes magyarországi, romániai, szovjet-kárpátaljai és szlovákiai kőzeteinek ásványkőzettani-geokémiai összehasonlítása. — *Földtani Közlöny* **113/2**, 119–129.

1984

DUDICH, E. 1984: Some remarks on the palaeogeographic implications of trace element and lead isotope data of Hundarian bauxites.— *Acta Geologica Hungarica* **27/3–4**, 457–459.
DUDICH, E. (ed.) 1984: *Contributions to the history of geological napping: Proceedings of the 10th INHIGEO symposium 16–22. August 1982, Budapest, Hungary.* — Akadémiai Kiadó, Budapest, 441 p.
DUDICH, E. 1984: From alchemy through gechemistry to cosmochemistry. — *27-i Mezsdunarodnüj Geologicseszkij Kongressz Teziszi Abstracts Vol VIII., Section 17–22, Moszkva,* 445–446.
DUDICH, E. 1984: Kion faras Hungara Geologia Instituto? — *Geológio Internacia* **5,** 7–12.
DUDICH, E. 1984: Petrografiaj kaj geokemiaj studoj pri kelkaj suprakretaceaj kaj paleogenaj sedimentoj de la fliso-zono en la nordorienta Hungario. — *Geológio Internacia* **5,** 107–128.
DUDICH E. & MINDSZENTY A. 1984: Ásványkőzettani-geokémiai adatok a Villány-hegység és az Erdélyi-középhegység bauxitjainak összehasonlításához. — *Földtani Közlöny* **114/1,** 1–18.

1985

BRUCKNERNÉ WEIN A., DUDICH E. & VETŐ I. 1985: Az üledékképződési környezet változásai Magyarországon az eocén-oligocén határon néhány magfúrás szerves- és szervetlen geokémiai vizsgálata alapján. — *Őslénytani Viták* **31,** 75–80.
BLONDEAU, A., GUERNET, C., PERREAU, M., POIGNANT, A., RENARD, M., RIVELINE, J., GRUAS, C., DUDICH, E., KÁZMÉR, M. & KOPEK, G. 1985: Age and chracteristics of the Eocene transgression at Gánt (Vértes Mts, Transdanubia, Hungary. (társszerzők: BIGNOT, G., — *Acta Geologica Hungarica* **28/1–2,** 29–48.
DUDICH, E. 1985: The Influence of Middle European Scientific Organizations on the Development of Geology. — MEGS-4, Edinburgh, April 1985. Abstracts p. 23.
CRAIG, G. E. & DUDICH, E. 1985: Prize „Eugéne Wegmann" to Prof. Ellenberger. — *INHIGEO Newsletter* **19,** p. 47.
DUDICH E. 1985: Megemlékezés Telegdi Roth Károlyról. — *Földtani Közlöny* **115/3,** 315–326., Budapest, 1985.
DUDICH E. 1985: Antauparolo. — *Sciencaj Kommunikajoj* **1985 junio,** (Tersciencoj), 1–2.
DUDICH E. & HÁLA J. 1985: Magyarország borvidékeinek földtani térképvázlata. — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
CSÍKY G., DUDICH E., PÓKA T. & ZSÁMBOKI L. 1985: Francia–magyar kölcsönkapcsolatok a földtani tudományokban 1832 előtt. — *Technikatörténeti Szemle* **15,** 119–123.
DUDICH E. & VARGA G.-né 1985: SEMSEY Andor. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1983-ról,* 25–27.
VICZIÁN M., DUDICH E. & TÓTH Á. 1985: A Dunántúli-középhegység bauxitjainak ólomizotóp vizsgálata. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1983-ról,* 111–116.
BRUCKNERNÉ WEIN A., VETŐ I. & DUDICH E. 1985: Az anoxikus Tardi Agyag (oligocén) üledékképződésének geokémiai vizsgálata. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1983-ról,* 271–301.

1986

DUDICH E. & SZŐŐR GY. 1986: „Kemosztratigráfia.". — *Őslénytani Viták* **32,** 51–58.
DUDICH, E. 1986: La place de l'histoire de la géologie dans les Sciences de La Terre.. — *Travaux du Comité Francais d'Histoire de la Géologie,* Deuxiéme série **IV/8,** 67–80.
DUDICH E. 1986: HANTKEN Miksa., SZABÓ József. — In: NAGY F. (szerk.): *Magyarok a természettudomány és a technika történetében. Életrajzi lexikon A-tól Z-ig.* OMIKK, Budapest, 115–116., 279–280, 1992-es kiadás, 197–198., 480–481.
DUDICH, E. 1986: Fabeloj kaj faktoj pri tertremoj. — *Hungara Vivo* **1986/3,** 104–107.

1987

DUDICH, E. 1987: Lectori salutem. — In: HÁLA, J. (ed.): Rocks, fossils and history. Italian–Hungarian relations in the field of geology. — XIIIth Symposium of INHIGEO, Pisa–Padova, Italy, 1987. — *Annals of the History of Hungarian Geology, Special Issue* **1,** 5–7.
DUDICH, E. 1987: Athanasius Kircher's geological data from historical Hungary. — In: HÁLA, J. (ed.): Rocks, fossils and history. Italian–Hungarian relations in the field of geology. — XIIIth Symposium of INHIGEO, Pisa–Padova, Italy, 1987. — *Annals of the History of Hungarian Geology, Special Issue* **1,**

DUDICH, E. 1987: E. SZÁDECZKY-KARDOSS. (1903–1984)— *INHIGEO Newsletter* **20,** 13–14.
DUDICH, E. 1987: Földtani térképezés az űrkorszak kezdetén. — *Geologio Internacia* **6,** Dusanbe, 55–63.

1988

CRAIG, G. Y. & DUDICH, E. 1988: International Comission on the History of Geological Sciences. — *Episodes* **11/1,** 3–4.
DUDICH, E. 1988: Business Meeting of the Bureau of INHIGEO. — *INHIGEO Newsletter* **21,** 5–6.
DUDICH, E. 1988: Prof. André CAILLEUX (1907–1986). **—** *INHIGEO Newsletter* **21,** p. 7.
DUDICH, E. 1988: Prof. Takeo WATANABE (1907–1986). **—** *INHIGEO Newsletter* **21,** 9–10.
DUDICH E. 1988: Közös-e a kövek és a geológusok nyelve ? — *Földtani Közlöny* **118/3,** 277–283.
DUDICH E. 1988: Eszperantó — a tudomány közös nyelve? — *Természet Világa* **1988/12,** 562–565.
DUDICH E. 1988: Közös-e a kövek és a geológusok nyelve? — *Földtani Közlöny* **118/2,** 277–283.

1989

DUDICH E. 1989: Magyarok Amerikában. Magyar közreműködés a 28. Nemzetközi Geológuskongresszuson, Washington D.C., Egyesült Államok, 1989. július 9–19. — *Földtani Közlöny* **119/3**, 319–321.
DUDICH E. 1989: IGCP Híradó [1988]. — *Földtani Közlöny* **119/3**, 321–322.
DUDICH E. 1989: IGCP Híradó [1989]. — *Földtani Közlöny* **119/4,** p. 441.
DUDICH E. 1989: What is the International Correlation Programme (IGCP)? — *Buletini i Shkencave gjeologjike* **8** (25)/**4,** 330–332.

1990

DUDICH, E. 1990: Bauxite deposits of Hungary. — *Buletini is shkencave qjeologjike,* **8** (25)/**1,** 65–74.
DUDICH E. 1990: IGCP híradó 1990-ről. — *Földtani Közlöny* **120/3–4,** 338–339.
DUDICH E. 1990: A Nemzetközi Földtani Korrelációs Program. — *Geologio Internacia* **8,** Peking, 11–14. (eszperantóul).

1991

DUDICH, E. 1991: Some aspects of international cooperation in the field of earth sciences. — In: TÖRÖK, Á. (ed.): *New Waves in Geology. 1st. International Meeting of Young Geologists, 22–28th August 1991, Budapest, Hungary.* Abstracts — Hungarian Geological Institute, Budapest, p. 27.
NÉMETH G. 1991: A magyar földtan diplomatája. Beszélgetés Dr. DUDICH Endrével. — *Természet Világa* **122/11**, 493–497.

1992

DUDICH, E. 1992: In memoriam Georgiev, Georgi KOSTOV (1905–1992) — *INHIGEO Newsletter* **24,** 21–22.
DUDICH, E. 1992: Getting to know the upper crust. — *UNESCO Sources* **38,** 7–8., 12–13.

1993

DUDICH E. 1993: Föld, víz, olaj, gáz, szakember. Egy kormánydöntés súlyos következményei. — *Népszabadság* 1993. szeptember 25.
DUDICH E. 1993: A Balaton nem a Pannon-tenger maradványa. — Európa geológusai Budapesten. — *Magyar Hírlap* 1993. szeptember 27.
DUDICH E. 1993: Fejlődési irányok a földtani tudományokban. — *Földtani Közlöny* **123/1,** 107–111.
DUDICH E. 1993: Annals of the History of Hungarian Geology, Special Issues 1, 2, 3. — *Földtani Közlöny* **123/1,** 124–127.
DUDICH E.: Chapters from the history of the Hungarian Geological Society. CSIKY Gábor. — *Földtani Közlöny* **123/3,** p. 299.
DUDICH E.: Brief history of Hungarian geology. BALOGH Kálmán. — *Földtani Közlöny* **123/3,** 299–300.
DUDICH E. 1993: Böckh János és Böckh Hugó szerepe a magyar geológiában. VITÁLIS György (1993). — *Földtani Közlöny* **123/4,** p. 502.
DUDICH, E. & HÁLA, J. 1993: International Conference on Ferenc Nopcsa and Albania. Budapest, 13–14. October 1993. Abstracts. — MagyarÁllami Földtani Intézet, Budapest, 54 p.

1994

DUDICH E. 1994: A Magyar Állami Földtani Intézet 125 éve. — *Természet Világa* **125/9,** 387–391.
DUDICH E. 1994: A 125 éves Magyar Állami Földtani Intézet vízföldtani tevékenysége. — *Hidrológiai Tájékoztató* **34/2,** 6–8.
DUDICH, E. 1994: A Central European Survey in a changing society: 125 years of the Hungarian Geological Survey. — *Episodes* **17/4**, 111–113.
DOMOKOS, M. & DUDICH, E. 1994: On the Possible Use of Organization Levels and Time/Space Parameters in the Classification of Natural and Man-Made Objects. — In: *Proceedings of the First European ISKO [International Society for Knowledge Organization] Conference. 14–16 Sept. 1994, Bratislava — Slovakia,* — Indeks Verlag, Frankfurt am Main, p. 103.
DUDICH E. 1994: 8th Meeting of the European Geological Societies 19–26 September. — *Acta Geologica Hungarica* **37/1–2,** 17 p.
DUDICH E., HÁLA J. & VARGYAS G. (eds): H. von Bandat, a Hungarian Geologist in Western New Guinea. — *Földtani Közlöny* **124/4,** p. 497.

1995

DUDICH E. 1995: „Nopcsa Ferenc és Albánia" nemzetközi konferencia Budapesten, 1994. október 13–14. — *Földtani Közlöny* **125/1–2**, 191–192., Budapest, 1995.
DUDICH E. 1995: Umweltung aller Welte, oder die Methode (approach) der dynamischen Gleichgewichte – Vortrage der Umweltkonferenz im Schloss Laxenburg, in der Residenz von IIASA. — *International Institute for Applied Systems Analysis* 12–13 October 1995. 1–5 (németül).

1996

DUDICH E. 1996: *Általános földtan (Bevezetés a geológiába).* — Egyetemi jegyzet, Erdészeti és Faipari Egyetem, Erdőmérnöki kar, Környezetmérnöki szak, Sopron 157 p.

LOBITZER, H. & DUDICH E. 1996: Editors introduction. — In: LOBITZER, H. & DUDICH E. (eds): Advances in Austrian–Hungarian Joint Geological Research. *A MÁFI alkalmi kiadványai* **181,** p. 8.

DUDICH E. 1996: Ups and downs. — the Hungarians in the Austrian Empire from 1740 through 1869. — In: LOBITZER, H. & DUDICH E. (eds): Advances in Austrian–Hungarian Joint Geological Research. *A MÁFI alkalmi kiadványai* **181,** 11–17.

DUDICH E. 1996: A Külkapcsolati Iroda tevékenysége. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1992–93/I,* 133–137.

DUDICH E. 1996: Sikertörténet a nemzetközi geológiai kutatásban. — *Természet Világa* **127/8,** 372–373.

1997

DUDICH E. 1997: Centenary celebration of Professor Miklós VENDEL. — *Acta Geologica Hungarica* **40/1,** p 110.

DUDICH E. 1997: Tersciencoj – cu krizo au novaj perspektivoj? (Földtudományok: válság vagy új távlatok?). — *Scienca Revuo* **48,** 29–33.

DUDICH E. 1997: Az értékeket szolgáló és formáló értelmiségről **—** ifj. FASANG Á. (szerk.): *A (magyar) értelmiség hivatása.* Mundus Magyar egyetemi Kiadó, Budapest, 207–213.

DUDICH E. 1997: 1–2 Stop Gellért Hill – Castle Hill. — In: *Hydro-Petro-Geology and Hungary a Field Trip Across the Country. Excursion Guide. 10–22 August 1997, [Hungary],* MFT, Budapest, 183–186.

DUDICH E. 1997: Rövid Stenográfia (Nicolaus Steno - anatómus, geológus, szent) 1638–1686. — *Földtani Közlöny* **127/1,** 211–221.

DUDICH E. 1997: A Hűséges Város hűséges tudósa Száz éve született Vendel Miklós professzor. **—** *Soproni Szemle* **1997/1,** 47–52.

1998

DUDICH E. 1998: Kalandos tudomány – tudományos kaland. Varietas delectat: a változatosság élvezetes. — In*:* Saxa loquuntur I. Műhely és szentély, nem középiskolás fokon, a Lágymányoson, 1912–1997. — *A ciszterci Szent Imre és az állami József Attila Gimnázium jubileumi évkönyve* 113–120.

DUDICH E. 1998: 150 years of the Hungarian Geological Society. Part I: 1847–1971. — *Acta Geologica Hungarica* **41/2,** 151–170.

DOBOS, I., DUDICH, E. & SZÉKYNÉ FUX V. 1998: 150 years of the Hungarian Geological Society. Part II. 1972–1997 (A Magyarhoni Földtani Társulat 150 éve. II. rész: 1972–1997). — *Acta Geologica Hungarica* **41/3,** 271–282.

DUDICH E. 1998: Hungary. [Country Reports 1997]. — *INHIGEO Newsletter* **30,** 46–47.

DUDICH E. 1998: From the Median Mass to the Microplates. — Abstracts of the XVIth Congress of the CBGA, p. 143.

DUDICH E., SZÉKYNÉ FUX V. & DOBOS, I. 1998: A Magyarhoni Földtani Társulat harmadik félévszázada — *A Magyarhoni Földtani Társulat jubileumi külön kiadványa* 116 p.

DUDICH E. 1998: A Mennyei Hegység kincsei. — *Természet Világa* **129/7,** 314–316.

DUDICH E. 1998: Mérföldkövek a Magyarhoni Földtani Társulat 150 éves történetében. — *Földtani Közlöny* **128/1,** 21–46.

BUKA A. 1998: Diplomácia geológuskalapáccsal – Beszélgetés DUDICH Endrével. — *Élet és Tudomány* **1998/42,** 1322–1323.

DUDICH E. 1998: Die Beziehungen zwischen der k.k. Reichsanstalt in Wien und der Ungarischen Geologie von 1867 bis 1918. — *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt* **56/1,** 61–68.

1999

DUDICH E. & HÁLA J. 1999: Búcsú Kiss Árpádtól (1946–1993). — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1992–93/2,* 5–8.

DUDICH, E. 1999: Ein Leben für Tirol. Raimund Wilhelm KLEBELSBERG ZU THUMBURG (1886–1967) Professzor für Geologie und Paläontologie der Universität Innsbruck. — *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt* **56/1,** 153–158.

BREZSNYÁNSZKY, K., DUDICH, E. & SCHEDL, A. 1999: Ungarn. — In: BACHL-HOFMANN, CH., CERNAJSEK, T., HOFMANN, T. SCHEDL, A. (red.): *Die Geologische Bundesanstalt in Wien, 150 Jahre Geologie im Dienste Österreichs" (1849–1999).* Geologische Bundesanstalt Wien, 125–129.

DUDICH E. 1999: Előszó, Preface. — In: RÓZSA P. (szerk.): Robert Townson magyarországi utazásai. Az 1997. szeptember 26-án Debrecenben tartott „Townson Emlékülés" előadásai. Robert Townson's travels in Hungary. Proceedings of the Townson Symposium held in Debrecen, 26th September 1997. p. 7. és 9.

DUDICH, E. 1999: Hungary. [Country Report 1998] — *INHIGEO Newsletter* **31,** 61–62.

DUDICH, E. 1999: „Földanyánk, ki hordoz, fenntart s enni ad". — *Új Ember* **1999. június** 27.

DUDICH, E. 1999: Conference report: "Mineral Deposits, Economy, and Culture" — GEO '99. The Fourth Meeting of Hungarian Geoscientists, 1999, and HUNGEO-2000. — *Acta Geologica Hungarica* **42/3,** 347–348.

DUDICH, E. 1999: Anniversaries In Love with the Earth Lajos LÓCZY sen. was born 150 years ago. — *Acta Geologica Hungarica* **42/4,** 471–473.

2000

DUDICH, E. 2000: MÉSZÁROS Miklós (1927–2000). — *Földtani Közlöny* **130/4,** 759–760.

DUDICH, E. 2000: "The Earth Sciences on the Evolution of the Carpathian Basin. Past and Present Trends. Variety in Unity." — HUNGEO–2000. — *Acta Geologica Hungarica* **43/3,** p. 345.

DUDICH, E. 2000: Die Beziehungen zwischen der k.k. Reichsanstalt in Wien und der Ungarischen Geologie von 1867–1918. — *Berichte der GBA* **51,** (Tagung der Arbeitsgruppe „Gesbhichte der Erdwissenschaften in Österreich, 22 Feb. 1999, in Graz"), 73–75.

2001

DUDICH, E. 2001: Country Report, Hungary, 1999. and 2000. — *INHIGEO Newsletter* **33,** 67–69.

DUDICH, E., WIEGAND, J. (ed.) 2001: The Chronicles of Association of European Geological Societies 1975–2000. —Polish Geological Institute, Warsaw, 237 p.

DUDICH, E. 2001: Field Guide: pre-and post-PANCARDI touristic highlights (Sopron, Kőszeg, Celldömölk, Sághegy, Balaton, Badacsony, Some words on wine). — In: ÁDÁM, A., SZARKA, L. & SZENDRŐI, J. (eds): PANCARDI [Pannonian Basin, Carpathian and Dinaride system, Geological Meeting on Dynamics of Ongoing Orogeny]. I. Field Guide. [19–23 September 2001, Sopron], 88–92,
DUDICH E. 2001: Előszó. — In: TÓTH Á.: Földtani ódonságok. — *Kézjegy Könyvek* **4,** Magyar Alumíniumipari Múzeum Székesfehérvár, 5–6.
DUDICH E. 2001: Szimpózium Nagybányán. — Még nyílnak a mélyben a bányavirágok. — *Földtani Közlöny* **131/3–4,** p. 598.

2002

DEVYATKIN, E. V., BALOGH K. & DUDICH E. 2001: Geochronology of basalts from the Valley of Lakes, Mongolia and their correlation with the Cenozoic sedimentary sequence. — *Russian Journal of Earth Sciences* **4/5,** 389–397.
DUDICH E., HAAS J. & ALFÖLDI L. 2002: A Magyar Tudományos Akadémia geológus tagjainak szerepe a hazai földtan fejlődésében — In: *MTA Közgyűlési előadások, 2000. november,* 549–558.
DUDICH, E. 2002: Gánt, Székesfehérvár, Celldömölk, Sághegy, Sopron, Kőszeg. — In: *Kelet és nyugat határán. Geo 2002. Magyar Földtudományi Szakemberek VI. világtalálkozója Sopron, 2002. augusztus 21–25.* — MFT, Budapest, [12 p.]
SZARKA L., BENCZE P., WESZTERGOM V., DUDICH E. & CSERNY T. 2002: Az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézetébe kihelyezett Földtudományi Intézet múltja, jelene és jövője. — In: *Kelet és nyugat határán. Geo 2002. Magyar Földtudományi Szakemberek VI. világtalálkozója Sopron, 2002. augusztus 21–25.* — MFT, Budapest, 12 p., MFT, Budapest, F1, [1p.]
DUDICH, E. 2002: Tero sub akvo sub la tero en Hungario. — *Scienca Revuo* **53/2,** 57–64.
DUDICH, E. 2002: Dr. CSÍKY Gábor 1915–2001. — *Földtani Közlöny* **132/2,** 157–159.
DUDICH, E. 2002: Jubiláló tagtársaink. — *Földtani Közlöny* **132/2,** 289–290.
DUDICH, E. 2002: Az Európai Földtani Társulatok Szövetségének 25 éve (1975–1999). — *Földtani Közlöny* **132/3–4,** 471–475.
DUDICH, E. 2002: Gábor CSÍKY (1915–2001). — *INHIGEO Newsletter* **34,** p. 23.
DUDICH, E. 2002: Country Report, Hungary 2001. — *INHIGEO Newsletter* **34,** 70–71.

2003

DUDICH E. 2003: B1 A lepusztulási és lerakódási rendszer. — In: *Geonómia az ezredforduló után.* MTA Földtudományok Osztálya, Geonómiai Albizottság kiadványa 103–104.
DUDICH, E. 2003: Country Report Hungary 2002. — *INHIGEO Newsletter* **35,** p. 72.
DUDICH, E. 2003: A megismerés útvesztője. Kalandozás a filozofálás történetében. — *A Filozófiai Vitakör Évkönyve* **2000,** 350 p.,
DUDICH E. (szerk.) 2003: *Geonómia az ezredforduló után.* — MTA Földtudományok Osztálya, Geonómiai Albizottság, Budapest, 200 p.
DUDICH E. 2003: SZABÓ József és a Magyarhoni Földtani Társulat, — In: HÁLA J., ROMSICS I. (szerk.): A legnagyobb magyar geológus — SZABÓ József emlékkönyv. — *Kalocsai Múzeumi Értekezések* **8,** 97–98.
DUDICH, E., PÓKA, T. & BÉRCZI Sz. 2003: "GEONOMY" by E. SZÁDECZKY-KARDOSS: New auxiliary studies update the pioneering book in space and earth science education in Hungary. — *34th Lunar and Planetary Science Conference (NASA), Houston, March 2003,* 1 p.
DUDICH E. 2003: Egy többnyelvű fordító tapasztalatai. — In: GECSŐ T. (szerk.): *Természetes nyelvek — mesterséges nyelvek.* Tinta Kiadó, Budapest.
DUDICH E. 2003: Miért van PAPP Ferenc-tér Zebegényben? — *Zebegényi Polgár* **3/9,** p. 6.
„w" 2003: Beszélgetés DUDICH Endrével, a földtani tudományok professzorával. — *Zebegényi Polgár* **3/6,** 6–7.

2004

DUDICH, E. 2004: Sktech of the Geology of Lybia. — In: MOLNÁR, B. (ed.): *Chapter from the Regional Geology of the World.* Jatepress, Szeged, 234–236.
DUDICH, E. 2004: "Bound by the Universe Only", The Multidisciplinary Achievements of Professor Elemér SZÁDECZKY-KARDOSS (1903–1984). — *Acta Geologica Hungarica* **47/2–3,** 109–111.
DUDICH, E. 2004: Egy magyar humanista a 16. századból: Andreas DUDITH (1533–1589). — *Földtani Tudománytörténeti Évkönyv* **8,** 69–74.
DUDICH E. 2004: A SZÁDECZKY-jelenség : A kolozsvári egyetemtől a világegyetemig. — *Földtani Kutatás* **41/3–4,** 86–89.

2005

DUDICH, E. 2005: Introduction, p. 4–5; The Earth as a peculiar planet. Geospheres of the Earth: Solid and Fluid, p. 18; Erosion and sedimentation, p. 53; Plate tectonics, a new paradigm, p. 56; Geonomy and socitety, p. 76–79; Epoliogue and challenge, p. 81. — In: DUDICH, E. & NAGY, B. (eds): *Geonomy – the Synthesizing Geoscience for the 21st Century.* — Hungarian Academy of Sciences, Subcommission on Geonomy, 90 p.
DUDICH E. 2005: GEO–2004. Magyar Földtudományi Szakemberek Világtalálkozója. — *Földtani Közlöny* **135/1,** p. 165.
DUDICH E. 2005: A zebegényi Napraforgó Grófnő Tanösvény 2. megállója: PAPP Ferenc pihenő. — Zebegény.
DUDICH E. 2005: A Garamtól Mongólián át a Balatonig — Dr. KOPEK Gábor: Emlékbeszéd. — *Földtani Közlöny* **135/2,** 311–312.
DUDICH E. KOVÁCS Á., SIKLÓSI L-NÉ, SZEKÉR Z. & TÓTH K. 2005: $Al_2O_3 \times H_2O$ — de mennyi? és még mi minden... — *Bányászati és Kohászati Lapok. Kohászat* **138/33,** 33–36.
DUDICH E. 2005: Tanulmányok Erdély földtanából — Előszó. — *Földtani Közlöny* **135/1,** 119–120.
DUDICH E. KOVÁCS Á., SIKLÓSI L-NÉ, SZEKÉR Z. & TÓTH K. 2005: Az anyag-vizsgálat története a Bauxitkutató Vállalatnál. — *Földtani Kutatás* **42/3–4,** 9–11.

2006

DUDICH E. 2006: Prehistory and History of the Carpatihian Basin. — In: *Where the roads meet. International Consulting Engineering Conference, Proceedings, 9–12. Budapest, 2006.*
DUDICH E. 2006: Trying to Unsderstand the Earth — and the Universe. Born too Late or too Early? Elemér SZÁDECZKY-KARDOSS, Hungary (1903–1986). — *INHIGEO Newsletter* **38,** 22–32.
DUDICH E. 2006: Mongólia és az arab világ Hajdúsámsonban. — *Földtani Közlöny* **136/4,** 599–600.

2007

DUDICH E. 2007: Megemlékezés 1956-ról. — *Földtani Közlöny* **137/1,** 139–141.
DUDICH E. 2007: Katasztrofális szökőár az Indiai-óceánon (eszperantóul). — *Scienca Revuo* **58, 1/2007,** 15–21.
DUDICH E. 2007: Az öt Európa és mi (eszperantóul). — *Scienca Revuo* **58, 3/2007,** 201–209.

2008

DUDICH E. 2008: Rabszolgái, vagy gyerekei vagyunk-e a Földnek?. — *Scienca Revuo* **59/1,** 4–14.
DUDICH E. 2008: Kezünkben van-e a jövő (eszperantóul). — *Scienca Revuo* **59/3,** 119–125.
DUDICH E. & KISS M. 2008: Föld és Ég — Geológia és teológia: Egy evolucionista magyar főpap a XX. század elején. — *Természet Világa* **139/7,** 306–308.
DUDICH E. & HÁLA J. 2008: Emlékezés PELLÉRDY Lászlónéra (1920–2004). — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2008,* 49–50.

2009

DUDICH E. 2009: Égiekkel játszó földi tudomány 9–10., A Földön álló és az Égbe nyúló létra 41–43., Összegzés tíz pontban 141., Earth and heaven. — geology and theology conference report (SZARKA Lászlóval) 142–143. — In: Föld és Ég — Tudomány és hit — *Geológia és Teológia Konferencia 2008. október 16–18. Sopron.* Hantken Kiadó, Budapest, 146 p.
DUDICH E. 2009: A rigó országa – Kosovo (eszperantóul). — *Scienca Revuo* **60, 2/2009,** 117–118.
DUDICH E. 2009: Raimund W. W. von KLEBELSBERG zu Thumburg, a földtan és őslénytan professzora Innsbruckban (1886–1967) 44–56., TELEGDI ROTH Károly (1896–1955) 131–136., VENDL Aladár (1886–1971) (társsz.: BIDLÓ G.) 137–147. — In: DUDICH E., KEMÉNYFI R. & PÓKA T. (szerk.) 2009: *A földtudomány nagy tudósegyéniségei*. — Magyar Tudományos Akadémia Didakt Kiadó, Budapest, Debrecen, 288 p.

2010

DUDICH E. 2010: Charles Dawin, az utolsó előtti evolucionista (eszperantóul). — *Scienca Revuo* **66, 4/2009,** 194–200.
DUDICH E. 2010: Pierre Teilhard de Chardin's világlátomása (eszperantóul). — *Scienca Revuo* **66, 4/2009,** 74–76.
DUDICH E. 2010: A Föld és a reménység – geológia – teológia (eszperantóul). — *Dia Regno* **1/2010,** 9–15.
DUDICH E. & FÓRIZS I. 2010: A vasat rézzé változtató besztercebányai érces vizek (a köznyelvben: Cement-Wasser) természettörténeti megfigyelése (írta: pannóniai Bél Mátyás). — *Hidrológiai Tájékoztató* **50/1,** 67–69.

2012

DUDICH E. & ZIMMERMANN K. 2012: A HUNGEO Tudományos és Oktatási Program — A Magyar földtudományi szakemberek világtalálkozóinak 15 éve 1996–2010. — MFT, Budapest 152 p.
DUDICH E., KOVÁCS-PÁLFFY P. 2012: HUNGEO XI. — A HUNGEO eleven „Korszerű földtudományi oktatás — versenyképes gazdaság". — *Geográfus Hírlevél* **27,** 8–10.
DUDICH E., FÓRIZS I. 2012: Bél Mátyás különleges érces vizei. — Honismeret **40/4,** 21–22.

2016

DUDICH E. 2016: Kalandos tudomány — tudományos kaland. — In: HORN János (szerk.): *Életutak — Föld- és műszaki tudományok* **III,** 93–136.,

További munkái

Könyvismertetés 66 db, IGCP titkári jelentés,8 db, Külföldi kutatási jelentés 6 db, Adattárakban fellelhető kutatási és szervezési, valamint úti jelentések 48 db, Számos versfordítás, értekezés, novella, tudományos fantasztikus elbeszélés, és 1 db tudományos fantasztikus kisregény.

Összeállította KECSKEMÉTI Tibor és ZIMMERMANN Katalin

Magyarhoni Földtani Társulat
Földtani Közlöny
Hungarian Geological Society
147/2, 119–120., Budapest, 2017

Elnöki megnyitó

Elhangzott a Magyarhoni Földtani Társulat 166. Rendes Közgyűlésén (2017. 03. 22.)

Hölgyeim és Uraim!
Tisztelt Közgyűlés!
Kedves Vendégeink, Kollégák!

Szeretettel üdvözlöm a jelenlévő tagjainkat, tiszteleti tagjainkat és meghívott vendégeinket.

Örömmel tájékoztatom a tisztelt tagságot, hogy 2016 is sikeres éve volt nagy múltú Társulatunknak. Mind szakmai programjaink színvonala és látogatottsága, mind anyagi helyzetünk szilárdsága ezt bizonyítja. Különösen örvendetes számunkra, hogy a korábban általunk kezdeményezett és azóta is sikeresen működő Földtudományi Civil szervezetek Közösségének tevékenysége is ebbe az irányba mutat. Több mint harminc együttműködési megállapodásunk biztosította azt a hátteret, amely kizökkentette társulati tudományos és népszerűsítő tevékenységünket szűkebb kereteiből és elősegítette, hogy mind a szakmai rokonszervezetek, mind a tudományos népszerűsítő programokra fogékony szélesebb társadalmi rétegek is közelebb kerüljenek szép hivatásunk és küldetésünk titkaihoz. Ezúton is köszönöm aktív tagjainknak, hogy számos egyéb elfoglaltságuk és a megélhetésért folytatott küzdelmük mellett szakítottak időt és energiát a társulaton belüli szakmai és közösségépítő munkára is. Elmúlt évi programjainkról és gazdasági teljesítményünkről a főtitkári és a bizottsági beszámolókból részletesen tájékozódhatnak, ezért ezeket itt nem veszem részletes vizsgálat alá.

Tagságunk létszámáról és összetételéről a jelentésekből szintén részletesen tájékozódhatnak, de itt is meg kell említenem egyéni tagjaink egy részének azt a sajnálatos gyakorlatát, hogy az időarányos tagdíjaikat késve vagy egyáltalán nem fizetik be, emiatt a három éves tagdíjjal elmaradt tagtársakat nyilvántartásunkból törölni kényszerültünk. Ugyanakkor köszönet illeti azokat az egyéni tagjainkat, akik a hivatalos tagdíjon felüli befizetéseikkel támogatták munkánkat. Nem győzöm hangsúlyozni, hogy társulatunk lassan 170 éves fennmaradása az áldozatkész és fegyelmezett tagság akarata nélkül továbbra sem lehetséges. Vegyünk példát régi nagyjainkról, akik nehéz történelmi helyzetekben is gondoskodtak a Társulat szervezeti és anyagi biztonságáról. Szerencsére és erőfeszítéseink eredményeképpen jogi tagjaink számát tovább szaporítottuk, amely egyértelműen kapcsolati tőkénknek és a színvonalas programjaink húzóerejének köszönhető. Ismét újabb három jogi tagot tudhatunk magunkénak, akik csökkentik anyagi kiszolgáltatottságunkat. Itt ragadom meg az alkalmat, hogy minden korábbi, és a legutóbbi négy év távlatában 15 újabb jogi tagunk (!), támogató vállalati partnerünk — kiemelten a MOL Nyrt. — önzetlen segítségét megköszönjem, amellyel elősegítették működésünket, rendezvényeink színvonalas megszervezését és lebonyolítását. Természetesen anyagi bevételünk növelése érdekében pályázati forrásokat is megcéloztunk és több pályázatot el is nyertünk, amelyek segítették szakmai programjaink sikeres megvalósítását. Az EFG (European Federation of Geologists) partnereként sikeresen folytattuk a megkezdett négy projektben való adatszolgáltatási munkát, amelyekből bevételeink is származnak reményeink szerint. Elnökségünk minden lehetőséget kihasznál annak érdekében, hogy éves pénzügyi mérlegünk eredményes legyen. Ennek részleteiről a jelentéseinkben tájékozódhatnak. Az elmúlt év is eredményes gazdasági év volt, amelyet a pénzügyi és közhasznú beszámoló részletesen bemutat a tisztelt tagságnak.

Földtani Közlöny megújult szerkesztő bizottsága az elnökség támogatásával mindent elkövetett, hogy nagy múltú, magyar nyelvű szakmai folyóiratunk a megszokott színvonalon továbbra is megjelenhessen. Az elmúlt év végén a Magyar Tudományos Akadémia Könyvtárával kötött megállapodásunk eredményeként újabb nagy lépést tettünk előre (DOI), amely a folyóirat ismertségét és a tudományos cikkek kereszthivatkozását jóval magasabb szintre emelheti. Emellett elértük, hogy a Társulat összes korábbi kiadványa és a Földtani Kutatás folyóirat csaknem hiánytalanul, már digitálisan is hozzáférhető.

Tisztelt Közgyűlés!

Engedjék meg, hogy néhány szóban említést tegyek idei terveinkről.

Legfontosabb idei nagyrendezvényünk a HUNGEO13, amelyet augusztusban Pécsett szervezünk. Nagyszabású szakmai és kiegészítő programok várják az érdeklődőket, amelyeket hírleveleinkben már előre jeleztünk. Emellett meghirdetett programjaink között szerepelnek a korábban is sikeres tematikus rendezvényeink — őslénytani, kőzettani, geomatematikai, ásványvagyongazálkodási ankétok és vándorgyűlések, földtudományos forgatag, GeoTop napok, az év ásványa, ősmaradványa, nyersanyaga program stb. — amelyek tovább népszerűsítik tudományos tevékenységünket és öregbítik a szélesebb társadalom felé is Társulatunk hírnevét. Ismét fel szeretném hívni a figyelmet arra, hogy a kiválóan megszervezett és lebonyolított tematikus rendezvények ne az esetleg végzetes diszkordanciát, hanem a társulati kohéziót és együttműködést erősítsék a jövőben is, beleértve e rendezvényekkel együtt járó anyagi konzekvenciákat is.

Információs és PR tevékenységünket szolgálják megújult és megszépült honlapjaink, amelyek megalkotásával régi adósságunkat törlesztettük.

Az idén sem mondunk le — bár lehetőségeink korlátozottak — érdekérvényesítő és érdekvédelmi erőfeszítéseinkről, hasonlóan, ahogyan az elmúlt években is tettük. Bár a kormány intézkedései bizonyos fokig sértik meglévő és évszázados múltra visszatekintő szakmai intézményrendszerünk szervezeti felépítésének, hatáskörének és szakmai feladatainak struktúráját, mégis úgy véljük, hogy írásos és szóbeli felszólamlásaink optimálisabb irányba terelték az ebben a félévben várható átszervezési megoldást. Szóbeli ígéreteim vannak arra vonatkozólag, hogy a jelenlegi intézet (MFGI) szakemberállományának jelentős hányada továbbra is kutatói munkát végezhet a megszervezendő Magyar Bányászati- és Földtani Szolgálat keretein belül.

Nem mehetünk el szó nélkül hagyományőrző kötelezettségeink mellett sem, hiszen ez a tevékenység az összekötő kapocs a múlt, a jelen és a jövő generációja között. Megemlékező szakülések szervezése, évfordulók ünneplése, nagyjaink sírjainak ápolása és megkoszorúzása mind fontos elemei ennek a nem nélkülözhető munkának.

Kedves Kollégák!

Végezetül szeretném megköszönni — és elismerésemet kifejezni — mindazoknak a választott tisztségviselőknek, önkénteseinknek és a titkárság munkatársainak egész éves lelkiismeretes munkáját, akik Társulatunk érdekében odaadóan dolgoztak. Elnökségi ciklusunk utolsó évében feladataink száma nem fog csökkenni, szeretnénk a Társulat vezetését jövőre úgy átadni, hogy az új elnökség egy sikeres és stabilan működő közösség irányítását vehesse át.

Köszönöm figyelmüket és munkájukhoz kívánok jó egészséget, szakmai örömöket, Isten áldását és

Jó szerencsét!

Budapest, 2017. március 22.

BAKSA Csaba
elnök

Magyarhoni Földtani Társulat
Földtani Közlöny
Hungarian Geological Society
147/2, 121–132., Budapest, 2017

A Magyarhoni Földtani Társulat 2016. évi tevékenysége
Főtitkári jelentés

A 2015. évi 163. Tisztújító Közgyűlésén megválasztott elnökség második ciklusa második évének célkitűzései változatlanok voltak; az elmúlt négy esztendő tapasztalatait figyelembe véve és azzal gazdagodva, hatékony és eredményes évet zárni. Továbbra is kiemelt figyelmet fordítottunk:

— természetes és jogi tagjai létszámának megtartására, lehetőség szerinti növelésére;

— a szervezet gazdaságos működtetésére;

— színvonalas rendezvények megtartására;

— a Földtani Közlöny rendszeres és magas szakmai színvonalon történő megjelenésére;

— a magyar geológus társadalom érdekképviseletének, presztízsének erősítésére, társadalmi elismertségének és publicitásának szélesítésére;

— rokon szakmai szervezetekkel, egyetemekkel, kutató intézményekkel, bányavállalatokkal, állami hivatalokkal és hatóságokkal jó kapcsolat kiépítésére és ápolására.

A társulat taglétszámának alakulása

A társulat tagságának megoszlása 2016. december 31-én, a megelőző év azonos időpontjához hasonlítva:

2016 folyamán taglétszámunk az előző évhez viszonyítva csökkent. Ennek oka az, hogy a 3 évnél régebb óta tagdíjat nem fizető, bár évente 2 alkalommal figyelmeztetett tagtársakat nyilvántartásunkból végleg töröltük.

Év/létszám	2015	2016
Taglétszám	1214	1099
Új belépők	37	24
Új belépők közül diákok	19	20
Diákok száma	326	300
Nyugdíjasok	266	257
Elhunyt tagtársak;	19	17
Felfüggesztés alatt*	72	63
Kilépett	14	20
Nem fizetés miatt töröltük**	8	123

*2014, 2015. évben nem fizettek tagdíjat; ** 2013 és előtte sem fizettek.

Szomorú tény, hogy 2016-ban a korábbi évekhez hasonlóan sok tagtársunk elhunyt, név szerint:

Balogh Kadosa (1942–2016), Bán Miklós (1938–2016), Bognár Lászlóné (1937–2016), Detre Csaba (1941–2016), Dudich Endre (1934–2016), Elsholtz László (1933–2016), Encsi György (1922–2016), Fuxreiter András (1942–2016), Hunyadi László (1936–2016), Kummer József (1924–2016), Makrai László (1934–2016), Márton Gyula (1928–2016), Nagymarosy András (1949–2016), Ráner Géza (1940–2016), Stefanovits Pál (1920–2016), Szeredi Miklós, (1930–2016) és Vizy Béla (1932–2016).

2016-ban három új jogi taggal tizennégyre bővült Társulatunk, a Josab Hungary Kft-t, a VIKUV Zrt-t és a Geo-log Kft-t üdvözölhettük tagjaink sorában.

2016-ban több tagtársunk, színvonalas munkájuk elismeréseként kitüntetésben részesült, amiért a Társulat elnöksége nevében ez úton is gratulálunk!

Kitüntetettek

Állami kitüntetések

Szabó Csaba: a Magyar Állam által adományozott „Magyar Érdemrend Tisztikeresztje polgári tagozat" kitüntetés

Pósfai Mihály: a Köztársasági Elnök által adományozott „Széchenyi-díj" kitüntetés

Miniszteri kitüntetések

Árgyelán József Tibor: NFM által adományozott „Kiváló Bányász" kitüntetés

Deák Ferenc: NFM által adományozott „Kiváló Bányász" kitüntetés

Szebényi Géza: NFM által adományozott „Kiváló Bányász” kitüntetés
Horváth Zoltán: NFM által adományozott „Miniszteri Elismerő Oklevél” kitüntetés
Kovács Gábor: NFM által adományozott „Miniszteri Elismerő Oklevél” kitüntetés
Zsadányi Éva: NFM által adományozott „Miniszteri Elismerő Oklevél” kitüntetés
Gombárné Forgács Gizella, NFM által adományozott „35 éves szolgálatért” oklevél

Akadémiai kitüntetések

Galácz András, az MTA által adományozott „Eötvös-koszorú Díj”
Sajgó Csanád, az MTA által adományozott „MOL Tudományos Díj”

Egyetemek kitüntetései

Bérczi István ELTE Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék által adományozott „Vitális Sándor Emlékérem”
Dobos Irma ELTE Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék által adományozott „Vitális Sándor Emlékérem”
Konrád Gyula Pécsi Tudományegyetem által adományozott „Prinz-díj (professzori)”
Baksa Csaba Miskolci Egyetem által adományozott „Pro Facultate Rerum Metallicarium” Érem
Cserny Tibor Miskolci Egyetem által adományozott „Pro Facultate Rerum Metallicarium” Érem
Csath Béla Miskolci Egyetem által adományozott jubileumi „Vasoklevél”

Civil szervezet kitüntetései

Baksa Csaba OMBKE által adományozott „Mikovinyi Sámuel Emlékérem”
Dobos Irma OMBKE által adományozott „Péch Antal Emlékérem”
Makrai László OMBKE által adományozott „Emlékérem”
Puzder Tamás a Magyar Mérnöki Kamara által adományozott „Környezet Védelméért” kisplasztika
Sóki Imre OMBKE által adományozott „Wahlner Aladár Emlékérem”

Az Elnökség szakmai és adminisztratív munkája

Rendszeresen megtartottuk elnökségi (2016. 02. 11.; 05. 23.; 10. 06.; 12.15.) és választmányi üléseinket (2016. 02. 18. és 11. 03), továbbá a Földtani Közlöny szerkesztőbizottsági ülését (2016. 10. 03.). Az év folyamán a Rendes Közgyűlés (2016. 03. 23.), mellett egy Rendkívüli Közgyűlés összehívására is sor került (2016. 11. 03.).

Az új PTK elfogadása, az abban lévő módosítások és új rendelkezések miatt a társulat és a Földtanért Alapítvány alapszabályait néhány helyen módosítani kellett. Ezért, az Elnökség — az Alapszabály és Ügyrendi Bizottság és a társulat jogásza közreműködésével — módosította az alapszabályokat, amelyet a Rendkívüli Közgyűlés elfogadott, ezt követően a bíróságnak benyújtottunk. A dokumentumok jóváhagyása folyamatban van.

A Titkárság 2016-ban több pályázatot és támogatási kérelmet állított össze, illetve nyújtott be a zavartalan működés, a rendezvények színvonalas megtartása és a Földtani Közlöny pontos megjelentetése érdekében. Ezek a következők voltak:

— a MOL NyRt. felé nyújtottunk be pályázatot 5 kiemelt rendezvény támogatására és 3 központi rendezvény szponzorálására, továbbá a Földtani Közlöny kiadásának támogatására;

— további öt jogi tagunk rendezvénykötet és emlékkönyv kiadását szponzorálta, illetve támogatta;

— a Nemzeti Kulturális Alaphoz (NKA) három pályázatot nyújtottunk be, melynek midegyike sikeres volt: a Földtani Közlöny megjelentetésének támogatására, a 2016. évi Őslénytani Vándorgyűlés megrendezésének támogatására és egy ismeretterjesztő („Gyűjthető múlt”) program megvalósítására;

— a Nemzeti Együttműködési Alaphoz (NEA) központi működésünket támogatandó két pályázatot nyertünk meg, míg egy szakmai programot támogató pályázatunkat elutasítottak;

— A Geotópnapi rendezvények támogatására a „Zöld Forrás Alapítvány”-tól nyertünk pályázatot;

— A Család-, Ifjúság- és Népesedéspolitikai Intézethez (CSINI) benyújtott, az „Év ősványa” pályázatunkat sajnos elutasították.

2016-ban, a Földtudományi forgatagon második alkalommal került bemutatásra az év ásványa, ősmaradványa és ásványi nyersanyaga. Az „Ősvány-projekt”-et Gherdán Kata vezetésével az Ásványtan–Geokémiai; az Őslénytani–Rétegtani, valamint az Oktatási és Közművelődési Szakosztályok lelkes tagjai vitték sikerre (a projektről és az elért eredményekről lásd Földtani Közlöny 146/4, 391–394). A nyersanyag-projektet Görög Péter és a Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály irányította sikeresen.

A társulat — a ProGEO Földtudományi Természetvédelmi Szakosztálya előterjesztésében — öt földtani objektumot javasolt felvenni a Magyar Értéktárba. A magyar nemzeti értékek és a hungarikumok gondozásáról szóló 114/2013. (IV. 16.) kormányrendeletben leírtaknak megfelelően elkészített dokumentációkat a Hungarikum Bizottság elfogadta, és azt a Földművelésiigyi Minisztérium Ágazati Értéktárába elhelyezte. Az objektumok és az előterjesztést végző tagtársaink:

1. József-hegyi-barlang (Dr. Leél-Őssy Szabolcs);
2. Salgótarján–rónabányai Szilvás-kő és környezete (Prakfalvi Péter);
3. Mátraverebély–szentkúti minikarszt és környezete (Prakfalvi Péter);
4. Erdőbényei Mulató-hegy–Barnamáj lakkolit (Rózsa Péter);
5. Fülöpházi buckavidék (Iványosi Szabó András).

Kiemelt feladatként kezeltük és sikeresen befejeztük a társulat honlapjának megújítását és a Geotóp Napok honlapjának létrehozását, egységes arculatuk kialakítását, tartalommal történő feltöltését. A Földtani Közlöny (magyar és angol nyelvű) honlapjának kialakítása megtörtént, a tartalmak feltöltése folyamatos.

Hasznos és közérdeklődésre számot tartó szakmai tartalommal tudtuk megtölteni a rokon szakmai szervezetekkel, egyetemekkel, kutató intézményekkel, bányavállalatokkal, állami hivatalokkal és hatóságokkal korábban megkötött együttműködési megállapodásainkat. 2016-ban egy újabb szerződés megkötésével — a Kuny Domokos Múzeummal — már 32 együttműködő partnerünk lett.

Hatékony együttműködést folytattunk a 2014-ben létrejött Földtudományi Civil Szervezetek Közösségébe tömörülő tíz tagszervezettel. Három nagy rendezvényen, a Föld Napján, a Geo-napon (itt főszervező az MTA volt) és a Földtudományos forgatagon tudtunk sikeresen a nagyközönség előtt megjelenni.

Társulatunk aktív tagja a Geológusok Európai Szövetségének (European Federation of Geologists, röviden EFG, http://eurogeologists.eu). Az EFG 5 tagú szakmai vezetőségében a külkapcsolatokért felelős vezetőként Hámor Tamás társelnök tevékenykedett 2016. novemberéig, továbbá három tematikus szakértői panelnek is magyar vezetője volt: Sőreg 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 koordinálta.

Az EFG hivatalos lapja, az European Geologist évente 2 alkalommal, áprilisban és novemberben jelent meg. A lap főszerkesztője Hartai Éva tagtársunk.

2016-ban társulatunk, Scharek Péter aktív közreműködésével részt vett az EFG által megnyert négy H2020 pályázat kivitelezésében ún. „Linked Third Party" státuszban. Ezek a projektek:

KINDRA (European Knowledge Inventory for Hydrogeology Research);
INTRAW (International cooperation on raw materials) projektek megvalósításában.
CHPM 2030 (Combined Heat, Power and Metal extraction from ultra-deep ore bodies);
UNEXMIN (An Autonomous Underwater Explorer for Flooded Mines).

A társulat 2016. évi kiadványai

Földtani Közlöny 146/1–4. szám

Benkó Zsolt (szerk.): Itt az idő! Kőzettani-geokémiai folyamatok és azok geokronológiai vonatkozásai. 7. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés, 2016. szeptember 22–24., Debrecen, Előadás kivonatok, 124 p., ISBN 978-963-8321-52-7 (http://foldtan.hu/sites/default/files/benko_zsolt_itt_az_ido_JAV.pdf)

Bosnakoff Mariann, Virág Attila (szerk.): Program, előadás kivonatok, kirándulásvezető; 19. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés, 2016. május 26–28., Kozárd, 74 p., ISBN 978-963-8221-59-9, (http://foldtan.hu/sites/default/files/-2016absztraktkotet_Kozard_vegleges.pdf)

Cserny Tibor (szerk.): Barangolás Magyarország nyugati végein, V. Földtani- és kultúrtörténeti értékeink nyomában c. terepbejárás sorozat, 2016. június 16–17., 15 p., (http://foldtan.hu/sites/default/files/Sopron2016.pdf)

Dályay Virág, Hámos Gábor (szerk): BAF kutatás 2013–2016., 2016. június 16., Pécs, Előadás kivonatok, p 124, ISBN 978-963-8221-60-5, (http://foldtan.hu/sites/default/files/egyeb_konf_BAF_KUTATAS_P%C3%89CS_kotet_2016.pdf)

Lengyel Hunor (szerk.): VI. Kárpát-medencei összegyetemi terepgyakorlat, Erdélyi-szigethegység, 2016. augusztus 14-21., 58 p., (http://foldtan.hu/sites/default/files/MFT_KOT_Terepivezeto_vegleges.pdf)

Marko Cvetković, Marko, Novak Zelenika, Kristina, Horváth, Janina and Hatvani, István Gábor (eds): Geomathematics — present and future of geological modelling, 8th Croatian–Hungarian and 19th Hungarian geomathematical congress, 26-28 May, 2016, Trakošćan, 144 p., ISBN 978-953-59036-1-1, (http://foldtan.hu/sites/default/files/Book_CCHG___CHG_ 2016.pdf)

Németh Norbert (szerk.): Természeti erőforrásaink az észak-magyarországi térségben. Földtani Vándorgyűlés, 2016. augusztus 24–27., Sárospatak, Előadás kivonatok, 106 p., ISBN 978-963-8221-62-9 (http://foldtan.hu/sites/default/files/2016_Vgyabstract_Sarospatak.pdf)

Török Ákos, Görög Péter, Vásárhelyi Balázs (szerk.): Mérnökgeológia – Kőzetmechanika 2016, Mérnökgeológia – Kőzetmechanika Kiskönyvtár; 20., konferencia kötet 2016. május 18., Budapest, Hantken Kiadó, 372 p., ISBN 978-615-5086-11-3

Veres Zsolt (szerk.): Természeti erőforrásaink az észak-magyarországi térségben. Földtani Vándorgyűlés, 2016. augusztus 24–27., Sárospatak, Kirándulásvezető, 27 p., ISBN 978-963-8221-63-6, (http://foldtan.hu/sites/default/files/2016_-Vgykirvez_SArospatak.pdf)

Geotóp Nap leporellók: Gánti külszíni bauxit-bemutatóhely geotúra, Geotúra Telkibányán. Barangolások a Kánya-hegy környékén, Szén és kőbányászat nyomában a Pécs-kő körül, Megyer-hegyi Tengerszem – Zempléni-hegység, Geotúra a Tatai Geológus Kertben

Gyűjthető múlt 2016 szórólapok: Az év ősmaradványa. A legendás ősmaradvány (Nummulites), Az év ősmaradványa. A piramisok építőköve (Nummulites), Az év ásványa. Koronás kövek (gránát), Az év ásványa. A Kárpátok gránátjai, Az év ásványi nyersanyaga. Perlit.

A Földtani Közlöny helyzete

A Földtani Közlönyt az elnökség 2015-től az éves tagdíj befizetése esetén on-line, ingyenesen elérhetővé tette, melynek következtében a nyomtatott változat megrendelőinek köre az azóta eltelt 2 év alatt alábbiak szerint alakult:

Előfizetők	2014	2015	2016	2015/2016 változás (%)	2014/2016 bváltozás (%)
Előfizető aktív, nyugdíjas, diák	172	136	84	61,8	48,8
Előfizető intézmény	89	86	76	88,4	85,4
Tiszteleti és örökös tag	26	30	33	110,0	127,0
Grátisz	68	72	71	98,6	104,0
Összes előfizetés	261	222	160	72,1	61,3
Összes ingyenesen	94	102	104	102,0	110,6
Mindösszesen	355	324	264	81,5	74,4

Megjegyzés: a 2014-es év összehasonlítási alapként szolgál, amikor az on-line elérhetőségért is még fizetni kellett. A táblázatban feltüntetett számok az on-line megrendeléseken felüli, a nyomtatásban megjelent változat megrendelését tükrözik.

A táblázatból kitűnik, hogy a tagdíj befizetése esetén a közlöny ingyenes on-line történő elérhetőségét követően a nyomtatott példányok előfizetőinek száma 2 év alatt közel 40%-al, míg a nyomtatott példányokra való összes igény 25%-al csökkent.

Ugyanakkor, a Földtani Közlöny on-line elhelyezése az Elektronikus Periodika Adattárba (EPA) jelentősen megnövelte a kiadvány olvasottságát. 2016 év ben a Közlöny köteteinek megkeresése és a letöltések száma havi átlagban közel 500 volt. Ugyanez a trend figyelhető meg a Társulat két, kiadványára is, az Általános Földtani Szemlére és az Őslénytani Vitákra. Ez mindenképpen a folyóirat ismertségének és olvasottságának jelentős növekedését támasztja alá (lásd a lenti táblázatot).

A kiadvány neve	Az EPA-ba kerülés dátuma	Letöltések száma		
		2015. 12. 16.	2016. 12. 14.	Havi átlagos letöltés
Földtani Közlöny	2015. 01. 28.	20 180	26 079	492
Általános Földtani Szemle	2015. 10. 20.	953	2365	118
Őslénytani Viták	2015. 09. 30.	1173	2640	122

A Földtani Közlöny 2016. évi 146/1–4. számának előállítási költsége meghaladta a **2,5** millió Ft-ot, ennek megoszlása az alábbi volt:

Évek	Szerkesztés	Nyomda	Postaköltség
2014	45,19%	43,94%	10,87%
2015	44,77%	47,02%	8,21%
2016	**37,25%**	**54,75%**	**8,00%**

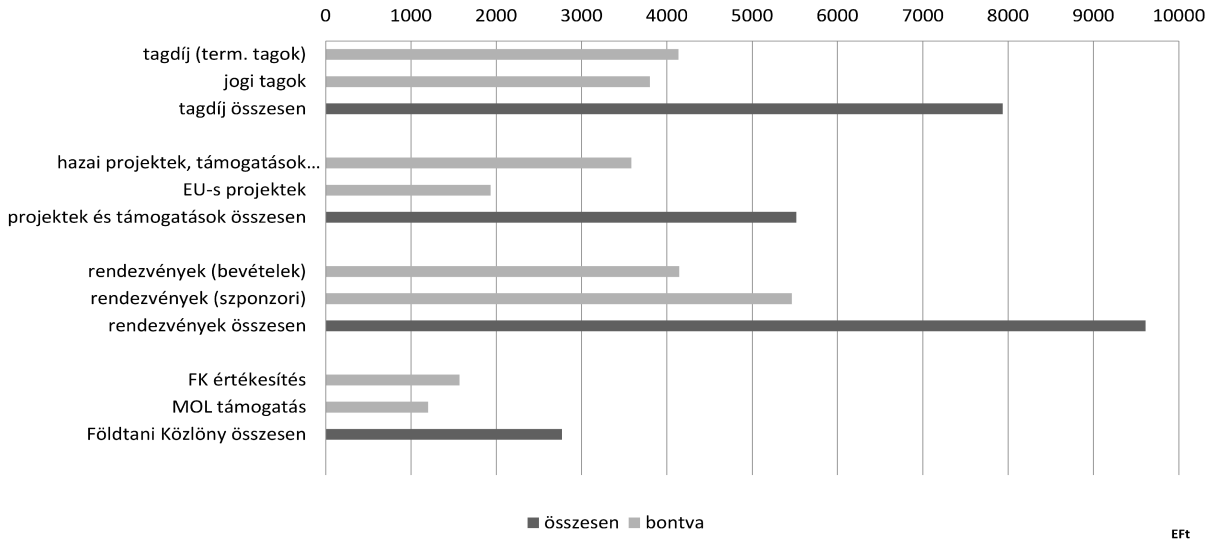
A Közlöny költségeinek finanszírozását az előfizetők számának jelentős csökkenése és a tagdíj befizetések növekvő elmaradása miatt csak külső támogatásokból (MOL Nyrt), szponzori (MFGI) és pályázati forrásokból (NKA) tudtuk fedezni. Az előfizetésekből befolyt összeg csupán 42%-át fedezte az előállítás költségeinek!

A társulat gazdálkodása

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

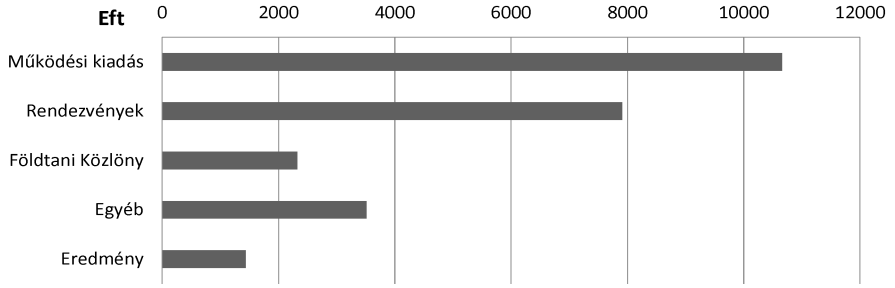
A társulat 2016. éves pénzügyi forgalma a korábbi évihez hasonló mértékű, kiegyensúlyozott és pozitív szaldós volt.

2016. évi bevételeink megoszlása: tagdíjbefizetések (természetes személy és jogi) 30,4%; szponzori díjak és támogatások (cégek és tagtársak) 16,9%; rendezvények 26,7%; Földtani Közlöny 7,5%; egyéb (működési, pályázatok stb.) 18,5% (1. ábra).



1. ábra. Az MFT 2016. évi bevételeinek megoszlása

2016. évi kiadásaink megoszlása: rendezvények 32,9%; Földtani Közlöny 8,8%; működési kiadás 58,3% (2. ábra).



2. ábra. Az MFT 2016. évi kiadásainak megoszlása

A tagdíjbefizetések elmaradása az elmúlt 3 évben egyre növekedett, a 2014–2016. évek között 900 tagdíjbefizetés elmaradást tartunk nyilván, amelynek összege több, mint 4,2 millió Ft. Ez az összeg a jelenlegi éves tagdíj közel 120%-át teszi ki, de ezen belül csak a 2016. évben 64% tagdíjbefizetési elmaradás volt.

A társulat kiemelt központi és szakosított rendezvényei

2016-ban 24 nagyrendezvényt bonyolítottunk le központi (elnökségi) és szakosított (területi szervezeti és szakosztályi) szervezésben, amelyek fontosabb adatait (az esemény neve, időpontja, helyszíne, az elhangzott előadások és a résztvevők száma) az alábbi táblázatban foglaltam össze. A rendezvények részleteit (az előadók neve és előadásaiknak címe) jelen kötet (147/2) „Társulati ügyek" rovata tartalmazza, míg az egyes események szakmai beszámolóinak elérhetőségét a táblázat utolsó oszlopa mutatja meg.

I. Kiemelt központi rendezvények		Időpont, helyszín	Előadások száma	Résztvevők száma	F. K. beszámoló
1	164. Rendes Közgyűlése	2016. március 23. Budapest	3	96	
2	Ifjú Szakemberek Ankétja (ISZA)	2016. április 1–2., Tiszafüred	32 +13 poszter	74	
3	Föld Napja és Geonap	2016. április 24. és május 13. Budapest	22	kb. 150	146/2, pp. 182–183.
4	Földtani, bányászati és kultúrtörténeti értékek nyomában VI.	2016. június 16–17. Soproni-, Kőszegi-hegység	–	37	
5	Földtudományi Vándorgyűlés	2016. augusztus 24–27. Sárospatak	59 + 3 poszter	114	146/3, p. 315.
6	165. Rendkívüli Közgyűlés	2016. november 3. Budapest	–	33	
7	Földtudományos forgatag	2016. november 12–13. Budapest	16	kb. 3000	146/4, pp. 413–414.

II. Kiemelt szakosított rendezvények		Időpont, helyszín	Előadások száma	Résztvevők száma	F. K. beszámoló
1	11. Téli Ásványtudományi Iskola	2016. január 22–23. Balatonfüred	25	80	146/1, p. 85.
2	Szendrei Géza emlékülés	2016. március 7. Budapest	9	54	
3	Ásványi- és másod-nyersanyag stratégia aktuális kérdései	2016. április 21. Miskolc	10	59	146/2, p. 182.
4	Dank Viktor 90 éves. ünnepi szakülés	2016. április 14. MFGI	2	88	
5	9. Országos Középiskolai Földtudományi Diákkonferencia	2016. április 8–9. Miskolci Egyetem	14	40	146/2. p. 181.
6	Mészmárga ankét	2016. április 19. Szolnok	12	87	146/2. p. 181–182.
7	Dobos Irma 90 éves. ünnepi szakülés	2016. május 12. MFGI	1	69	
8	Mérnökgeológia-Kőzetmechanika konferencia	2016. május 26. Budapest	16	120	146/2. p. 183.
9	19. Őslénytani Vándorgyűlés	2016. május 26–28. Kozárd	31 + 19 poszter	68	146/2, p. 183.
10	XIX. Geomatematikai Szimpózium	2016. május 26–28. Trakošćan (HR)	18	28	146/2, pp. 183–184.
11	A BAF kutatás eredményei	2016. június 16. Pécs	18	84	
12	VI. Összegyetemi terepgyakorlat	2016. augusztus 15–21. Kolozsvár környéke	–	23	
13	VII. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés	2016. szeptember 22–24. Debrecen	39 + 10 poszter	56	146/4, p. 411.
14	ProGEO-Geotóp napok	2016. október 1. és 8. (19 helyszínen)	–	610	146/4, pp. 411–412.
15	Földtani terepbejárás	2016. október 8–9. ÉNy-Magyarország	–	28	
16	Felsőoktatási Műhelytalálkozó	2016. november 17–18. Miskolc	13	40	
17	IV. NosztalGEO Ankét	2016. november 25. Algyő	12	98	

Kiemelt nagyrendezvényeink az alábbiak szerint értékelhetők: Az egyes szakterületek legfontosabb újdonságait bemutató, legtöbbször 2–5 napos vándorgyűlések, konferenciák, terepbejárások. Ezeket a rendezvényeket több előadással és poszterrel, legtöbbször terepbejárással vagy műhelylátogatással egybekötve szerveztük meg. 2016-ban 13 ilyen találkozó volt, amelyek látogatottsága 40–120 fő között mozgott, és a rendezvénynek legtöbbször saját kiadványa is volt. Szinte valamennyi szakosztály és területi szervezet kivette részét ezek megszervezésében, nem ritkán közösen rendezték meg ezeket egymással, más civil szervezettel, egyetemi karokkal és az MTA tudományos bizottságaival, albizottságaival. A többségében részvételi díjas szakmai rendezvényeken összesen mintegy 900 fő vett részt.

Területi szerv szakosztály	Kiemelt rendezvény		Terepbejárás		Előadóülés		Egyéb		Összesen	
	száma	résztvevők száma	száma	résztvevők száma	száma	résztvevők száma	száma	résztvevők száma	száma	résztvevők száma
Alföldi Területi Szervezet	2	185			2	60			4	245
Dél-dunántúli Területi Szervezet	1	84							1	84
Észak- és Közép- dunántúli Területi Szervezet					2	12			2	12
Észak-magyarországi Területi Szervezet	3*	172*	1	20	1	22	1	25	6	239
Budapesti Területi Szervezet és Általános földtani Szakosztály			1	28					1	28
Agyagásványtani Szakosztály	1*	40*					4	117	4	117
Ásványtan- Geokémiai Szakosztály	3*	174*			3	92			5	226
Geomatematikai és Számítástechnikai Szakosztály	1	28							1	28
Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály	3	260			1	12			4	272
Nyersanyagföldtani Szakosztály					3	62			3	62
Oktatási és Közművelődési Szakosztály	2*	80							1	40
Őslénytani és Rétegtani Szakosztály	1	68					1	108	2	176
PROGEO Földtudományi Természetvédelmi Szakosztály			19	610	2	26			21	636
Tudománytörténeti Szakosztály						11	303		11	303
Ifjúsági Bizottság			1	23					1	23

Megjegyzés: a *-al jelölt nagyrendezvényeknél egy 3 szakosztálynál és 1 területi szervezetnél is szerepel (40 fő résztvevővel), ezért az összesítésnél ezt csak a területi szervezetnél vettem figyelembe

A fiataloknak és a velük közösen megszervezett eseményeink sikerét elsősorban Társulatunk szakmai tapasztalatokkal rendelkező szakemberei és tanárai biztosították. Ezek az események általában részvételi díjasok voltak, azonban a Társulat vagy szponzoraink azt részben vagy teljes egészében átvállaltak. A 3 rendezvényen — Országos Középiskolai Földtudományi Diákkonferencia, Ifjú Szakemberek Ankétja, Összegyetemi terepbejárás — kb. 140 fő vett részt.

A tiszteleti tagtársaink megünneplésére (Dank Viktor, Dobos Irma) és Szendrei Géza emlékére megrendezett szaküléseken, továbbá a két közgyűlésünkön 340 fő vett részt.

Társulatunk közhasznúságát megalapozó és a földtudományt népszerűsítő rendezvényeinket (Föld Napja, Geonap, Földtudományos forgatag, Geotóp-napi túrák) az érdeklődő nagyközönségnek szerveztük meg. A rendezvények nagy része térítésmentes volt, és mintegy 3760 főt vonzottak.

Kiemelt rendezvényeink megszervezésében az Elnökség és a Titkárság mellett a területi szervezetek és a szakosztályok, valamint az Ifjúsági Bizottság tagjai vállaltak aktív szerepet. Ezeken felül az öt területi szervezet és a tíz szakosztály további terepbejárásokat, előadóüléseket és egyéb eseményeket is szerveztek. Ezen események és az azon résztvevők számát az alábbi táblázat tartalmazza. A teljesség kedvéért jegyzem meg, hogy az előző táblázatban szereplő nagyrendezvények és terepbejárások részletei a kiemelt szakosított rendezvények táblázatban szerepelnek.

A táblázatban közölt adatok reális képet adnak a területi szervezetek és szakosztályok 2016-ban elvégzett munkájáról. A 84 eseményen mindösszesen 2491 fő vett részt, ebből a létszámból a 17 kiemelt szakosított nagyrendezvények létszáma 1632 volt, a mintegy félszáz előadóülést és egyéb rendezvényt pedig 859 fő látogatta meg.

Fentiek közül (a teljesség igénye nélkül) néhány kiemelkedően jól sikerült rendezvényt, illetve tevékenységi formát (az illetékes titkárok jelentései alapján) az alábbiakban szeretnék kiemelni.

Alföldi Területi Szervezet

A korábbi évekhez hasonlóan a 2016. évet is változatos és igényes tevékenység jellemezte. Kiemelendő a Szolnokon megrendezett Mészmárga Ankét (2016. 04. 19.), és a Szegeden megtartott NosztalGEO 2016. Utóbbin az Alföldi Területi Szervezet megalakulásának 50. évfordulóját ünnepelték. Meg kell említeni a „Földtani kutatások az oknyomozó tudomány tükrében" című előadóülést is, amelyet a Debreceni Akadémiai Bizottsággal közösen szerveztek meg Debrecenben a Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából.

Budapesti Területi Szervezet és az Általános Földtani Szakosztály

Két napos terepbejárást szerveztek az MTA Szedimentológiai Albizottságával a gerecsei kainozoos képződmények és a paleomorfológiai elemek tanulmányozására.

Közép- és Észak-Dunántúli Területi Szervezet

A Veszprémi Akadémiai Bizottság Földtani és Bányászati Munkabizottságával közösen két előadóülést szervezett meg. A területi szervezet tagjai a Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóságának és a Bakony–Balaton Geopark szakembereivel karöltve geotúra-vezetői tanfolyamokat szerveztek a Déli-Bakony–Gyulafirátóttól Városlődig terjedő részén. Továbbá tanösvények, kiállítások és kőparkok szakmai kialakításában vállaltak szerepet Balatonfüreden, Tihanyban, Dörgicsén és Bakonyjákón. Veszprémben hétrészes geológiai ismeretterjesztő előadássorozatot is elindítottak „A vándorló Bakony" címmel.

Dél-Dunántúli Területi Szervezet

Nagysikerű ankétot rendeztek a Pécsi Akadémiai Bizottsággal közösen „A BAF 2013-2016 kutatás eredményei" címen. A rendezvény célja a Bodai Agyagkő Formáció, azaz a nagyaktivitású radioaktív hulladékok potenciális befogadó földtani képződménye legfrissebb kutatási eredményeinek bemutatása volt. Az ankéton elhangzott előadások kivonataival kiadványt jelentettek meg.

Észak-Magyarországi Területi Szervezet

A területi szervezet vezetősége, a Miskolci Akadémiai Bizottsággal és a Miskolci Egyetemmel közös szervezésben ötödik alkalommal rendezte meg az Ásványvagyon-gazdálkodási Fórumot, továbbá terepbejárással egybekötött szakülést szervezett meg a Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából, szlovák kollégákkal „Közös vizeink" témában. Házigazdája volt az ásványtani, kőzettani és geokémiai felsőoktatási műhelyek éves találkozójának.

Agyagásványtani Szakosztály

A szakosztály szorosan együttműködött az Ásványtan–Geokémiai Szakosztállyal Aktív szerepet vállaltak a 8. Mid-European Clay Conference (Kassa) szervezésében, a konferenciára készülő hallgatók, ifjú szakemberek előadásaira való felkészítésében, a konferencia eredményes lebonyolításában. Társrendezői voltak további két kiemelt rendezvénynek, a Szendrei Géza emlékülésnek és a szakági felsőoktatási műhelyek éves találkozójának.

Ásványtan–Geokémiai Szakosztály

A szakosztály 2016. évi tevékenysége hagyományosan magas színvonalú és kimagaslóan eredményes volt. Az MTA Geokémiai, Ásvány- és Kőzettani Tudományos Bizottságának Nanoásványtani Albizottságával 11. alkalommal rendezték meg „Téli Ásványtudományi Iskolát" Balatonfüreden, továbbá a 7. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlést Debrecenben. Utóbbit, „Itt az idő! Kőzettani-geokémiai folyamatok és azok geokronológiai vonatkozásai" címmel, amelyen elhangzott előadások kivonatait kiadványban megjelentették. Társszervezői voltak a „3. Ásványtani, kőzettani és geokémiai felsőoktatási műhelyek éves találkozójának" Miskolcon, és a SZENDREI Géza emlékülésnek is.

Folytatták eredményes munkájukat „Az év ásványa" közművelődési és tudománynépszerűsítő projektben.

A Szakosztály továbbra is ellátja az ásványtani tudományterület nemzeti képviseletét a Nemzetközi Ásványtani Szövetségben (IMA) és az Európai Ásványtani Unióban (EMU).

Geomatematikai és Számítástechnikai Szakosztály

A szakosztály a horvát társszervezettel közösen Trakostyánban (Horvátország) rendezte meg a 19. Magyar és a 8. Horvát–Magyar Geomatematikai Ankétját, „Geomathematics – present and future of geological modelling" címmel. A rendezvény előadásait kiadványban jelentették meg.

Évközben új vezetőségválasztásra is sor került. A megválasztott új elnök FEDOR Ferenc, titkár HATVANI István Gábor, vezetőségi tagok HORVÁTH Janina, M. TÓTH Tivadar, SZANYI János, TRÁSY Balázs, UNGER Zoltán.

Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály

A szakosztály önálló, kiemelt rendezvénye a „Mérnökgeológia-Kőzetmechanika 2016" konferencia volt, amelyre külföldi előadót (Prof. Antonio BOBET, Purdue University) is meghívtak, továbbá a konferencián elhangzott előadások teljes szövegét sorozatkötetben megjelentették.

További két jelentős rendezvény társszervezői voltak. A Közép-európai Kőzetfeszültség Kurzusra több külföldi résztvevő is érkezett, míg az MTA Földtani Tudományos Bizottságával közösen a Tudomány Ünnepén a „Mérnökgeológia: a jelen és a jövő kihívásai" szakülést rendezték meg.

A szakosztály titkára, GÖRÖG Péter sikeresen vezette az „Év nyersanyaga" projektet.

A szakosztály látja el a Nemzetközi Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Egyesület (IAEG) hazai képviseletét.

Nyersanyagföldtani Szakosztály

A szakosztály tagjai tovább mélyítették kapcsolatukat a „student chapterekkel", előadóüléseiket az Eötvös Loránd University SC of the SEG-el közösen szervezték. Társszervezői voltak „Az ásványi- és másod-nyersanyag stratégia aktuális kérdései" című, Miskolcon megrendezett 5. Ásványvagyon gazdálkodási fórumnak. Részt vettek az „Év nyersanyaga" programban.

Oktatás és Közművelődési Szakosztály

A Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karának együttműködésével, a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal szponzorálásával, a szakosztály kilencedik alkalommal rendezte meg a Középiskolai Földtudományi Diákkonferenciát, amelyen 14 előadás hangzott el. A helyezettek közül a zsűri 3 előadást OTDK részvételre javasolt. A rendezvénynek a helyi sajtóban kedvező visszhangja volt. Társszervezői és egyben Miskolcon házigazdái voltak az ásványtani, kőzettani és geokémiai felsőoktatási műhelyek éves találkozójának.

A szakosztály titkára, GHERDÁN Kata eredményesen vezette az „Év ásványa" és az „Év ősmaradványa" projektet, amelynek számos média megjelenésében és szatellit-rendezvények megszervezésében is aktívan részt vett.

Őslénytani–Rétegtani Szakosztály

A szakosztály 19. Magyar Őslénytani Vándorgyűlését rendezte meg Kelet-Nógrádban, Kozárdon. A vándorgyűlés megszervezésében jelentős szerepet vállaltak a Pásztói Múzeum munkatársai, elsősorban HÍR János és GHERDÁN Kata. A konferenciát az NKA támogatásával rendezték meg. A sikeres pályázatot BODOR Emese vezetésével a szakosztály vezetése állította össze. A pályázati keretből 13 hallgató részére teljes részvételi díj támogatást tudtak biztosítani, továbbá a terepbejárás minden felmerülő költségét az összes résztvevőnek fedezték. A szakmai programokon túl egy nagyon sikeres 0. napi programot is tartottak, az Ecsegi II. Rákóczi Ferenc Általános Iskola diákjai számára. Az ismeretterjesztő program egyaránt segítette a tehetséggondozást és a hátrányos helyzetű ifjúsági csoportok társadalmi felzárkóztatását.

A szakosztály tagjai aktívan részt vettek az „Év ősmaradványa" program lebonyolításában. A program honlapját VIRÁG Attila fejlesztette, aki koordinátorként is részt vett a programban. A kapcsolódó szakmai anyagok összeállításának felelőse TÓTH Emőke volt.

ProGEO Földtudományi Természetvédelmi Szakosztály

A szakosztály 2016-ban is megrendezte a már hagyományosnak tekinthető Geotóp-napokat a földtudományi értékek iránt érdeklődő nagyközönség számára. Összesen 19 helyszínen (Csólyospálos, Sárospatak–Megyer-hegy, Tata, Szarvaskő,

Békéscsaba, Fertőrákos, Salgótarján–Pécs-kő, Cserépfalu, Sas-hegy–Sváb-hegy, Pisznice, Madaras, Vértes, Bódvarákó–Esztramos-hegy, Villány–Templom-hegy, Tarpa–Nagy-hegy, Olaszfalu–Eperjes-hegy, Sas-hegy, Gánt, Zirc–Múzeum) tartottak földtani-természetvédelmi terepbejárást, mintegy 610 érdeklődő számára.

A Geotóp-napi programok vezetőinek segítségével, a Titkárság önálló honlapot hozott létre a fenti eseményekre, továbbá öt geotóp-napi túráról leporellót is megjelentetett. Ennek anyagi forrását a „Zöld Forrás" Alapítvány" sikeres pályázata biztosította.

A szakosztály látja el a ProGEO nemzetközi szervezet hazai képviseletét.

Tudománytörténeti Szakosztály

A szakosztály havi rendszerességgel megtartott szakülései közül két kiemelt rendezvényt kell kiemelni: Dank Viktor és Dobos Irma tiszteleti tagok kerek évfordulós születésnapi szaküléseit.

Ifjúsági Bizottság

Az Ifjúsági Bizottság közreműködött az Ifjú Szakemberek Ankétjának előkészítésében és a benyújtott támogatási pályázatok elbírálásában, továbbá aktív részt vállaltak a társulat közhasznúságát biztosító rendezvények lebonyolításában, különösen a Föld Napja, a Geonap és a Földtudományos forgatag eredményes kivitelezésében. A kolozsvári Babes-Bólyai Egyetem hallgatóival sikeresen megszervezték és lebonyolították az egy hetes összegyetemi terepbejárást az Erdélyi-középhegységben. Ehhez színvonalas kirándulásvezetőt is összeállítottak. A bizottság önálló honlapot működtet.

A társulat 2016. évi kiemelt eredményei

Szakmai és gazdasági szempontból hatékonyan és eredményesen működtünk.

— Részt vettünk négy Horizon2020 EU-s projekt (INTRAW, KINDRA, UNEXMIN, CHPM2030) feladatainak elvégzésében.

— Számos hazai pályázatot állítottunk össze, ezek nagyobb hányadát megnyertük.

— Hét kiemelt központi nagyrendezvényeinken több, mint 3500 fő, további 17 kiemelt szakosított rendezvényeinken mintegy 1630 fő, valamint a 31 hagyományosnak tekinthető szakosztályi és területi előadóüléseken, egyéb találkozókon cca. 860 fő vett részt. A felsorolt adatokat összegezve, a társulat 2016-os 55 rendezvényén közel 6000 érdeklődő volt jelen.

— Egy új együttműködési megállapodást kötöttünk, továbbá hárommal sikerült jogi tagjaink számát bővíteni. Szakmai tartalommal töltöttük meg 32 együttműködési megállapodásunkat. Kiemelt figyelmet szenteltünk a Földtudományi Civil Szervezetek Közösségének, az egyetemeknek, az MTA-nak, továbbá a hazai és határon túli partnereinknek.

— Rendszeres időben és a megszokott terjedelemben, magas színvonalon megjelentettük a Földtani Közlöny négy számát. Továbbá, 36 korábban megjelent évfolyammal 125-re növeltük az Elektronikus Periodika Archívumában (EPA) elérhető Közlöny füzetek számát (http://epa.oszk.hu/01600/01635). Megállapodást kötöttünk az MTA Könyvtárával arról, hogy a Közlöny 2017-től igénybe veszi az MTA Könyvtárának DOI (Crossref) szolgáltatását. A cikkek DOI azonosítóval történő ellátása növeli a publikáció láthatóságát az interneten, és egyben a folyóirat presztízsét is.

— Az EPA-ban ingyenesen elérhetővé tettük további társulati kiadványaink közül az Általános Földtani Szemle 23 (http://epa.oszk.hu/02700/02751), és az Őslénytani Vita 25 évfolyamának (http://epa.oszk.hu/02700/02736) füzeteit. Mindezek eredményeképpen jelentősen megnőtt kiadványaink olvasottsága.

— Sikeresen megszerveztük az Év ásványa, ősmaradványa és ásványi nyersanyaga projekteket, a médián keresztül és számos nagyrendezvény keretében népszerűsítettük, és a nagyközönséggel megismertettük annak eredményeit. 2016 év ásványa a gránát, ősmaradványa a Nummulites, ásványi nyersanyaga a perlit lett. Szórólapok, roll-up-ok, kitűzők és pólók népszerűsítették a megválasztott ásványt, ősmaradványt és nyersanyagot.

— Megújítottuk a társulati honlapot; új honlapot hoztunk létre a Földtani Közlönynek http://foldtanikozlony.hu, a Gyűjthető múlt (http://www.evosmaradvanya.hu/) és a Geotóp (http://www.geotopnap.hu/) projekteknek.

Köszönetnyilvánítás

Ez úton is szeretnék köszönetet mondani a területi szervezetek, a szakosztályok és a bizottságok elnökeinek, titkárainak és tagjainak, továbbá önkéntes tevékenységet végző tagtársainknak 2016-ban elvégzett munkájukért, a tapasztalt jó együttműködésért.

Budapest, 2017. március 22.

Cserny Tibor
főtitkár

A Magyarhoni Földtani Társulat, mint közhasznú szervezet 2015. 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. Tárgyévben végzett alapcél szerinti és közhasznú tevékenységek bemutatása	
Társulat célja a földtan és rokontudományai művelésével foglalkozó szakemberek összefogása, a kutatási eredmények bemutatása, terjesztése, a kutatási tevékenység elősegítése, 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 megóvására irányuló tevékenység. E tevékenységek keretében szak- és vitaüléseket, ankétokat, tanulmányutakat, vándorgyűléseket, terepgyakorlatokat, ismeretterjesztő rendezvényeket szervez, konferenciákat tart. apcsolatot tart fenn hasonló rendeltetésű hazai és külföldi földtudományi egyesületekkel és szervezetekkel, képviselteti magát nemzetközi szakmai rendezvényeken és egyesületekben (pl. European Federation of Geologists, IMA, AEGS). A határon túli magyarsággal kapcsolatos tevékenység keretében a Társulat – a HUNGEO tudományos és oktatásügyi program közreműködésével – megismerteti és támogatja a külföldön élő magyar földtudományi szakemberek munkásságát.	
3. a) Közhasznú tevékenységek bemutatása (tevékenységenként) közhasznú tevékenység megnevezése: Ismeretterjesztés: „Föld Napja” ismeretterjesztő rendezvény Budapesten 2016. ápr. 24. „Földtani és kulturális értékeink nyomában – Soproni- és Kőszegi-hegység” terepbejárás június 16–79., Geotóp napok (ismeretterjesztő geotúrák az ország különböző helyszínein) október 1, 8, „Földtudományos forgatag” ismeretterjesztő geokiállítás és vásár Budapest: november 12–13, „Év ásványa”, „Év ősmaradványa” ismeretterjesztő projekt folytatása	
Közhasznú tevékenységhez kapcsolódó közfeladat, jogszabályhely:	1996. évi LIII. Törvény a természet védelméről 19. § *A földtani természeti értékek általános védelme*
A közhasznú tevékenység célcsoportja:	Szakemberek, érdeklődő laikusok, családok, iskolai tancsoportok
A közhasznú tevékenységből részesülők létszáma:	Kb. 3000
A közhasznú tevékenység főbb eredményei:	Szemléletformálás. A Földtani környezetek sérülékenységének és védelmének, továbbá az ásványi nyersanyagok értékének, társadalmi jelentőségének bemutatása.
b) Közhasznú tevékenység megnevezése: Oktatás, továbbképzés: Téli Ásványtudományi iskola, Balatonfüred, 2016. január 21–24. Ifjú szakemberek Ankétja: Balatonfüred 2016. április 1–2., Kárpát-medencei összegyetemi terepgyakorlat, Torockó augusztus 15–21.	
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. 350
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 előadóülései, terepbejárások: „Ásványvagyon Ankét” c. konferencia Miskolc, 2016. április 23. XIX. Őslénytani Vándorgyűlés Kozárd 2016. május 25–27, Földtudományi Vándorgyűlés, Sárospatak augusztus. 24–27. VIII. Kőzettani Vándorgyűlés: szeptember 9–11, Debrecen, illetve további szakmai előadóülések, terepbejárások, Földtani Közlöny tudományos folyóirat 146. 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. 700.
A közhasznú tevékenység főbb eredményei:	Alap- és alkalmazott kutatások tudományos eredményeinek közzététele előadások formájában, a konferenciák abstract köteteinek publikálása, illetve Földtani Közlöny tudományos folyóirat megjelentetése és terjesztése.

4. Közhasznú tevékenység bevételei		
Vagyonelem megnevezése	Előző év	Tárgyév
Közhasznú támogatások	8534	8867
Közhasznú tevékenység bevételei	9999	4419
Tagdíjak, egyéb bevételek	7919	7936
5. Cél szerinti juttatások kimutatása		
Cél szerinti juttatás megnevezése	Előző év	Tárgyév
Egyetemisták, fiatal szakemberek konferencia részvétele illetve szakmai útjának támogatása	307	189
Alapítványok támogatása	30	
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	28666	25835
ebből:		
C. a személyi jövedelemadó meghatározott részének az adózó rendelkezése szerinti felhasználásáról szóló 1996. évi CXXVI. törvény alapján átutalt összeg	549	483
D. közszolgáltatási bevétel		
E. normatív támogatás		
F. az Európai Unió strukturális alapjaiból, illetve a Kohéziós Alapból nyújtott támogatás		
G. Korrigált bevétel [B-(C+D+E+F)]	28117	25352
H. Összes ráfordítás (kiadás)	26539	24402
I. ebből személyi jellegű ráfordítás	12509	9979
J. Közhasznú tevékenység ráfordításai	23642	20966
K. Adózott eredmény	2127	1433
L. A szervezet munkájában közreműködő közérdekű önkéntes tevékenységet végző személyek száma (a közérdekű önkéntes tevékenységről szóló 2005. évi LXXXVIII. törvénynek megfelelően)		
Erőforrás-ellátottság mutatói	Mutató teljesítése	
Ectv. 32. § (4) a) [(B1+B2)/2 > 1.000.000,- Ft][1]	Igen	
Ectv. 32. § (4) b) [K1+K2?0] [2]	Igen	
Ectv. 32. § (4) c) [(I1+I2-A1-A2)/(H1+H2)?0,25] [3]	Igen	
Társadalmi támogatottság mutatói	Mutató teljesítése	
Ectv. 32. § (5) a) [(C1+C2)/(G1+G2)?0,02] [4]		Nem
Ectv. 32. § (5) b) [(J1+J2)/(H1+H2)?0,5] [5]	Igen	
Ectv. 32. § (5) c) [(L1+L2)/2?10 fő] [6]		Nem

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

[2]a két év egybeszámított adózott eredménye nem negatív.

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

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

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

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

2017. március 22.

Dr. BAKSA Csaba
elnök

Magyarhoni Földtani Társulat
Földtani Közlöny
Hungarian Geological Society

147/2, 133–148., Budapest, 2017

DOI: 10.23928/foldt.kozl.2017.147.2.133

Foitit-magneziofoitit a rózsa-hegyi ércesedésből, avagy a nagybörzsönyi turmalin újravizsgálata

FEHÉR Béla

Herman Ottó Múzeum, Ásványtár
3525 Miskolc, Kossuth u. 13.
E-mail: feherbela@upcmail.hu

Foitite-magnesio-foitite from the Rózsa Hill ore mineralization, or re-investigation of the tourmaline from Nagybörzsöny, Börzsöny Mts, Hungary

Abstract

The presence of tourmaline at the Nagybörzsöny ore mineralization (Börzsöny Mts, Hungary) has been known for 60 years. On the northern part of the Rózsa Hill, in the vicinity of the so called Rózsa Mine, the tourmaline forms acicular crystals up to 1 mm in length; furthermore, it is also present as acicular-radial and felt-like clusters in the cavities of a strongly silicified rock, and it can appear as inclusions in the subsequently formed minerals (quartz, calcite, siderite, pyrrhotite, sphalerite). Because of the former wet chemical analysis, the Nagybörzsöny tourmaline was referred to dravite in the literature. According to the new electron-microprobe analyses, the tourmaline is zoned and represents the foitite (core) and magnesio-foitite (rim) mineral species. The compositions of Nagybörzsöny tourmaline, measured at the highest concentrations of iron and magnesium, are the following (based on 31 anions): $([]_{0.63}Na_{0.29}Ca_{0.08})_{\Sigma=1.00}(Fe^{2+}_{1.26}Mg_{0.89}Al_{0.79})_{\Sigma=2.94}Al_{6.00}(Si_{5.88}Al_{0.12})_{\Sigma=6.00}O_{18}(BO_3)_3(OH)_{4.00}$, and $([]_{0.45}Na_{0.37}Ca_{0.18})_{\Sigma=1.00}(Mg_{1.55}Fe^{2+}_{0.48}Al_{0.83}Ti_{0.01})_{\Sigma=2.87}Al_{6.00}(Si_{5.67}Al_{0.33})_{\Sigma=6.00}O_{18}(BO_3)_3(OH)_{4.00}$. Lattice parameters, calculated from the X-ray powder-diffraction data, are: a = 15.901(6) Å; c = 7.190(4) Å, V = 1574(1) Å^3. The tourmaline precipitated from hydrothermal solution, the temperature of which could be above 260 °C. The chemistry of the tourmaline was determined mainly by the composition of the hydrothermal fluid; in this respect the composition of the host rock, as well as the prevailing conditions of temperature and pressure, could only be secondary. Chemical zoning of the crystals is primarily due to the Fe ↔ Mg substitution. This substitution is interpreted as a record of the mixing of Fe-rich hydrothermal fluid and Mg- and Ca-rich descending waters. The acicular habit of the tourmaline crystals can be linked to crystal-chemical reasons, since the high Al-content and the relatively low (Fe+Mg)-content facilitated the rapid growth of the crystals in the direction of the c-axis.

Keywords: foitite, magnesio-foitite, tourmaline, electron-microprobe analyses, X-ray powder diffraction, Nagybörzsöny, Hungary

Összefoglalás

Turmalin jelenléte a nagybörzsönyi ércesedésben már 60 éve ismert. A Rózsa-hegy É-i felén, az ún. rózsabányai ércesedés területén erősen kovásodott kőzet üregeiben, illetve később képződött ásványok (kvarc, kalcit, sziderit, pirrhotin, szfalerit) zárványaiként általában 1 mm-nél rövidebb, színtelen, tűs kristályokat, tűs-sugaras, vagy nemezszerű halmazokat alkot. A korábban készült nedveskémiai elemzés alapján a szakirodalomba drávitként bekerült turmalin az újabb elektron-mikroszondás vizsgálatok alapján zónás, és a foitit-magneziofoitit ásványfajokat képviseli. A vasban és magnéziumban legdúsabb elemzési pontokon mért összetétel (31 anionra számolva): $([]_{0,63}Na_{0.29}Ca_{0,08})_{\Sigma=1,00}(Fe^{2+}_{1,26}Mg_{0,89}Al_{0.79})_{\Sigma=2,94}Al_{6,00}(Si_{5,88}Al_{0,12})_{\Sigma=6,00}O_{18}(BO_3)_3(OH)_{4,00}$, and $([]_{0,45}Na_{0,37}Ca_{0.18})_{\Sigma=1,00}(Mg_{1,55}Fe^{2+}_{0,48}Al_{0,83}Ti_{0,01})_{\Sigma=2,87}Al_{6,00}(Si_{5,67}Al_{0,33})_{\Sigma=6,00}O_{18}(BO_3)_3(OH)_{4,00}$ A röntgen-pordiffrakciós felvételből számított rácsállandók: a = 15,901(6) Å; c = 7,190(4) Å, V = 1574(1) Å^3. A turmalin hidrotermás oldatból vált ki, melynek hőmérséklete 260 °C fölött lehetett. A képződő turmalin kémiáját elsősorban a hidrotermás oldat összetétele határozta meg, ebben a tekintetben a mellékkőzetek összetétele, illetve az uralkodó hőmérséklet- és nyomásviszonyok csak másodrangúak voltak. A kristályokon megfigyelhető kémiai zónásság elsősorban a Fe ↔ Mg helyettesítésből ered. A zónásság oka az lehet, hogy a Fe-gazdag hidrotermás oldatok összetételét a Mg-ban és Ca-ban gazdagabb leszivárgó vizek megváltoztatták. A turmalin tűs habitusa kristálykémiai okokra vezethető vissza, ugyanis a magas Al-tartalom és a viszonylag alacsony Fe+Mg-tartalom a c-tengely irányában való gyors növekedését segítette elő.

Tárgyszavak: foitit, magneziofoitit, turmalin, elektron-mikroszondás elemzések, röntgen-pordiffrakció, Nagybörzsöny

Bevezetés

Az egykori nagybörzsönyi ércbányászat több évszázados múltra tekint vissza (NAGY 1984). Az ércesedés központi részét a Rózsa-hegy alkotja. Ezen a területen két különböző típusú ércesedést ismerünk, az egyik az É-i vagy rózsabányai terület, ahol „tömzsös", impregnációs arzenopirites-pirrhotinos ércesedés, a másik a D-i vagy fagyosasszonybányai és királyréti terület, ahol teléres kifejlődésű galenites-szfalerites ércesedés zajlott le (NAGY 1978). Az északi, rózsabányai ércesedést kísérő turmalinosodás 1957 óta ismert (ERDÉLYI et al. 1957, KOCH 1957).

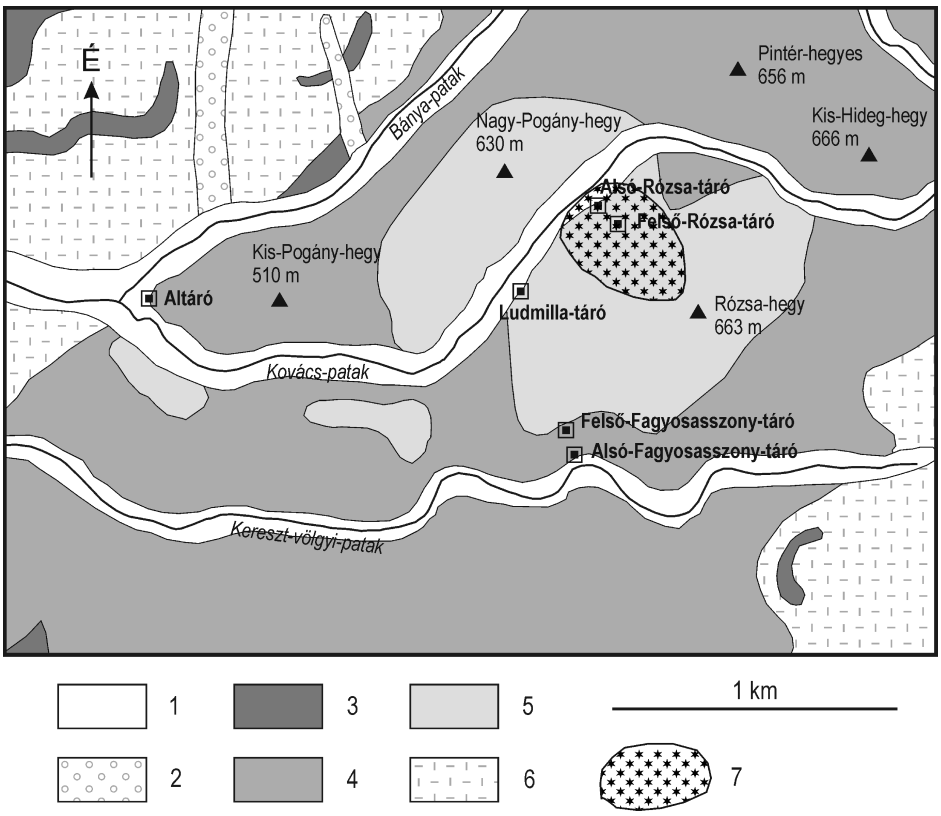
A nagybörzsönyi turmalinról KOCH (1957) közölt részletesebb leírást. Megadta a turmalin megjelenési módját, törésmutatóit és egy kémiai elemzést is közölt. Ez utóbbi alapján a későbbi szakirodalomba (SZAKÁLL et al. 2005, 2012) ez a turmalin — lévén, hogy az Mg mennyisége kissé meghaladta a vasét — drávitként került be.

A turmalin-szupercsoport ásványainak hivatalos, a Nemzetközi Ásványtani Társaság által is elfogadott nevezéktanát 2011-ben publikálták (HENRY et al. 2011). Ebben a szupercsoportot 18 turmalinfaj alkotta, mely az azóta eltelt időszakban jó néhány új taggal bővült. Dolgozatunk célja, hogy új kémiai elemzések alapján a nagybörzsönyi turmalin kristálykémiai viszonyait feltárjuk és fajbesorolását — a fent említett nevezéktannak megfelelően — elvégezzük. Emellett a kémiai vizsgálatokból jó néhány következtetést levonunk a turmalin morfológiáját, illetve képződési körülményeit illetően.

Földtani felépítés és ércesedés

A nagybörzsönyi Rózsa-hegyet és környékét a badeni vulkanizmushoz kapcsolódó kőzetek építik fel *(1. ábra)*. A vulkáni aktivitás két fázisban zajlott le a Börzsönyben és mindkettő rövid ideig tartott (a teljes vulkáni aktivitás időtartama 400–700 ezer év lehetett) (KORPÁS & LANG 1993). Az első fázis (alsó vulkáni egység, Nagyvölgyi Dácittufa Formáció) 2–10 km átmérőjű, egyedi vulkáni kúpokként fejlődött ki. Ezt a fázist explozív aktivitás jellemzi. Gyakoriak a kőzettelérek és a sekély mélységű intruzív testek, míg a lávafolyások meglehetősen ritkák. Az explozív vulkanizmus termékei a durva- vagy finomszemcsés piroklasztithullások és piroklasztitárak, valamint a hozzájuk kapcsolódó epiklasztitok. Ezek a telepek és a freatomagmás erupciókból származó lávafolyások gyorsan és majdnem teljesen kitöltötték a medencét, melynek eredménye egy vastag, andezitből és dácitból álló, sztratovulkáni komplexum lett. A szubvulkáni intrúziók főleg a korai vulkáni aktivitás végén jelentek meg. A K/Ar adatok alapján az alsó andezit-dácit sztratovulkáni komplexum kora 10–20 millió év. A legtöbb koradat 14 és 15 millió év közé esik, az átlagos kor 15,2 ± 0,8 millió év (KORPÁS & LANG 1993).

A második fázist (felső vulkáni egység, Magasbörzsönyi Andezit Formáció) egy kb. 10–12 km átmérőjű és kb. 1200 m magas, nagy sztratovulkáni szerkezet (a Magas-Börzsöny kúp) reprezentálja. A szárazföldi vulkanitok andezites összetételűek és durva piroklasztitokból állnak, melyek 5–7 közbetelepült lávafolyást tartalmaznak. A sztratovulkáni komplexum maximális vastagsága 450 m. Hornblendetartalmú, leukokrata andezittelérek képviselik a vulkáni aktivitás végső termékeit, melyek átszelik a sztratovulkáni komplexumot. A felső



1. ábra. A nagybörzsönyi Rózsa-hegy és környékének földtani térképe (BUDAI & SÍKHEGYI 2005 alapján).
Jelmagyarázat: 1 – holocén folyóvízi üledék, 2 – felső-pleisztocén–holocén proluviális-deluviális üledék, 3 – Magasbörzsönyi Andezit Formáció (láva, badeni), 4 – Nagyvölgyi Dácittufa Formáció (badeni), 5 – az előző formációba tartozó Nagykoppányi Andezit Tagozat, 6 – Dobogókői Andezit Formáció (badeni), 7 – a turmalinosodás feltételezett kiterjedése

Figure 1. *Geological map of the Rózsa Hill (Nagybörzsöny) and its surroundings (after BUDAI & SÍKHEGYI 2005).*
Legend: 1 – Holocene fluvial sediments, 2 – Upper Pleistocene to Holocene proluvial-deluvial sediments, 3 – Magasbörzsöny Andesite Formation (lava, Badenian), 4 – Nagyvölgy Dacite Tuff Formation (Badenian), 5 – Nagykoppány Andesite Member of the previous formation, 6 – Dobogókő Andesite Formation (Badenian), 7 – presumed spreading of the tourmalinization

andezites sztratovulkáni komplexum kora 13–15 millió év, átlagosan 14,2 ± 0,9 millió év (KORPÁS & LANG 1993).

A hidrotermás ásványosodás és átalakulás egy viszonylag korlátozott, kb. 15 km^2-es területre terjed ki a Börzsöny központi részében, és a korai vulkáni fázishoz kötődik. A hidrotermás átalakulás során a felszín közelében egy agyagos zóna fejlődött ki, lokálisan Au-tartalmú polimetallikus, szulfidos ércesedéssel (Cu, Pb, Zn ± Ag) telérekben és érhálózatokban. Ez a zóna laterálisan és a mélység felé átmegy a tömeges szulfidokkal és hintett Cu-ércesedéssel jellemezhető propilites zónába. A fémkoncentráció mindkét zónában nagyon alacsony (KORPÁS & LANG 1993).

A nagybörzsönyi érces területet PANTÓ & MIKÓ (1964) négy részre osztotta: 1. Rózsabánya ércesedése, 2. Fagyosasszonybánya ércesedése, 3. Bányapusztai ércesedés és 4. Kurucpataki ércesedés. Közülük az első kettő található a Rózsa-hegyen; a rózsabányai ércesedést a Felső- és Alsó-Rózsa-táró, a Rózsa-akna, valamint az Altáró, míg a fagyosasszonybányai ércesedést a Felső- és Alsó-Fagyosasszonytáró tárja fel (lásd az *1. ábrát)*. A turmalinosodás a rózsabányai ércesedést kíséri.

A nagybörzsönyi ércesedés genetikájával számos kutató foglalkozott (pl. PANTÓ & MIKÓ 1964; NAGY 1978, 1983; VETŐNÉ ÁKOS 1982; CSILLAGNÉ TEPLÁNSZKY et al. 1983; KORPÁS 1998). A Rózsa-hegyen az érces zónák egy 1200 m hosszú és 200 m széles, ÉÉK-i irányú, bontott övben helyezkednek el. Az ércesedést három szakaszra szokás osztani, melyekhez a mellékkőzetekben hidrotermás elbontódási folyamatok is társulnak. Legalul (tszf. 100 m-es magasság alatt) található a korai, porfíros rézércesedés, melyet a mellékkőzet propilitesedése és káliföldpátosodása kísér. Fő ércásványai a pirrhotin és a kalkopirit, de megjelenik a pirit, a magnetit és a szfalerit is. Fő kísérő ásványai a klorit, a kvarc és a kalcit, illetve a jellegzetes másodlagos biotit. VETŐNÉ ÁKOS (1982) fluidumzárványvizsgálatai alapján a rézérces paragenezis képződési hőmérséklete 260–360 °C lehetett. Felfelé haladva a propilites zónából egy átmeneti propilites-argillites öv fejlődik ki, polimetallikus ércesedéssel. Fő kőzetelváltozási jelenség az illitesedés és a karbonátosodás. Vastagsága a rózsahegyi területen kb. 100 m, képződésének valószínűsített hőmérséklettartománya 160–260°C. Fő ércásványai a pirit, pirrhotin, szfalerit, galenit, kalkopirit, arzenopirit és markazit, míg a gyakori kísérőásványok a kalcit, klorit, illit és kvarc. A felső zóna tisztán agyagásványos-karbonátospirites kifejlődés, polimetallikus (rózsabányai és fagyosasszonybányai) ércesedéssel kísérve. Vastagsága 200–400 m közötti, képződésének hőmérséklete 160 °C alatti. Ércásványai a pirit, galenit, szfalerit, kalkopirit, markazit és arzenopirit (VETŐNÉ ÁKOS, 1982; CSILLAGNÉ TEPLÁNSZKY et al. 1983). A homogenizációs hőmérséklet-intervallumok valószínűsítik, hogy a hőmérséklet-csökkenés függvényében folyamatos ércesedésről van szó. A zárványokat tartalmazó kalcit- és kvarckristályok, valamint a velük előforduló ércásványok keletkezésekor csak hidrosztatikus nyomással kell számolnunk, amely 10 MPa alatti érték (VETŐNÉ ÁKOS 1982).

A nagybörzsönyi turmalin és egyes kísérői

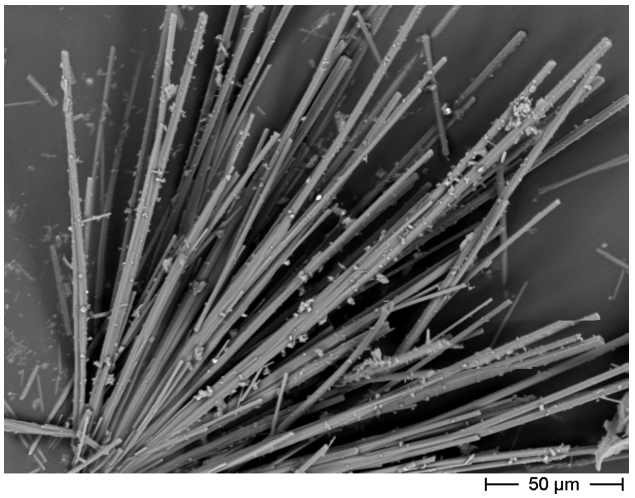
A rózsabányai ércesedést kísérő turmalin első leírását KOCH (1957) adta. Az Alsó-Rózsa-táróban, illetve annak meddőhányóján gyűjtött anyagból határozta meg az ásványt. A leírásában szereplő tűs kristályok hosszúsága rendszerint csak 0,1 mm-es, de 1 mm-nél mindig kisebb. A turmalin nagyon finom szálai zárványként jelennek meg a kvarcban, kalcitban, sziderit-romboéderekben, de még az ércásványokban (pirrhotin, szfalerit) is. A kristályok trigonális vagy ditrigonális keresztmetszetet mutatnak. A tűk egyedül, vagy sugaras csoportokba rendeződve (ún. turmalinnapok) jelennek meg, máskor a szálak véletlenszerű orientációban, nemezszerű halmazokként figyelhetők meg. KOCH (1957) leírása szerint az apró szálak színtelenek, míg a pici tűk csekély zöldes árnyalatot mutatnak. Immerziós módszerrel mért törésmutatóik: $\omega = 1{,}65$ és $\varepsilon = 1{,}63$.

A nagybörzsönyi turmalinos mintáról már KOCH (1957) is közölt kémiai elemzést. Mint írta, a szulfidos szennyeződések (főleg pirit és arzenopirit) levonása után a maradék szilikátos rész 100%-ra átszámolt összetétele tömegszázalékban a következő: SiO_2 36,22; B_2O_3 11,24; Al_2O_3 34,24; Fe_2O_3 5,89; FeO 1,97; MgO 4,21; CaO 0,66; MnO 0,01; Na_2O 0,62; K_2O 1,17; P_2O_5 0,26; F 1,10; H_2O 2,41; összesen 100,00%, ahol a B_2O_3 a különbségből lett számolva. Az elemzésből, főleg a turmalinoknál szokatlanul magas K_2O-tartalomból is látszik, hogy a mintában a szulfidok mellett más szennyező anyag, feltehetően a turmalinnal szoros együttest alkotó illit is jelen volt. Így a fenti összetétel még mindig egy keverékre vonatkozik, s talán emiatt nem számolt szerkezeti képletet az elemzési eredményből a szerző. Ugyanakkor a „Magyarország ásványai" című könyvben KOCH (1966) a fenti elemzést úgy vezeti be, hogy „a kalcitból igen híg sósavval kioldott és a mikroszkópi méretű szulfidos kísérőktől gondosan megtisztított turmalin elemzésének eredménye". Vagyis kizárólag a turmalin elemzési eredményének tekintette az adatsort, képletet azonban itt sem adott meg rá. Ha a B_2O_3- és H_2O-tartalomra nem a KOCH (1957) által megadott értékeket használjuk, hanem a sztöchiometriából számított értékeket helyettesítjük be (azaz B_2O_3 = 10,61%, H_2O = 3,14%), akkor a fenti elemzésből a következő képletet írhatjuk fel:

$$([]_{0,44}K_{0,24}Na_{0,20}Ca_{0,12})_{\Sigma=1,00}(Mg_{1,03}Fe^{3+}_{0,73}Al_{0,54}Fe^{2+}_{0,27})_{\Sigma=2,57}$$
$$Al_{6,00}(Si_{5,93}Al_{0,07})_{\Sigma=6,00}O_{18}(BO_3)_3(OH)_3[F_{0,57}(OH)_{0,43}]_{\Sigma=1,00}.$$

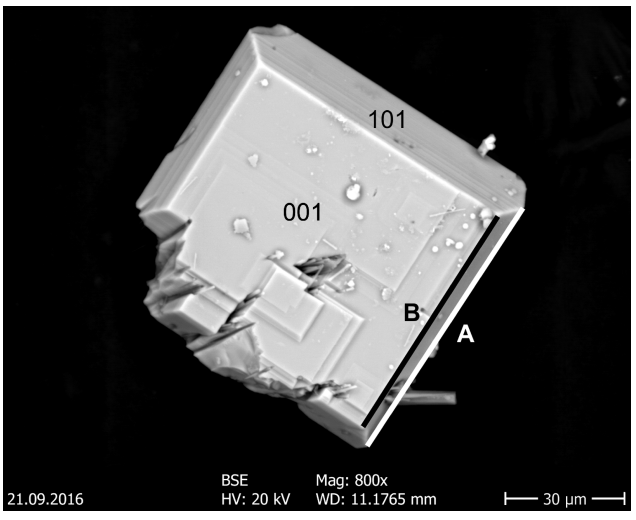
ERDÉLYI et al. (1957) a nagybörzsönyi ércesedés agyagásványáról és néhány kísérőásványáról szóló írásukban szintén foglalkoztak a turmalinnal. Szerintük a turmalin nagyító alatt finom, selymes fényű, hajlékony szálakból álló, vattára emlékeztető tömeg, mely nehezen választható külön a kísérőásványoktól, melyek főleg kvarc, kalcit, pirit, arzenopirit, galenit és szfalerit. A turmalin többnyire az érc üregeiben fenn-nőve, vattaszerű csomókban képződött. Finom szálai azonban megtalálhatók a „hidromuszkovit" (értsd illit) pikkelyei között, az ércásványokban és kvarckristályokban zárványként, vagy üregekben finom, selymes fényű tűkből álló kitöltés alakjában is.

Későbbi gyűjtések során turmalin jött még elő a Felső-Rózsa-táró és az Altáró anyagából is. Tanulmányomban az Alsó-Rózsa-táróból előkerült, teljesen átkovásodott kőzet üregeiben lévő, fehér, fenn-nőtt, szálas kristályokról *(2. ábra)* készült vizsgálati eredményeket ismertetem.



2. ábra. A nagybörzsönyi turmalin pásztázó-elektronmikroszkópos felvétele
Figure 2. *SEM image of tourmaline from Nagybörzsöny*

A rózsa-hegyi ércesedés ásványait SZAKÁLL et al. (2012) mutatták be részletesen, így ennek ismertetésétől most eltekintek. Ehelyütt csak a TiO_2-módosulatok jelenlétére kívánom felhívni a figyelmet. Rutilról már ERDÉLYI et al. (1957) is említést tettek; ők fehér, selymes fényű, tűs kristályokként írták le, melyek a „hidromuszkovitot" (illitet) szövik át turmalinnal és apatittal együtt. Ilyen megjelenésével mi magunk nem találkoztunk. Az általunk megfigyelt rutil fekete, gyémántfényű, izometrikus vagy zömök oszlopos, 40–80 µm-es kristályokat alkot, melyek 0,1–0,4 mm-es halmazokká állnak össze színtelen, tűs turmalinok kíséretében (SZAKÁLL et al. 2012). A másik, még nem publikált TiO_2-módosulat az anatáz, mely legfeljebb 0,1 mm átmérőjű, szürkéskék, gyémántfényű, {001} szerinti táblás kristályokat alkot *(3. ábra)*, mindig turmalinszálakra nőve. Mindkét TiO_2-módosulatot röntgen-pordiffrakciós vizsgálattal határoztuk meg.



3. ábra. A nagybörzsönyi táblás anatáz pásztázó-elektronmikroszkópos felvétele
Figure 3. *SEM image of tabular anatase from Nagybörzsöny*

Alkalmazott vizsgálati módszerek és a vizsgált minták

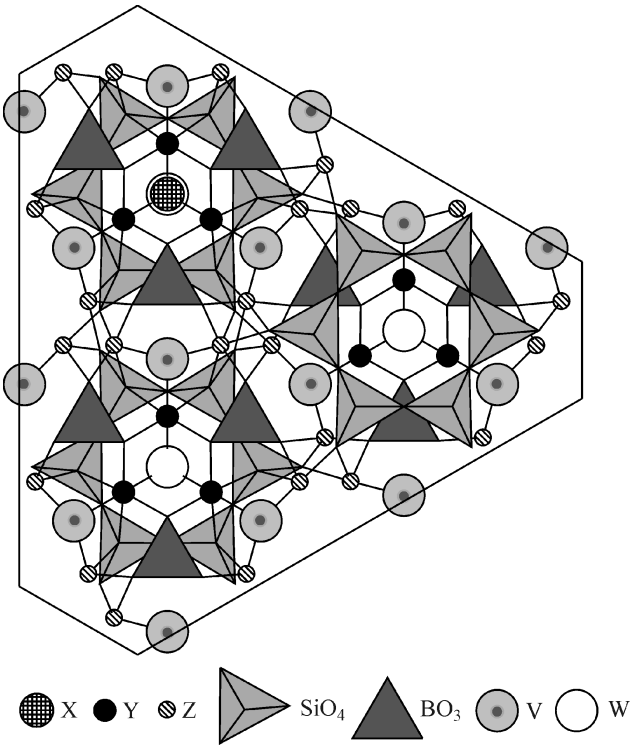
A nagybörzsönyi turmalin kémiai összetételét JEOL JXA-8600 típusú elektron-mikroszondával határoztuk meg a Miskolci Egyetem Ásványtani-Földtani Intézetében. A műszert hullámhossz-diszperzív üzemmódban működtettük, 15 kV gyorsítófeszültség és 20 nA mintaáram mellett. Felhasznált standardok: kvarc (Si), korund (Al), ilmenit (Ti, Fe), Cr-augit (Ca), olivin (Mg), MnS_2 (Mn), anortoklász (Na), mikroklin (K) és fluorit (F). Detektálási idő a csúcsokon 10 s, a háttéren 5 s. A nyalábátmérő 1 µm volt a turmalinszálak nagyon kis vastagsága miatt. A nyers intenzitás-adatokat PAP mátrixkorrekcióval korrigáltuk (POUCHOU & PICHOIR 1985).

A kvarcos kőzet üregeiből kipreparált turmalinszálakról röntgen-diffrakciós felvételt is készítettünk. Mivel viszonylag kis mennyiségben lehetett tiszta anyagot nyerni és azok szálas kifejlődése miatt könnyen orientálódtak volna a hagyományos mintatartón, ezért 114,6 mm átmérőjű Gandolfi-kamerával készült a felvétel, melyet egy Siemens Kristalloflex 710 típusú röntgen-generátorra szereltünk fel. Mérési paraméterek: Cu$K\alpha$ sugárzás, Ni szűrő, 40 kV gyorsítófeszültség, 25 mA csőáram és 46 óra expozíciós idő. Standardként szintetikus szilíciumport (NIST SRM 640) használtunk, mely a pontos *d*-értékek számításához kellett, így tudtuk a filmzsugorodás által okozott hibát korrigálni. Mérés után a röntgenfilmet egy UMAX PowerLook 3000 típusú szkennerrel digitalizáltuk, majd a QSpectr szoftver segítségével (ZELENSKY et al. 2009) értékeltük ki. A mérési eredményekből a turmalin elemi cellájának paramétereit a UnitCell szoftverrel (HOLLAND & REDFERN 1997) számoltuk.

A vizsgált minták az Alsó-Rózsa-táró meddőhányójáról, egy 2005-ös gyűjtésből származnak.

A turmalinok kristálykémiájáról és osztályozásáról röviden

A turmalinok trigonális rendszerben kristályosodó (*R*3*m* tércsoport), bór-tartalmú cikloszilikát ásványok, melyek általános szerkezeti képlete: $XY_3Z_6T_6O_{18}(BO_3)_3V_3W$ (HENRY et al. 2011). A turmalinok fő szerkezeti elemei a szilíciummal betöltött, hattagú tetraéderes gyűrűk (T_6O_{18}), melyek apikális oxigénjei a kristály analóg pólusa (–*c*) felé néznek *(4. ábra)*. Az apikális oxigének magasságában, a tetraéderekkel váltakozva, a (0001) síkkal párhuzamosan kissé torzult, háromszöges BO_3-csoportok fekszenek. A tetraéderek planáris gyűrűit kétféle oktaéder (ZO_6 és YO_6) kapcsolja össze, melyek közös élekkel brucit-típusú fragmentumokat formálnak. A ZO_6 poliéder viszonylag kicsi és kissé torzult. Általában háromvegyértékű kationok dominanciája jellemzi, mint pl. Al^{3+}, Fe^{3+}, Cr^{3+} és V^{3+}, de jelentős mennyiségben két vegyértékű kationokat (Mg, Fe^{2+}) is tartalmazhatnak. Az YO_6 viszonylag szabályos oktaéder,



4. ábra. A turmalin kristályszerkezete a c-tengelyre merőleges metszetben. Készült az Atoms 6.1 szoftverrel, FOIT & ROSENBERG (1979) adatainak felhasználásával

Figure 4. *Crystal structure of tourmaline perpendicular to c axis. Created by the Atoms 6.1 software using the structural data of FOIT & ROSENBERG (1979)*

melyben az *Y*-pozíciót különböző vegyértékű kationok széles skálája betöltheti, leggyakrabban Li^{+}, Mg^{2+}, Fe^{2+}, Mn^{2+}, Al^{3+}, Cr^{3+}, V^{3+}, Fe^{3+} és Ti^{4+}. Az *X*-pozíciót kilenc anion koordinálja egy trigonális antiprizma formájában, és a hatos szilikátgyűrűk alkotta csatornában, a trigír mentén helyezkedik el. Ezt leggyakrabban Na és Ca tölti be, de bizonyos mértékig akár betöltetlen is maradhat (HENRY & DUTROW 1996).

A turmalin szerkezeti képletében 31 anion van. Az anionok a koordinációs poliéderek csúcsait foglalják el nyolc határozott pozícióban, melyeket az aszimmetrikus egységben O(1)-től O(8)-ig jelölnek. Az O(2) és az O(4)–O(8) anionpozíciókat kizárólag O^{2-} tölti be. Egy O(1) és három O(3) pozíció található a képletegységben, melyeket vegyes betöltésűek és a fenti szerkezeti képletben rendre *W*-vel és *V*-vel jelöltünk. Ezeket a helyeket alapvetően $(OH)^{-}$, ritkább esetben O^{2-} foglalja el. Fluor egyedül a *W*-pozícióban lehet jelen (HENRY & DUTROW 1996).

A turmalin-szupercsoport ásványainak hivatalos, a Nemzetközi Ásványtani Társaság (International Mineralogical Association, IMA) által elfogadott nevezéktana 2011-ben jelent meg (HENRY et al. 2011). Eszerint az *X*-pozíció betöltöttsége alapján három csoportot lehet elkülöníteni: 1.) alkáli-csoport (*X* = Na, ritkábban K); 2.) kalciumos csoport (*X* = Ca) és 3.) *X*-kationban hiányos csoport (*X* = []), ahol [] betöltetlen kristályszerkezeti pozíciót jelöl. Ezzel párhuzamosan a domináns *W* anion alapján három sorozatot is megkülönböztetnek a szupercsoportban, nevezetesen: a) hidroxi-sorozat, ha $OH^{-} + F^{-} > O^{2-}$ és $OH^{-} > F^{-}$; b) fluor-sorozat, ha $OH^{-} + F^{-} > O^{2-}$ és $F^{-} > OH^{-}$; és c) oxi-sorozat, ha $O^{2-} > OH^{-} + F^{-}$. A csoportokon és sorozatokon belül az egyes ásványfajokat az *Y*- és *Z*-pozíciók domináns kationjai alapján különítik el. A nevezéktanban a *T*- és *B*-pozícióknak nincs szerepük, mivel az előbbit dominánsan mindig szilícium, míg az utóbbit bór tölti be.

A jelenleg több mint harminc ásványfajt számláló turmalin-szupercsoport tán két leggyakoribb tagja a korábban vasturmalinnak is nevezett sörl és a magnéziumturmalinnak nevezett drávit. Mindkét faj esetében a következő domináns ionok szerepelnek a képletben: *X* = Na, *Z* = Al, *T* = Si, *V* és *W* = OH. A köztük lévő különbség az *Y*-pozícióban van, melyet a sörlben Fe^{2+}, míg a drávitban Mg tölt be. E két turmalinfajból kiindulva és az $[]AlNa_{-1}(Fe, Mg)_{-1}$ cserevektorokat alkalmazva jutunk el két *X*-kationban hiányos turmalinásványig, nevezetesen az $[](Fe_2Al)Al_6Si_6O_{18}(BO_3)_3(OH)_4$ ideális összetételű foititig (MACDONALD et al. 1993) és az $[](Mg_2Al)Al_6Si_6O_{18}(BO_3)_3(OH)_4$ ideális összetételű magneziofoititig (HAWTHORNE et al. 1999). A cikkünkben leírt turmalin kémiailag e négy ásvány által meghatározott összetételi mezőben helyezkedik el.

A nagybörzsönyi turmalin kristálykémiája

Valószínűleg az ásvány világos színe és a KOCH (1957) által közölt elemzésből kiolvasható Mg- és Fe-tartalom miatt (Mg > Fe) egyes publikációkba (SZAKÁLL et al. 2005, 2012) a nagybörzsönyi turmalin drávitként vonult be. Abból a célból, hogy az ásvány kristálykémiáját meghatározzuk és fajszintű besorolását lehetővé tegyük, elektron-mikroszondás elemzéseket készítettünk az üregekben fenn-nőtt szálakként megjelenő turmalinról *(I. táblázat)*.

Mivel az általunk használt elektron-mikroszondával nem tudjuk mérni a turmalinokban a fluornál könnyebb elemeket (hidrogén, lítium és bór), valamint a vas vegyértékállapotáról sem kapunk információt, ezért a képletszámításnál a HENRY & DUTROW (1996) által leírt normalizációs eljárást alkalmaztuk. Először is azt feltételezzük, hogy a bór mennyisége 3 *apfu* (*apfu* = atoms per formula unit = atom per képletegység), vagyis teljesen betölti a *B*-pozíciót, és e mennyiség felett további bórt nem tartalmaz a minta. Második feltételezésünk, hogy az OH és a F együttes mennyisége 4 *apfu*, így a fluor-tartalom ismeretében a H_2O-tartalom számolható. Harmadszor azt feltételezzük, hogy a nagybörzsönyi turmalin nem tartalmaz lítiumot. Ezt azért tehetjük meg, mert megfigyelések szerint azokban a Mg-tartalmú turmalinokban, ahol Mg > kb. 0,02 *apfu*, nincs lítium (HENRY & DUTROW 1996). Végezetül azt feltételezzük, hogy az összes vas két vegyértékű állapotban van jelen a mintánkban.

A fenti normalizációs eljárással számolt B_2O_3- és H_2O-tartalmakat feltüntettük az *I. táblázat*ban. Ezek után a 31 anionra számolt kationokat kellet elosztanunk a különböző kristályszerkezeti pozíciók között. A kation-elosztási procedúra a következő (lásd pl. HENRY et al. 2011): 1. az összes

Si a *T*-pozícióba kerül; 2. ha a Si mennyisége 6 *apfu* alatt volt, akkor a *T* maradék helyeit Al-mal töltöttük fel; 3. a *Z*-pozíciót teljesen Al tölti be; 4. a maradék Al megy az *Y*-pozícióba, kiegészítve még a Ti, Mg, Mn és Fe kationokkal; 5. a Na, K és Ca az *X*-pozícióba kerül. Az így elosztott kationok számát is feltüntettük az *I. táblázat*ban.

Ezek után jellemezzük a nagybörzsönyi turmalin kristálykémiáját. Az *X*-pozíciót vizsgálva láthatjuk, hogy betöltöttsége nagyon alacsony, az összes alkálifém (Na + K) mennyisége (0,24–0,37 *apfu*) minden elemzésben alatta marad a betöltetlen kationhelyek számának (0,45–0,67 *apfu*). Így a nagybörzsönyi ásvány az *X*-kationban hiányos turmalinok csoportjába tartozik *(5. ábra)*.

Ha az *Y*-pozíciót vizsgáljuk, akkor azt látjuk, hogy az *X*-ben lévő kationhiány miatt, a töltéskiegyenlítés végett jelentős mennyiségű Al (0,77–0,91 *apfu*) épült ide be. Az ásványról

I. táblázat. A nagybörzsönyi turmalin elektron-mikroszondás elemzései tömegszázalékban. Az elemzéseket az Y-pozícióban csökkenő vastartalom szerint közöljük (foitit: 1–6, magneziofoitit: 7–18 oszlopok)

Table I. *Electron-microprobe analyses of tourmaline from Nagybörzsöny in weight per cent arranged in decreasing iron content at the Y site (foitite: 1–6, magnesiofoitite: 7–18 columns)*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO_2	35,70	35,40	36,54	36,37	35,83	36,57	36,17	35,66	35,06
TiO_2	0,00	0,09	0,07	0,06	0,14	0,01	0,08	0,12	0,06
B_2O_3*	10,55	10,50	10,63	10,60	10,67	10,64	10,60	10,71	10,54
Al_2O_3	35,60	35,46	35,84	35,60	36,44	36,02	35,85	36,46	36,21
MgO	3,63	4,21	3,74	4,06	4,18	3,73	4,13	4,89	4,66
CaO	0,44	0,48	0,34	0,40	0,58	0,34	0,48	0,57	0,70
MnO	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO**	9,11	7,95	7,87	7,53	7,55	7,39	7,32	7,13	6,74
Na_2O	0,92	1,01	0,87	0,95	0,93	1,15	0,88	1,15	1,08
K_2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F	0,00	0,00	0,00	0,28	0,57	0,00	0,19	0,00	0,00
H_2O***	3,64	3,62	3,67	3,53	3,41	3,67	3,57	3,69	3,64
-O=F	0,00	0,00	0,00	-0,12	-0,24	0,00	-0,08	0,00	0,00
Σ	**99,59**	**98,77**	**99,57**	**99,26**	**100,06**	**99,53**	**99,19**	**100,38**	**98,69**
Ionszámok 31 (O, OH, F) anionra / Ion numbers based on 31 (O, OH, F) anions									
Si	5,88	5,86	5,97	5,96	5,84	5,97	5,93	5,79	5,78
Al	0,12	0,14	0,03	0,04	0,16	0,03	0,07	0,21	0,22
Σ*T*	**6,00**	**6,00**	**6,00**	**6,00**	**6,00**	**6,00**	**6,00**	**6,00**	**6,00**
B	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Σ*B*	**3,00**	**3,00**	**3,00**	**3,00**	**3,00**	**3,00**	**3,00**	**3,00**	**3,00**
Al	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Σ*Z*	**6,00**	**6,00**	**6,00**	**6,00**	**6,00**	**6,00**	**6,00**	**6,00**	**6,00**
Ti	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,02	0,01
Al	0,79	0,77	0,88	0,84	0,84	0,90	0,85	0,76	0,82
Mg	0,89	1,04	0,91	0,99	1,02	0,91	1,01	1,18	1,15
Mn	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe^{2+}	1,26	1,10	1,08	1,03	1,03	1,01	1,00	0,97	0,93
Σ*Y*	**2,94**	**2,93**	**2,88**	**2,87**	**2,91**	**2,82**	**2,87**	**2,93**	**2,91**
Ca	0,08	0,09	0,06	0,07	0,10	0,06	0,08	0,10	0,12
Na	0,29	0,32	0,28	0,30	0,29	0,36	0,28	0,36	0,35
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
[]	0,63	0,59	0,66	0,63	0,61	0,58	0,64	0,54	0,53
Σ*X*	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**
OH	4,00	4,00	4,00	3,86	3,71	4,00	3,90	4,00	4,00
F	0,00	0,00	0,00	0,14	0,29	0,00	0,10	0,00	0,00
Σ*V+W*	**4,00**	**4,00**	**4,00**	**4,00**	**4,00**	**4,00**	**4,00**	**4,00**	**4,00**

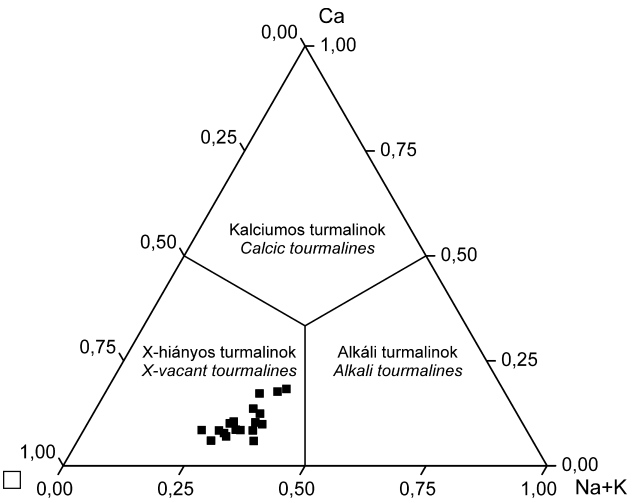
I. táblázat folyt.
Table I. *cont.*

	10	11	12	13	14	15	16	17	18
SiO_2	36,48	36,00	36,76	36,23	36,47	36,00	35,15	35,54	34,78
TiO_2	0,09	0,04	0,11	0,09	0,09	0,10	0,13	0,10	0,09
B_2O_3*	10,77	10,60	10,85	10,67	10,81	10,78	10,64	10,73	10,66
Al_2O_3	36,83	35,95	37,20	36,28	36,95	36,96	36,56	37,43	37,26
MgO	4,64	4,77	4,76	4,92	5,15	5,70	6,35	5,85	6,38
CaO	0,49	0,48	0,50	0,60	0,60	0,79	1,01	0,99	1,05
MnO	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
FeO**	6,50	6,06	5,91	5,62	5,56	4,98	3,92	3,63	3,52
Na_2O	0,78	1,10	1,01	0,95	1,11	1,04	1,12	1,02	1,17
K_2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H_2O***	3,72	3,66	3,74	3,68	3,73	3,72	3,67	3,70	3,68
-O=F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Σ	**100,30**	**98,65**	**100,85**	**99,07**	**100,49**	**100,07**	**98,57**	**98,99**	**98,60**
Ionszámok 31 (O, OH, F) anionra / Ion numbers based on 31 (O, OH, F) anions									
Si	5,89	5,91	5,89	5,90	5,86	5,80	5,74	5,76	5,67
Al	0,11	0,09	0,11	0,10	0,14	0,20	0,26	0,24	0,33
Σ*T*	**6,00**	**6,00**	**6,00**	**6,00**	**6,00**	**6,00**	**6,00**	**6,00**	**6,00**
B	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Σ*B*	**3,00**	**3,00**	**3,00**	**3,00**	**3,00**	**3,00**	**3,00**	**3,00**	**3,00**
Al	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Σ*Z*	**6,00**	**6,00**	**6,00**	**6,00**	**6,00**	**6,00**	**6,00**	**6,00**	**6,00**
Ti	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
Al	0,89	0,85	0,91	0,87	0,86	0,82	0,78	0,91	0,83
Mg	1,12	1,17	1,14	1,20	1,23	1,37	1,55	1,41	1,55
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe^{2+}	0,88	0,83	0,79	0,77	0,75	0,67	0,54	0,49	0,48
Σ*Y*	**2,90**	**2,86**	**2,85**	**2,85**	**2,85**	**2,87**	**2,89**	**2,82**	**2,87**
Ca	0,09	0,08	0,09	0,11	0,10	0,14	0,18	0,17	0,18
Na	0,24	0,35	0,31	0,30	0,35	0,32	0,35	0,32	0,37
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00
[]	0,67	0,57	0,60	0,59	0,55	0,54	0,47	0,51	0,45
Σ*X*	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**
OH	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Σ*V+W*	**4,00**	**4,00**	**4,00**	**4,00**	**4,00**	**4,00**	**4,00**	**4,00**	**4,00**

* B_2O_3 a sztöchiometrikus összetételből számolva: B = 3 apfu. / B_2O_3 calculated from stoichiometry: B = 3 apfu.
** Az összes vasat FeO-ként vettük figyelembe. / Total iron was regarded as FeO.
*** H_2O a sztöchiometrikus összetételből számolva: OH + F = 4 apfu. / H_2O calculated from stoichiometry: OH + F = 4 apfu.

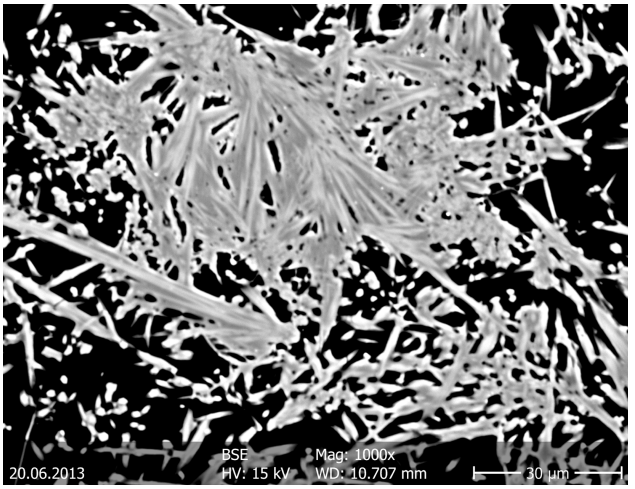
készült visszaszórtelektron-képen *(6. ábra)* jól látható a turmalin kémiai zónássága. Ennek alapvető oka az *Y*-pozícióban lévő vas és magnézium változó arányú beépülése, azaz egymást történő helyettesítése *(7. ábra)*. A visszaszórtelektron-képből nem a legjobban vehető ki, de a turmalinszálak közepe vasban, míg szegélye magnéziumban gazdagabb. Az *Y*-pozícióba még elhanyagolható mennyiségű titán épül be, a mangán mennyisége a detektálási küszöb alatt van.

Meg kell jegyezzük, hogy az *Y*-pozíció betöltöttsége minden mérés esetén az ideális 3 *apfu* alatt maradt (2,82–2,94), vagyis 0,06–0,18 *apfu* közötti kationhiány mérhető. Ilyen esetben az egyik eljárás az, hogy az üres kationok helyét lítiummal töltjük be (lásd pl. Henry et al. 2011). A nagybörzsönyi turmalin esetében azonban ezt semmi sem indokolja; egyrészt a magas Mg-tartalom teszi valószerűtlenné komolyabb mennyiségű Li beépülését (lásd előbb),



5. ábra. A nagybörzsönyi turmalin X-kation tartalma a fő turmalincsoportok háromszögdiagramjában ábrázolva

Figure 5. *X-cation content of the Nagybörzsöny tourmaline plotting in the ternary diagram of the primary tourmaline groups*

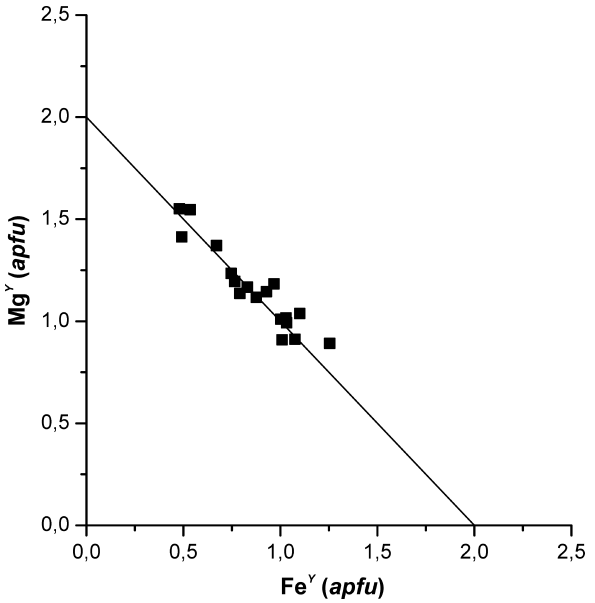


6. ábra. A nagybörzsönyi turmalin visszaszórtelektron-képe. Fehér: foitit, szürke: magneziofoitit, fekete: műgyanta

Figure 6. *BSE image of tourmaline from Nagybörzsöny. White: foitite, grey: magnesio-foitite, black: epoxy resin*

másrészt pedig a rózsa-hegyi ércesedés geokémiai vizsgálata sem mutatott ki jelentősebb Li-dúsulást (NAGY 1971). Ugyanakkor ilyen mértékű kationhiány viszonylag gyakran előfordul más lelőhelyeken is (lásd pl. UHER et al. 2009). Az a kérdés még felvethető, hogy a képletszámítási procedúránál nem lenne-e szerencsésebb először az *Y*-pozíciót teljesen feltölteni alumíniummal, s ekkor a kationhiány a *Z*-pozícióra esne. BOSI (2010) kötésvegyérték-számításai alapján a turmalin szerkezetében az oktaéderes vakanciák az *Y*-pozíciót preferálják a *Z*-vel szemben, s ez indokolja, hogy a teljes betöltöttséget a *Z*-pozícióban feltételezzük.

Végezetül az is lehetséges, hogy az *Y*-ban nincs sem kationhiány, sem Li-beépülés, hanem a turmalinunk valamelyest oxidált, vagyis a *V*- és *W*-pozíciókban van némi O^{2-}-beépülés, azaz a képletszámításnál alkalmazott OH + F = 4 *apfu* feltételezés nem állja meg a helyét. Ha ez így van, akkor a turmalin képletét nem célszerű 31 anionra normálnunk,



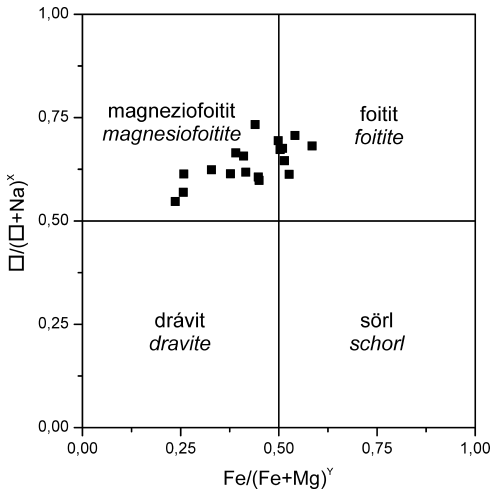
7. ábra. A nagybörzsönyi turmalinban lévő Mg-Fe helyettesítés diagramja. A folytonos vonal az ideális korrelációt mutatja $(Mg + Fe)^Y$ = 2 apfu esetére

Figure 7. *Diagram of the Mg-Fe substitution in tourmaline from Nagybörzsöny. Solid line is the ideal correlation for* $(Mg + Fe)^Y = 2$ *apfu*

hanem a $T + Z + Y = 15$ kationra történő képletszámítás ad jobb eredményeket. A nagybörzsönyi turmalinra kiszámoltuk a képletet 15 kationra is, azonban az adatokat helytakarékosságból nem közöljük. A legnagyobb különbség természetesen az O-tartalomban volt a 31 anionra számolt képletekhez képest, ugyanis O^{V+W} = 0,44 és 0,67 *apfu* között változott. Érdemes még megjegyezni, hogy a 15 kationra számolt képletek esetében egyes elemzési pontokban a Si mennyisége meghaladja a 6 *apfu*-t; mivel ez kevéssé valószínű, ezért az *I. táblázat*ban a 31 anionra számolt képleteket preferáltuk.

Külön figyelmet érdemelhet még az a kérdés, hogy a nagybörzsönyi turmalinban a vas egy része vajon lehet-e háromvegyértékű. A KOCH (1957) által közölt elemzés alapján a $Fe^{3+}/(Fe^{2+} + Fe^{3+})$ arány 0,73, vagyis eszerint a vas közel háromnegyed része háromvegyértékű formában van jelen. Az általunk közölt elemzésben, mint azt az *I. táblázat*ban jeleztük, az összes vasat két vegyértékűnek számoltuk. Saját mért adatok híján csak feltételezésekre bocsátkozhatunk e kérdést illetően. Mivel az *Y*-pozícióban — mint fentebb jeleztük — némi kationhiány mérhető (ha 31 anionra számoljuk a képletet), ezért jelentősebb mennyiségű Fe^{3+} beépülése nem valószínű, mert az csak tovább növelné a kationhiányt. Ha a 15 $Y + Z + T$ kationra számolt képletekből indulunk ki, ahol a $V + W$ pozíciókban mért oxigén 0,44 és 0,67 *apfu* között változott (lásd fent), vagyis a kationoknál jelentősnek mondható pozitív töltésfelesleg mutatkozott; ez szintén nem valószínűsít jelentősebb Fe^{3+}-beépülést, hiszen az csak fokozná a pozitív töltésfelesleget.

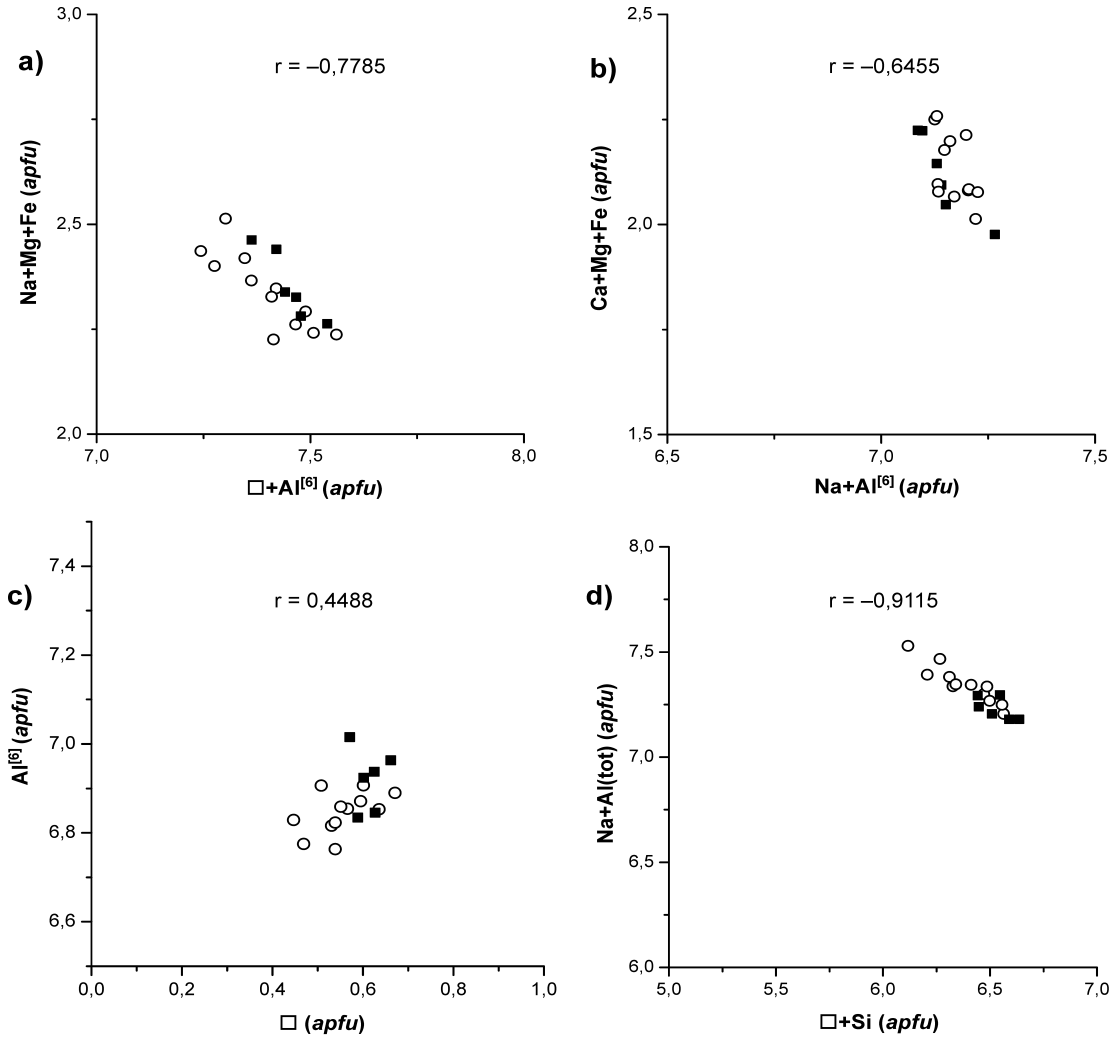
Vegyes kationbetöltés még a *T*-pozícióban fordul elő a nagybörzsönyi mintában, mivel a Si mennyisége mindig az ideális 6 *apfu* alatt marad (5,67–5,97 *apfu*). Emiatt a tetraéderes pozíció maradék kationhelyeit alumíniummal töltöttük fel.



8. ábra. A nagybörzsönyi turmalin kémiai összetétele a $Fe/(Fe + Mg)^Y$ – $[]/([] + Na)^X$ diagramban ábrázolva

Figure 8. *Chemical composition of tourmaline from Nagybörzsöny plotting in the diagram* $Fe/(Fe + Mg)^Y$ *vs.* $[]/([] + Na)^X$

Az elektron-mikroszondás elemzésekből, illetve a kationszámokból látható, hogy a nagybörzsönyi turmalin kémiája a sörl-drávit-foitit-magneziofoitit fajok által meghatározott összetételi mezőkben mozog *(8. ábra)*. Mivel az *X*-pozícióban a vakanciák mennyisége mindig meghaladta a Na mennyiségét, vagyis a []/(Na + []) > 0,5, ezért ásványunk a diagram felső, *X*-hiányos részében található. Az *Y*-pozícióban a Mg és Fe egymáshoz viszonyított mennyisége meglehetősen változó, a Fe/(Fe + Mg) arány 0,236 és 0,585 között mozgott. Emiatt az elemzési pontok egy része a magneziofoitit, míg másik része a foitit mezejébe esik. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a *8. ábra* által sugallt kémiai változatosság csak látszólagos. A visszaszórtelektron-kép *(6. ábra)* alapján a nagybörzsönyi turmalin kémiáját valószínűleg két, viszonylag szűk összetételi tartománnyal jellemezhető, egy Mg-gazdag és egy Fe-gazdag zóna határozza meg, melyek összetételét legjobban az *I. táblázat* 1. (Fe-dús) és 18. (Mg-dús) oszlopa jellemzi. A közbülső összetételek



9. ábra. A nagybörzsönyi turmalin összetételi diagramjai. a) A $[]+Al^{[6]}$ ábrázolása a Na+Mg+Fe függvényében; b) a $Na+Al^{[6]}$ ábrázolása a Ca+Mg+Fe függvényében; c) a vakanciák ábrázolása az $Al^{[6]}$ függvényében; d) a []+Si ábrázolása a Na+Al(tot) függvényében

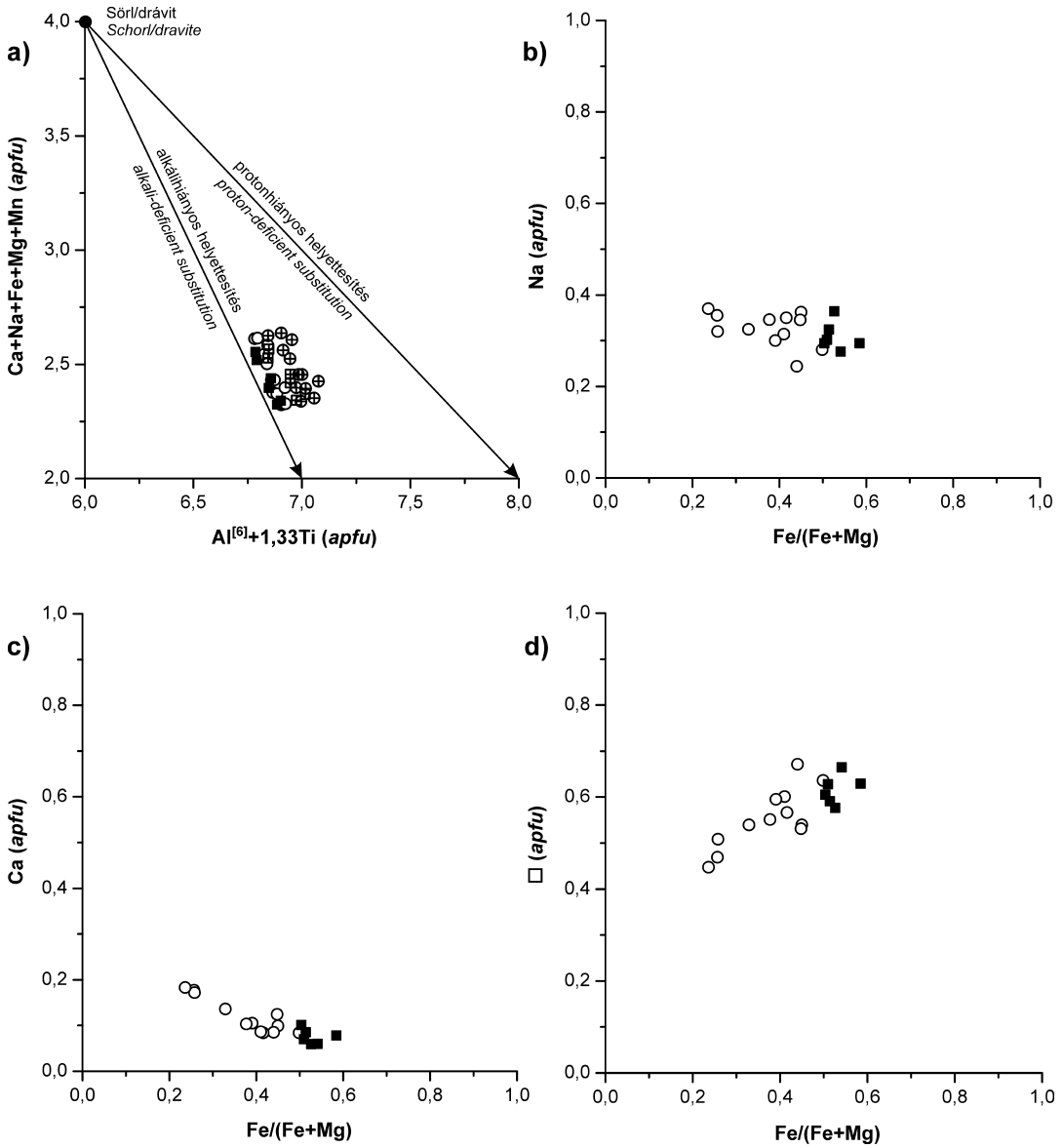
Rövidítés: r = korrelációs együttható. Jelmagyarázat: ■ – foitit, ○ – magneziofoitit (31 anionra)

Figure 9. *Diagrams of the chemical compositions of the Nagybörzsöny tourmaline. a)* $[]+Al^{[6]}$ *versus Na+Mg+Fe diagram; b)* $Na+Al^{[6]}$ *versus Ca+Mg+Fe diagram; c) vacancy versus* $Al^{[6]}$ *diagram; d) []+Si versus Na+Al(tot) diagram*

Abbreviation: r = correlation coefficient. Legend: ■ = foitite, ○ = magnesio-foitite (based on 31 anions)

attól függenek, hogy az elektronnyaláb által gerjesztett elemzési térfogatban a két zóna milyen arányban vett részt. Ugyanakkor ezek az elemzések a turmalinban működő helyettesítési mechanizmusokra is rávilágítanak.

A közönséges (gyakori), $Na(Fe, Mg)_3Al_6Si_6O_{18}(BO_3)_3(OH)_4$ összetételű sörl-drávit sorból a kationhiányos, $[][(Fe, Mg)_2Al]Al_6Si_6O_{18}(BO_3)_3(OH)_4$ összetételű foitit-magneziofoitit sorba párosított helyettesítéssel juthatunk el: az *X*-pozícióban a Na helyére „beépülő" vakanciák ([]) negatív töltésfelesleget eredményeznek, amit az *Y*-pozícióban a kétvegyértékű kationok (Fe^{2+}, Mg^{2+}) helyére beépülő alumínium egyenlíti ki; ezt legrövidebben a $[]AlNa_{-1}(Fe, Mg)_{-1}$ cserevektorral (BURT 1989) írhatjuk le. Ez a helyettesítési mechanizmus a nagybörzsönyi mintákon belül is működik (*9. ábra, a*), viszonylag magas korrelációs értékkel. Mivel egyes elemzési pontokban az ^{X}Ca mennyisége is számottevő (max. 0,18 *apfu*), ezért a NaAl $Ca_{-1}(Fe, Mg)_{-1}$ típusú helyettesítéssel is számolnunk kell. Ennek korrelációs együtthatója, így a turmalin összetételére gyakorolt hatása kisebb az előző helyettesítési mechanizmusnál *(9. ábra, b)*. Ennek oka a vakanciákhoz mérten alacsony Ca-tartalom. Ugyanakkor érdekes, hogy ha a vakanciák függvényében ábrázoljuk a hatos koordinációjú alumíniumot (*Y* + *Z* pozíciók), akkor már a korreláció elég gyenge *(9. ábra, c)*, ha viszont a tetraéderes (*T*) pozícióban lévő alumíniumot vesszük, a negatív korreláció sokkal erő-



10. ábra. A nagybörzsönyi turmalin összetételi diagramjai. a) Az $Al^{[6]}$+1,33Ti ábrázolása a Ca+Na+Fe+Mg+Mn függvényében; b) a Fe/(Fe+Mg) ábrázolása a Na függvényében; c) a Fe/(Fe+Mg) ábrázolása a Ca függvényében; d) a Fe/(Fe+Mg) ábrázolása a vakanciák függvényében

Jelmagyarázat: ■ – foitit, ○ – magneziofoitit (31 anionra); keresztes szimbólumok (10. ábra, a): kationszámok 15 Y+Z+T kationra számolva

Figure 10. *Diagrams of the chemical compositions of the Nagybörzsöny tourmaline. a) $Al^{[6]}$+1.33Ti versus Ca+Na+Fe+Mg+Mn diagram; b) Fe/(Fe+Mg) versus Na diagram; c) Fe/(Fe+Mg) versus Ca diagram; d) Fe/(Fe+Mg) versus vacancy diagram*

sebb. Ez egy ritka, turmalinokban (magneziofoititben) korábban csak a kanadai Athabasca-medencéből leírt (Rosenberg & Foit 2006), []$SiNa_{-1}Al_{-1}$ típusú helyettesítést jelez *(9. ábra, d)*.

Az oktaéderes *Y*-pozícióba az alumínium kétféle helyettesítés útján kerülhet: alkálihiányos helyettesítéssel, melyet — mint fentebb már jeleztük — a []$AlNa_{-1}(Fe, Mg)_{-1}$ cserevektorral írhatunk le, illetve ún. protonhiányos helyettesítéssel, melynél az $AlO(Fe, Mg)_{-1}(OH)_{-1}$ cserevektor „működik" (Trumbull & Chaussidon 1999). Ezt legjobban úgy szemléltethetjük, ha a turmalin Ca+Na+ Fe+ Mg+Mn-tartalmát ábrázoljuk az $Al^{[6]}$+1,33Ti függvényében. A *10. ábra a* részéből jól látszik, hogy a nagybörzsönyi turmalinban az ún. alkálihiányos helyettesítés dominál. Ez még akkor is így van, ha nem a 31 anionra, hanem a 15 $Y + Z + T$ kationra számolt összetételeket ábrázoljuk. Ez utóbbi esetben — természetszerűleg — némi eltolódás mutatkozik az összetételekben a protonhiányos helyettesítés felé. A fentiekből is látható, hogy a nagybörzsönyi turmalinban számos helyettesítési mechanizmus működik.

Megfigyelhető, hogy a kristályosodás előre haladtával, vagyis a Fe/(Fe + Mg) arány csökkenésével a nagybörzsönyi turmalin Na-tartalma nem változik *(10. ábra, b)*, ugyanakkor a Ca-tartalom kis növekedést mutat *(10. ábra, c)*, míg a vakanciák száma némileg csökken *(10. ábra, d)*.

Röntgen-diffrakciós vizsgálat

A nagybörzsönyi turmalin első leírásakor Koch (1957) említette, hogy a prágai Károly Egyetem Ásványtani, Kristálytani és Geokémiai Intézetében Karel Paděra vizsgálta meg röntgen-pordiffrakcióval a finom szálas anyagot. A felvételt, illetve a reflexiók adatait azonban nem közölte, csupán a Paděra által küldött információt osztotta meg, miszerint „a röntgen-vizsgálat is megerősíti, hogy az ásvány turmalin. A legerősebb vonalak (mind a *d*-értékek, mind pedig az intenzitások) jó egyezést mutatnak az irodalomban közölt adatokkal."

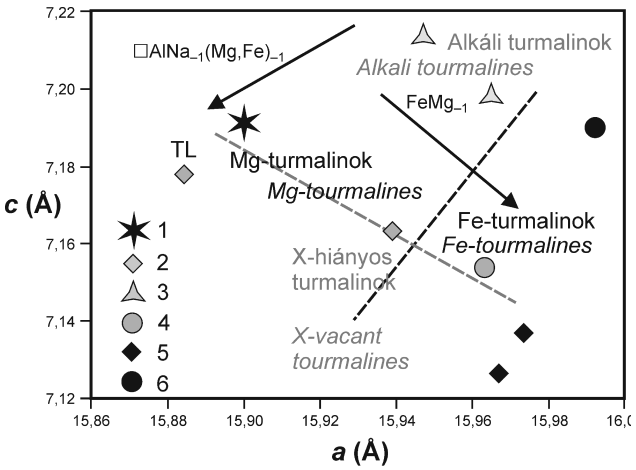
Az általunk Gandolfi-kamerával készített röntgen-diffrakciós felvétel adatait a *II. táblázat*ban közöljük, összehasonlítva a magneziofoitit típuslelőhelyének (Kyonosawa, Mitomi-mura, Higashi-Yamanashi-gun, Yamanashi-ken prefektúra, Honshu, Japán) anyagán mért adatokkal. A táblázatból jól látszik, hogy a nagybörzsönyi mintán nagyjából kétszer annyi reflexiót sikerült kimérnünk, mint amennyit a típuspéldányra közöltek. A pordiffrakciós adatokból a következő rácsállandókat számoltuk a nagybörzsönyi turmalinra: a = 15,901(6) Å; c = 7,190(4) Å, V = 1574(1) Å^3.

Uher et al. (2009) kapcsolatot találtak a turmalinokra (sörl, drávit, foitit, magneziofoitit) publikált rácsállandók és a kémiai összetételek között. Az összefüggéseket egy ábrán mutatták be *(11. ábra)*. Ha ezen a diagramon ábrázoljuk a nagybörzsönyi turmalin „a" cellaparaméterét a „c" rácsállandó függvényében, akkor azt látjuk, hogy az az alkáli és

II. táblázat. A nagybörzsönyi magneziofoitit(-foitit) röntgen-pordiffrakciós adatai

Table II. *X-ray powder diffraction data of magnesio-foitite(-foitite) from Nagybörz*söny

Turmalin Nagybörzsöny		Magneziofoitit Kyonosawa, Japán (Hawthorne et al. 1999)		*h*	*k*	*l*
d (Å)	Int. (%)	*d* (Å)	Int. (%)			
6,39	67	6,366	60	1	0	1
4,98	41	4,984	30	0	2	1
4,60	23	4,602	10	3	0	0
4,22	75	4,211	90	2	1	1
3,982	100	3,969	100	2	2	0
3,474	48	3,470	60	0	1	2
3,375	11	3,374	10	1	3	1
3,101	5			4	0	1
3,005	11			4	1	0
2,956	51	2,949	70	1	2	2
2,892	8			3	2	1
2,573	65	2,567	100	0	5	1
2,476	2			0	4	2
2,451	2			2	4	1
2,390	8			0	0	3
2,369	11			2	3	2
2,339	13	2,341	20	5	1	1
2,295	2			1	1	3
2,184	7			5	0	2
2,158	6			4	3	1
2,119	6			3	0	3
2,103	4			4	2	2
2,036	26	2,037	50	1	5	2
2,016	5			1	6	1
1,986	3			4	4	0
1,914	17	1,913	40	3	4	2
1,870	4			1	4	3
1,844	4			6	2	1
1,819	1			7	1	0
1,777	3	1,777	10	3	3	3
1,729	1			6	3	0
1,685	2			2	6	2
1,654	11	1,657	20	0	6	3
1,638	8	1,638	20	2	7	1
1,590	9	1,587	30	5	5	0
1,583	4			4	5	2
1,541	2			4	6	1
1,532	1			9	0	0
1,524	2			7	2	2
1,502	8	1,503	20	0	5	4
1,450	7			5	1	4
1,444	3			6	4	2
1,428	2			7	4	0
1,414	3			6	5	1
1,405	6	1,405	20	2	0	5
1,400	2			6	3	3
1,353	3	1,350	10	10	0	1
1,338	1			5	6	2
1,325	4	1,323	10	6	6	0
1,306	4	1,305	10	10	1	0
1,302	2			8	3	2
1,273	5	1,273	20	8	2	3
1,269	4			2	9	2

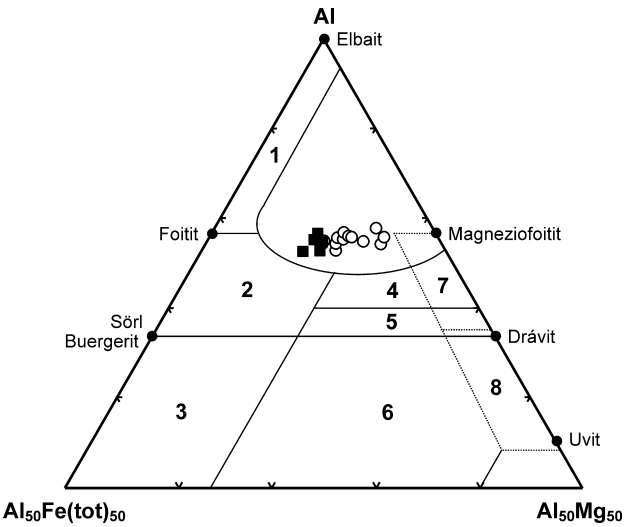


11. ábra. Az „a" és „c" rácsállandókat összehasonlító diagram, az *X*-hiányos, alkáli, Fe- és Mg-tartalmú turmalinok tapasztalati úton meghatározott mezőivel (Uher et al. 2009 alapján)

Jelmagyarázat: 1 – nagybörzsönyi turmalin (jelen tanulmányból), 2 – magneziofoitit, 3 – drávit, 4 – X-hiányos sörl, 5 – foitit, 6 – sörl, TL = a magneziofoitit típuslelőhelye

Figure 11. *Plot comparing lattice parameters "a" vs. "c" with empirically placed fields for X-vacant, alkali, Fe- and Mg-bearing tourmalines (after Uher et al. 2009)*

Legend: 1 – tourmaline from Nagybörzsöny (this study), 2 – magnesio-foitite, 3 – dravite, 4 – X-vacant schorl, 5 – foitite, 6 – schorl, TL = type locality for magnesio-foitite



12. ábra. A nagybörzsönyi turmalin összetételének ábrázolása az Al–Fe(tot)–Mg (AFM) diagramban (Henry & Guidotti 1985 alapján)

1 – Li-gazdag granitoid pegmatitok és aplitok; 2 – Li-szegény granitoidok és a hozzájuk kapcsolódó pegmatitok és aplitok; 3 – Fe^{3+}-gazdag kvarc-turmalin kőzetek (hidrotermásan átalakult gránitok); 4 – egy Al-ban telített fázissal koegzisztens metapélitek és metapszammitok; 5 – Al-ban telített fázissal nem koegzisztens metapélitek és metapszammitok; 6 – Fe^{3+}-gazdag kvarc-turmalin kőzetek, Ca-szilikát kőzetek és metapélitek; 7 – alacsony Ca-tartalmú metaultramafitok és Cr-V-gazdag metaszedimentek; 8 – metakarbonátok és metapiroxenitek

Figure 12. *Composition of the Nagybörzsöny tourmaline plotted in the Al-Fe(tot)-Mg (AFM) diagram (after Henry & Guidotti 1985)*

1 – Li-rich granitoid pegmatites and aplites; 2 – Li-poor granitoids and their associated pegmatites and aplites; 3 – Fe^{3+}-rich quartz-tourmaline rocks (hydrothermally altered granites); 4 – metapelites and metapsammites coexisting with an Al-saturating phase; 5 – metapelites and metapsammites not coexisting with an Al-saturating phase; 6 – Fe^{3+}-rich quartz-tourmaline rocks, Ca-silicate rocks, and metapelites; 7 – low-Ca metaultramafics and Cr-V-rich metasediments; 8 – metacarbonates and metapyroxenites

az *X*-hiányos turmalinok közötti határvonal közelébe esik a „magnéziumos" oldalon, közel a magneziofoitit típusásványára megadott értékhez: $a = 15{,}884(4)$ Å; $c = 7{,}178(3)$ Å, $V = 1568{,}0(6)$ Å^3 (Hawthorne et al. 1999).

Diszkusszió

A turmalin széles stabilitási tartománya, összetételi változékonysága és az átalakulással szembeni ellenállása hasznos geokémiai indikátorrá teszi az ásványt (pl. Henry & Guidotti 1985, Slack 1996). A turmalin összetételét főleg a fluidum és/vagy a mellékkőzet összetétele, illetve a koegzisztens fázisok közti kémiai egyensúly szabja meg. Alacsony fluidum/kőzet arányú rendszerekben a turmalin kémiáját főleg a protolit összetétele kontrollálja, viszont magas fluidumáramlási rendszerekben általában a fluidumfázis állítja be (Slack & Trumbull 2011). A nagybörzsönyi turmalin hidrotermás oldatokból vált ki, így összetételének kialakításában egyértelműen a fluidumfázis kémiája játszotta a vezető szerepet. Erre utal az is, hogy az AFM-diagramban ábrázolt összetételi pontok a nem értelmezhető mezőbe esnek *(12. ábra)*, így a mellékkőzetnek nem lehetett nagy hatása a nagybörzsönyi turmalin összetételére.

A nagybörzsönyihez hasonlóan a világ más lelőhelyein előforduló magneziofoititek és foititek — hacsak nem összetett turmalinszemcsék egyes zónáit alkotják — szintén tűs kristályokat képeznek, mint pl. a kapkai (Remetevasgyár = Remetské Hámre, Szlovákia) magneziofoitit (Fehér et al. 2016). Ennek Bačík et al. (2015) szerint kristálykémiai okai vannak és az Al-tartalomnak tulajdonítják a főszerepet. Adataik szerint az *X*-hiányos turmalinok esetében a szálastűs habitus létrejöttéhez minimum 6,70 *apfu* Al-tartalom szükséges. Ennek oka, hogy az Al a turmalinban a *Z*-oktaédereket preferálja, melyek láncokat alkotnak a *c*-tengellyel párhuzamosan. Ugyanakkor az *Y*-pozíciót preferáló kationok (Fe^{2+}, Mg) kisebb mennyisége valószínűleg azt eredményezi, hogy az YO_6-okataéderek — melyek a ZO_6-oktaéderekből álló láncokat kapcsolják össze — lassabban képződnek. Következésképpen, Al-gazdag környezetben feltételezhetjük, hogy a ZO_6-oktaéderek polimerizációja dominál az *a*-tengely irányú növekedés felett (Bačík et al. 2015), így a *c*-tengely szerint megnyúlt, tűs kristályok jönnek létre. Ilyen megfontolások alapján a nagybörzsönyi turmalin tűs habitusának kialakulásában ez a kristálykémiai tényező is szerepet játszhatott, hiszen a teljes Al-tartalom 6,88 és 7,16 *apfu* között mozgott.

Ugyanakkor a kristályosodási ráta, illetve a kristályosodás időtartama — melyek főleg a hőmérséklettől és a hűlési rátától függenek — szintén fontos tényezők a kristályok habitusának kialakulásában. Gyors kristályosodás esetén — mint az Nagybörzsönyben is feltételezhető — nincs elég idő arra, hogy a kristály a lassabb növekedés irányában (turmalin esetében az *a*-tengely irányában) is növekedjen, ezért a *c*-tengely szerint megnyúlt, tűs habitusú turmalinkristályok fognak képződni.

A turmalin képződésekor uralkodó hőmérséklet- és nyomásviszonyokra Vetőné Ákos (1982) zárványvizsgálatai-

ból következtethetünk. Mivel a turmalin a második ércesedési szakasz ásványaiban (kvarc, kalcit, sziderit, pirrhotin, szfalerit; lásd KOCH 1957) zárványként előfordul, ezért azok képződési hőmérsékleténél (160–260 °C) magasabb hőfokon jöhetett létre.

A turmalinok főelem-összetétele a képződési hőmérsékletnek nem túl jó indikátora. Alacsony fokon metamorfizált metapélites kőzetek turmalinjaiban HENRY & DUTROW (1996) kapcsolatot talált a képződési hőmérséklet és az *X*-pozícióban lévő vakanciák száma között. Azt figyelték meg, hogy a $[]^X$ mennyisége 0,6-ról 0,3 *apfu*-ra csökkent, amint a képződési hőmérséklet 200 °C-ról 650 °C-ig növekedett. Hasonló eredményekre jutott VON GOERNE et al. (2001) Mg-turmalinok hidrotermás szintézisekor. A 200 MPa nyomáson végrehajtott szintézisek esetében a turmalin Na-tartalma az oldat kiinduló Na-tartalmától és a képződési hőmérséklettől függött. Ha a kiinduló oldatban a Na mennyisége nem haladta meg a turmalin képződéséhez szükséges sztöchiometrikus érték háromszorosát (Na_{eq} = 3), akkor a növekvő hőmérséklettel nőtt a turmalin Na-tartalma, ebből következően a vakanciák száma csökkent a következők szerint: Na_{eq} = 0,5-nél Na^X = 0,13 *apfu* (500 °C-on), 0,30 *apfu* (700 °C-on); Na_{eq} = 1-nél Na^X = 0,29 *apfu* (500 °C-on), 0,51 *apfu* (700 °C-on); Na_{eq} = 2-nél Na^X = 0,45 *apfu* (500 °C-on), 0,56 *apfu* (700 °C-on); végül Na_{eq} = 3-nál Na^X = 0,62 *apfu* (500 °C-on), 0,66 *apfu* (700 °C-on). A drávit szélső-taghoz közeli összetételt (Na^X = 0,95 *apfu*) akkor figyeltek meg, amikor a Na_{eq} mennyisége 4, a hőmérséklet pedig 500 °C volt. Ilyen Na-dús oldatból azonban már albit is kivált. Így elmondható, hogy a Na_2O-MgO-Al_2O_3-SiO_2-B_2O_3-H_2O-HCl rendszerben az alkáli turmalin (vagyis drávit, ahol $Na^X > 0,5$ *apfu*) képződéséhez a hidrotermás oldatban magas, a sztöchiometrikus értéknél — hőmérséklettől függően — legalább kétszer magasabb Na-tartalomra van szükség.

A nagybörzsönyi turmalinképző hidrotermás fluidum Na-tartalmára nincsenek adataink. VETŐNÉ ÁKOS (1982) ugyan közöl kvarcban és kalcitban lévő fluidzárványokra NaCl-koncentráció értékeket, azok az adatok azonban minden bizonnyal csak a NaCl-tartalommal ekvivalens sókoncentrációk. Érdekes, hogy ezek meglehetősen magas értékek: a kétfázisú (folyadék-gáz) zárványokban 7–12 t%, míg a háromfázisú zárványokban átlagosan 34 t%-ot mért. Utóbbiakban kősókristályok jelenlétét is valószínűsítette. Azon túlmenően, hogy ezekből az adatokból a hidrotermás oldat Na-koncentrációja nem számítható ki, további probléma, hogy ezeknek a fluidzárványoknak nincs bizonyítva a kapcsolata a turmalinképződéssel.

A turmalinképződés hőmérsékletéhez elvileg támpontot adhatnának a TiO_2-módosulatok, nevezetesen az a megfigyelés, hogy míg a rutil a turmalin mellett, azzal nagyjából egy időben képződött, addig az anatáz az eddigi megfigyelések szerint csak a turmalinszálakra nőve fordul elő, vagyis annál későbbi képződésű. Mivel turmalinszálakra nőve rutilt nem figyeltünk meg, azt is mondhatjuk, hogy a turmalin képződése után már csak anatázként kristályosodott a TiO_2. Így a turmalinképződés hőfokát a rutil-anatáz inverzió hőmérsékleténél húzhatjuk meg, nagyjából földfelszíni nyomás mellett (az uralkodó nyomás 10 MPa-nál kevesebb lehetett VETŐNÉ ÁKOS 1982 szerint). Ezt a hőmérsékletet „száraz" rendszer esetében 600 °C-nak adták meg DACHILLE et al. (1968), ami jóval magasabb, mint ami a nagybörzsönyi turmalin képződési hőmérsékletére feltételezhető. A fenti szerzők azonban megjegyezték, hogy ez az átalakulási hőmérséklet víz jelenlétében jelentősen (485 °C alá) csökkenhet. Mivel alacsonyabb hőmérsékleten (már az anatáz „stabilitási" mezejében) is képződhet rutil, feltételezték, hogy az anatáz minden hőmérsékleten metastabil lehet. Ezt később többen megerősítették. SMITH et al. (2009) szerint az anatáz csak apró krisztallitokban stabil TiO_2-fázis viszonylag alacsony hőmérsékleteken és nyomásokon, de a 14 nm-nél nagyobb kristályoknak már nincs *P-T* stabilitási mezejük (legalábbis az egykomponensű TiO_2-rendszerben). Mindezek okán a nagybörzsönyi anatáz megjelenéséből csak azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a turmalin alacsony hőmérsékleten és nyomáson, magas víztartalmú rendszerben vált ki.

Érdemes még némi figyelmet szentelnünk az anatázkristályok morfológiájának. A legtöbb lelőhelyen az anatáz {101} szerinti meredek dipiramisos kristályokat alkot, melyeken legfeljebb csak kis méretben fejlődnek ki a {001} bázislapok. Ennek oka, hogy a termodinamikailag legstabilabb anatázkristályokon a B/A lenyesési arány (az A és B kristályélek értelmezését lásd a 3. ábrán) jellemző értéke 0,3–0,4 között mozog (DOZZI & SELLI 2013). Ez az érték a nagybörzsönyi anatázra (a 3. ábrán mért élhosszak alapján) 0,88, ami a jól fejlett {001} formának köszönhető. A {001} forma azonban nagyon reaktív, köszönhetően a felületén nagy sűrűségben lévő, koordinálatlan Ti-atomoknak valamint a felületi atomok nagyon feszes konfigurációjának. Emiatt a {001} szerint táblás anatázkristályok bizonyos kémiai reakciókat katalizálhatnak, így előállításuk számos iparágban jelentőséggel bír. DOZZI & SELLI (2013) kísérletei azt igazolták, hogy az anatáz fluorozása stabilizálja a {001} formát az {101}-hez képest, magyarán a legnagyobb lenyesési arányt (B/A) úgy lehet elérni, ha az anatáz felületét fluorral kezelik. Ez felveti annak a lehetőségét, hogy a nagybörzsönyi turmalint (és anatázt) képző hidrotermás oldat jelentős F-tartalommal rendelkezhetett. KOCH (1957) által a turmalinra közölt kémiai elemzésben is elég magas, 1,10 t% F-tartalom szerepelt, ugyanakkor az új elektronmikroszondás mérések ezt nem támasztották alá. Bár mint korábban írtuk, a nagybörzsönyi turmalin kémiáját döntően a hidrotermás fluidum összetétele határozhatta meg, ez nem feltétlenül igaz a F-tartalomra. HENRY & DUTROW (2011) adatai ugyanis arra utalnak, hogy kristályszerkezeti okokból az *X*-hiányos turmalinokba a fluor csak nagyon korlátozott mennyiségben (pl. $[]^X > 0,6$ *apfu* esetében F < 0,15 *apfu*) tud beépülni, függetlenül az ásványosító rendszer kémiájától.

Már FRONDEL & COLLETTE (1957) leírta, hogy turmalint savanyú kémhatású oldatokból lehet szintetizálni, lúgos oldatokból nem képződik. Ezt LONDON (2011) is megerősítette, aki szerint a turmalin stabilitása neutrális vagy savas oldatokra korlátozódik; magas alkalinitás mellett a turmalin instabil, helyette albit és Na-amfibolok képződnek. Ilyen

formán a nagybörzsönyi turmalin is savas kémhatású hidrotermás oldatból vált ki, melyet még az anatáz morfológiája is megerősít, mivel lúgos oldatokból képződött anatázon az {100} forma lapjai is megjelennek (DOZZI & SELLI 2013), melyeket a nagybörzsönyi anatázon nem figyeltünk meg.

A nagybörzsönyi turmalin képződése során a legszembetűnőbb kémiai változás a Fe- és Mg-tartalomban lépett fel, vagyis a kezdetben Fe-gazdag turmalin (foitit) viszonylag hirtelen Mg-gazdag turmalinba (magneziofoititbe) ment át. Ezt azzal magyarázzuk, hogy az eleinte magmás forrásból — KORPÁS & LANG (1993) szerint egy mélységi dioritos intrúzióból — származó, Fe-gazdag hidrotermák keveredhettek a leszivárgó, Mg-ban gazdag felszíni vizekkel. Ezek a felszíni vizek azonban nemcsak Mg-ban, hanem Ca-ban is gazdagabbak voltak, ennek köszönhető, hogy a magneziofoititek Ca-tartalma magasabb, mint a foititeké *(10. ábra, c)*, s így lényegében változatlan Na-tartalom *(10. ábra, b)* mellett a vakanciák száma csökkenést mutat *(10. ábra, d)* a kristályosodás előre haladtával. Ez utóbbi trend — vagyis hogy a hőmérséklet csökkenésével a vakanciák száma csökken — ellentétes a HENRY & DUTROW (1996) által leírtakkal, illetve VON GOERNE et al. (2001) kísérletében tapasztaltakkal, azt jelezve, hogy a nagybörzsönyi turmalin összetételének kialakulásában a hőmérsékletnek jóval kisebb szerepe volt, mint az ásványosító oldatok összetételének. Nagybörzsönyben a hidrotermás fluidumok csapadékvizekkel való keveredését egyébként VETŐNÉ ÁKOS (1982) is valószínűsítette. Külföldi analógiaként pedig a kanadai Kidd Creek érctelepet lehet felhozni, ahol a hidrotermás turmalinkristályokban a magtól a szegélyek felé haladva a Fe/(Fe+Mg) arány csökkenését leszivárgó tengervizek magas Mg-tartalmával magyarázták (SLACK & COAD 1989).

KOCH (1957), majd később NAGY (1971) úgy vélte, hogy Nagybörzsönyben a hidrotermák felhatolása zárt hasadékrendszerben történt. A forró vizes oldatok kisebb repedések hálózatán keresztül nyomultak fel, elbontva a mellékkőzetet. A preformált hasadékok hiánya miatt a rendszerben uralkodó nyomás sokkal nagyobb volt, mint amilyen a hidrotermás telérek keletkezésénél általában lenni szokott. Így a magas hőmérséklet és az átlagosnál nagyobb nyomás magyarázza a vulkáni kőzetek kíséretében fellépő érces telérekben a turmalin megjelenését. Ennek ellentmond VETŐNÉ ÁKOS (1982) adata, mely szerint a terület ércesedése idején valószínűsíthető nyomás 100 barnál (10 MPa) kisebb volt. Ha elfogadjuk az előző bekezdésben leírtakat, miszerint a turmalin zónásságát a hidrotermás oldatok és a leszivárgó vizek keveredése okozta, akkor VETŐNÉ ÁKOS (1982) megállapítása lehet helytálló és számolnunk kell preformált hasadékok jelenlétével. Bár atmoszférikus nyomáson még nem szintetizáltak turmalint — LONDON (2011) szerint 45–50 MPa volt a legkisebb fluidumnyomás, amely mellett sörldrávitot hoztak létre —, HENRY & DUTROW (1996) szerint a törmelékes turmalinszemcséken megfigyelt diagenetikus és epigén továbbnövekedések arra utalnak, hogy a turmalin stabil fázis felszíni, vagy felszínközeli feltételek mellett. Így képződéséhez a hidrotermás környezetek átlagos nyomásviszonyai megfelelőek.

Összegzés

Az előzőeket összefoglalva a nagybörzsönyi hidrotermás turmalinnal kapcsolatban a következő megállapításokat tehetjük:

1. A szálas kristályok zónás felépítésűek; a kristályok magja foitites, míg szegélye magneziofoitites összetételű. E két turmalinfaj korábban ismeretlen volt Magyarország területéről.

2. A turmalin hidrotermás oldatból vált ki, melynek hőmérséklete 260 °C fölött lehetett.

3. A képződő turmalin kémiáját elsősorban a hidrotermás oldat összetétele határozta meg, ebben a tekintetben a mellékkőzetek összetétele, illetve az uralkodó hőmérséklet- és nyomásviszonyok csak másodrangúak voltak.

4. Egyedüli kivétel a 3. pont alól a hidrotermás oldat feltételezhetően számottevő fluor-tartalma lehetett, mely kristályszerkezeti okokból nem tudott jelentősebb mennyiségben beépülni a turmalinba.

5. A kristályokon megfigyelhető kémiai zónásság elsősorban a Fe ↔ Mg helyettesítésből ered. A zónásság oka az lehet, hogy a hidrotermás oldatok összetételét a leszivárgó csapadékvíz megváltoztatta.

6. A turmalin tűs habitusa is kristálykémiai okokra vezethető vissza, ugyanis a magas Al-tartalom és a viszonylag alacsony Fe+Mg-tartalom a *c*-tengely irányában való gyors növekedését segítette elő.

7. A turmalin képződéséhez nem szükséges magas nyomást, így zárt hasadékrendszert feltételeznünk. Valószínűleg jelen voltak preformált hasadékok, melyeken keresztül a hidrotermás oldatok és a leszivárgó vizek keveredése megvalósult.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom DÓDONY Istvánnak (ELTE Ásványtani Tanszék, Budapest) és egy anonim lektornak, akik hasznos tanácsaikkal hozzájárultak a cikk szakmai színvonalának növeléséhez. DEBUS Déliának (Miskolci Egyetem, Ásványtani-Földtani Intézet) a vizsgált felületi csiszolatok elkészítését köszönöm.

Irodalom — References

BAČÍK, P., ERTL, A., ŠTEVKO, M., GIESTER, G. & SEČKÁR, P. 2015: Acicular zoned tourmaline (magnesio-foitite to foitite) from a quartz vein near Tisovec, Slovakia: The relationship between crystal chemistry and acicular habit. — *Canadian Mineralogist* **53,** 221–234. https://doi.org/10.3749/canmin.1400085

BOSI, F. 2010: Octahedrally coordinated vacancies in tourmaline: a theoretical approach. — *Mineralogical Magazine* **74,** 1037–1044. https://doi.org/10.1180/minmag.2010.074.6.1037

BUDAI T. & SÍKHEGYI F. 2005: *Magyarország földtani térképe. L-34-2 Dorog (Esztergom)*. 1:100 000. — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.

BURT, D. M. 1989: Vector representation of tourmaline compositions. — *American Mineralogist* **74,** 826–839.

CSILLAGNÉ TEPLÁNSZKY E., CSONGRÁDI J., KORPÁS L., PENTELÉNYI L. & VETŐNÉ ÁKOS É. 1983: A Börzsöny hegység központi területének földtani felépítése és ércesedése. — *MÁFI Évi Jelentése az 1981. évről*, 77–127.

DACHILLE, F., SIMONS, P. Y. & ROY, R. 1968: Pressure-temperature studies of anatase, brookite, rutile and TiO_2-II. — *American Mineralogist* **53,** 1929–1939.

DOZZI, M. V. & SELLI, E. 2013: Specific facets-dominated anatase TiO_2: Fluorine-mediated synthesis and photoactivity. — *Catalysts* **3,** 455–485. https://doi.org/10.3390/catal3020455

ERDÉLYI J., KOBLENCZ V. & TOLNAY, V. 1957: A nagybörzsönyi agyagásvány és az ércesedés néhány újabb kísérőásványa. — *Földtani Közlöny* **87,** 400–418.

FEHÉR, B., SZAKÁLL, S., KRISTÁLY, F. & ZAJZON, N. 2016: Mineralogical mosaics from the Carpathian–Pannonian region 3. — *Földtani Közlöny* **146,** 47–60.

FOIT, F. F., JR. & ROSENBERG, P. E. 1979: The structure of vanadium-bearing tourmaline and its implications regarding tourmaline solid solutions. — *American Mineralogist* **64,** 788–798.

FRONDEL, C. & COLLETTE, R. L. 1957: Synthesis of tourmaline by reaction of mineral grains with $NaCl$-H_3BO_3 solution, and its implications in rock metamorphism. — *American Mineralogist* **42,** 754–758.

GOERNE VON , G., FRANZ, G. & HEINRICH, W. 2001: Synthesis of tourmaline solid solutions in the system Na_2O-MgO-Al_2O_3-SiO_2-B_2O_3-H_2O-HCl and the distribution of Na between tourmaline and fluid at 300 to 700 °C and 200 MPa. — *Contributions to Mineralogy and Petrology* **141,** 160–173. https://doi.org/10.1007/s004100100243

HAWTHORNE, F. C., SELWAY, J. B., KATO, A., MATSUBARA, S., SHIMIZU, M., GRICE, J. D. & VAJDAK, J. 1999: Magnesiofoitite, $[](Mg_2Al)Al_6(Si_6O_{18})(BO_3)_3(OH)_4$, a new alkali-deficient tourmaline. — *Canadian Mineralogist* **37,** 1439–1443.

HENRY, D. J. & DUTROW, B. L. 1996: Metamorphic tourmaline and its petrologic applications. — In: GREW, E. S. & ANOVITZ, L. M. (eds): Boron. Mineralogy, petrology and geochemistry. — *Reviews in Mineralogy* **33,** 503–557.

HENRY, D. J. & DUTROW, B. L. 2011: The incorporation of fluorine in tourmaline: Internal crystallographic controls or external environmental influences? — *Canadian Mineralogist* **49,** 41–56. https://doi.org/10.3749/canmin.49.1.41

HENRY, D. J. & GUIDOTTI, C. V. 1985: Tourmaline as a petrogenetic indicator mineral: an example from the staurolite-grade metapelites of NW Maine. — *American Mineralogist* **70,** 1–15.

HENRY, D. J., NOVÁK, M., HAWTHORNE, F. C., ERTL, A., DUTROW, B. L., UHER, P. & PEZZOTTA, F. 2011: Nomenclature of the tourmaline-supergroup minerals. — *American Mineralogist* **96,** 895–913. https://doi.org/10.2138/am.2011.3636

HOLLAND, T. J. B. & REDFERN, S. A. T. 1997: Unit cell refinement from powder diffraction data: the use of regression diagnostics. — *Mineralogical Magazine* **61,** 65–77. https://doi.org/10.1180/minmag.1997.061.404.07

KOCH, S. 1957: Hydrothermal tourmaline from Nagybörzsöny. — *Acta Mineralogica-Petrographica* **10,** 47–50.

KOCH S. 1966: *Magyarország ásványai*. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 420 p.

KORPÁS L. (szerk.) 1998: *Magyarázó a Börzsöny és a Visegrádi-hegység földtani térképéhez*. — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.

KORPÁS, L. & LANG, B. 1993: Timing of volcanism and metallogenesis in the Börzsöny Mountains, Northern Hungary. — *Ore Geology Reviews* **8/6,** 477–501. https://doi.org/10.1016/0169-1368(93)90041-V

LONDON, D. 2011: Experimental synthesis and stability of tourmaline: A historical overview. — *Canadian Mineralogist* **49,** 117–136. https://doi.org/10.3749/canmin.49.1.117

MACDONALD, D. J., HAWTHORNE, F. C. & GRICE, J. D. 1993: Foitite, $[][Fe^{2+}{}_2(Al, Fe^{3+})]Al_6Si_6O_{18}(BO_3)_3(OH)_4$, a new alkali-deficient tourmaline: Description and crystal structure. — *American Mineralogist* **78,** 1299–1303.

NAGY B. 1971: Jelentés a nagybörzsönyi hidrotermális ércesedés geokémiai vizsgálatáról. — *MÁFI Évi Jelentése az 1969. évről*, 245–269.

NAGY B. 1978: Börzsöny hegységi ércesedési típusok ásványtani-geokémiai és ércföldtani vizsgálata. — *MÁFI Évi Jelentése az 1976. évről*, 77–93.

NAGY B. 1983: Adatok a nagybörzsönyi Rózsabánya ércesedésének genetikai ismereteihez. — *MÁFI Évi Jelentése az 1981. évről*, 129–154.

NAGY B. 1984: A nagybörzsönyi ércbányászat és érckutatás története. — *Földtani Közlöny* **114,** 387–403.

PANTÓ G. & MIKÓ L. 1964: A nagybörzsönyi ércesedés. — *MÁFI Évkönyve* **50/1,** 1–153.

POUCHOU, J. L. & PICHOIR, F. 1985: "PAP" procedure for improved quantitative analysis. — *Microbeam Analysis* **20,** 104–105.

ROSENBERG, P. E. & FOIT, F. F., JR. 2006: Magnesiofoitite from the uranium deposits of the Athabasca Basin, Saskatchewan, Canada. — *Canadian Mineralogist* **44,** 959–965. https://doi.org/ 10.2113/gscanmin.44.4.959

SLACK, J. F. 1996: Tourmaline associations with hydrothermal ore deposits. — In: GREW, E. S. & ANOVITZ, L. M. (eds): Boron. Mineralogy, petrology and geochemistry. — *Reviews in Mineralogy* **33,** 559–643.

SLACK, J. F. & COAD, P. R. 1989: Multiple hydrothermal and metamorphic events in the Kidd Creek volcanogenic massive sulphide deposit, Timmins, Ontario: evidence from tourmalines and chlorites. — *Canadian Journal of Earth Sciences* **26,** 694–715. https://doi.org/10.1139/e89-059

SLACK, J. F. & TRUMBULL, R. B. 2011: Tourmaline as a recorder of ore-forming processes. — *Elements* **7,** 321–326. https://doi.org/10.2113/gselements.7.5.321

SMITH, S. J., STEVENS, R., LIU, S., LI, G., NAVROTSKY, A., BOERIO-GOATES, J. & WOODFIELD, B. F. 2009: Heat capacities and

thermodynamic functions of TiO_2 anatase and rutile: Analysis of phase stability. — *American Mineralogist* **94,** 236–243 https://doi.org/10.2138/am.2009.3050

Szakáll S., Gatter I. & Szendrei G. 2005: *A magyarországi ásványfajok*. — Kőország Kiadó, Budapest, 427 p.

Szakáll S., Fehér B., Kristály F. & Zajzon N. 2012: A nagybörzsönyi Rózsa-hegy ércesedésének ásványai. — *Geoda* **22/3,** 16–47.

Trumbull, R. B. & Chaussidon, M. 1999: Chemical and boron isotopic composition of magmatic and hydrothermal tourmalines from the Sinceni granite-pegmatite system in Swaziland. — *Chemical Geology* **153,** 125–137. https://doi.org/10.1016/S0009-2541(98)00155-7

Uher, P., Bačík, P. & Ozdín, D. 2009: Turmalín (magneziofoitit a dravit) v kremennej žile pri Limbachu (Malé Karpaty) [Tourmaline (magnesiofoitite and dravite) in quartz vein near Limbach, Malé Karpaty Mts. (Slovakia)]. — *Mineralia Slovaca* **41,** 445–456.

Vetőné Ákos É. 1982: Folyadék-gáz zárványok és az ércesedés kapcsolata a Börzsöny hegység központi részén. — *MÁFI Évi Jelentése az 1980. évről*, 59–76.

Zelensky, M. E., Matseevsky, A. B. & Pekov, I. V. 2009: The computer program QSpectr for processing X-ray powder diffraction films obtained from the Debye-Scherrer camera. — *Zapiski Rossiyskava Mineralogicheskava Obshchestva* **138/4,** 103–112.

Kézirat beérkezett: 2016. 10. 16.

Magyarhoni Földtani Társulat
Földtani Közlöny
Hungarian Geological Society

147/2, 149–176., Budapest, 2017

DOI: 10.23928/foldt.kozl.2017.147.2.149

A Gerecse pannóniai puhatestűi és lelőhelyeik: rétegtan, őskörnyezet és fejlődéstörténet

Magyar Imre[1,2], Sztanó Orsolya[3], Csillag Gábor[4], Kercsmár Zsolt[4], Katona Lajos[5], Lantos Zoltán[4], Bartha István Róbert[3], Fodor László[6]

[1]MTA–MTM–ELTE Paleontológiai Kutatócsoport, Magyar Természettudományi Múzeum, H–1431 Budapest, Pf. 137.
[2]MOL Nyrt., H–1117 Budapest, Október huszonharmadika u. 18. (immagyar@mol.hu)
[3]ELTE Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, H–1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/C, (sztano@caesar.elte.hu, isti.bartha@gmail.com)
[4]Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, H–1143 Budapest, Stefánia út 14.,(gabor.csillag.53@gmail.com, kercsmar.zsolt@mfgi.hu, zlantos@gmail.com)
[5]MTM Bakonyi Természettudományi Múzeuma, H–8420 Zirc, Rákóczi tér 3-5. (finci@nhmus.hu)
[6]MTA-ELTE Geológiai, Geofizikai és Űrtudományi Kutatócsoport, H–1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/C, (lasz.fodor@yahoo.com)

Pannonian molluscs and their localities in the Gerecse Hills, Transdanubian Range: stratigraphy, palaeoenvironment, geological evolution

Abstract

The Gerecse Hills, which represent the northwesternmost part of the Mesozoic–Palaeogene Transdanubian Range, are surrounded by an Upper Miocene – Pliocene (Pannonian) lacustrine to fluvial sedimentary cover to the west and to the north: namely, towards the Danube – Kisalföld Basin of Slovakia and Hungary. The oldest reports on fossil molluscs from these sediments were published almost 150 years ago. A systematic mapping of the area by geologists of the Geological and Geophysical Institute of Hungary during the last decades revealed a number of natural and artificial outcrops of fossiliferous Lake Pannon sediments. The present study is based on the molluscs collected from these outcrops, and the sedimentological description and interpretation of the embedding sequences.

The Upper Miocene deposits near the Gerecse Hills comprise one transgressive–regressive cycle. In the brickyard claypits of Tata, located in the western foreland of the Gerecse Hills, the transgressive limb is represented by the Szák Formation. This formation starts with a thin transgressive lag and consists of homogeneous, bioturbated, bluish-grey clay and argillaceous marl, deposited from suspension in quiet offshore conditions. Characteristic mollusc species include large dreissenids (*Congeria czjzeki, C. partschi, C. ungulacaprae*), a wide variety of cockles (*Lymnocardium tegulatum, L. triangulatocostatum, L. majeri, L. apertum, L.* aff. *brunnense, L.* aff. *rogenhoferi, „Pontalmyra" otiophora, Paradacna* sp.), and deep-water-adapted pulmonate snails (*Valenciennius reussi, Radix kobelti, Gyraulus* sp.). This fauna lived in a nutrient-rich and well-oxygenated deep sublittoral environment, at a water depth of several tens of metres.

Probably the same transgressive event is reflected in the Vályus-kút outcrop (Tardos), in the central part of the hills at 375 m above sea level, where a small patch of Lake Pannon sediments escaped subsequent erosion. In this sequence, lignite-bearing black clay and variegated clays with freshwater and terrestrial molluscs (*Theodoxus radmanesti, Melanopsis sturi sturi, M. sturi tortispina*, Planorbidae sp., Unionidae sp., *Valvata oecsensis, V. obtusaeformis, Oxychilus procellarius*) are overlain by clay and silt with *Congeria czjzeki, Lymnocardium majeri*, and other brackish species. This superposition indicates flooding of paludal areas, deepening, and the development of an intense connection with the sublittoral offshore environment of Lake Pannon.

A third – and highly atypical – type of lower contact of Pannonian sediments was discovered in one of the northern valleys of the Gerecse Hills (Iván-halála Valley, Dunaszentmiklós). A poorly-sorted conglomerate consisting of cobble- and boulder-sized clasts with a sandy-clayey matrix overlies directly a Cretaceous sandstone. Imbrication of the clasts indicates a N to S transport direction i.e. from the open lake towards the dry land. The matrix contains abundant mollusc fauna, including articulated valves of *Congeria* aff. *simulans turgida, Dreissenomya (Sinucongeria) arcuata*, *Paradacna* sp. and other species. This arrangement of sediments is belived to have been deposited by a tsunami along the rocky coast of Lake Pannon.

The regressive limb of the cycle is represented by sediments of the Újfalu Formation; these were transported to the area from the uplifted Alps and Western Carpathians probably by the "palaeo-Danube" sedimentary system. The Újfalu Formation either overlies the Szák Formation (further to the west and to the north, in boreholes), or directly overlies the Mesozoic–Palaeogene basement along the Danube and in the northern valleys of the Gerecse Hills. This formation consists of a few metres-thick, shallowing up sedimentary cycles, starting with sublittoral clays (formed below the wave base on the prodelta) and ending with littoral sands (deposited on lower shoreface, deltafront or delta plain channels) or even paludal huminitic clays (delta plain marshes or abandoned channel fills). Molluscs reflect this cyclicity; the deepest (shallow sublittoral) fauna is dominated by bivalves, such as *Congeria ungulacaprae, Caladacna steindachneri, Paradacna* sp., etc. (in the Neszmély brickyard outcrop or in the upper part of Neszmély sand pit). Sublittoral clays may also contain *Lymnocardium penslii, Dreissena auricularis, Unio mihanovici* and other bivalves, often in a reworked

often in a reworked position (e.g. Disznós-kút Valley). The littoral sediments are characterized by diverse gastropod fauna (*Theodoxus intracarpathicus, Melanopsis caryota, M. pygmaea, M. decollata, M. sturi, M. kupensis, Viviparus sadleri, Valvata* sp. and *Gyraulus* sp.) that lived in the zone of rooted vegetation. Bivalves also show enhanced diversity in the littoral zone: *C. balatonica, C.* aff. *simulans turgida, Dreissena auricularis, Dreissena* sp., *Dreissenomya arcuata, Dreissenomya* sp., *Lymnocardium penslii, L. ponticum, L. vicinum, Euxinicardium schreteri, Paradacna wurmbi* and *Unio mihanovici* are all abundant (e.g. Csekend Valley, Disznós-kút Valley). Huminitic clay layers in the top of the parasequences contain paludal and terrestrial snails (Disznós-kút Valley).

The Pannonian sediments and their fossil molluscs in the Gerecse Hills thus reflect gradual flooding of the moderate-relief Mesozoic–Palaeogene block of the time, locally either producing a transgressive lag (Tata) or a paludal-lacustrine transitional sequence (Vályus-kút); this flooding occurred before the sublittoral clay with *Congeria czjzeki* (Szák Fm) probably draped much of the area of the recent hills. Sedimentary infilling up to lake level took place in several cycles, as represented by deltaic parasequences (Újfalu Fm). Each of these parasequences display faunal changes from open lacustrine bivalve-dominated to littoral or even paludal snail-dominated assemblages. Sedimentary features indicate syn-sedimentary deformation, which continued subsequently and resulted in significant difference in elevation between the transgressive layers in Tata and those in Vályus-kút.

Biochronostratigraphic correlations suggest that the age of the entire Pannonian sequence in the Gerecse Hills is between 9.7 and 8.7 Ma (i.e. the duration of the *Lymnocardium ponticum* chron). Accordingly, reverse magnetic polarity measured in the lower part of the Tata outcrop, representing the upper part of the *Congeria czjzeki* zone, suggests correlation with C4Ar, restricting the age of the flooding of the Gerecse hills to the 9.4–9.1 Ma interval. Thus, the age of the entire transgressive-regressive cycle is estimated to have been 9.4–8.7 Ma.

Keywords: Lake Pannon, Pannonian Stage, Gerecse, molluscs, palaeoecology, Szák Formation, Újfalu Formation, delta

Összefoglalás

A Gerecse földtani térképezése során a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet geológusai új, vagy régen feledésbe merült és részletesen soha nem dokumentált pannóniai feltárásokat azonosítottak a hegység északi előterében, az onnan dél felé felnyúló völgyekben, és a hegység belsejében is. Az ezekből begyűjtött puhatestű fauna (kiegészítve a már korábban ismert tatai puhatestű faunával és régebbi gyűjteményi anyagokkal) és a feltárásokban megfigyelhető szedimentológiai jellemzők alapján a pannóniai rétegsor itt is, mint az egész Dunántúli-középhegység északnyugati peremén, egyetlen transzgresszív–regresszív ciklusból áll. A ciklus transzgresszív szárnyát a tatai téglagyári feltárásokban a vékony transzgresszív bázisrétegre települő Száki Formáció kékesszürke agyagja és az abban megőrződött mély szublitorális fauna, míg a Gerecse központi részén, a tardosi Vályus-kút környékén, 375 méter tengerszint feletti magasságban a lignites agyaggal kezdődő rétegsor felső részén települő, szintén mély szublitorális puhatestűeket tartalmazó agyag képviseli. A dunaszentmiklósi Iván halála-völgyben valószínűleg egy szökőár hozta létre a kréta fekü anyagából képződött konglomerátumot, homokos mátrixában tömegesen megjelenő zárt (két teknős) pannóniai kagylóhéjakkal. Az üledékciklus regresszív szárnyát az Újfalui Formáció képződményei adják; ezek legjobb feltárásai a Gerecse északi előterében, a Neszmély környéki völgyekben (Nyáraska-völgy, Disznós-kúti-völgy, Csekendi-völgy) és Süttő környékén találhatók. A formációt felépítő felfelé sekélyedő, néhány méter vastag ciklusok faunája a kagylók uralta sekély szublitorális együttesekből, a csigák magas diverzitásával jellemzett litorális faunákból, és végül mocsári puhatestű együttesekből áll. Gyűjteményi anyagokban előfordulnak folyóvízi fajok is. A transzgresszív szárny a *Congeria czjzeki* zóna felső részébe tartozik, míg a regresszív szárny a *Lymnocardium ponticum* zóna része; a teljes ciklus képződésének kora 9,4–8,7 millió év lehetett. A fáciesek elterjedése alapján a transzgresszió már tagolt térszínen játszódott le, majd az üledékképződéssel egyidejűleg is folyt a terület vetődéses deformációja, de a tatai és vályus-kúti rétegsorok közötti nagy magasságbeli különbség csak további vetőmozgásokkal, a Gerecse utólagos kiemelkedése nyomán jöhetett létre.

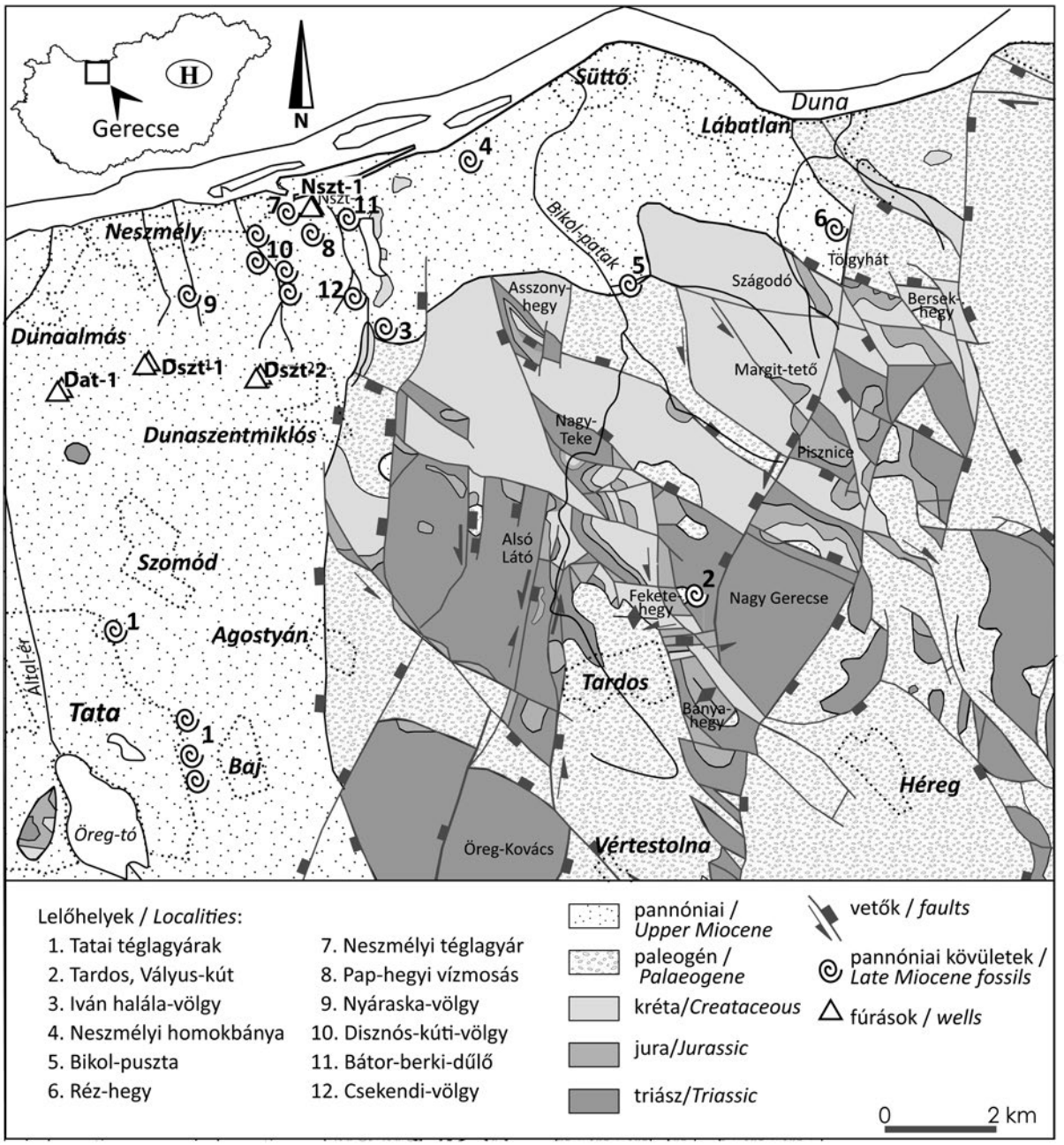
Tárgyszavak: Pannon-tó, pannóniai emelet, Gerecse, puhatestűek, paleoökológia, Száki Formáció, Újfalui Formáció, delta

Bevezetés

A Gerecse kiemelt mezozoos tömbjét észak és nyugat felől övező, és a hegység észak felé nyíló völgyeiben magasra felhúzódó pannóniai üledékekről és puhatestű ősmaradványaikról már régóta tudnak a geológusok (pl. LÓCZY 1877, LIFFA 1909), de szisztematikus vizsgálatuk és az ősmaradványok feldolgozása és dokumentálása régi adóssága a magyar földtani kutatásnak. A Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (MFGI) geológusai a Gerecse térképezése során az 1990-es évek elején, majd 2010 és 2014 között számos ősmaradvány-tartalmú feltárást azonosítottak és jelentős mennyiségű pannóniai puhatestű maradványt gyűjtöttek be, elsősorban a hegység észak felé lefutó völgyeiből, Dunaszentmiklós, Neszmély, Süttő, Lábatlan és Tardos közigazgatási területéről *(1. ábra).* A térképezést követően, 2013 és 2017 között további gyűjtést végeztünk az ősmaradványokban leggazdagabb feltárásokban, részben egy OTKA-kutatáshoz kapcsolódóan.

A Gerecse pannóniai puhatestű faunájának vizsgálatával a következő kérdésekre kerestünk választ: Illeszkednek-e a gerecsei pannóniai kifejlődések a Bakony és a Vértes északnyugati előterében megfigyelt trendekbe, fáciesövekbe? Milyen üledékképződési környezetek és folyamatok ismerhetők fel az ősmaradványok és a bezáró rétegek együttes vizsgálata alapján? Felhasználhatók-e az őslénytani adatok a Gerecse szerkezeti fejlődésének rekonstruálásában?

Tanulmányunkban bemutatjuk a Gerecse általunk ismert fontosabb pannóniai ősmaradvány-lelőhelyeit, magukat a fosszíliákat, és környezeti és biosztratigráfiai érté-



1. ábra. A Gerecse fedetlen (kvarter képződményektől mentes) földtani térképe a pannóniai ősmaradványok lelőhelyeinek feltüntetésével (FODOR et al. 2013 alapján)

Figure 1. *Geological map of Gerecse Hills (without the Quaternary) with the Late Miocene (Pannonian) fossil localities (based on FODOR et al. 2013)*

kelésüket. Az értelmezéshez felhasználtuk az MFGI és a Magyar Természettudományi Múzeum (MTM) gyűjteményeiben található, a vizsgálati területen korábban gyűjtött ősmaradványokat is.

Előzmények

A terület legismertebb feltárása hosszú ideig az egykori neszmélyi téglagyár agyaggödre volt (LÓCZY 1877, LIFFA 1909, HALMOS 1914, BARTHA F. 1971). A leírásokból tudjuk, hogy a már rég betemetett feltárásban a „piszkos sárga, kékes-szürke" agyagba települt 20–30 cm vastag homokos rétegek rejtették a bőségesen előkerülő *Congeria ungulacaprae* kövületeket, amelyek — más, innen származó fosszíliákkal együtt — megtalálhatók mindkét említett közgyűjteményben. BARTHA F. (1971) vázlatos rajzon mutatta be a téglagyár összesen 17 méter vastag feltárását, és táblázatban adta meg 14 réteg puhatestű faunájának összetételét. 38 taxont sorolt fel, de az MFGI-ben az ő határozásával leltárba került anyag ennél jóval kevesebb fajt tartalmaz csak.

A 20. századi szakirodalomban szintén gyakran említették a tatai tégla- és cserépgyárak agyaggödreit és *Congeria*

czjzeki uralta faunájukat (LIFFA 1907, 1910; SZÁDECZKY-KARDOSS 1938; SÜMEGHY 1939; STRAUSZ 1951; JÁMBOR 1980; KORPÁS-HÓDI & GYALOG 1993). A puhatestű maradványokról képeket, akárcsak Neszmély esetében, senki nem közölt, és gyűjteményekbe sem helyezték őket. Később MÜLLER Pál, MAGYAR Imre és CZICZER István végeztek jelentős gyűjtést a tatai téglagyári fejtőkben; anyaguk túlnyomó része ma az MTM tulajdonában van (CZICZER & MAGYAR 2006, MÜLLER et al. 2007, CZICZER et al. 2009).

A „neszmélyi s dunaalmási partokat É–D-i irányban átszelő szakadékok" hosszú időre feledésbe merült feltárásait elsőként LIFFA (1909) említette. A rétegek ősmaradványtartalmáról — a *Dreissena* (nála még *Congeria*) *auricularis* gyakoriságára vonatkozó megjegyzésen túl — csak általánosságban beszélt. Ezekből a feltárásokból ugyanakkor már a 19. században szép puhatestű anyag került a Magyar Királyi Földtani Intézet gyűjteményébe, egyebek között STÜRZENBAUM József, HOFMANN Károly és SEMSEY Andor jóvoltából. A lelőhelyek faunáját LŐRENTHEY Imre professzor vezetésével HALMOS Andor dolgozta fel a Budapesti Tudományegyetem Őslénytani Tanszékén; ábrákat nem tartalmazó munkája magánkiadásban jelent meg Iglón (HALMOS 1914). A mai feltártsági viszonyokat, az ősmaradványtartalmú rétegek pontos helyét az MFGI térképező geológusai elmúlt évekbeli munkájának köszönhetően ismerjük.

Fúrási rétegsorok pannóniai puhatestű faunáját KORPÁSNÉ HÓDI Margit (1983) dolgozta fel a területről. A neszmélyi Nszt–1, dunaszentmiklósi Dszt–1, –2, és dunaalmási Dat–1 fúrások 60–100 m vastag pannóniai rétegsorainak biosztratigráfiai értelmezésén túl a Dat–1 fúrásból 35 taxon előfordulását adta meg táblázatos formában, és a Dszt–1 kivételével valamennyi fúrásból közöl néhány ősmaradványfotót.

Pannóniai feltárások és faunájuk

Az általunk vizsgált faunák lelőhelyeit képződésük feltételezhető sorrendjében vesszük sorra, azaz először a Pannon-tó transzgressziója (a Gerecse elöntése) idején keletkezett rétegeket, utána pedig a tó regressziója (feltöltődése) során képződött üledékes sorozatokat tekintjük át. A lelőhelyek sorszáma megfelel az *1. ábra* térképén jelölt számozásnak.

1. Tatai téglagyárak

Tata keleti részén három tégla-, illetve cserépgyár, a Baji úti, az Agostyáni úti, és a Szomódi úti négy agyagfejtőjében bukkant, illetve bukkan felszínre a Száki Formációba sorolt szürke, kékesszürke agyagmárga *(1. ábra)*.

A pannóniai emelet kezdőrétegét (Kisbéri Tagozat) a Baji úti téglagyár északi fejtőjében lehetett megfigyelni, egy transzgresszív bázisréteg formájában (homokos kavics, kavicsos homok), amely sok összemosott puhatestű héjat tartalmazott, elsősorban *Congeria partschi*t és számos *Lymnocardium* fajt. Erre a néhány cm, vagy dm vastag rétegre települ az összes többi feltárásban megfigyelhető rétegzetlen, homogén aleuritos agyag, agyagmárga, agyagos aleurit. A puhatestű-maradványok általában szórtan, nem réteghez kötötten fordulnak elő, de helyenként — összemosás következtében — lumasellaszerűen felhalmozódhatnak. A leggyakoribb forma a *Congeria czjzeki*, de gyakori a *Valenciennius reussi,* a *Lymnocardium majeri,* a *Lymnocardium triangulatocostatum,* a *„Pontalmyra" otiophora,* és a *Congeria ungulacaprae* is (CZICZER & MAGYAR 2006, MÜLLER et al. 2007).

A rétegsorban a homokos betelepülések és az áramló, mozgatott vízre utaló szerkezetek hiánya azt jelzi, hogy a lebegtetett hordalékból képződő üledék a hullámbázis alatt, nyugodt vízben rakódott le (SZTANÓ et al. 2016). A fauna nagyfokú diverzitása tápanyagban és oxigénben gazdag környezetre utal, a növényevő csigák hiánya viszont a gyökeres növényzet zónájánál nagyobb vízmélységet jelez. Mindezek alapján az egykori vízmélység néhányszor 10 méter lehetett (KORPÁSNÉ HÓDI 1983, CZICZER et al. 2009).

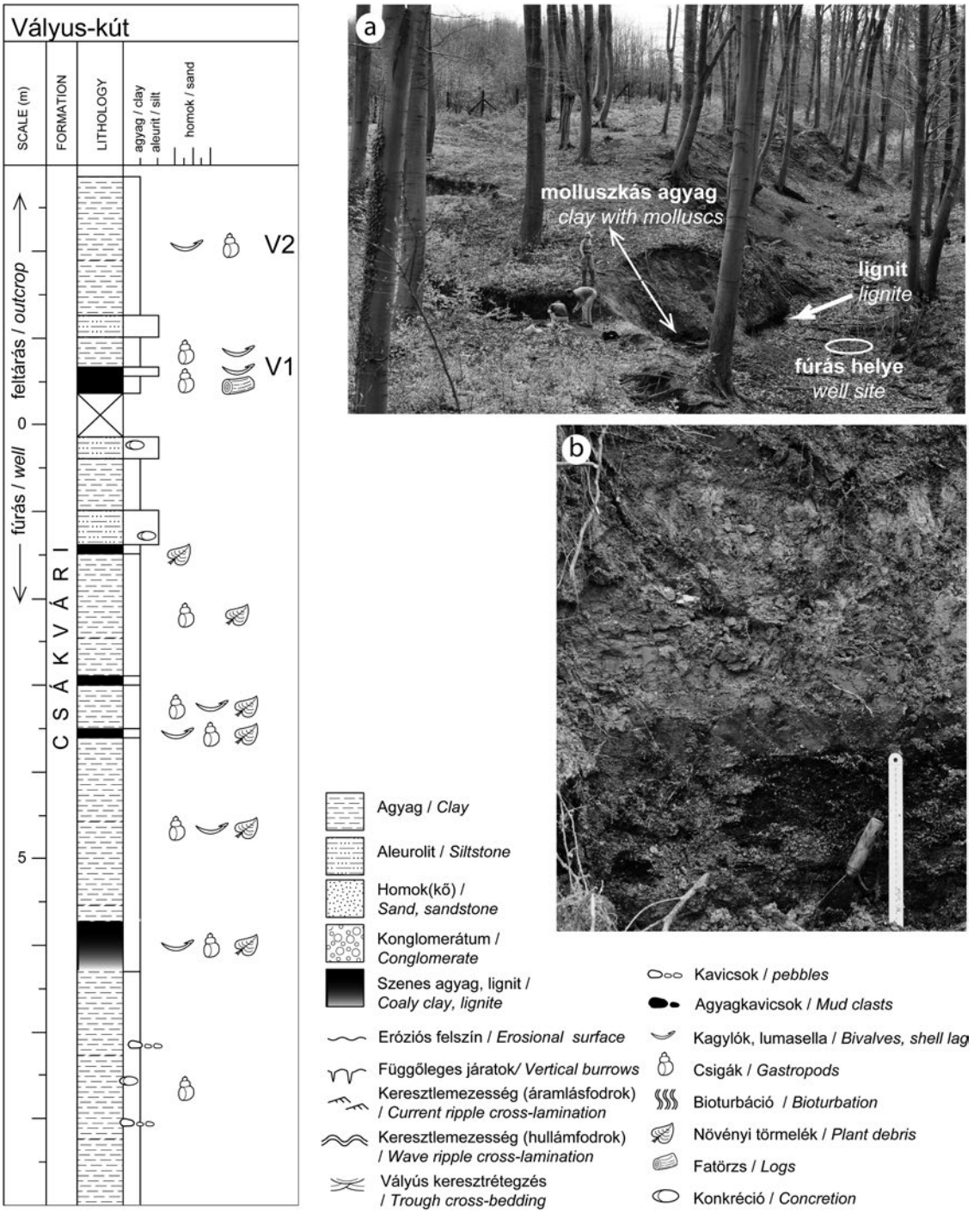
2. Tardos, Vályus-kút
X: 606235; Y: 259466; Z: 374 m

Tardostól északkeletre, a Nagy-Gerecse délnyugati oldalában, kb. 374 m tengerszint feletti magasságban található egy forrás, a Vályus-kút *(1. ábra)*. Az 1990-es évek elején zajló földtani térképezés során a forrás környezetében CSÁSZÁR Géza pannóniai üledékeket ismert fel. 2014 nyarán az ELTE földtani térképező gyakorlata kapcsán itt mélyült egy 8,5 m mély térképező fúrás, melyben 4 szintben 10–20 cm vastag, növénymaradványos lignit, illetve szervesanyagban dús agyag fordult elő. Közöttük minden esetben kékesszürke, szintén növénymaradványos, héjtöredékes agyag volt, mely legalul apró mészcsomókat és kvarcitkavicsokat is tartalmazott *(2. ábra)*.

A Vályus-kút környezetében a felszínen szürkésbarna–sárga foltos agyagot, szürke agyagot és fás–földes, lignites fekete agyagot és aleuritot találhatunk, melyekből nagy mennyiségben gyűjthetők molluszkák *(2. ábra)*. Az alábbi formákat határoztuk meg: *Theodoxus radmanesti (VI. tábla 5.)*, *Melanopsis sturi sturi (V. tábla 2., 3.), Melanopsis sturi tortispina (V. tábla 1, 5.),* Planorbidae sp., Unionidae sp., *Valvata oecsensis (VI. tábla 15.), Valvata obtusaeformis (VI. tábla 9.), Oxychilus procellarius (VI. tábla 8.)* (*2. ábra,* V1 réteg). Kicsit följebb, agyagos-aleuritos rétegben *Congeria* sp. volt gyakori.

A feltárásunk tetején olyan agyag–aleurit következett, amelyben csak héjtöredékek fordultak elő, azok is ritkán (*2. ábra*, V2 réteg). A töredékekből meghatározható volt egy *Congeria czjzeki* búbja. Törmelékből, de magas helyzetből, a szenes rétegeket vagy talán az egész feltárásunkat fedő helyzetből került elő „*Protoplagiodacna" chyzeri* töredék *(II. tábla 2.)*, sima kis *Melanopsis*, *Viviparus sadleri*. *(V. tábla 13.)*. További, törmelékből előkerült fajok: *Lymnocardium* cf. *apertum, Lymnocardium vicinum, Lymnocardium* cf. *majeri, Lymnocardium* sp., *Valvata* sp., tüskés kis *Melanopsis*ok.

A teljes rétegsor alsó szakasza tehát nagyon sekélyvizű,



2. ábra. A vályus-kúti feltárás. A felszíni szelvény és a térképező fúrás együttes rétegsora. Panorámakép a völgyről (a) és közelkép a lignites, szervesanyagdús rétegről (b). A jelmagyarázat a 4–7. és 9. ábrára is vonatkozik

Figure 2. *Vályus-kút outcrop. Composite sedimentary log of the outcrop and the mapping drillcores. Photos show the outcrop (a) and the lignite-bearing, organic-rich clay (b). Legend also refers to Figures 4–7 and 9*

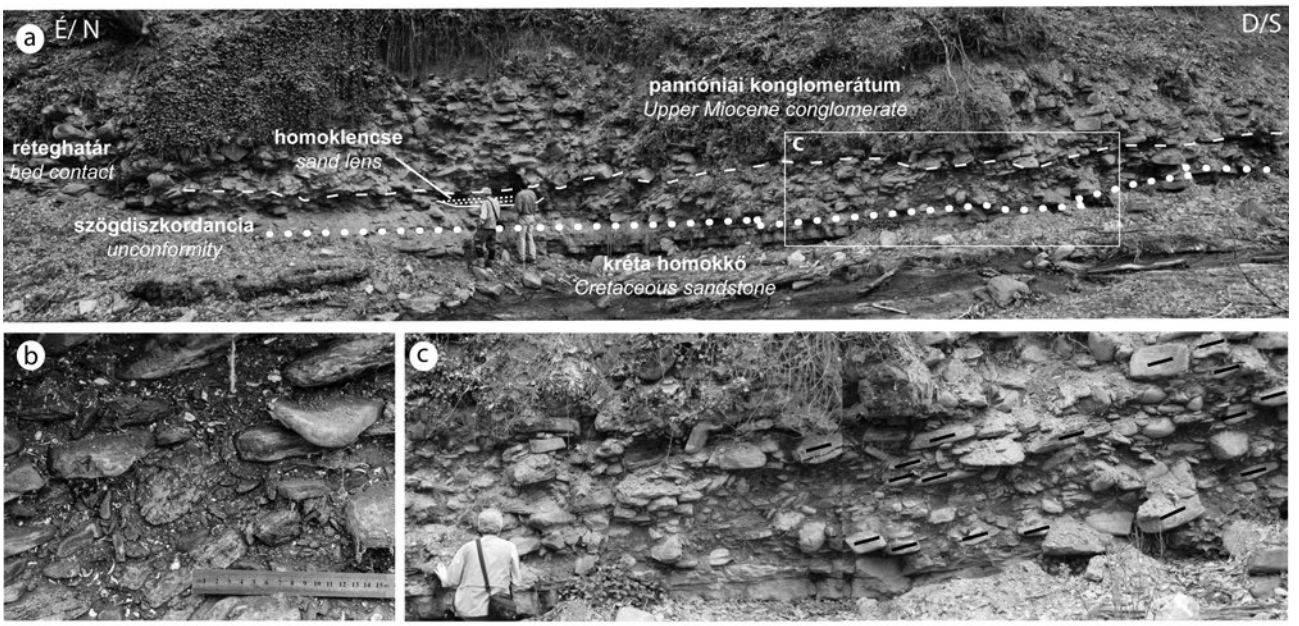
mocsaras kifejlődést mutat, mely valószínűleg közvetlenül paleogén, illetve mezozoos kőzetekre települ. A rétegsor felső részében azonban megjelennek nyíltabb és brakkvizet kedvelő fajok, részben olyanok is, amelyeket kifejezetten szublitorális fajokként tartunk számon, és az egész vizsgálati területünket beleértve csak a tatai feltárásokban gyakoriak (*Congeria czjzeki, Lymnocardium* cf. *majeri*). Ezek előfordulása a Pannon-tó nyíltvízi régióival való kapcsolatot mutatja.

3. Iván halála-völgy, konglomerátum
X: 600841; Y: 263690; Z: 190 m

A dunaszentmiklósi szőlődomb keleti tövében húzódik a Tekeresi-vízfolyás által mélyített, meredek falú Iván halála-völgy *(1. ábra)*, amelynek talpán az alsó-kréta homokkő ÉK felé kibillent rétegeire eróziós és szögdiszkordancia mentén 4 m vastagságban pannóniai üledék települ *(3. ábra)*. Az

alig, vagy nagyon gyengén cementált konglomerátum anyagát a fekü homokkő szolgáltatja, bár nagyon ritkán előfordulnak kerek kvarcitkavicsok is. A szemcsék mérete 4–50 cm között változik, átlag 30 cm. Az osztályozottság rossz. A kavics méretű szemcsék koptatottak, gömbölyítettek, gyakran hosszúkásak vagy diszkosz alakúak, míg a *catillus simplex, ?Paradacna* sp., *Viviparus* sp. és *Melanopsis* sp. is. A homokban jó megtartású kagylósrákok is nagy számban találhatók.

A képződmény keletkezési körülményei meglehetősen talányosak. A faunatartalom miatt az alluviális törmelékkúp eredet kizárható, biztosan a Pannon-tóhoz köthető üle-



3. ábra. Az Iván halála-völgy feltárás panorámaképe (a), közelkép a hömpölyök közt megbúvó puhatestű héjakról (b) és a homokmátrixú, zsindelyes hömpölyökből álló alsó rétegről (c)

Figure 3. *Iván halála Valley. Panoramic view of the outcrop (a), mollusc shells in the sandy matrix (b), and imbricated boulders in the lower part of the outcrop (c)*

hömpölyök inkább megtartották az eredeti rétegzettségből származó, tömbös, szögletes habitusukat, noha az éleik lekerekítettek. A kőzetvázat alkotó klasztok közötti mátrixot változó arányban kissé agyagos, apró-, középszemcsés homok alkotja. Rétegzettséget meghatározni csak nagy bizonytalansággal lehet. A feltárás alsó részében nagyobb, összefüggő, szabálytalan alakú kőzettestek szövete egyértelműen mátrixvázú, itt a klasztok mérete is csupán durvakavics–kishömpöly, ám ugyanebben a szintben is vannak nagyobb, egymással érintkező hömpölyök. Feljebb kijelölhető egy szabálytalan felület, mely mentén nagyjából 50 cm átmérőjű tömbök sorakoznak, köztük durva-, középszemcséjű kaviccsal és homok alapanyaggal, az összlet ezen része egyértelműen szemcsevázú. A szövet legszembetűnőbb bélyege az uralkodóan ÉNy–ÉK felé dőlő szemcséken megfigyelhető, a-tengely szerinti zsindelyesség. Kisebb halmazokban déli dőlésű zsindelyesség is előfordul alárendelten (BUDAI & NADRAI 2014).

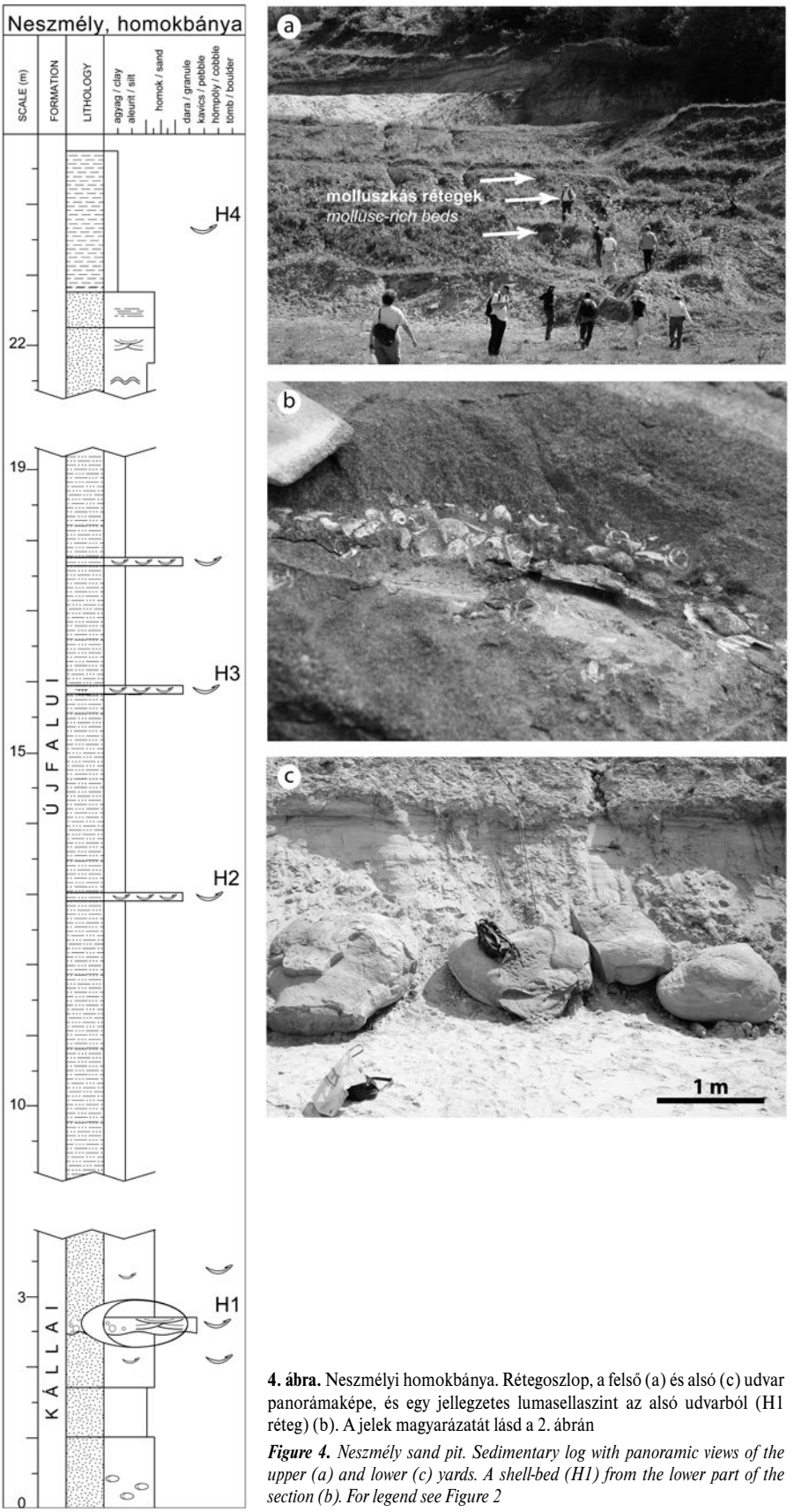
A képződmény legmeghökkentőbb ismérve a fentieken túl, hogy a mátrixban és gyakran a kőtömbökre, hömpölyök felszínére tapadva molluszkahéjak, sőt kétteknős kagylómaradványok figyelhetők meg. A kagylók részben kőbelek és lenyomatok, részben viszont megőrizték erősen visszaoldott mészvázukat. Uralkodó, tömegesen megjelenő forma a *Dreissenomya (Sinucongeria) arcuata (IV. tábla 3.)* és a *Congeria* aff. *simulans turgida*. Előfordul még *Pseudo-*

dékről van szó. Abráziós konglomerátumnak sem tekinthetjük, mert ennek ellentmond az osztályozatlanság, koptatatlanság, de leginkább a kőtömbök közt megbújó ép héjú fauna. Úgy tűnik, hogy a szemcsék különböző üledékképződési környezetből származnak. Vannak abrázióval koptatott kavicsok, kőtömbök, jelen van homok, mely inkább egy közeli hullámveréses part jelenlétére utal, míg az agyagfrakció és a kagylósrákok nyíltabb vízből számazhatnak. Az észlelt zsindelyesség a Gerecse mai fő tömege, azaz az egykori szárazulat felé történő szállítást jelez. A szállítás a környező parti terület nagy tömegű hordalékát keverte össze, és egyben, nagy vastagságban, valószínűleg két hullámban terítette a kréta homokkő anyagú parti sziklákra. Ez az esemény egy cunami lehetett (BUDAI & NADRAI 2014), melyet talán a közeli gerecsei peremvető *(1. ábra)* üledékképződéssel egyidős mozgása, vagy esetleg a nyugati irányból, mintegy 40 km-es távolságban épülő selflejtő (MAGYAR et al. 2013) egy nagyobb csuszamlása válthatott ki.

4. Neszmély, homokbánya
X: 602100; Y: 266675; Z: 140 m

A neszmély–süttői országúttól (10-es út) délre található egy közel 250 m hosszú, felhagyott homokbánya *(1. ábra)*, melyben pleisztocén homok és vékony kavicszsinór alól bukkannak ki a pannóniai rétegek.

A homokbányában kétféle pannóniai kifejlődés figyelhető meg *(4. ábra)*. Alul homokkő-konkréciókat tartalmazó, limonitsávos, jól osztályozott, finom–aprószemcsés homok települ kb. 3–4 m vastagságban. A cementálatlan homokban üledékszerkezeteket nem lehetett megfigyelni. Vastag *Congeria* (valószínűleg *C. ungulacaprae*) héjtöre-



4. ábra. Neszmélyi homokbánya. Rétegoszlop, a felső (a) és alsó (c) udvar panorámaképe, és egy jellegzetes lumasellaszint az alsó udvarból (H1 réteg) (b). A jelek magyarázatát lásd a 2. ábrán

Figure 4. *Neszmély sand pit. Sedimentary log with panoramic views of the upper (a) and lower (c) yards. A shell-bed (H1) from the lower part of the section (b). For legend see Figure 2*

dékek elszórtan előfordulnak benne. Az akár több méter átmérőjű homokkő-konkréciókat kis magasságú, de széles vályús keresztrétegzettségű, párhuzamos lemezességű és néhány cm vastag, fél méter széles lencsékben aprókavicsos, molluszkahéjakat tartalmazó, limonitosan, meszesen cementált homokkő alkotja. Az alábbi fajok ismerhetők fel: *Lymnocardium penslii* (nagyon jól felismerhető, tipikus forma, a *Congeria ungulacaprae*s rétegekre jellemző változatban), *Dreissena auricularis* (kicsi méretű), *Congeria* cf. *ungulacaprae*, *Melanopsis* sp. (nagy), *?Paradacna wurmbi*, *Melanopsis* cf. *kupensis* (*4. ábra*, H1 réteg). Nagyjából centiméter vastag, egyszerű, homokkal kitöltött függőleges járatok is előfordulnak. Mindez sekély, áramlásokkal mozgatott partközeli üledékképződési környezetet jelez.

A nyugati bányaudvaron, az előző rétegek fedőjében változatosabb pannóniai rétegsor tárul fel. Néhány méternyi fedett szakasz után kb. 6 m vastag szürke–barna foltos, agyagos aleurit következik. Ennek némely rétege cementáltabb környezeténél, benne jó megtartású, nagyméretű, limonitos–meszes kőbelekből és héjas példányokból álló puhatestűegyüttes figyelhető meg az alábbi fajokkal: *Lymnocardium apertum, L. penslii, Caladacna steindachneri, Congeria ungulacaprae, C. czjzeki, C.* cf. *simulans turgida*, *Dreissenomy*a sp. *(IV. tábla 2.)*, *Melanopsis pygmaea,* és Gastropoda sp. (*4. ábra*, H2 réteg). Felette kb. 3 méterrel újabb molluszkás szint következik, melyben a *C. ungulacaprae* a legjellemzőbb (*4. ábra*, H3 réteg). Kisebb fedett szakasz után jól osztályozott finom-, aprószemcsés homokban 10–20 cm kötegvastagságú keresztrétegzés, szimmetrikus keresztlemezesség, majd legfelül párhuzamos lemezesség jellemző. A rétegsor egy kisebb kimélyülés után fokozatos sekélyedést jelez, a legfelső üledékszerkezetes rétegek ismét a sekély, mozgatott vízben, a parthomlok felső részén keletkeztek. A homokra éles felülettel 2 m vastag, kékesszürke agyag következik, melyben gyér és töredékes fauna fordul csak elő (pl. *Lymnocardium* sp.), de az egyik réteglapon találtunk egy *Congeria czjzeki*t (vékonyhéjú, lapított, esetleg átmenet a *C. zagrabiensis* felé). Ez a képződmény egyértelműen mélyebb vízben, nyugodtabb körülmények között, hullám- és viharbázis alatt keletkezett (*4. ábra*, H4 réteg).

5. Bikolpuszta
X: 606070; Y: 264710; Z: 180–185 m

Süttő közigazgatási területén, Bikolpusztától keletre, a Büdös-patak suvadásos, meredek bevágódásában *(1. ábra)* szürke, kőzetlisztes agyag alatt, kevert agyag–homok mátrixban polimikt, kerekített–koptatott kavicsok találhatók. A szemcsék anyaga kvarcit, lidit, jáspis, kréta homokkő, triász mészkő stb. A rétegben nagyon gyakoriak a koptatott *Congeria ungulacaprae* búbok (LIFFA 1909) és *Lymnocardium* töredékek. A közelben a patak rétegzett, keményen cementált konglomerátum, keresztrétegzett darakavicsos és közép-durvaszemcsés bioklasztos kvarchomokkő rétegekbe mélyíti medrét. A darakavicsos szintből koptatott *Congeria ungulacaprae* búbok, a kavicsos homokkőből egyéb héjtöredékek kerültek elő.

Míg a cementálatlan, rosszul osztályozott, agyagos kavics akár negyedidőszaki üledék is lehet, melyben a *Congeria* búbok koptatott jellege a pannóniai üledékből való áthalmozott eredettel magyarázható, addig a rétegzett, cementált, kavicsos homokkőre ez nem áll, az valószínűleg pannóniai. A kibukkanás mérete részletesebb értelmezést nem enged meg.

6. Réz-hegy

A MFGI gyűjteményében található 4 db „kézipéldány" méretű vas-oxihidroxidos homokkődarab Lábatlanról, amelyek tömegesen tartalmaznak *Congeria* aff. *simulans turgida* kőbeleket, és egy *Melanopsis caryota* kőbelét is *(IV. tábla 4., 6.)*. A négy mintából hármat FÜLÖP József gyűjtött 1952–53-ban *(IV. tábla 4., 6.)*, mint „Kongériás pannon homokkő" (fajmeghatározás nélkül), míg a negyedik gyűjtőjét nem ismerjük, de SCHWÁB Mária határozását igen: „Tömeges *Congeria Neumayri* ANDR. és két csigakőbél töredék. Felső pannon." Lelőhelyként két mintánál „Réz-hegytől D-re vízmosásban", míg a másik kettőnél „Pöckőtől É-ra, Öreghegy K-i oldala" megjelölés olvasható.

A kőzetdarabok lelőhelyét FÜLÖP (1958) kis pannóniai foltként feltüntette a földtani térképén, de nekünk 2017 áprilisában ezt nem sikerült a terepen megtalálnunk.

7. Neszmélyi téglagyár
X: 599555; Y: 265959; Z: 130–140 m

A neszmélyi téglagyár egykori agyagfejtőjében ma már nem lehet megtalálni az eredeti, szálban álló rétegeket. Ezeket a régi irodalomból ismerjük (LÓCZY 1877, LIFFA 1909, BARTHA F. 1971), de az erősen vázlatos leírások egymással nehezen összevethetők, a rétegsor pontos rekonstrukciójára nem alkalmasak. Az innen begyűjtött ősmaradványok egy része az MFGI és a TTM gyűjteményeiben megtalálható, de rétegek szerinti azonosításuk nem lehetséges. A leírásokból és a gyűjteményekben megőrzött anyagokból annyi mégis kiderül, hogy a téglagyár egy kb. 7 méter vastag „szennyesen sárgás-szürke" (LÓCZY 1877) vagy „piszkos sárga, kékes-szürke" (LIFFA 1909) agyagot használt fel, mely vastaghéjú *Congeria ungulacaprae* (LÓCZYnál még *C. triangularis*) héjakat tartalmazott „igen nagy bőségben" *(IV. tábla 5.)*. BARTHA F. (1971) szelvényén ez a *Congeria ungulacaprae*s agyag kavicsos homokra és agyagos homokra települ a feltárás alsó részén.

Az MFGI gyűjteményében a BARTHA F. által meghatározott neszmélyi minták többsége valószínűleg ebből a rétegtani szintből származik. A minták agyagos kőzetlisztből állnak, amelyben a leggyakoribb puhatestű maradvány a *Congeria ungulacaprae* és a *Caladacna steindachneri*, és előfordulnak még egyéb cardium-félék (*Lymnocardium penslii, L. apertum, Lymnocardium* sp., *Paradacna* sp.) és csigák is (elsősorban *Gyraulus* sp. és ritkán *Melanopsis*ok). BARTHA F. (1971) a *C. steindachneri* fajt nem ismerte fel, viszont az általa határozni vélt *Lymnocardium proximum, L. prionophorum* és *Valenciennius* sp. formákat mi nem látjuk

az anyagban. (Az MFGI gyűjteményében ugyan szerepel egy *Valenciennius* példány, amelynek régi céduláján ez áll: „Congériás agyag. Fazekas agyagból, neszmélyi téglavető, Neszmély K.", de a cédula és a kövület kapcsolatát nem igazolja sem meghatározás, sem leltári szám, ezért a *Valenciennius* jelenlétét a neszmélyi rétegekben egyelőre fenntartással kell kezelnünk.)

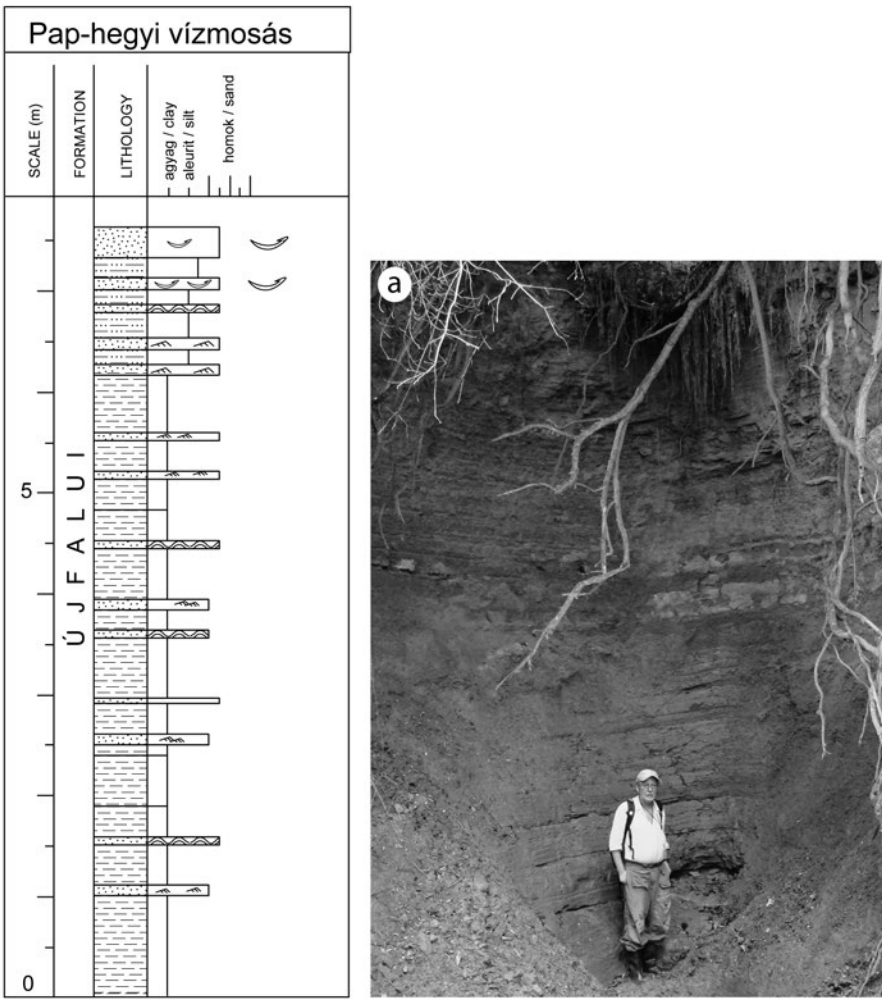
BARTHA F. (1971) szelvénye szerint az agyag fölött települt vékony homok vagy homokos agyag rétegei tartalmazták a gyűjteményekben ugyancsak jól reprezentált sekélyvízi faunákat *Lymnocardium penslii* (LÓCZYnál még *Cardium conjungens*), *Dreissena auricularis* (helyenként majdnem monospecifikus lumasellát alkot), *Unio mihanovici, Melanopsis caryota, M. pygmaea/decollata, Viviparus sadleri* vázaival. A BARTHA F. (1971) listáján szereplő *Melanopsis caryota* és *M. petrovici* nyilván egy és ugyanaz a forma *(V. tábla 11.)*, ugyanígy a *M. pygmaea* és *M. decollata* is. BARTHA F. (1971) szelvényén a feltárás felső részében szerepel még egy két és fél méter vastag, édesvízi és szárazföldi puhatestűeket tartalmazó réteg, amelyet egy 25 cm vastag lignitréteg követ; LÓCZY (1877) hasonló kifejlődést említ a „főárok" legaljáról.

BARTHA F. (1971) szelvénye szerint a *Congeria ungulacaprae* és *Caladacna steindachneri* tartalmú, 7 méter vastag réteg felfelé egyre tisztább agyagba megy át, homok- és aleurittartalma csökken. Ez a kifejlődés valószínűleg mély, hullámzás- és áramlásmentes környezetben jött létre. Az agyag fölött éles határral települő homok faunája viszont litorális fajokból áll; a héjak tömeges megjelenése itt összemosásra utal. A fedőben következő agyagréteg faunája és az agyagban előforduló sok szenes növénymaradvány mocsári környezetet jelez.

Az egyik téglagyári agyagfejtő helyén ma horgásztó található, amelynek déli partján nagy, cementált homokkőtömbök hevernek. Ezek a csatlakozó domboldalon csúszhattak le, ott is megtalálhatók, de szálban álló rétegüket nem sikerült azonosítanunk. A homokkő sok puhatestű-maradványt tartalmaz, elsősorban lenyomatokat és kőbeleket, sokszor azonban a héj mállott meszes anyaga is megmaradt. A leggyakoribb faj a *Paradacna wurmbi*, rendszerint fél teknőkkel, de olykor zárt, kétteknős vázzal fordul elő. Jóval kisebb példányszámban más fajok is megtalálhatók: *Lymnocardium penslii, L. ponticum, Caladacna steindachneri, Congeria* aff. *simulans turgida, Dreissenomya* sp., *Dreissena auricularis* (kisméretű példányok összehalmozva), *Unio* cf. *mihanovici, Melanopsis pygmaea/decollata, Gyraulus* sp. Ez a fauna nagyon hasonlít pl. a dákai faunához (SZILAJ et al. 1999), és sekélyvízi, litorális együttesként értelmezhető.

8. Pap-hegyi vízmosás
X: 599550; Y: 265735; Z: 141 m

A feltárás közvetlenül a volt neszmélyi téglagyár (ma szeméttel feltöltött terület) fölötti szakadékvölgy bejáratánál található *(1. ábra)*. Egy negyedidőszaki csuszamlás mögött kb. 7,5 m vastagságban homokbetelepüléses, kékesszürke agyag tárul fel *(5. ábra)*. Az agyag szerkezetmentes, 5–30 cm-s rétegekben elváló. A jól osztályozott, finom- és aprószemcsés homok néhány mm — legfeljebb 20 cm — vastag rétegekben települ, összaránya kevesebb, mint 20%. Szerkezete változatos: alárendelten szimmetrikus, főleg aszimmetrikus vagy kúszó keresztlemezesség és buckáslemezesség jellemzi. Sem a homok, sem az agyagrétegek nem tartalmaztak szabad szemmel észrevehető ősmaradványokat. Áthalmozott, 0,5–1,0 m^3-es gyengén cementált homok-



5. ábra. Pap-hegyi vízmosás szelvénye és fényképe (a). A jelek magyarázatát lásd a 2. ábrán

Figure 5. *Sedimentary log and photo (a) of the Pap-hegy ravin. For legend see Figure 2*

kőtömbökben felismerhető a rétegsor szálfeltárásából hiányzó fedője is. Ebben az alábbi formák voltak felismerhetők: *Unio mihanovici*, *Congeria* sp., *Dreissena auricularis* (sok apró), *Lymnocardium penslii*, *Paradacna* cf. *wurmbi*, Lymnocardiinae sp. (apró), *Melanopsis caryota, M. pygmaea*, *Gyraulus* sp., Gastropoda sp. és otolithok.

Az agyag nyugodt, mindennemű vízmozgástól mentes körülmények között, míg a homokrétegek szerkezetüknek megfelelően változatos állapotokban, hullámzás, csendes áramlás és csendes-sebes áramlás határán ülepedtek le. A vízmozgás epizodikus volt, és leginkább viharok által kiváltott fenékáramlások kavarták fel az egyébként nyugodt, hullámbázisnál mélyebben elhelyezkedő aljzat üledékét. A ma hiányzó fedőben talált puhatestűek sekélyebb környezetben, a csigafauna alapján a gyökeres vízinövények néhány méter mély zónájában élhettek.

A pap-hegyi vízmosásban feltáruló, 7 m körüli vastagságú, homokbetelepüléses, kékesszürke agyag és a fedőjében következő, litorális faunát tartalmazó homok sok hasonlóságot mutat az egykori neszmélyi téglagyár LIFFA (1909) és BARTHA F. (1971) által leírt rétegsorával. A fő különbséget a puhatestű vázak hiánya jelenti az agyagban, ezek megőrződése azonban terepi tapasztalataink alapján oldalirányban gyorsan változhat, így elképzelhetőnek tartjuk, hogy a két feltárás ugyanazt a rétegsort képviseli.

9. Nyáraska-völgy
X: 597574; Y: 265528, Z: 130 m

A völgy egyike a LIFFA (1909) által is említett szakadékoknak („Kormahegy és Akasztóhegy közötti szakadék", *1. ábra*). Az MFGI puhatestű-gyűjteményének régi céduláin mint „Akasztóhegy K." és „Kormahegy és Akasztóhegy közötti patak árka" szerepel, és utóbbi néven említi HALMOS (1914) is.

A legidősebb feltáruló réteg egyveretű, rétegzetlen, kékesszürke agyag, mely közel 2 m vastagságban hosszan követhető közvetlenül a patak szintje felett. Erre 3 m vastagságban alul vályús keresztrétegzett, feljebb keresztlemezes közép- és aprószemcsés homok települ, melyet tarka, foltos, homoklencsés aleurolit fed. A homoktest legalján találjuk az első molluszkás réteget, melyben közel egyforma méretű és megtartású kagylóhéjak sorakoznak egymás mellett, többnyire felfelé domború helyzetben. Gyakori a *Lymnocardium penslii (II. tábla 3.)* és az *Unio mihanovici*, előfordul a *Lymnocardium ponticum*, *Dreissena auricularis,* és néhány csiga is (*Viviparus sadleri,* Gastropoda sp.) (*6. ábra,* N1 réteg). A héjak áramlás által felhalmozott jellegéhez nem fér kétség.

A rétegsor következő tagja kb. 1,5 m vastag kékesszürke agyag, mely a völgy oldalában hosszan követhető. A rétegsor alján települő homogén agyaggal ellentétben homokos, lignitkavicsos lencsés betelepülések és több szintben eróziós és bioturbációs-zsebes aljú, néhány centiméter vastag, apró héjakból és ép puhatestű-példányokból álló lumasellaszintek találhatók benne. A fauna túlnyomó részben a *Dreissena auricularis* felnőtt egyedeinek összemosott tömegéből áll, előfordul még benne *Unio mihanovici*, *Lymnocardium penslii*, és *L.* cf. *apertum* (*6. ábra*, N2 réteg).

A völgyoldal felső részében függőleges falat alkot egy éles eróziós felület fölött kb. 8 m vastagságban települő közép–aprószemcsés homokrétegsor és rajta kb. 7–8 m agyag–aleurit. A homokban több szintben durva agyagkavics konglomerátumot, durvahomok–aprókavics méretűre tört héjakból álló lumasellalencséket, zsindelyesen álló, szénült uszadékfadarabokat, 0,2–1 m kötegvastagságú vályús és táblás keresztrétegzést, fláz eres keresztlemezességet és sok, szervesanyagban dús vagy épp szenesagyagbetelepülést, lencsét, diszperz növénytörmeléket figyelhetünk meg *(6. ábra)*. A lumasellában az alábbi fajokat azonosítottuk: *Lymnocardium penslii, L. apertum, Dreissena auricularis, Congeria* sp., *Dressenomya* sp., *Unio* sp., *Melanopsis pygmaea, Theodoxus* sp., továbbá *Bithynia* sp. operculumok, és egy szárazföldi csiga héjtöredéke is előkerült (*6. ábra*, N3 réteg).

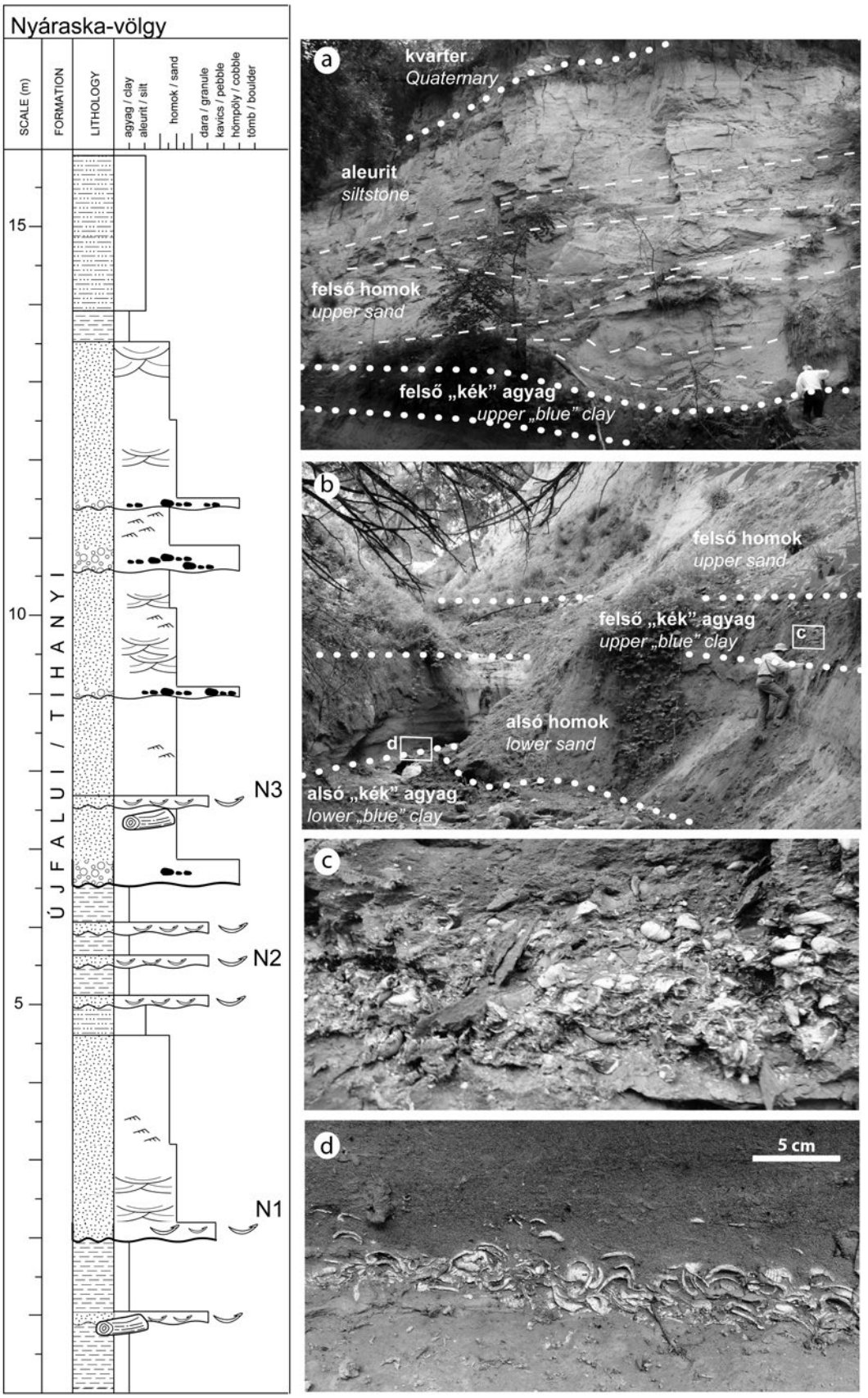
A kék agyag hullámbázis alatti, nyíltvízi körülmények között keletkezett. Az éles talppal, de jelentősebb eróziós relief nélkül következő homokrétegsor sekélyebb áramló víz üledéke, feltehetőleg egy kisebb bevágódó meder kitöltése. A meder talpán a puhatestűek vázát az áramlás sodorta össze, az erózió áldozatául eső sekélyebb vízi összletből. A meder feltöltődését követően ismét nyíltvízi körülmények uralkodhattak. Az agyagban található lumasella (N2) a hullámbázis partirányú eltolódása következtében, a partközeli üledékek kirostálódásával halmozódhatott fel. A rétegsor felső részén az előbbinél jóval nagyobb összetett meder, vagy bevágódott völgy kitöltését láthatjuk.

10. Disznós-kúti-völgy
X: 598825 Y: 26541; Z: 135 m

A szakirodalomban legtöbbet említett neszmélyi szakadékvölgy a Disznós-kúti-völgy *(1. ábra)*, a Nyáraska-völgytől kevesebb mint 1,5 km-re keletre. LÓCZY (1877) „főárokként", régi gyűjteményi cédulák „Nagyárokként" említik, amely a Várhegy és a Kormahegy között húzódik, és a református templomnál ér ki a Dunával párhuzamos főútra. LIFFA (1909) szelvényt is közölt a feltárásról, bár azt tévesen a közel másfél km-re keletre fekvő „Bátor-berekére" helyezte (a tévedésre HALMOS 1914 hívja fel a figyelmet).

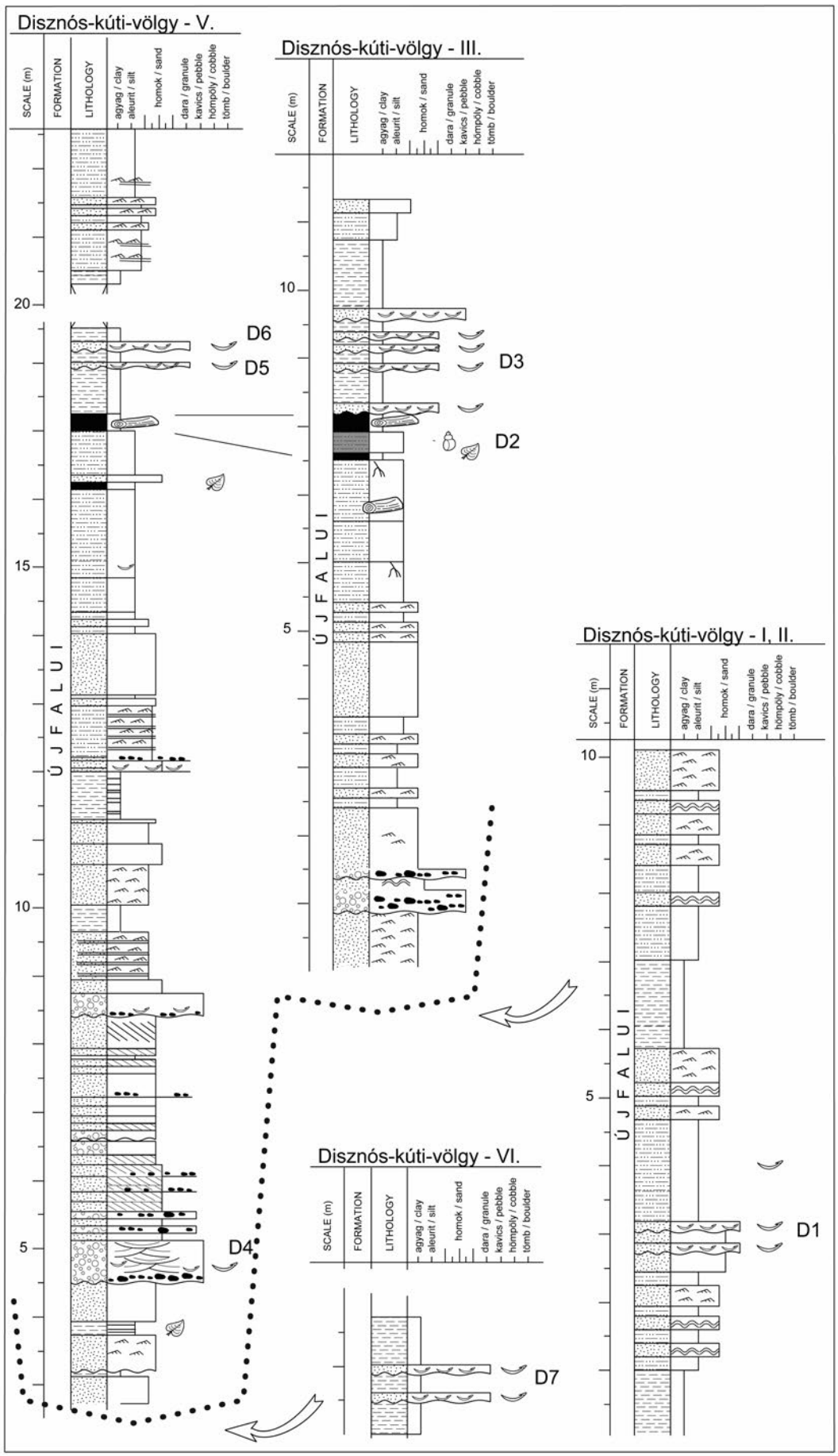
A feltárt rétegsor legalább 30 m vastag lehet, északról délre haladva egyre fiatalabb elemeivel találkozhatunk a völgyoldal kisebb kibúvásaiban. A völgy északi végétől pár méterre a patak kékesszürke agyagrétegeken folyik, mely felett aleurit és homok váltakozásából álló, hullámos rétegzettségű rétegsor következik, majd valamivel feljebb a homok válik uralkodóvá (*7. ábra*, I–II. szelvény). A homokrétegek szimmetrikus keresztlemezességűek, egyértelműen hullámzással jöttek létre. Előbbi még inkább a hullámbázis alatt, utóbbi már felette keletkezett, azaz felfelé haladva a rétegsor egyre sekélyebb vízben ülepedett.

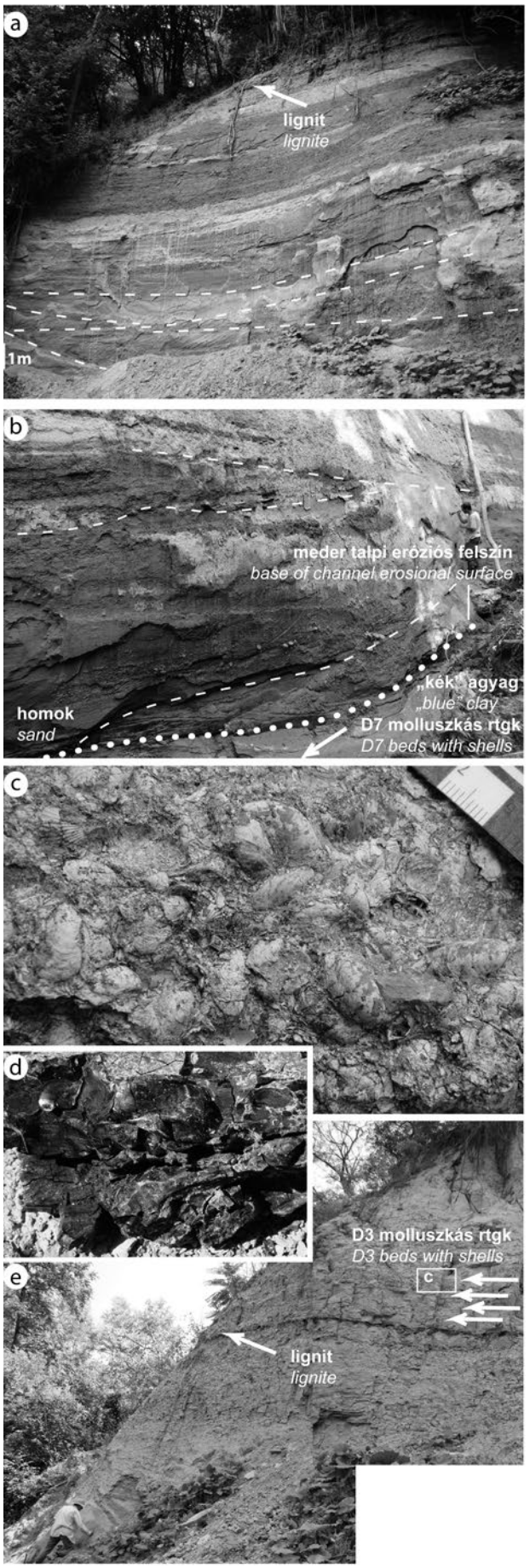
Tovább dél felé agyagos, szürke homok felett találjuk a feltárás első fosszíliadús rétegeit (*7. ábra*, D1 réteg). Az eróziós aljú, buckás rétegzésű homokban közép-, nagy- és



6. ábra. Nyáraska-völgyi feltárások. Rétegoszlop, a felső (a) és az alsó (b) szakasz panorámaképe, a homokos szakaszok közötti „kék" agyag (N2; c) és az alsó homok talpán levő héjfelhalmozódások (N1; d). A jelek magyarázatát láswd a 2. ábrán

Figure 6. *Outcrops in Nyáraska Valley. Panoramic view of the upper (a) and lower (b) sand beds, and close-ups of a shell-bed from a "blue" clay (N2; c) and from the base of the lower sand (N1; d). For legend see Figure 2*


Disznós-kúti-völgy - V.
Disznós-kúti-völgy - III.
Disznós-kúti-völgy - I, II.
Disznós-kúti-völgy - VI.
SCALE (m)
FORMATION
LITHOLOGY
agyag / clay
aleurit / silt
homok / sand
dara / granule
kavics / pebble
hömpöly / cobble
tömb / boulder
ÚJFALUI
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7



durvaszemcsés homok méretűre tört molluszkahéjak mellett ép példányok is előfordulnak. A meghatározott formák: *Melanopsis pygmaea/decollata, M. caryota, Dreissena auricularis* (apró teknők tömege), *Lymnocardium penslii, Unio mihanovici, Paradacna* cf. *wurmbi* (ez utóbbi mindig fekete, szervesanyagban dús kitöltéssel a két teknő között). Néhány cm vastagságú agyag felett ismét bioturbált, molluszkahéj-törmelékes homok következik. Az utóbbi anyagával kitöltött járatok átszövik a feküben található agyagot. A lumasella erős vízmozgást jelez; ezt a réteget vagy viharok, vagy a hullámbázis eltolódásával járó víz alatti erózió hozta létre. Az utóbbi értelmezést valószínűsíti, hogy fedőjében több méter vastag, meszes, aleuritos agyag, azaz nyugodt vízi / szublitorális üledék található elszórt puhatestűleletekkel, melyet lencsés és hullámos rétegzettségű, keresztlemezes homokbetelepüléses aleurit követ.

A völgy néhány száz méterrel délebbre eső szakaszán az előző fáciesektől jelentősen különbözőekkel találkozhatunk (*7. ábra,* III. szelvény). Az itteni feltárás alsó 2 méterében szokatlanul rendezett, keresztlemezes aprószemcsés homokot, felette pedig eróziós felszínnel települő, zsindelyes agyagkavics-konglomerátumot találunk, melyet újabb keresztlemezes homok fed. A következő szakasz méteres reliefű eróziós felszínnel, meredek, majd fokozatosan kilapuló dőléssel települő aleurit és keresztlemezes homok váltakozásából és újabb agyagkavicsos homokból áll. Felette egyre kevesebb és vékonyabb homokzsinórral jellemzett, mésszel erősen kötött, vékonyréteges, lemezes agyag, aleurit következik, benne nagyméretű szénült fatörzs- és gyökérdarabokkal. Az egész fedője egy *Viviparus sadleri*t, *Melanopsis* sp.-t és más csigákat tartalmazó, szervesanyagban dús agyag (*7. ábra*, D2 réteg), valamint egy 20 cm vastag lignitréteg. A lignit felett kb. 4 m vastagságban kékesszürke agyag következik, melynek alsóbb szakaszán ismétlődő, néhány cm vastag lumasellarétegek, és az agyagban elszórva is jó megtartású puhatestű-lenyomatok, héjas példányok fordulnak elő. Az alábbi fajokat határoztuk innen: *Dreissena auricularis, Lymnocardium penslii, L. apertum, L.* sp., *Unio mihanovici, Melanopsis pygmaea, M. pygmaea/decollata* (*7. ábra*, D3 réteg).

További néhány száz méterrel délebbre, a völgy magas oldalában ismét kibukkan a lignitréteg, mely a rétegsorok korrelációját megbízhatóvá teszi (*7. ábra*, V. szelvény). Alatta az előzőnél vasatagabb rétegsor tanulmányozható. Ennek alsó része keresztrétegzett, héjtörmelékes, molluszkás, kavicsos, középszemcsés homok (*7. ábra*, D4 réteg),

←7. ábra. Disznós-kúti-völgy. Az összetett rétegoszlop alsó szakaszát a völgy északi bejáratához közeli I–II. szelvény, felső szakaszát három délebbi, egymással párhuzamosítható – III, V. és VI – feltárás adja. A panoráma képek az V. (a), VI. (b), III. (e) és I. (f) feltárásokat mutatják, míg a közelképeken egy szénült fatönk a lignit rétegből (d) és egy jellegzetes lumasella réteg annak fedőjéből (D3; c) látszik. A jelek magyarázatát lásd a 2. ábrán

Figure 7. *Disznós-kút Valley. Composite sedimentary log of the outcrops. The lower part (I-II) crops out near the northern entrance of the valley, whereas the upper part is represented by three correlative outcrops (III, V, VI) to the south. Panoramic views of these outcrops: V (a), VI (b), III (e) and I (f). Close-up of a carbonaceous wood trunk from the lignite (d) and one of the overlying shell-beds (D3; c). For legend see Figutre 2*

melyben az alábbi molluszkákat találtuk: *Unio mihanovici* (*II. tábla 6.*), *Lymnocardium penslii* (*II. tábla 1.*), *Congeria balatonica* (*II. tábla 7.*), *C.* aff. *simulans turgida, Dreissenomya (Sinucongeria) arcuata* (*IV. tábla 1.*), *Theodoxus intracarpathicus (VI. tábla 1, 4.), T. soceni (VI. tábla 2, 3.), Melanopsis caryota (V. tábla 14.), M. austriaca (V. tábla 8., 9., 12.), M. defensa (V. tábla 6., 7., 10.), M. pygmaea (V. tábla 4.), Stagnicola* cf. *halavatsi (VI. tábla 6.), Bithynia* sp. *(VI. tábla 7.), Prososthenia* cf. *radmanesti (VI. tábla 10, 11.)*, *Socenia* sp. *(VI. tábla 13.)*, és hal otolithok *(VI. tábla 14, 16.)* is előkerültek. Gyakoriak az agyagkavicsos eróziós felszínek, feljebb a keresztlemezes aprószemcsés homok, valamint homokbetelepüléses, szervesanyagdús aleurolit, szürke–tarka aleurolitrétegek. A lignit felett szürke agyag települ, melyben két lumasellaréteget figyeltünk meg. Az alsó (D5 réteg) faunája: *Lymnocardium penslii, Dreissena auricularis, Lymnocardium* cf. *apertum, Melanopsis pygmaea/decollata*, kagylósrákok. A felsőé (D6 réteg) *Melanopsis pygmaea/decollata, Viviparus sadleri, Dreissena auricularis, Lymnocardium* cf. *ponticum*. Kb. 3 méterrel feljebb az agyagban megjelennek a homoklencsék, vékony keresztlemezes betelepülések.

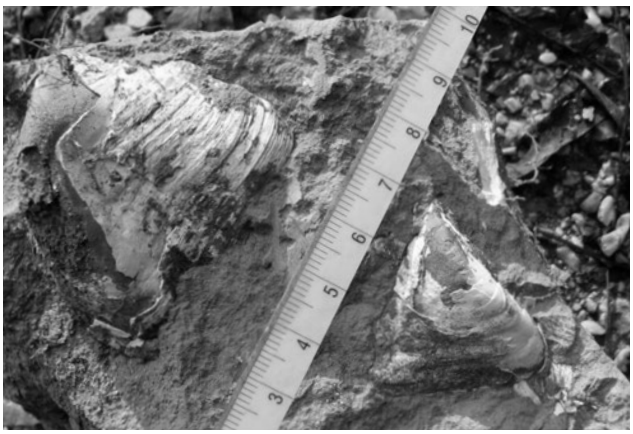
A völgytalpon délebbre haladva kibukkan az előző durvatörmelékes sorozat feküjét adó kékesszürke agyag. Ez az agyag (*7. ábra*, VI. szelvény, D7 réteg) is tartalmaz elszórva, és vékony rétegekben, lumasellaszerűen megjelenő puhatestű-maradványokat (*III. tábla 1, 2.)*, köztük páratlanul jó megtartású *Dreissena auricularis (I. tábla 6–9.)*, *Dreissenomya* sp., *Lymnocardium* sp. *(I. tábla 1–5.), Nematurella sturi (VI. tábla 12.), Gyraulus* cf. *rhytidophorus (VI. tábla 17.)* héjakat.

A Disznós-kúti-völgy felső szakaszának rétegsora alapján három különböző eseményre lehet következtetni. Legalul a fosszília-dús kék agyag (VI. szelvény, D7 rétegekkel) nyíltvízi, hullámbázisnál mélyebb környezetben keletkezett, hasonlóan a völgy alsó szakaszához (I–II. szelvény). Az erre élesen, eróziós bevágódással települő homokrétegsorban egyértelműen változó energiával, egy irányba áramló közeg alakította az üledéklerakódást és eróziót (III és V. szelvény). Ismételten feltöltődés és kisebb bevágódások váltakoztak. Az intenzív áramlás megszűntével a pangó vizű mélyedés feltöltődött, a terület elmocsarasodott. A rétegsor ezen része legalább 12 m mély, összetett völgybevágódás kitöltéseként értelmezhető a nyáraskai szelvényhez hasonlóan, amely valószínűleg ezzel egyidőben keletkezett (BARTHA I. R. et al. 2015). A fedő lumasellás agyag (D5-6 réteg) nyíltabb tavi üledék, tehát a völgy feltöltődését követően ismét a Pannon-tó elöntése következett. A puhatestűek részben a kimélyülés eredményeként létrejött nyíltvízi környezetben élhettek, részben a hullámbázis menti rostálódás következtében a sekélyebb partközeli üledékből származhatnak.

A Disznós-kúti-völgy D4 és D7 rétegeiből itt leírt faunával igen nagy hasonlóságot mutat az MFGI gyűjteményében megtalálható, HOFMANN és SEMSEY által a „Neszmély, Várhegy árka" lelőhelyről 1883–84-ben gyűjtött puhatestű fauna (pl. *II. tábla 5.*). Ez utóbbi legnagyobb valószínűséggel a Várhegy túlsó oldalán, a Disznós-kúti-völgytől mintegy 200 m-re, azzal párhuzamosan futó, de jóval rövidebb szakadékvölgyből származhat, ahol mi nem végeztünk gyűjtést.

11. Bátor-berki-dűlő
X: 600264; Y: 265953; Z: 143 m

A Disznós-kúti-völgytől mintegy 1,5 km-re keletre húzódó Csapás-völgy (HALMOS (1914) munkájában „Bátor-berek völgy") északi bejáratánál (*1. ábra*), az út bevágásában 30 méter hosszan és 1,0–1,5 m vastagságban követhető egy homokból és aleuritból felépülő rétegsor. A völgy alján kibukkanó fekü rozsdás sárga, durvaszemcsés homokból és darakavicsokból álló, kemény konglomerátum, amelyben rossz megtartású *Lymnocardium* sp.-t találtunk. A fölötte települő aleuritos finomhomokban gyenge megtartású, de héjas puhatestűek gyűjthetők: *Congeria ungulacaprae (8. ábra)*, *Dreissenomya* sp. (páros teknő), *Dreissena auricularis, Caladacna steindachneri*, *Lymnocardium ponticum, Lymnocardium* sp., *?Euxinicardium schreteri*, *Paradacna* sp., *Gyraulus* sp., *Melanopsis* sp., *?Melanopsis pygmaea, ?Congeria czjzeki*. A legfelső réteg homokos aleurit, melyben növénymaradványok fordulnak elő.



8. ábra. *Congeria ungulacaprae* teknői a Bátor-berki-dűlő litorális környezetben lerakódott finom homokjában

Figure 8. *Valves of Congeria ungulacaprae in the littoral fine sand of the Bátor-berki-dűlő outcrop*

A homokban üledékszerkezeteket nem figyeltünk meg. A puhatestű együttesben a szívkagylók változatossága brakk vízre, a *Melanopsis* jelenléte kis vízmélységre, a kagylófauna aránylag magas diverzitása tápanyagban és oxigénben dús környezetre utal. A finomhomok a Pannon-tó litorális, hullámveréses övében rakódhatott le.

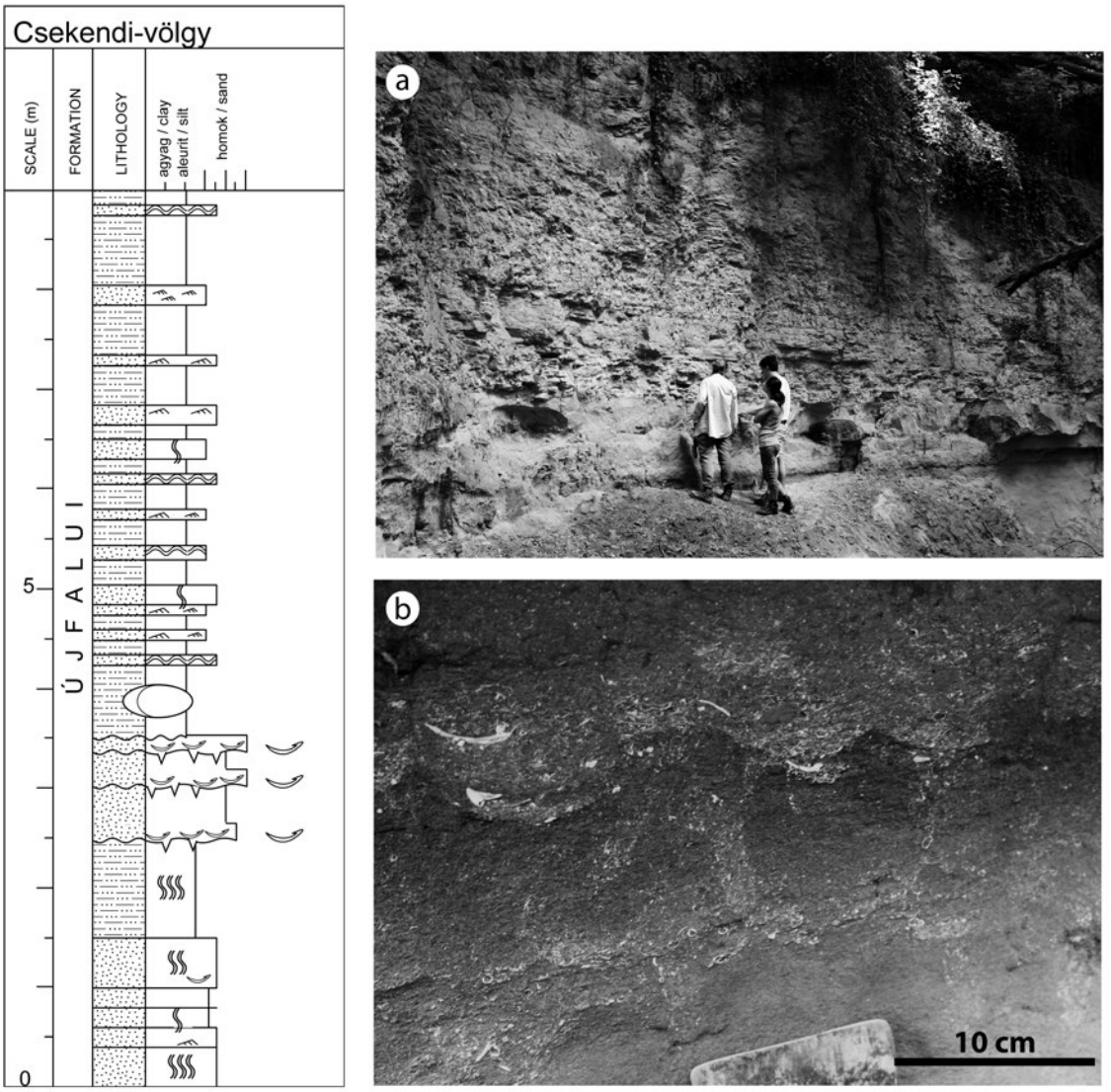
12. Csekendi-völgy
X: 600525; Y: 264262; Z: 190 m

A dunaszentmiklósi szőlőktől ÉK-re, a Csekendi-hát északi oldalában futó, mély völgy csatlakozik be az Iván halála-völgybe *(1. ábra)*. A pannóniai rétegsor alsó 3,5 méterében aleuritbetelepüléses aprószemcsés homok található,

melyet horizontális és ferde, aleurolit-kitöltésű járatok járnak át. Erre rögös szerkezetűre bioturbált homokos aleurit, majd szerkezetmentes, kevés héjtörmeléket tartalmazó homok települ. A rákövetkező szerkezetmentes apró- és középszemcsés homokrétegek alján 2–8 cm széles és néhány centiméter mély, molluszkahéj-törmelékkel kitöltött zsebek, feltehetőleg ásásnyomok, a rétegekben ép molluszkák és növénymaradványok találhatók *(9. ábra)*. A kagylók helyenként dupla teknővel élethelyzetben maradtak meg. A közepes megtartású, törékeny, általában visszaoldott puhatestű-vázak között az alábbi formákat határoztuk meg: *Anodonta* sp.*, Unio mihanovici, Congeria balatonica, Dreissena auricularis, Dreissenomya* sp.*, Lymnocardium penslii, L. apertum, L.* cf. *ponticum, Paradacna wurmbi* (II. tábla 4.), *Melanopsis caryota, M. pygmaea, M. sturi, Valvata* sp., *Gyraulus* sp. A homokot fedő aleurolitban 1–2 m-es ovális, mésszel erősen cementált, szinthez kötődő konkréciók jelennek meg.

A feltárás felső részét vékony, cm–dm vastag finom-, apróhomok-betelepülésekkel tagolt, vékonyrétegzett aleurolit alkotja. A homok-betelepülések kereszt- és síklemezes szerkezetűek, mm-átmérőjű és többnyire vertikális helyzetű egyszerű járatokkal. A járatok a köztes aleurolitrétegeket nagyobb sűrűségben átszőtték, amitől a kőzet rögös szerkezetűvé vált.

A rétegsor alsó részén elvétve találunk a keletkezési körülményekre utaló üledékszerkezetet, felfelé növekvő mértékű bioturbáltság jellemző. A főképp homokos litológia miatt hullámbázis feletti ülepedési környezetet tételezhetünk fel. A bioturbációs zsebek, melyeket víz alatti erózióval összegyűlt molluszkahéj törmeléke tölt ki, keményfelszínszerűek, kialakulásuk valószínűleg kimélyüléshez köthető. A felső szakasz nyugodt vízi és erősen áramló vízből történő ülepedés váltakozását jelzi, a nyugalmi szakaszokban megjelenő járatokkal. Az ülepedés a hullám- és viharbázis közötti mélységben történhetett.



9. ábra. Csekendi-völgy. Rétegoszlop, a feltárás (a) és héjtörmelékkel kitöltött járatok (b). A jelek magyarázatát lásd a 2. ábrán

Figure 9. *Csekend Valley. Sedimentary log, panoramic view of the outcrop (a), and borrows filled with shell debris (b). For legend see Figure 2*

Értelmezés és diszkusszió

Taxonómia

A gerecsei pannóniai puhatestűek vizsgálata során több olyan meghatározási problémába is ütköztünk, amelyeknek megoldása részletesebb őslénytani vizsgálatokat igényelne, és így túlmutatna ennek a tanulmánynak a keretein. Ezeknek a problémáknak egy részével a korábbi kutatók is szembesültek.

A Dunántúli-középhegység északnyugati előterében, de különösen a gerecsei feltárásokban gyakori, sőt sokszor tömegesen található egy *Congeria* faj, amelyet ANDRUSOV (1897) a *C. turgida* BRUSINA fajjal (éppen Neszmélyről ábrázolva egy példányt), STRAUSZ (1942) pedig a *C. batuti* BRUSINA fajjal azonosított. SZILAJ et al. (1999) úgy vélték, hogy — GILLET & MARINESCU (1971) revízióját elfogadva — a faj leginkább a *C. simulans turgida* alfajhoz hasonlít, de azzal való azonosítása kétséges. Lehetőségként felmerül az azonosítás a *C. solitaria* BRUSINA fajjal, de az is lehetséges, hogy a gerecsei formát új fajként kell majd leírni. Tanulmányunkban egyelőre SZILAJ et al. (1999) nevezéktanát követjük, és *Congeria* aff. *simulans turgida* néven említjük ezt a fajt.

Mai ismereteink alapján a *Congeria czjzeki* M. HÖRNES faj anagenetikus módon, elágazás nélkül, folyamatos morfológiai átmenettel alakult át a laposabb és szélesebb *C. zagrabiensis* BRUSINA fajba (az ehhez kapcsolódó nézetek ismertetését lásd CZICZER 2014 dolgozatában). KORPÁSNÉ HÓDI (1983) mindkét nevet használja a Dunántúli-középhegység északnyugati előterének faunájáról szóló tanulmányában. Mivel jelenleg nem áll rendelkezésünkre morfometriai definíció a két faj szétválasztására, ebben a cikkben mindenütt következetesen a *Congeria czjzeki* nevet használjuk, akkor is, ha a formánk átmeneti bélyegeket mutat a *C. zagrabiensis* felé (tipikus *C. zagrabiensis* maradványokkal nem találkoztunk a gerecsei anyagokban).

Míg a Bakony és a Vértes északnyugati előterének pannóniai rétegeiben lényegében egyetlen *Unio* faj, az *U. mihanovici* (a korábbi irodalomban sokszor *Unio atavus*ként szerepel, lásd MÜLLER 1990) jelenik csak meg, a Gerecsében már LÓCZY (1877) felfigyelt az *Unió*k morfológiai változatosságára; három faj jelenlétét valószínűsítette, HALAVÁTS (1923) pedig új fajként le is írta az *Unio neszmelyensis*t. Hogy a gyűjteményi anyagokban kétségkívül megfigyelhető változatosság csupán nagyobb változékonyságot jelent-e, vagy tényleg nagyobb diverzitást, azt részletes vizsgálatokkal lehet majd kimutatni. Saját gyűjtésű anyagainkban szinte kizárólag az *U. mihanovici* fajt tudtuk azonosítani.

A terület feltárásaiban található sima, díszítetlen vázú kis *Melanopsis*ok olykor a karcsúbb *M. pygmaea* M. HÖRNES fajjal, máskor a szélesebb *M. decollata* STOLICZKA fajjal azonosíthatók, de leggyakrabban a kettő közötti formát mutatnak, és szétbontásuk két külön fajra egyáltalán nem egyértelmű (l. pl. BARTHA F. „*M. decollata*" (MFGI Pl. 6507) és „*M. pygmaea*" (MFGI Pl. 6508) populációit a neszmélyi téglagyár ugyanazon rétegéből). Ebben a munkában a *M. pygmaea* nevet használjuk, ha uralkodóan karcsú egyedek alkotják az együttest, egyéb esetekben a *M. pygmaea/decollata* név szerepel a fajlistán.

A gerecsei faunákban gyakoriak a *Viviparus*ok. Ezeket a sima, díszítetlen, lekerekített kanyarulatú egyedeket részletesebb összehasonlító vizsgálatok nélkül a *V. sadleri* NEUMAYR fajba soroltuk.

Paleoökológia

A tatai feltárások anyagából megismert fauna több 10 méter mély vízben élhetett, a viharbázis alatt, ahol csak a legerősebb viharok hatására keletkeztek lumasellarétegek. Az elölkopoltyús csigák hiánya alapján ebben a környezetben már nem volt elég fény a magasabbrendű növények fotoszintéziséhez; a faunában a csigákat szinte kizárólag a mélyvízi környezethez alkalmazkodott tüdőscsigák képviselik, elsősorban az endemikus *Valenciennius*.

Bár a tataihoz hasonló mély szublitorális faunát a többi vizsgált gerecsei lelőhelyről nem ismerünk, az együttes egyes elemei előfordulnak másutt is: *Congeria czjzeki* és *Lymnocardium majeri* a vályus-kúti feltárás felső részében, és *C. czjzeki* a neszmélyi homokbánya nyugati udvarának felső részében. Feltételezhető, hogy ezek a rétegek is a mély szublitorális övben képződtek.

A neszmélyi téglagyár *Congeria ungulacaprae* és *Caladacna steindachneri* uralta faunája valószínűleg a sekély szublitorális övben élt, akárcsak a neszmélyi homokbánya nyugati udvarának hasonló, de nagyobb diverzitású együttese. Ide tartozhat esetleg a Bátor-berki-dűlő *Congeria ungulacaprae*s faunája is. A két utóbbi faunában, ha csak elvétve is, de előfordul a *Congeria czjzeki*. Ezekben az együttesekben alkalmanként már megjelennek a sekélyebb vízre jellemző kagylók, mint pl. a *Lymnocardium penslii*, *L. apertum*, *Dreissena auricularis*, *Dreissenomya* sp., de jelen vannak szublitorális *Paradacná*k is. A *Dreissena auricularis* faj esetében a juvenilis és felnőtt egyedek gyakori különválása — egy-egy rétegben jellemzően vagy egyik, vagy másik fordul elő, rendszerint nagy tömegben — nem csak az áramlási energia osztályozó hatásával magyarázható, hanem ökológiai okai is lehetnek. A nagyobb méretű, felnőtt egyedeket rendszerint szublitorális agyagban (pl. N2, D7 rétegek), míg a juvenilis példányok tömegét litorális homokokban (pl. H1, D1 rétegek, Pap-hegy) találtuk. A mai Ohridi-tóban a felnőtt *Dreissená*k a szublitorális zóna agyagos aljzatán élnek, míg a juvenilis egyedek a litorális zónában, főleg a csillárkamoszatok szárán, 6–20 m közötti vízmélységben telepszenek meg igen nagy tömegben (SALEMAA 1994).

A gyökeres növényzet zónájában élő litorális együttesek a kagylók mellett már sok és sokféle csigát is tartalmaznak (*Melanopsis*, *Theodoxus*, *Gyraulus*, *Valvata*, *Viviparus* fajok). Ennek megfelelően a legnagyobb diverzitású együttesek a jól szellőzött és hullámzás által átmozgatott litorális zónát jelzik (pl. neszmélyi téglagyár homokrétege, Csekendi-völgy, Disznós-kúti-völgy D1, D4, D5, D6 rétegei). A litorális fauna elemeit olykor vastagabb, egynemű,

szedimentológiai bélyegei alapján szublitorális keletkezésű agyagrétegekben is megtaláljuk; ezekben az esetekben joggal feltételezhetjük, hogy utólagos szállítással kerültek betemetődési helyükre.

A minták egy részét édesvízi eredetű vagy édesvizet is jól toleráló csigák (*Theodoxus*, *Planorbarius, Melanopsis sturi, Viviparus sadleri*) uralják, a kagylók alárendeltek vagy hiányzanak, és szárazföldi csigák bemosott vázai is előfordulnak az üledékben. Ezek a faunák általában a fekete, huminites, „szenes" rétegekben jelennek meg (a legnagyobb diverzitással a vályus-kúti feltárás alsó rétegeiben), és az egykori parti mocsarakban és deltában kialakult lápokban élhettek.

Az MFGI gyűjteményében megtalálható *Margaritifera flabellatiformis* (= „*Unio wetzleri*") és *Brotia escheri* példányok alapján Neszmély környékén folyóvízi rétegek is előfordulnak a pannóniai rétegsorban, de ezek pontos helyét nem ismerjük, saját gyűjtéseink során ezek a fajok nem kerültek elő.

Megfigyeléseink igen jó összhangban vannak azzal a paleoökológiai modellel, amelyet KORPÁSNÉ HÓDI (1983) állított fel a Dunántúli-középhegység északnyugati előterének pannóniai puhatestű faunáira, fúrási rétegsorok feldolgozásával. A középhegység peremén a Gerecsétől egészen a Keszthelyi-hegységig egységesen három, egymással időbeli átfedésben lévő puhatestű ökozónát azonosított: alul a „medence" környezetben leülepedett *Congeria czjzeki — Paradacna abichi* együttes zónát, felette a „partközeli" régióban lerakódott *Paradacna abichi — Dreissena auricularis* köztes zónát, legfelül pedig a „parti" övben és „lagúnákban" képződött *Dreissena auricularis — Melanopsis pygmaea* együttes zónát. A terület fejlődéstörténetét ennek megfelelően úgy értelmezte, hogy rövid ideig tartó fokozatos transzgresszió után a relatív vízszint ugyancsak rövid ideig stagnált, majd a rétegsor felső, jelentősebb része már egyirányú regresszív folyamatot tükröz. A feltöltődést az akkori modelleknek megfelelően a Dunántúli-középhegység felől a Kisalföld medencéje felé képzelte el; mai ismereteink alapján az üledék túlnyomó része az Alpok és a Nyugati-Kárpátok felől érkezett erre a területre. Modelljében az egyes ökozónákat különböző paleoasszociációk képviselhetik, szám szerint összesen 12. Ezek az együttesek eredetileg a vízmélység és parttávolság függvényében kialakult bentonikus sávokban éltek a Pannon-tóban és a hozzá kapcsolódó deltákban, és a regresszió következményeként fosszíliáikat most egymás fölött találjuk a rétegsorban. Bár a mintáinkat nem lehet minden esetben egyértelműen megfeleltetni KORPÁSNÉ HÓDI (1983) paleoasszociációinak, az általa leírt ökozónákkal való korreláció jól működik. A tatai, a vályus-kúti és esetleg a neszmélyi homokbánya felső szintjén talált mély szublitorális fauna a *Congeria czjzeki — Paradacna abichi* zónával, a neszmélyi téglagyári agyag, a homokbánya nyugati bányaudvara és esetleg a bátor-berki feltárás sekély szublitorális faunái (a *Caladacna steindachneri* gyakorisága alapján) a *Paradacna abichi — Dreissena auricularis* köztes zónával, míg a többi, uralkodóan litorális fauna a *Dreissena auricularis — Melanopsis pygmaea* zónával korrelálható.

Biosztratigráfia

Az általunk gyűjtött gerecsei puhatestű faunák jól illeszkednek a Dunántúli-középhegység északnyugati előteréből régóta ismert, nagy elterjedésű pannóniai faunákhoz: a *Congeria czjzeki*s szublitorális és a *Congeria ungulacaprae*s litorális együttesekhez (FUCHS 1870; STRAUSZ 1942, 1951; BARTHA F. 1963; KORPÁSNÉ HÓDI 1983; SZILAJ et al. 1999; MAGYAR et al. 2000). Bár sokáig az előbbit az alsó-, az utóbbit a felső-pannóniaihoz sorolták, valójában a két fauna térben egymás mellett élt: előbbi a néhányszor 10 m mély selfen, prodelta régióban, míg utóbbi a deltafronton és részben a deltasíksági öblökben. Csupán a medencét kitöltő rétegsor hosszú távú normál regressziós jellegével meghatározott geometriája az oka annak, hogy egy adott helyen utóbbit mindig az előbbi fedőjében találjuk (vö. KORPÁSNÉ HÓDI 1983).

Ha egyidejűnek tekintjük is a két faunatípust, a saját környezetén belül mindkettőnek megvan a maga biosztratigráfiai pozíciója. Mivel a gerecsei rétegekben már megjelennek a *Congeria czjzeki* felől a *C. zagrabiensis* felé mutató átmeneti formák (l. Taxonómia c. fejezet), a mély szublitorális faunákat a *Congeria czjzeki* zóna felső részébe helyezzük. A sekély szublitorális és litorális faunák a *Lymnocardium ponticum* zónába tartoznak (MAGYAR et al. 1999, 2007; SZILAJ et al. 1999; CZICZER et al. 2009; MAGYAR & GEARY 2012).

Geokronológia

A *Lymnocardium ponticum* zóna a C5n hosszú normál polaritású kronnal és az MN9 emlős zónával korrelált *Lymnocardium conjungens* zóna fölött, és az MN11 emlős zónával korrelált és 8 millió év körül záródó *Lymnocardium decorum* zóna alatt helyezkedik el, becsült korhatárai 8,7 és 9,6 millió év. A *Congeria czjzeki* zóna felső határa korrelálható a *Spiniferites paradoxus* dinoflagelláta zóna felső határával, kora kb. 8,9 millió év (MAGYAR & GEARY 2012).

LANTOS Miklós mágneses polaritás mérései szerint (in CZICZER et al. 2009) a tatai Agostyáni úti cserépgyári feltárás rétegei a rétegsor legalján normál, az alsó felében fordított, a felső felében pedig ismét normál polaritást mutattak. Mivel a tatai faunát a *Congeria czjzeki* zóna felső részébe helyeztük, feltételezhető, hogy a fordított polaritású szakasz a *Congeria czjzeki* zónán belüli legfiatalabb fordított polaritás zónának, a C4Ar1r-nek felel meg. Ennek kora az ATNTS2012 szerint 9,105–9,311 millió év (HILGEN et al. 2012).

Mindezek alapján a KORPÁSNÉ HÓDI (1983) által leírt egyetlen transzgresszív–regresszív ciklus valószínűleg 1 millió évnél rövidebb időtartamot ölel fel, kora a Gerecse környékén 9,4–8,7 millió év lehet.

Litosztratigráfia

A tatai téglagyári rétegsorok a Száki Formációba sorolhatók (JÁMBOR 1980, CZICZER et al. 2009). Az ezzel kb. egyidős, magas topográfiai helyzetű vályus-kúti előfordulás

különlegességét az adja, hogy a mocsaras kifejlődés, melyet litológiai jellegei és faunája alapján is az Újfalui Formációba sorolhatnánk, idősebb pannóniai fekü nélkül települ, és a fedőben megjelenő *Congeria czjzeki* alapján még csak az elöntés kezdetén, 9,4–9,3 millió évvel ezelőtt keletkezhetett. Bár ez a fedő inkább csak jelzés értékű, mintsem valódi bizonyíték, mégis feltételezhetjük, hogy ennek a lignites agyagnak nincs köze az Alpok–Kárpátok felől érkező deltarendszerekhez és a feltöltődés fázisához, az bármilyen szorosan is követte időben a pannóniai elöntést. A jelenlegi litosztratigráfiai tagolás szerint a vályus-kúti rétegsor így leginkább a Csákvári Formációba tartozhat. A Pannon-tó vízszintje növekedésével az akkori Gerecse alacsonyabban fekvő részeit vagy elöntötte a tó vize, vagy a regionális talajés/vagy karsztvízszint emelkedett meg annyira, hogy egyes területek vizenyőssé, mocsarassá váltak. Ezek a lápok akkor is alkalmas életteret biztosíthattak némely puhatestű nemzetségnek, ha a víztest még nem állt közvetlen kapcsolatban a tóval. A nyíltabb vízi üledékre jellemző *Congeria czjzeki, Lymnocardium majeri* és *„Protoplagiodacna" chyzeri* előfordulása a valódi, hatékony összeköttetés létrejöttét jelzi a helyi medence és a Pannon-tó között.

Ugyanígy problémás az Iván halála-völgyben található feltárás kőzetrétegtani besorolása. Konglomerátuma nem abráziós eredetű, képződési körülményeiben mégis leginkább a Diási Formációhoz áll legközelebb, ezért ide soroljuk. A neszmélyi homokbánya alsó kvarchomokja egyértelműen a Kállai Formációba tartozik, míg a felső agyagos szakasz az Újfalui Formáció képviselője, akárcsak a neszmélyi téglagyári rétegsor, a pap-hegyi vízmosás, a Disznós-kúti-völgy, a Nyáraska-völgy, a Bátor-berki-dűlő és a Csekendi-völgy feltárásai.

Ciklusrétegtan

A fúrási rétegsorok faunája a Dunántúli-középhegység északnyugati előterében mindenütt egy transzgresszív–regresszív ciklust mutat, a fáciesek vagy ökozónák ettől eltérő sorrendjére, amely a relatív vízszint nagyobb mértékű ingadozását mutatná, nincs példa (KORPÁS-HÓDI 1983). Néhány esetben, pl. a Dunaszentmiklós Dszt–1 fúrásban, édesvízi-mocsári és szárazföldi biofáciesek váltakoznak egy 40 m vastag szakaszon (KORPÁS-HÓDI 1983).

A feltárásainkban több helyen megfigyelhető, hogy litorális vagy akár mocsári faunák fölött szublitorális fajokat tartalmazó agyagok jelennek meg (pl. neszmélyi homokbánya, Disznós-kúti-völgy). Ennek alapján kijelenthető, hogy az egyetlen nagy transzgressziós–regressziós ciklust képviselő gerecsei, pannóniai rétegsor regressziós szárnya kisebb ciklusokból, paraszekvenciákból épül fel, azaz az Újfalui Formáció itt is hasonló felépítésű, mint a Pannon-medence más területein (vö. SZTANÓ et al. 2013, KATONA et al. 2015). A formáció Balaton környéki paraciklusaival összehasonlítva itt több a nyíltvízi prodelta és alsó deltafronti üledék, ritkábban fordul elő a mocsári állapotig kifejlődő fokozatos sekélyedés (deltafront–deltasíkság). E helyett néhány méteres bevágódások, medrek, illetve összetett völgyek feltöltődését, és környezetük elmocsarasodását figyelhettük meg. A völgykitöltést kialakító relatív vízszintesést, valamint az ezekhez kapcsolódó, e helyütt részleteiben nem tárgyalt szállítási irányváltást a gerecsei peremvetők szinszediment működésével magyarázzuk (BARTHA I. R. 2015, BARTHA I. R. et al. 2015).

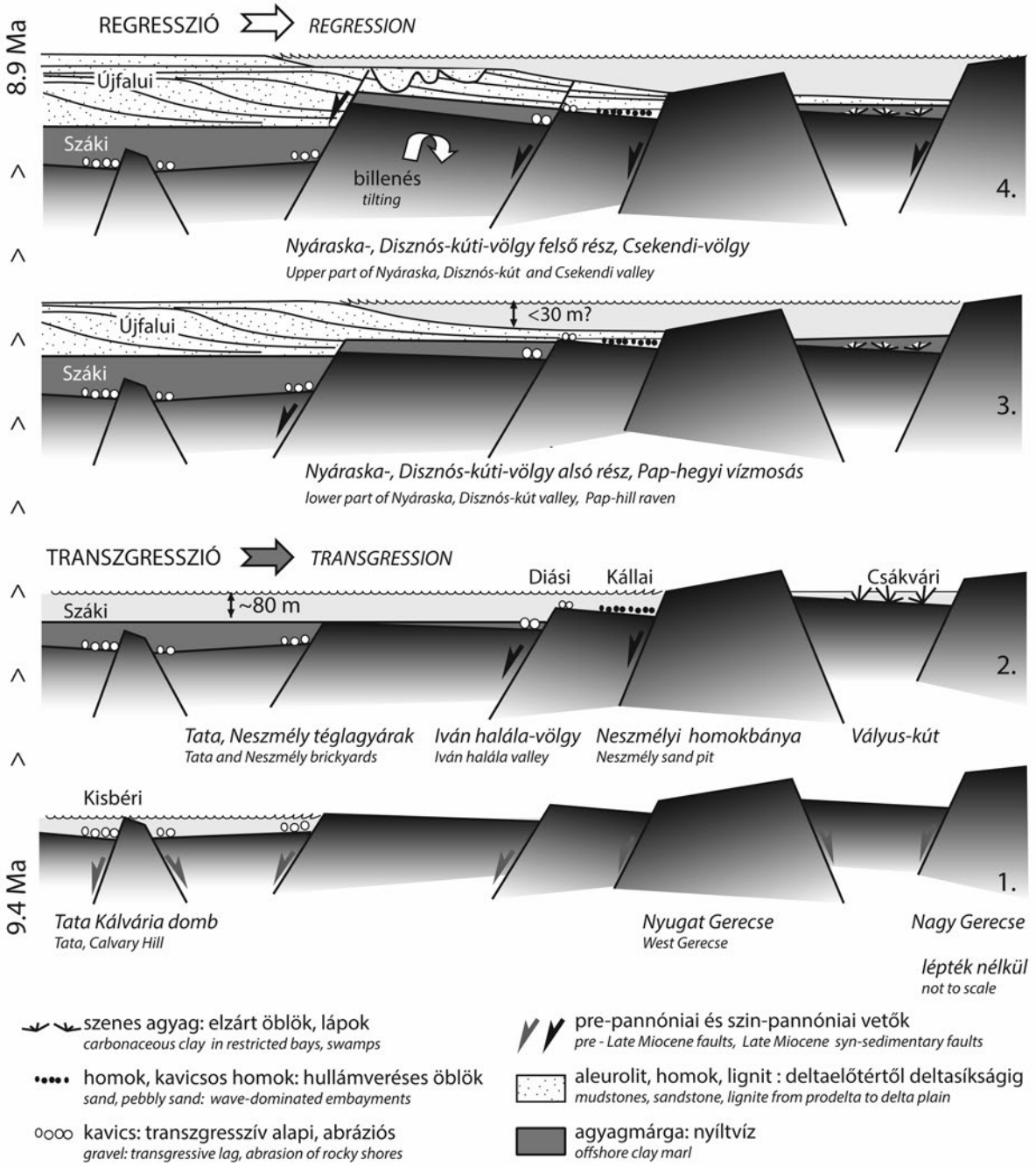
Szerkezetfejlődés és ősföldrajz

A szerkezetfejlődés és az ősföldrajzi viszonyok tisztázása szempontjából különös jelentősége van a vályus-kúti feltárásnak. Az előfordulás a Nagy-Gerecse tömbjét nyugatról határoló 300–400 m elvetésű nagy vető levetett blokkjában van. Tőle nyugatra egy jóval kisebb, kb. 50 m-es elvetésű vető húzódik, a Fekete-hegy jura tömbjétől keletre. A két vető közel párhuzamos, ÉÉK–DDNy-i csapású *(1. ábra)*. A gyenge feltártság miatt nem lehet eldönteni, hogy a pannóniai üledékképződés a maihoz közeli, igen tagolt domborzaton kezdődött, vagy a mai vetőletörések a pannóniai üledékképződés alatt vagy éppen azt követően jöttek létre. A legelső esetben nehezen magyarázható a vályus-kúti üledék agyagos jellege és a triász vagy jura karbonátklasztok teljes hiánya. Ezért inkább arra hajlunk, hogy az esetleg meglevő prepannóniai differenciált topográfia kicsi lehetett és a mai helyzet a pannóniai alatt és főleg az után jött létre *(10. ábra 1.)*. Ugyanakkor a vályus-kúti rétegsor legfiatalabb rétege korban és a *Congeria czjzeki* előfordulása alapján környezetét tekintve is összekapcsolható a tatai Száki Agyagmárga előfordulásával, mely több mint 200 méterrel lejjebb települ. Ez a jelenlegi topográfiai különbség nagyobb, mint az agyagmárga lerakódási környezetére feltételezett legnagyobb vízmélység, mely CZICZER et al. (2009) szerint 80 m. Ezért valószínű, hogy a vályus-kúti előfordulást utólagos deformáció emelte magasabbra, hiszen a késő-miocénben legfeljebb a maximális vízmélységnek megfelelő topográfiai különbség lehetett a két terület között *(10. ábra 2–4.)*.

A szintén viszonylag magas helyzetben előforduló Iván halála-völgyi feltárás (200–210 m), és a nála jóval alacsonyabban elhelyezkedő neszmélyi homokbánya (115–130 m) Kállai Formációba tartozó homokja egyaránt a Pannon-tó egykori, közel egyidős partját képviseli. A két kifejlődés különbözősége azonban maga is egy tagoltabb partvonalat jelez, hiszen az egyik egy hullámveréses öböl, míg a másik egy kissé kiemeltebb sziklás part üledéke. A bikolpusztai előfordulás kavicsos–homokos jellege tovább növeli a part változatosságát. A három előfordulás eltérő magassága utólagos deformációra utal. Az Iván halála-völgy esetében a nyugat-gerecsei ÉÉK–DDNy-i csapású peremvető, a Bikolpusztai előfordulás esetében pedig a Ságodó-tetőtől DNyra haladó ÉNy–DK-i csapású vető levetett blokkjában találjuk a pannóniai kibukkanásokat *(1. ábra)*: számolhatunk tehát a levetett blokkok vető menti kibillenésével, elvonszolódásával, azaz relatív kiemelkedésükkel. Az említett vetők az üledékképződés alatt is működhettek, hiszen az Iván halála-völgyi cunami-üledék a peremvető menti földrengéssel is összefüggésben lehetett (BUDAI & NADRAI

2014), és a bikolpusztai kavicsos réteg kialakulását szintén befolyásolhatta a közeli vető működése *(10. ábra 2–3.)*.

A Gerecse mai morfológiában jól látszó nyugati peremvetője mentén, Vértesszőlősnél és Dunaszentmiklósnál pannóniai abráziós kavicsok ismertek. Ezeket vetőletörés menti üledéknek tekintjük, a hasonló felépítésű vértesi példák alapján (Csillag et al. 2008). A gerecsei példáknál a vető menti tektonikus breccsát is megtaláltuk (Fodor et al. 2013). Feltehető tehát, hogy a vetők mozgásának egy része a pannóniai üledékképződés alatt jött létre, és nem egy pasz-



10. ábra. A pannóniai képződmények kialakulásának vázlata a Gerecse környékén. A Pannon-tó lapos, hullámveréses partján Kisbéri, sziklás partján Diási Kavics, öblében Kállai Homok rakódott le. Mindhármat a transzgresszió folytatásaként befedte a Széki Agyagmárga. A hegység belső medencéi a vízszint megemelkedésével előbb elmocsarasodtak (Csákvári F.), majd szintén víz alá kerültek. A Kisalföld felől érkező Algyői lejtő – Újfalui delta rendszernek a víz borította hegységperemre már csak a delta lebenyei jutottak el, melyek épülését a hegységperem üledékképződéssel egyidejű szerkezeti mozgása is befolyásolta

Figure 10. *Formation of the Pannonian sedimentary sequence in the Gerecse region. Sedimentation started with Kisbér Gravel in the flat, wave-affected coastal environment, with Diás Gravel in rocky shores, and with Kálla Sand in the embayments. All these clastics were draped by the Szák Marl as transgression continued. In the inner basins of the Gerecse, first paludal environment formed (Csákvár Fm), then they were also flooded by Lake Pannon. The Algyő–Újfalu slope–delta system, prograding eastward from the Kisalföld / Danube Basin, deposited only delta lobes on the flooded but elevated blocks of the hills, the progradation of which was influenced by synsedimentary tectonic deformation*

szívan viselkedő, meredek prepannóniai térszínt öntött el a Pannon-tó *(10. ábra 2.)*. Ez a szinszediment mozgás azonban csak részben magyarázhatja az azonos formációk eltérő mai topográfiai helyzetét, amint arra előbb kitértünk.

Az üledékképződés jellege alapján a rétegsor fiatalabb részének, azaz a regresszív pannóniai rétegsor lerakódásának idején a Gerecse fő tömege a tó vízszintje közelében lehetett, vagy csak kevéssel emelkedhetett a fölé. Így a transzgressziót követő deltaépülés beteríthette üledékkel a mai hegység északi és nyugati peremi területeit. Ugyanakkor az üledékképződéssel egyidős deformációt jelzik a regresszív pannóniai összletben megjelenő összetett völgykitöltések. Egyrészt ezeknek a völgyeknek a paraszekvenciák vastagságát meghaladó bevágódásához relatív vízszintesés szükséges, melynek jelentős komponense lehet egy-egy blokk kiemelkedése, billenése által biztosított relief. Másrészt míg a szállítási irányok a rétegsor alsó részén illeszkednek a Kisalföld felől érkező, D–DK felé lejtő progradációhoz, addig az összetett völgyekben ezzel majdnem teljesen ellentétes irányt (É–ÉK-i; BARTHA I. R. 2015) mértünk. Ez a drasztikus irányváltás egy már kiépült deltasíkságba vágódó völgy esetén csak a terület északias kibillenésével magyarázható. Ilyen kibillentés két átfedő geometriájú peremvető közti váltórámpán mehetett végbe (BARTHA I. R. et al. 2015). Ez a modell magával vonja a nyugati peremvető talpi blokkjának relatív kiemlekedését.

Hogy ezt követően a deltalebenyek milyen irányban épültek tovább, elfedték-e a Gerecse ma magasan álló részeit, arra további adat nincs. Viszont alig 300 ezer évvel később, 8,6 millió évvel ezelőtt már a Pesti-síkságtól délre rajzolódik ki a delták építette selfperem (MAGYAR et al. 2013).

Mindezek alapján úgy tűnik, hogy a tagolt morfológia már a pannóniai transzgresszió kezdetére legalább részben kialakult, de a Gerecse É–D-i csapású peremvetői, a Ságodó és a Nagy-Gerecse menti vetők feltehetőleg aktívak voltak a pannóniai üledékképződés alatt is. Ugyanezen vetők működése pedig a fiatalabb deformációs események során is folytatódhatott *(10. ábra)*. A vályus-kúti feltáráshoz hasonló magasságban más hegységi területeken is ismertek pannóniai kibúvások faunával (pl. MÜLLER & MAGYAR 2008; SEBE et al. 2013) vagy anélkül (pl. gyöngykavics kitöltésű neptuni telérek a Budai-hegységben; MAGYARI 1996), melyek egyöntetűen azt bizonyítják, hogy volt olyan időszak, mikor ezek a területek a tó szintje alá kerültek.

Következtetések

A Gerecse pannóniai rétegeiben található puhatestű-fauna lényegében megegyezik a Vértes és a Bakony északnyugati előteréből ismert faunákkal, és ugyanúgy egyetlen transzgreszszív–regresszív üledékciklust tükröz. A biokronosztratigráfiai értékelés alapján a ciklus kora 9,4 és 8,7 millió év közé tehető. A transzgresszív szárnyat képviselő, a Gerecse nyugati előterében, Tatán feltárt agyagrétegek a Száki Formáció tipikus *Congeria czjzeki*s mély szublitorális faunáját tartalmazzák, és összefüggenek a Vértes előterének azonos kifejlődésű rétegeivel. A Gerecse belsejében, a tardosi Vályus-kútnál megismert, mocsári kifejlődéssel induló és feljebb *Congeria czjzeki*t és *Lymnocardium majeri*t tartalmazó rétegsor ugyanezt a transzgresszív szárnyat képviselheti.

A regresszív szárny, mint az Újfalui Formáció általában, több paraszekvenciából épül fel. Ezekben a rétegsorokban a legmélyebb kifejlődést *Congeria ungulacapra*et és *Caladacna steindachneri*t tartalmazó sekély szublitorális agyagok képezik, de gyakoriak a *Dreissena auricularis*t, *Lymnocardium pensli*it és *Unio mihanovici*t tartalmazó agyagrétegek is, amelyek csigák (elsősorban különböző *Melanopsis* fajok) dominanciájával jellemzett litorális üledékekkel váltakoznak. A mocsári kifejlődésekben mocsári (pl. *Planorbarius*) és szárazföldi csigák fordulnak elő, és a gyűjteményi anyagokban találtunk folyóvízi puhatestűeket is (*Margaritifera flabellatiformis, Brotia escheri*).

A pannóniai képződmények fáciese és elterjedése arra utal, hogy az üledékképződés már valamelyest tagolt aljzati morfológia mellett indult. A tektonikai deformáció az üledékképződés alatt is zajlott, amint erre az abráziós kavicselőfordulások, a földrengéshez köthető üledék, a helyi forrású delták és homokos öblök, a deltaössletbe vágódó medrek utalnak. Nem kétséges ugyanakkor, hogy a deformáció jelentős része, azaz pl. a tatai és a vályus-kúti transzgresszív rétegek nagy magasságbeli különbségének a kialakulása a megőrződött pannóniai üledékek lerakódását követően történt.

Köszönetnyilvánítás

Kutatásunkat az OTKA 81530 és az NKFIH 116618, illetve a pozsonyi Comenius Egyetem kutatóival közös TÉT_12_SK-1-2013-0020 pályázat támogatta. A munka alapjául szolgáló saját gyűjtésű ősmaradványanyag a Magyar Természettudományi Múzeum gyűjteményében van elhelyezve. Köszönjük az MFGI Gyűjteményi Főosztálya vezetőjének, PALOTÁS Klárának és munkatársainak, BODOR Emesének és SZAPPANOS Bálintnak, hogy hozzáférhetővé tették számunkra az intézet gerecsei pannóniai puhatestű-gyűjteményét. A terepi munkában SELMECZI Ildikó, DUNAI Mihály, KÖVÉR Szilvia, TŐKÉS Lilla, BUDAI Soma és BABINSZKI Edit közreműködését köszönjük. A vályus-kúti fúrás kivitelezését az MFGI munkatársai, HERMANN Viktor és KUTASI Géza, leírását pedig CSICSEK Lajos Ádám, LOVRITY Vencel és MÜLLER Tamás, IV. éves ELTE geológus hallgatóként a gerecsei térképező terepgyakorlati munka keretében végezték. Az otolitokat BOSNAKOFF Mariann határozta meg. Cikkünk lektorai BUDAI Tamás és CZICZER István voltak, köszönjük alapos munkájukat. Ez a tanulmány az MTA–MTM–ELTE Paleontológiai Kutatócsoport 250. közleménye.

Irodalom — References

ANDRUSOV N. 1897: Fossile und lebende Dreissensidae Eurasiens. — *Travaux de la Société des Naturalistes de St.-Petersbourg. Section de Géologie et de Minéralogie* **25,** 1–683. http://doi.org/10.5962/bhl.title.51280

BARTHA F. 1963: Lázi felső-pannóniai korú faunájának biosztratigráfiai vizsgálata (Dépouillement biostratigraphique de la faune pannonienne supérieure de la localité Lázi). — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1960-ról*, 265–283.

BARTHA F. 1971: A magyarországi pannon biosztratigráfiai vizsgálata. — In: GÓCZÁN F. & BENKŐ F. (szerk.): *A magyarországi pannonkori képződmények kutatásai.* — Akadémiai Kiadó, Budapest, 9–172.

BARTHA I. R. 2015: Pannóniai delták a Gerecse északi előterében: üledékképződés, vízszintváltozások és szerkezeti események. — MSc szakdolgozat, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, Budapest, 64 p.

BARTHA, I. R., MAGYAR, I., FODOR, L., CSILLAG, G., LANTOS, Z., TŐKÉS, L. & SZTANÓ, O. 2015: Late Miocene lacustrine deltaic deposits: Integrated outcrop and well data from the junction of the Danube Basin and Gerecse Hills, Hungary. — *Abstract Book of 31st IAS Meeting of Sedimentology, Krakow, Poland,* p. 54. http://doi.org/10.13140/RG.2.1.5006.9845

BUDAI S. & NADRAI J. 2014: Abrázió vagy cunami? Egy dunaszentmiklósi konglomerátum szedimentológiája. — *TDK dolgozat,* ELTE Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, 40 p.

CSILLAG G., KORDOS L., LANTOS Z. & MAGYAR I. 2008: Felső-miocén. — In: BUDAI T. & FODOR L. (szerk.): *A Vértes hegység földtana. Magyarázó a Vértes hegység földtani térképéhez, 1:50 000. (Geology of the Vértes Hills. Explanatory book to the Geological Map of the Vértes Hills 1:50 000).* **—** Magyar Állami Földtani Intézet, 93–105.

CZICZER I. 2014: Pannóniai korú puhatestű faunák a Mórágy-rögön és délkeleti előterében: rétegtani, környezeti és ősföldrajzi értékelés. — *PhD disszertáció,* Szegedi Tudományegyetem, Földtani és Őslénytani Tanszék, Szeged, 254 p. http://doi.org/10.14232/phd.2349

CZICZER, I. & MAGYAR, I. 2006: Paleoecological and biostratigraphic study of Pannonian molluscs from Tata, NW Hungary. — In: HUM, L., GULYÁS, S. & SÜMEGI, P. (szerk.): *Environmental historical studies from the Late Tertiary and Quaternary of Hungary.* — Department of Geology and Paleontology, University of Szeged, Szeged, 45–55.

CZICZER, I, MAGYAR, I, PIPÍK, R, BÖHME, M., ĆORIĆ, S., BAKRAČ, K., SÜTŐ-SZENTAI, M., LANTOS, M., BABINSZKI, E. & MÜLLER, P. 2009: Life in the sublittoral zone of long-lived Lake Pannon: paleontological analysis of the Upper Miocene Szák Formation, Hungary. — *International Journal of Earth Sciences* **98,** 1741–1766. http://doi.org/10.1007/s00531-008-0322-3

FODOR, L. I., SZTANÓ, O., MAGYAR, I., TÖRŐ, B., UHRIN, A., VÁRKONYI, A., CSILLAG, G., KÖVÉR, SZ., LANTOS, Z. & TŐKÉS, L. 2013: Late Miocene depositional units and syn-sedimentary deformation in the western Pannonian basin, Hungary. — SCHUSTER, R. (ed.): *11th Workshop on Alpine Geological Studies & 7th European Symposium on Fossil Algae. Abstracts & Field Guides. Schladming, 8–14th September 2013. Berichte der Geologischen Bundesanstalt* **99,** 33–34.

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.

FÜLÖP J. 1958: A Gerecsehegység krétaidőszaki képződményei. — *Geologica Hungarica series Geologica* **11,** 55 p.

GILLET, S. & MARINESCU, F. 1971: La faune malacologique pontienne de Rădmăneşti (Banat Roumain). — *Institut Géologique, Mémoires* **15,** 1–78.

HALAVÁTS GY. 1923: A baltavári felsőpontusi korú molluszka-fauna. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* **24,** 395–407.

HALMOS A. 1914: *A neszmélyi pannóniai képződmény kifejlődése.* — Szepesi Lapok nyomdavállalata, Igló, 24 p.

HILGEN, F. J., LOURENS. L. J. & VAN DAM, J. A. 2012: The Neogene Period. — In: GRADSTEIN, F. M, OGG, J. G., SCHMITZ, M. & OGG, G. (eds): *The Geologic Time Scale 2012*. Elsevier B.V., 923–978. http://doi.org/10.1016/B978-0-444-59425-9.00029-9

JÁMBOR Á. 1980: A Dunántúli-középhegység pannóniai képződményei. — *A* Magyar *Állami Földtani Intézet Évkönyve* **62,** 1–259.

KATONA L., MAGYAR I., BERTA T., VARGA A. & SZTANÓ, O. 2015: Pannóniai puhatestű fauna a Fűzfői-öböl környékének két feltárásából. — *Földtani Közlöny* **145,** 127–150.

KORPÁSNÉ HÓDI M. 1983: A Dunántúli-középhegység északi előtere pannóniai mollusca faunájának paleoökológiai és biosztratigráfiai vizsgálata. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **66,** 1–163.

KORPÁS-HÓDI, M., GYALOG, L. 1993: Tata, brickyard and Kálvária Hill (Pannonian silt). — In: MÜLLER, P. & MAGYAR, I. (eds): *Excursion Guide for 8th Meeting of the Association of European Geological Societies*, 45–49, Budapest.

LIFFA A. 1907: Geológiai jegyzetek a Gerecse hegység és környékéről. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1906-ról*, 163–176.

LIFFA A. 1909: Geologiai jegyzetek Nyergesujfalu és Neszmély környékéről. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1907-ről*, 148–165.

LIFFA A. 1910: Földtani jegyzetek Tata és Szőny vidékéről. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1908-ról*, 141–150.

LÓCZY L. 1877: Jegyzetek a ponti emelet osztályozásához Magyarországon. — *Természetrajzi füzetek* **1,** 110–112, 129–130.

MAGYAR, I. & GEARY, D. H. 2012: Biostratigraphy in a Late Neogene Caspian-type lacustrine basin: Lake Pannon, Hungary. — In: BAGANZ, O. W., BARTOV, Y., BOHACS, K. & NUMMEDAL, D. (eds): *Lacustrine sandstone reservoirs and hydrocarbon systems. AAPG Memoir* **95,** 255–264. http://doi.org/10.1306/13291392M953142

MAGYAR, I., GEARY, D. H., SÜTŐ-SZENTAI, M., LANTOS, M. & MÜLLER P. 1999: Integrated biostratigraphic, magnetostratigraphic and chronostratigraphic correlations of the Late Miocene Lake Pannon deposits. — *Acta Geologica Hungarica* **42,** 5–31.

MAGYAR, I, MÜLLER, P, GEARY, D. H., SANDERS, H. C. & TARI, G. C. 2000: Diachronous deposits of Lake Pannon in the Kisalföld basin reflect basin and mollusc evolution. — *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt* **56,** 669–678.

MAGYAR, I., LANTOS, M., UJSZÁSZI, K. & KORDOS, L. 2007: Magnetostratigraphic, seismic and biostratigraphic correlations of the Upper Miocene sediments in the northwestern Pannonian Basin System. — *Geologica Carpathica* **58,** 277–290.

MAGYAR, I, RADIVOJEVIĆ, D., SZTANÓ, O., SYNAK, R., UJSZÁSZI, K. & PÓCSIK, M. 2013: Progradation of the paleo-Danube shelf margin

across the Pannonian Basin during the Late Miocene and Early Pliocene. — *Global and Planetary Change* **103,** 168–173. http://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2012.06.007

MAGYARI, Á. 1996: Eocén szinszediment tektonikai jelenségek és üledékképződésre gyakorolt hatásai a Budai-hegységben. — *PhD Doktori dolgozat,* ELTE, Általános és Történeti Földtani Tanszék, 289 p.

MÜLLER, P. 1990: Revised and other species of malacofauna from Tihany (Fehérpart) in Hungary. — In: STEVANOVIĆ, P., NEVESSKAJA, L. A., MARINESCU, F., SOKAĆ, A. & JÁMBOR Á. (edsw): *Chronostratigraphie und Neostratotypen, Neogen der Westlichen ("Zentrale") Paratethys, VIII, Pl1 Pontien.* JAZU and SANU, Zagreb–Beograd, 558–581.

MÜLLER P. & MAGYAR I. 2008: A budai pannóniai képződmények. — *Földtani Közlöny* **138,** 345–354.

MÜLLER P. M., CZICZER I. & MAGYAR I. 2007: Tata, Baji úti és Agostyáni úti agyagbányák. Felső-miocén (pannóniai emelet), Száki Formáció. — In: PÁLFY J. & PAZONYI P. (szerk.): *Őslénytani kirándulások Magyarországon és Erdélyben*. Hantken Kiadó, Budapest, 47–51.

SALEMAA, H. 1994: Lake Ohrid. — In: MARTENS, K., GODDEERIS, B. & COULTER, G. (eds): *Speciation in Ancient Lakes*. *Advances in Limnology* **44,** E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 55–64.

SEBE K., KONRÁD GY. & MAGYAR I. 2013: A legmagasabban fekvő mecseki pannon-tavi üledékek helyzete és kora. — *Földtani Közlöny* **143,** 67–72.

SÜMEGHY J. 1939: A Győri-medence, a Dunántúl és az Alföld pannóniai üledékeinek összefoglaló ismertetése. — *A magyar királyi Földtani Intézet Évkönyve* **32,** 67–254.

STRAUSZ L. 1942: Das Pannon des mittleren Westungarns. — *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici, pars Mineralogica, Geologica et Palaeontologica* **5,** 1–102.

STRAUSZ L. 1951: Földtani vizsgálatok Tata és Kisbér környékén. — *Földtani Közlöny* **81,** 284–292.

SZÁDECZKY-KARDOSS E. 1938: Geologie der rumpfungarländischen Kleinen Tiefebene. — *Mitt. Berg. Hüttenm. Abt. K. u. K. Josef Univers.* **10,** Sopron, 444 p.

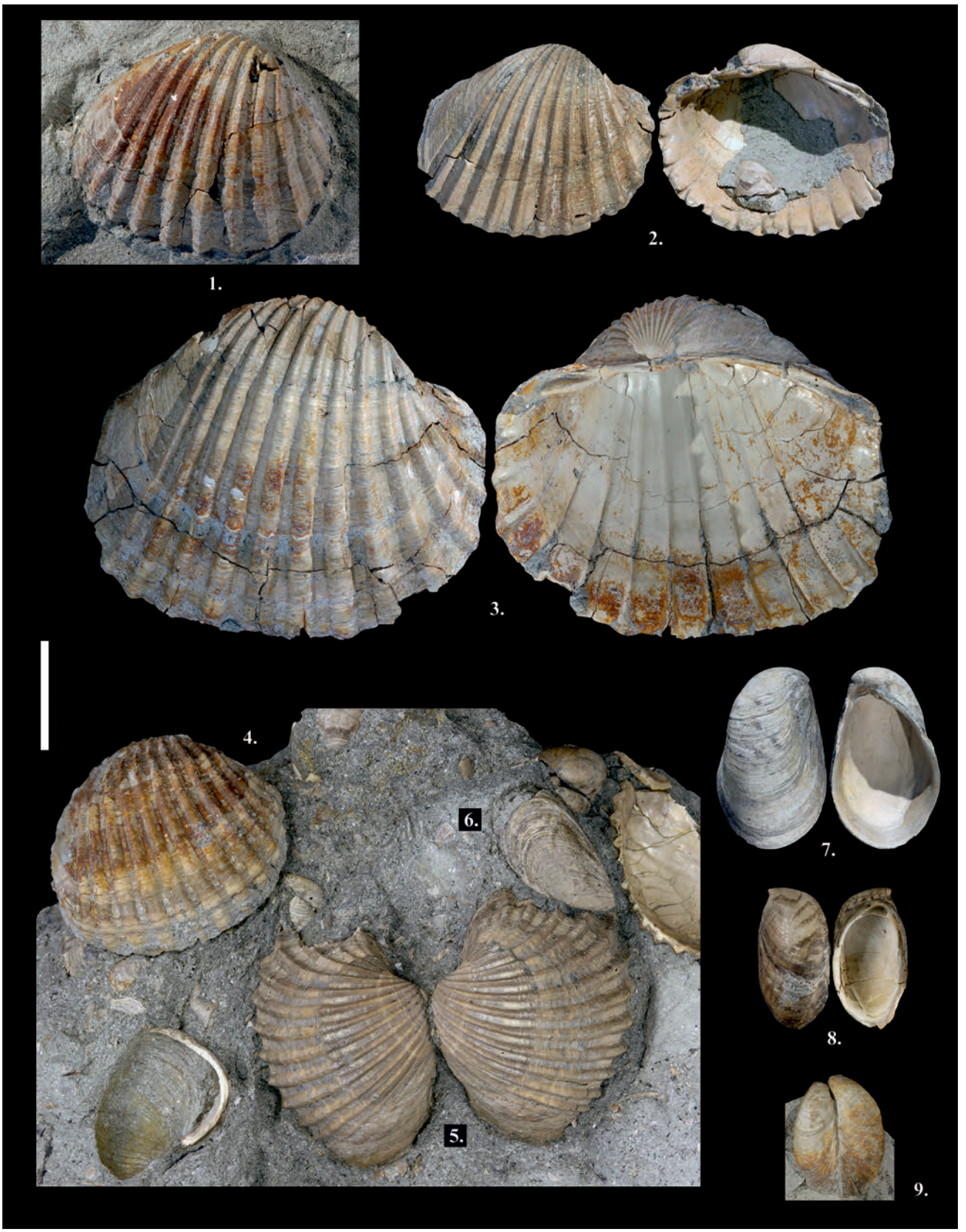
SZILAJ R., SZÓNOKY M., MÜLLER P., GEARY, D. H. & MAGYAR I. 1999: Stratigraphy, paleoecology, and paleogeography of the „*Congeria ungulacaprae* beds" (=*Lymnocardium ponticum* Zone) in NW Hungary: study of the Dáka outcrop. — *Acta Geologica Hungarica* **42,** 33–55.

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.

SZTANÓ O., KOVÁČ, M., MAGYAR I., ŠUJAN, M., FODOR L., UHRIN A., RYBÁR, S., CSILLAG G. & TŐKÉS L. 2016: Late Miocene lithostratigraphy of the Danube / Kisalföld Basin: interregional correlation of depositional systems, stratigraphy and structural evolution. — *Geologica Carpathica* **67,** 525–542. http://doi.org/10.1515/geoca-2016-0033

Kézirat beérkezett: 2017. 01. 11.

I. tábla — Plate I

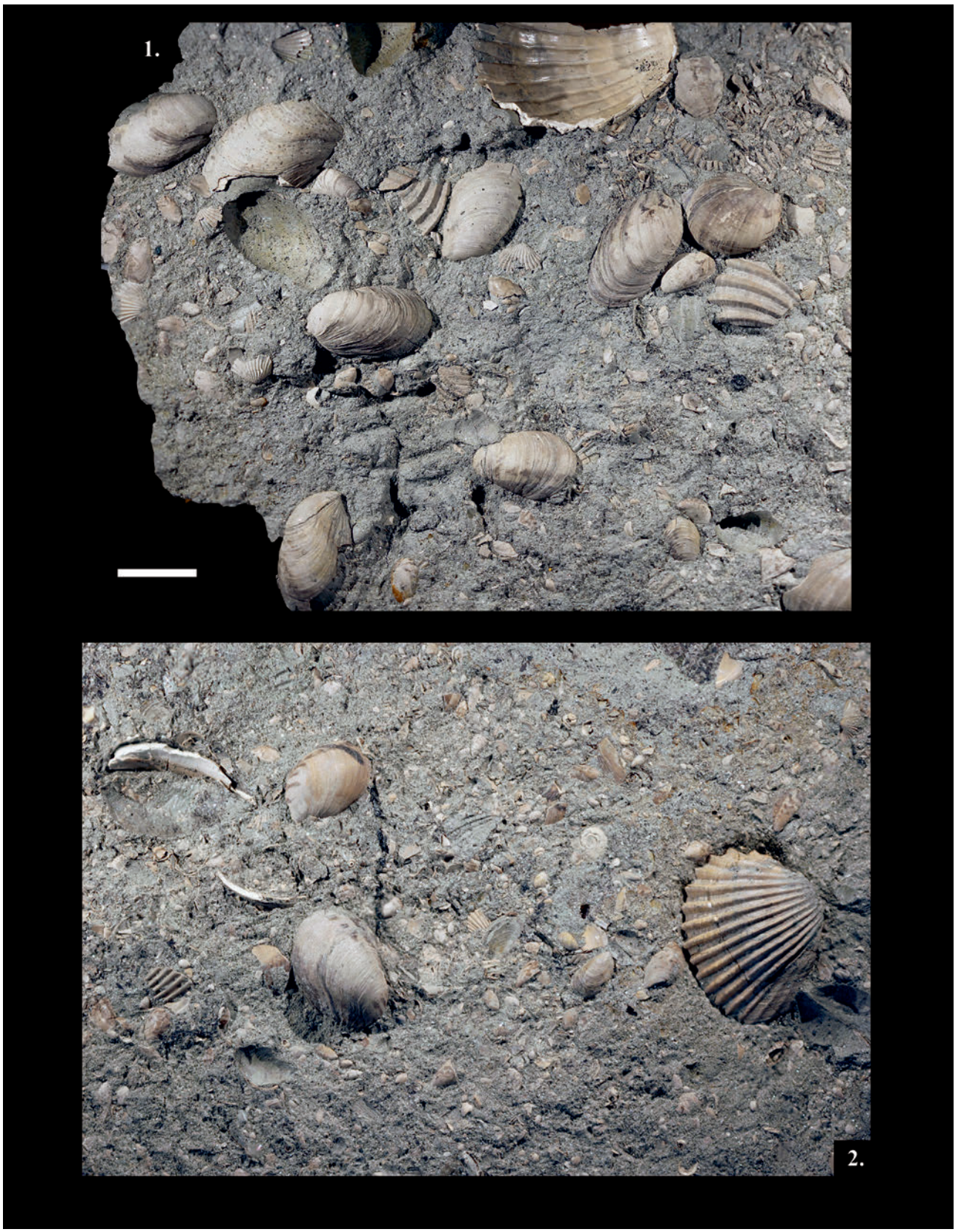


1–5. *Lymnocardium* sp., Disznós-kúti-völgy, D7 réteg / Disznós-kút Valley, Layer D7; 6-9: *Dreissena auricularis* (Fuchs), Disznós-kúti-völgy, D7 réteg / Disznós-kút Valley, Layer D7. Aránymérték/Scale:1 cm

II. tábla — Plate II

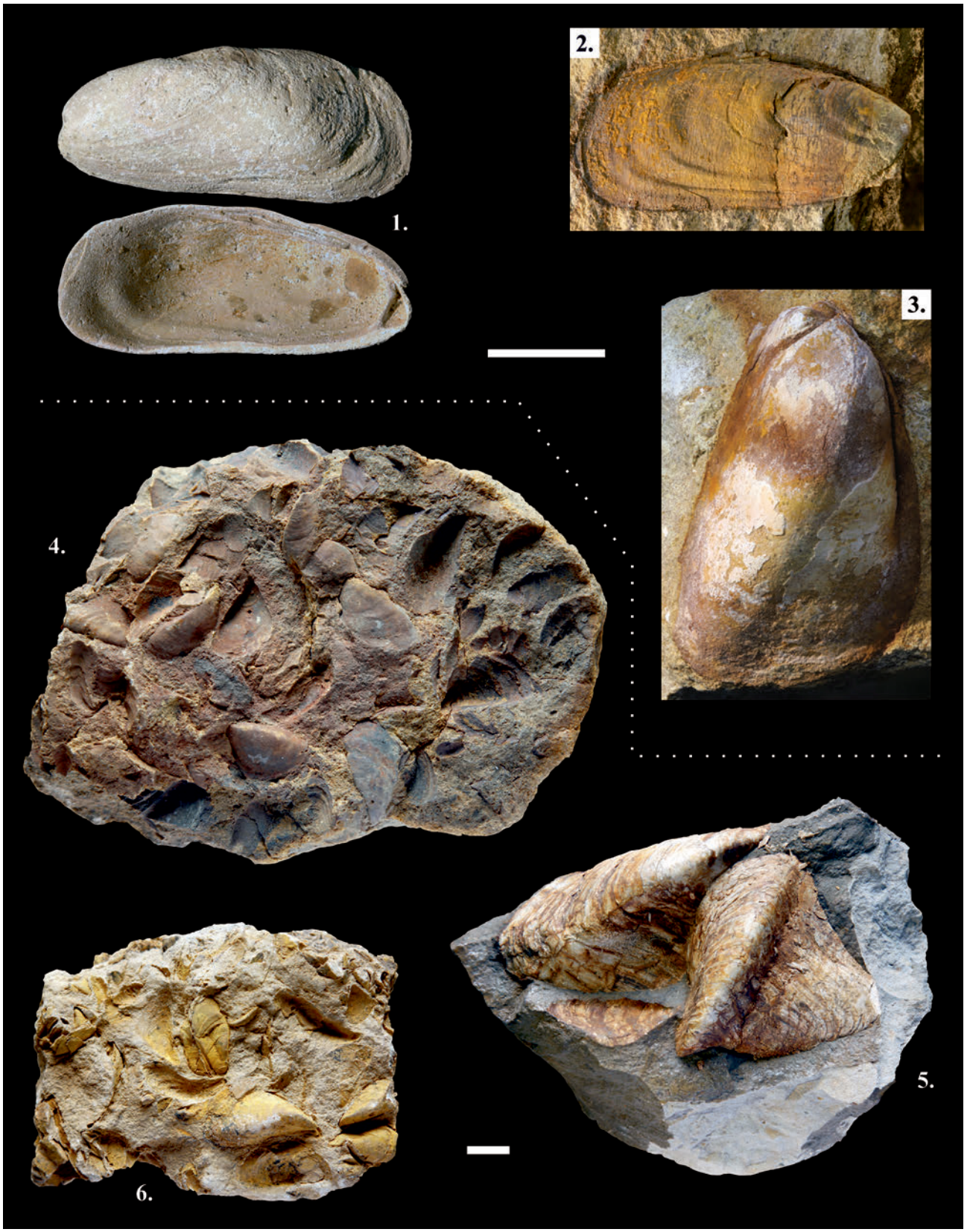
1. *Lymnocardium penslii* (FUCHS), Disznós-kúti-völgy, D4 réteg / Disznós-kút Valley, Layer D4; 2. *„Protoplagiodacna" chyzeri* (BRUSINA), Vályus-kút, törmelékből / Vályus-kút, from debris; 3. *Lymnocardium penslii* (FUCHS), Nyáraska-völgy, N1 réteg / Nyáraska Valley, Layer N1; 4. *Paradacna wurmbi* (LŐRENTHEY), Csekendi-völgy / Csekend Valley; 5. *Lymnocardium penslii* (FUCHS), Neszmély, Várhegy árka / Neszmély, Várhegy árka, MFGI Pl.2017.6.1.; 6. *Unio mihanovici* BRUSINA, *Congeria balatonica* PARTSCH, Disznós-kúti-völgy, D4 réteg / Disznós-kút Valley, Layer D4. Aránymérték/Scale: 1 cm

III. tábla — Plate III



1, 2. *Dreissena auricularis* (FUCHS) és *Lymnocardium* sp., Disznós-kúti-völgy, D7 réteg / Disznós-kút Valley, Layer D7. Arány-mérték/Scale: 1 cm

IV. tábla — Plate IV



1. *Dreissenomya (Sinucongeria) arcuata* (FUCHS), Disznós-kúti-völgy D4 réteg / Disznós-kút Valley, Layer D4; 2. *Dreissenomya* sp., kőbél, Neszmély, homokbánya, H2 réteg / steinkern, Neszmély, sand pit, Layer H2; 3. *Dreissenomya (Sinucongeria) arcuata* (FUCHS), kőbél, Iván halála-völgy / steinkern, Iván halála Valley; 4, 6. *Congeria* aff. *simulans turgida* BRUSINA, kőbelek, Réz-hegy / steinkerns, Réz-hegy, MFGI Pl.2017.1.1. és Pl.2017.2.1.; 5. *Congeria ungulacaprae* MÜNSTER, Neszmélyi téglagyár / Neszmély brickyard claypit, MFGI Pl.2017.3.1. Arányértékek/Scales: 1 cm

V. tábla — Plate V

1, 5. *Melanopsis sturi tortispina* Papp, Vályus-kút, V1 réteg / Vályus-kút, Layer V1; 2, 3. *Melanopsis sturi sturi* Fuchs, Vályus-kút, V1 réteg / Vályus-kút, Layer V1; 4: *Melanopsis pygmaea* Hörnes, Disznós-kúti-völgy, D4 réteg; 6, 7, 10: *Melanopsis defensa* Fuchs, Disznós-kúti-völgy, D4 réteg / Disznós-kút Valley, Layer D4; 8, 9, 12: *Melanopsis austriaca* Brusina, Disznós-kúti-völgy, D4 réteg / Disznós-kút Valley, Layer D4; 11: *Melanopsis caryota* Brusina, Neszmély, téglagyár / Neszmély, brickyard claypit, MFGI Pl.6509.; 13. *Viviparus sadleri*. Vályus-kút, törmelékből / Vályus-kút, from debris; 14. *Melanopsis caryota* Brusina, Disznós-kúti-völgy, D4 réteg / Disznós-kút Valley, Layer D4. Arányméréték/Scale: 1 cm

VI. tábla — Plate VI

1, 4. *Theodoxus intracarpaticus* JEKELIUS, Disznós-kúti-völgy, D4 réteg; 2, 3. *Theodoxus soceni* JEKELIUS, Disznós-kúti-völgy, D4 réteg; 5. *Theodoxus radmanesti* FUCHS, Vályus-kút, V1 réteg; 6. *Stagnicola* cf. *halavatsi* WENZ, Disznós-kúti-völgy, D4 réteg; 7. *Bithynia* sp., Disznós-kúti-völgy, D4 réteg; 8. *Oxychilus procellarius* (JOOSS), Vályus-kút, V1 réteg; 9. *Valvata obtusaeformis* LŐRENTHEY, Vályus-kút, V1 réteg; 10, 11. *Prososthenia* cf. *radmanesti* (FUCHS), Disznós-kúti-völgy, D4 réteg; 12. *Nematurella sturii* (BRUSINA), Disznós-kúti-völgy, D7 réteg; 13. *Socenia* sp., Disznós-kúti-völgy, D4 réteg; 14. hal hallókő (otolith), meghatározhatatlan juvenilis példány / undeterminable fish otolith, a juvenile specimen, Disznós-kúti-völgy, D4 réteg; 15. *Valvata oecsensis* SOÓS, Vályus-kút, V1 réteg; 16. *Umbrina* aff. *cirrhosa* hallóköve / fish otolith, Disznós-kúti-völgy, D4 réteg;17. *Gyraulus* cf. *rhytidophorus* (BRUSINA), Disznós-kúti-völgy, D7 réteg. Arányméték/Scales: 1 cm (völgy = valley, réteg = layer)

Magyarhoni Földtani Társulat
Földtani Közlöny
Hungarian Geological Society

147/2, 177–194., Budapest, 2017

DOI: 10.23928/foldt.kozl.2017.147.2.177

Kapcsolt izotópok (clumped isotopes) a földtudományi kutatásokban

KELE Sándor[1], BAJNAI Dávid[2]

[1]MTA Földtani és Geokémiai Intézet, Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, 1112 Budapest, Budaörsi út 45. (keles@geochem.hu)

[2]Institut für Geowissenschaften, J. W. Goethe-Universität, 60438 Frankfurt am Main, Altenhöferallee 1. (david.bajnai@em.uni-frankfurt.de)

Clumped isotopes in geoscience research

Abstract

Clumped isotope geochemistry is a new, dynamically developing field of research, which is based on the temperature-dependent clumping of the ^{13}C and ^{18}O isotopes within one molecule. Using the clumped isotope thermometer, the temperature of the carbonate precipitating fluids can be determined with high precision, based solely on the clumped isotope value (Δ_{47}) of carbonates. Besides palaeoclimatology, the method can be used in several research fields in geology, including palaeoceanography, atmospheric research, reservoir geology, geomorphology, structural geology, diagenesis, biogeochemistry, low temperature metamorphic processes, and meteorite research. Due to continuous developments, the number of applications is still significantly increasing. This paper briefly introduces the reader to the principles of clumped isotope geochemistry, reviewing its theoretical basis, and possible applications, and also looks at available calibrations. Furthermore, it provides an overview of the current state-of-the-art.

Keywords: stable isotopes, clumped isotopes, geochemistry, thermometry, climate reconstruction, methodology

Összefoglalás

A kapcsoltizotóp-geokémia (clumped isotope geochemistry), egy olyan új, dinamikusan fejlődő kutatási módszer, amely a ^{13}C és a ^{18}O izotópok egy molekulán belüli kapcsolódásának hőmérsékletfüggésén alapszik. Segítségével a karbonátok kiválási hőmérséklete nagy pontossággal meghatározható, kizárólag a karbonát fázis kapcsoltizotóp-értéke (Δ_{47}) alapján. A paleoklimatológiai alkalmazások mellett a módszer a geológiai kutatások számos területén (pl. paleooceanográfia, atmoszféra-kutatás, rezervoár-geológia, geomorfológia, tektonika, diagenezis, biogeokémia, alacsony hőmérsékletű metamorf folyamatok, meteorit-kutatás, stb.) alkalmazható, és a műszerfejlesztések révén az alkalmazások köre folyamatosan bővül. A cikk röviden áttekinti a kapcsolt izotópos módszert, bemutatva annak alapjait, a rendelkezésre álló kalibrációkat, a lehetséges alkalmazási területeket és a témában eddig megjelent publikációkat.

Tárgyszavak: stabilizotóp, kapcsolt izotóp, geokémia, termometria, klímarekonstrukció, módszertan

Bevezetés

A geokémiai vizsgálatok mára a geológia minden területén — az őslénytantól a rétegtanon át, a paleoklíma kutatásig — megkerülhetetlenné váltak. Az izotóp-geokémia története a XX. század első felére nyúlik vissza. Az első tömegspektrométer megalkotása 1947-ben Alfred NIER nevéhez fűződik. Ebben az időben publikálta UREY (1947), valamint BIGELEISEN & MAYER (1947) az izotópok fizikai tulajdonságairól szóló elméleti alapokat és munkáikban már tárgyalták a többszörösen helyettesített (*multiply substituted*) izotopológokat is. Az izotopológok olyan molekulák, amelyek csak izotópos összetételükben különböznek egymástól (például a $^{12}CO_2$ és a $^{13}CO_2$ egymás izotopológjai). A többszörösen helyettesített izotopológok kettő, vagy több ritka izotópot tartalmaznak (például a $^{12}C^{18}O^{16}O$ egy többszörösen helyettesített CO_2 izotopológ). Mivel az ilyen izotopológok rendkívül alacsony előfordulási aránya a mérésüket korábban lehetetlenné tette, a többszörösen helyettesített izotopológok egészen az 1980-as évek végéig érintetlen kutatási területnek számítottak. Az első, kifejezetten erre a témára irányuló kutatás az atmoszféra metánjának izotópos összetételét vizsgálta (MROZ et al. 1989). Az 1990-es évek elején a Caltech-en (California Institute of Technology, Pasadena, Kalifornia, USA) Edwin SCHAUBLE és John EILER kezdett az atmoszferikus szén-dioxid több-

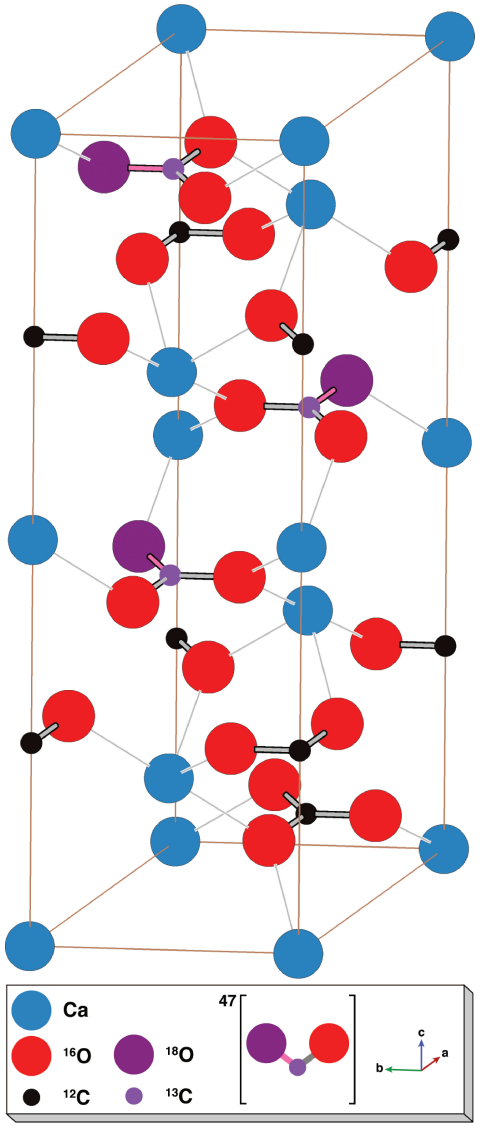
szörösen helyettesített izotopológjaival foglalkozni. Az első sikeres és kellő pontosságú méréseiket az ezredforduló után publikálták (EILER & SCHAUBLE 2004). WANG et al. (2004) és SCHAUBLE et al. (2006) termodinamikai modelljei teremtették meg az elméleti alapokat a többszörösen helyettesített karbonát molekulák paleotermométerként történő alkalmazásához. A módszer népszerűségét GHOSH et al. (2006a) alapozta meg azzal, hogy elsőként vizsgált ismert hőmérsékletű vízből kivált szerves és szervetlen karbonátokat, és a mért kapcsolt izotópos értékek hőmérsékletfüggése alapján elkészítette a módszer első kalibrációját.

A *clumped isotope* kifejezést EILER (2007) vezette be. Az elnevezés arra utal, hogy a módszer azokat a karbonátmolekularácson belüli CO_3^{2-} ioncsoportokat vizsgálja, amelyekben két könnyű izotópot (^{12}C és ^{16}O) a nehéz megfelelőjük (^{13}C és ^{18}O) helyettesít, vagyis ahol a molekularácson belül a nehéz izotópok „csomókban" helyezkednek el, kapcsolódnak össze *(1. ábra)*. Mivel ennek az angol szakkifejezésnek még nincs elterjedt magyar megfelelője, mi a továbbiakban a „kapcsolt izotóp" kifejezést használjuk.

A hagyományos, kalcit–víz oxigénizotóp-frakcionáción alapuló termométer (UREY 1947, MCCREA 1950, EPSTEIN et al. 1951, 1953) esetében szükség van a fluidum $\delta^{18}O$ értékének ismeretére is a karbonátok kiválási hőmérsékletének a meghatározásához. Ez általában nem ismert, tehát ahhoz, hogy a paleohőmérséklet számolható legyen, meg kell becsülni. A kapcsolt izotópos módszer jelentősége abban áll, hogy a paleohőmérsékleti számításokhoz kizárólag a karbonát kapcsolt izotópos összetétele szükséges, illetve hogy a karbonát kapcsolt izotóp értéke szinte kizárólag a kiválási hőmérséklettől függ, más környezeti tényezőktől független.

Napjainkban a kapcsolt izotópok módszertani fejlesztése, hőmérsékleti kalibrációja és új alkalmazási területek felfedezése zajlik. Kiemelt cél a hatékonyság és a precizitás növelése, illetve a szükséges mintamennyiség csökkentése (pl. HE et al. 2012, BERNASCONI et al. 2013, ROSENHEIM et al. 2013, CUI & WANG 2014, HU et al. 2014, FIEBIG et al. 2016, RÖCKMANN et al. 2016). A kalibrációs munkák célja az alkalmazhatóság kiterjesztése szélesebb hőmérsékleti tartományokra (pl. KLUGE et al. 2015), illetve különböző eredetű és összetételű karbonátokon mért kapcsoltizotóp-értékek hőmérsékletfüggésének meghatározása (pl. WACKER et al. 2014, KELE et al. 2015, WINKELSTERN et al. 2016). További cél, a laboratóriumok közötti kalibráció létrehozása karbonát sztenderdek bevonásával (pl. MECKLER et al. 2014), illetve azonos korrekciós, számítási módszerek használatával (pl. DENNIS et al. 2011, DAËRON et al. 2016, JOHN & BOWEN 2016). Ezeken kívül fontos az elméleti alapok még részletesebb kidolgozása, illetve a gyakorlati eredmények elméleti értelmezése (pl. CAO & LIU 2012, HILL et al. 2014, KLUGE & JOHN 2015, TRIPATI et al. 2015, WATKINS & HUNT 2015).

Jelen dolgozat célja a kapcsolt izotópos módszer hazai köztudatban történő meghonosítása, illetve a témával kapcsolatos szakkifejezések magyarítása. A kapcsoltizotóp-geokémia alapjain túl röviden bemutatjuk azokat a kutatási területeket, ahol a módszer sikeres alkalmazására már van példa. Reményeink szerint a kapcsoltizotóp-geokémia a közeljövőben már nem csak neves külföldi kutatóközpontok kiváltsága lesz, hanem egy hazai szinten is elérhető új lehetőség, ami tovább növelheti a hazai kutatások nemzetközi versenyképességét. Erre minden esély megvan, mivel az MTA ATOMKI (Debrecen) által elnyert GINOP pályázat segítségével hamarosan hazánkban is elérhetővé válik majd a módszer.



1. ábra. A kalcit kristály elemi cellája. A kapcsoltizotóp-módszer azokat a karbonát ioncsoportokat vizsgálja, amelyekben két könnyű izotópot (^{12}C és ^{16}O) a nehéz megfelelőjük (^{13}C és ^{18}O) helyettesít. A Δ_{47} érték azt számszerűsíti, hogy a vizsgált mintában mennyi ^{18}O–^{13}C kötést tartalmazó, vagyis 47-es tömegszámú izotopológ van ahhoz képest, mint ahogy azt sztochasztikus, azaz véletlenszerű eloszlás esetén várni lehetne

Figure 1. The unit cell of the calcite crystal. The clumped isotope method studies those carbonate ion groups in the lattice where two light isotopes (^{12}C and ^{16}O) are substituted by their heavier counterparts (^{13}C and ^{18}O). The Δ_{47} value indicates the abundance of the ^{18}O-^{13}C bond-bearing, mass-47 isotopologues in the sample compared to stochastic distribution

A kapcsolt izotópok ismertetése

Módszertan és elméleti alapok

Izotópoknak nevezzük egy adott elem azonos protonszámú, de különböző neutronszámú atomjait (*isos+topos* = azonos+hely), amelyek lehetnek stabilak, illetve radioaktívak. A stabilizotópok aránya fontos geológiai információkat őrizhet (pl. ^{11}B – pH, ^{53}Cr – redox viszonyok), míg a radioaktív izotópok bomlása (pl. ^{14}C, U/Th, U/Pb) a képződmények korvizsgálatában tölt be meghatározó szerepet. Mivel a stabilizotóp-geokémiáról már számos összefoglaló tanulmány jelent meg (pl. SHARP 2007, HOEFS 2015), a jelen összefoglalóban csak a kapcsolt izotópokkal foglalkozunk részletesen.

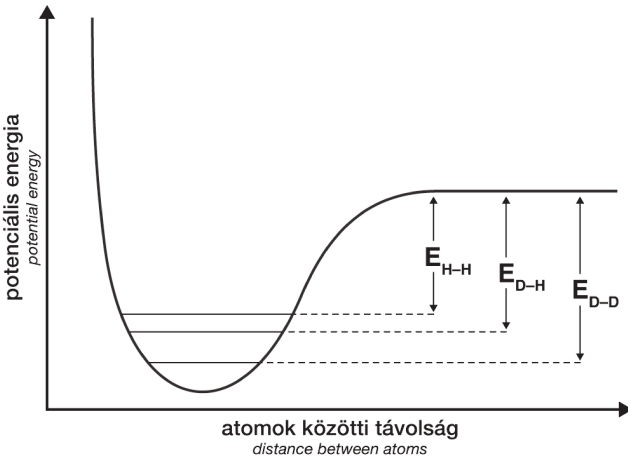
A karbonátok stabilizotóp-geokémiai vizsgálata során általában a minták $\delta^{13}C$ és $\delta^{18}O$ értékére vagyunk kíváncsiak. Ezen értékek a mért gázokban azoknak a molekuláknak a gyakoriságától függnek, amelyek egy ritka, nehéz izotópot tartalmaznak (pl. $^{13}C^{16}O^{16}O$, $^{12}C^{18}O^{16}O$). Vannak azonban olyan, nagyon alacsony koncentrációban előforduló izotopológok is, amelyek egynél több ritka izotópot tartalmaznak (pl. $^{13}C^{18}O^{16}O$, $^{12}C^{18}O^{17}O$) (HOEFS 2015 és további hivatkozások benne) *(I. táblázat)*. Az ilyen, többszörösen helyettesített izotopológok egyedi, a leggyakoribb izotopológoktól eltérő termodinamikai tulajdonságokkal (kötés vibrációs frekvencia, nullponti energia, közeli infravörös abszorpciós színkép) rendelkeznek. A kapcsolódás következtében a többszörösen helyettesített izotopológok statisztikailag dúsulnak az összes izotóp tisztán véletlenszerű eloszlásához képest. A sztochasztikus eloszlástól való eltérések általában 1‰-on belüliek és a természetben végbemenő izotópfrakcionációs folyamatokból adódhatnak (WANG et al. 2004).

Egy nehézizotóp könnyűizotóppal való helyettesítése a molekulák stabilitását és a reakcióik kinetikáját is befolyásolja. Egy kétatomos molekulában (pl. H_2) a molekula által elérhető legalacsonyabb energiaállapot potenciális energiája csökken egy könnyű izotóp nehéz izotóppal való helyettesítése esetén: két nehéz izotóp (pl. D–D) közötti kötés nullponti energiája alacsonyabb, mint egy nehéz és egy könnyű izotóp közti kötésé (pl. D–H), ami alacsonyabb, mint két könnyű izotóp közötti kötés nullponti energiája (UREY 1947; BIGELEISEN 1955, 1965) *(2. ábra)*. A rezgési energia csökkenése két könnyű izotóp nehéz izotópokkal való helyettesítése esetén gyakran meghaladja az egyszeri helyettesítés kétszeresét (UREY 1947, BIGELEISEN 1955, EILER 2007). Ez a kis különbség egy olyan termodinamikai hatóerő, ami elősegíti a nehéz izotópok többszörösen helyettesített izotopológokban való kapcsolódását, hiszen az energiaminimumra való törekvés miatt egy zárt rendszerben előnyösebb a D–D kötések kialakulása, mint a H–D kötéseké. Ez a hatás felírható egy olyan homogén izotópcserereakcióként, amibe csak egy fázis izotopológjai vannak bevonva (SCHAUBLE et al. 2006):

I. táblázat. A stabil szén- és oxigénizotópok relatív előfordulási aránya (ROSMAN & TAYLOR 1998), illetve a szén-dioxid izotopológjainak előfordulási aránya, sztochasztikus, azaz véletlenszerű eloszlás esetén (EILER 2007)

Table I. *Relative abundances of the stable oxygen and carbon isotopes (ROSMAN & TAYLOR 1998) and the relative abundances of carbon-dioxide isotopologues for stochastic distribution (EILER 2007)*

C izotópok *C isotopes*	atomtömeg *atomic weight*	gyakoriság *rel. abundance*
^{12}C	12	98,93 %
^{13}C	13	1,07 %
O izotópok *O isotopes*	**atomtömeg** *atomic weight*	**gyakoriság** *rel. abundance*
^{16}O	16	99,757 %
^{17}O	17	0,038 %
^{18}O	18	0,205%
CO_2 izotopológok *CO_2 isotopologues*	**molekulatömeg** *molecular weight*	**gyakoriság** *rel. abundance*
$^{16}O–^{12}C–^{16}O$	44	98,40 %
$^{16}O–^{13}C–^{16}O$	45	1,11 %
$^{17}O–^{12}C–^{16}O$	45	748 ppm
$^{18}O–^{12}C–^{16}O$	46	0,40 %
$^{17}O–^{13}C–^{16}O$	46	8,4 ppm
$^{17}O–^{12}C–^{17}O$	46	0,142 ppm
$^{18}O–^{13}C–^{16}O$	47	44,4 ppm
$^{18}O–^{12}C–^{17}O$	47	1,5 ppm
$^{17}O–^{13}C–^{17}O$	47	1,6 ppb
$^{18}O–^{12}C–^{18}O$	48	3,96 ppm
$^{17}O–^{13}C–^{18}O$	48	16,8 ppb
$^{18}O–^{13}C–^{18}O$	49	44,5 ppb



2. ábra. A H_2 molekula sematikus potenciális energia (Morse potenciál) görbéje. A kvantumfizika törvényei értelmében egy molekula által elérhető legalacsonyabb energiaállapot nem a potenciális energiagörbének a minimumpontján van, hanem felette. Egy H_2 molekula nullponti energiája csökken egy nehéz izotóp helyettesítésével, és még tovább csökken, ha mindkét atomot nehéz izotóp helyettesíti. Két nehéz izotópos helyettesítés esetén a molekula nullponti energiájának a csökkenése (ED-D) kicsivel meghaladja az egy nehéz izotópos helyettesítés által okozott nullponti energia csökkenés (EH-D) kétszeresét (BIGELEISEN 1965 és EILER 2007 nyomán)

Figure 2. *Schematic potential energy (Morse potential) curve of the H_2 molecule. According to the quantum theory, the lowest potential energy level of the molecule is above the minimum of the potential energy curve. The zero-point energy is reduced with a single heavy isotope substitution (EH-D) and reduced further with a second heavy isotope substitution (ED-D). The decrease in zero-point energy after a second heavy isotope substitution is slightly greater than two times the decrease in the zero-point energy after only one heavy isotope substitution, therefore the ED-D substitution is the energetically preferable situation (Redrawn after BIGELEISEN [1965] and EILER [2007])*

(1) $^{13}C^{16}O_3^{2-} + {}^{12}C^{18}O^{16}O_2^{2-} = {}^{13}C^{18}O^{16}O_2^{2-} + {}^{12}C^{16}O_3^{2-}$

Ezzel szemben a hagyományos stabilizotóp-termometria esetében két fázis van jelen:

(2) $H_2{}^{18}O + CaC^{16}O_3 = H_2{}^{16}O + CaC^{18}O^{16}O_2$

A kapcsoltizotóp-értékek jelölésére a nagy görög delta betű használatos, alsó indexben feltüntetve a vizsgált izotopológ molekulatömegét (pl. Δ_{47}). A Δ_{47} értéket ezrelékben (‰) szokás megadni (EILER 2007). A Δ_{47} érték azt számszerűsíti, hogy a vizsgált mintában mennyi ^{18}O–^{13}C kötést tartalmazó, vagyis 47-es tömegszám/töltés arányú, izotopológ van ahhoz képest, mint ahogy azt sztochasztikus, azaz véletlenszerű eloszlás esetén várni lehetne. Ebből eredően, sztochasztikus eloszlás esetén a Δ_{47}=0‰, és az érték a hőmérséklet csökkenésével növekszik.

A szén-dioxid Δ_{47} értéke a következőképp határozható meg:

(3) $$\Delta_{17} = -1000 \ln\left(\frac{K}{K^*}\right) = \left[\left(\frac{R^{47}}{R^{47*}}1\right)\left(\frac{R^{46}}{R^{46*}}1\right)\left(\frac{R^{45}}{R^{45*}}1\right)\right] \times 1000$$

ahol K az (1) egyenlet egyensúlyi együtthatója, K* ugyanezen egyenlet egyensúlyi együtthatója sztochasztikus eloszlás esetén, R^{47}, R^{46} és R^{45} a mintában előforduló 47-es, 46-os és 45-ös tömegszámú izotopológok 44-es tömegszámú izotopológhoz viszonyított arányai, míg az R^{47*}, R^{46*} és R^{45*} ugyanezeket az arányokat jelölik, a minta izotópjainak sztochasztikus eloszlása esetén (EILER 2007). Az R^i értékeket (i=45, 46, 47) egy ismert izotópos összetételű sztenderd gázhoz viszonyítva lehet mérni:

(4) $$R^i = \left(\frac{\delta_i}{1000} + 1\right) \times R^i_{ref}$$

ahol R^i_{ref} a sztenderdként használt gáz ismert izotópos összetételéből számolható, δ_i pedig:

(5) $$\delta_i = \left(\frac{I^i_{minta}}{I^i_{ref}} - 1\right) \times 1000$$

ahol I^i a tömegspektrométer által mért intenzitásértékekből számolható. Az R^{i*} értékek a minta $\delta^{13}C$ és $\delta^{18}O$ értékeiből vezethetőek le feltételezve, hogy a $\delta^{13}C$ és $\delta^{18}O$ értékek függetlenek az izotopológok eloszlásától:

(6) $R^{45*} = r^{13} + r^{17}$

(7) $R^{46*} = 2 \times r^{18} + 2 \times r^{13} \times r^{17} + (r^{17})^2$

(8) $R^{47*} = 2 \times r^{13} \times r^{18} + 2 \times r^{17} \times r^{18} + r^{13} \times (r^{17})^2$

ahol r^{13}, r^{17} és r^{18} a minta $^{13}C/^{12}C$, $^{17}O/^{16}O$ és $^{18}O/^{16}O$ arányait jelölik (HUNTINGTON et al. 2009).

A mérés menete

A mintaelőkészítés és a mérés a különböző laborokban eltérő módon, többféle műszerrel történhet, ezért ebben a fejezetben csak egy általános leírást adunk a folyamatáról. A stabilizotópos mérésekhez hasonlóan a mérés előtt a mintákat homogenizálni kell achátmozsár és törő segítségével. A mérés minden esetben gázfázisból történik, izotóparánymérő tömegspektrométerrel. A karbonátminták savas feltárásához, illetve a keletkező CO_2 gáz tisztításához a legtöbb labor saját fejlesztésű, automatizált rendszert használ. A CO_2 gáz fejlesztéséhez általában 2–8 mg tiszta kalciumkarbonátot reagáltatnak tömény (>103%), 25–90 °C hőmérsékletű foszforsavval. Fontos lépés a képződött CO_2 gáznak a fő szennyező vízmolekuláktól való elkülönítése, amelyek új termodinamikai egyensúlyi állapotot hozhatnak létre (*re-equlibration*) a CO_2 molekulákban, ezzel megváltoztatva azok kapcsolt izotópos összetételét, valamint a tömegspektrométer ionforrásában izotópcsere-reakciók folytán befolyásolhatják a 47-es tömegszám/töltés arányú ionok intenzitását. A savval történő reakció közben a CO_2 gázt folyékony nitrogénnel hűtött (–200 °C) csapdában fagyasztják ki. A reakció után a szilárd CO_2-t tartalmazó üvegcsapdát –80 °C-os etanolba mártják, aminek következtében a CO_2 szublimál, míg a víz a hűtött csapdában marad. A szublimált gázt egy következő folyékony nitrogénnel hűtött csapdában fagyasztják ki. Ezt a folyamatot, a legjobb hatékonyság érdekében többször meg kell ismételni. További potenciális szennyezők, mint például a szénhidrogének, vagy halokarbonok (pl. CCl) PoraPakQ abszorbenssel töltött, alacsony hőmérsékletű gázkromatográfiás oszloppal távolíthatók el (pl. SCHMID et al. 2012, PETERSEN et al. 2016a). Erre azért van szükség, hogy el lehessen kerülni a CO_2-al azonos tömegszám/töltés arányú (44-47) molekulák által okozott interferenciákat a mérés során, amelyek hamis, túlságosan magas Δ_{47} értékeket eredményezhetnek.

A mért nyers adatokat a savas reakció, a tömegspektrométer forrásában lejátszódó frakcionációs folyamatok, illetve a tömegspektrométer tulajdonságai és állapota miatt korrigálni kell. A tömegspektrométer detektorjain a 44-es tömegszám/töltés arányú ionsugárból származó másodlagos elektronok negatív hátteret okoznak. A háttér korrekció (PBL – *Pressure Baseline Correction, background correction*) során ez a hatás kiküszöbölhető, például a 49-es tömegszám/töltés intenzitásának és a 47-es tömegszám/töltés intenzitásának az összevetésével (BERNASCONI et al. 2013, FIEBIG et al. 2016). A tömegspektrométer ionforrás-állapotától függően számolni kell a δ_{47}–Δ_{47} értékek közötti korrelációval (*scale compression*, 5. egyenlet). A hevített gáz korrekció (*heated and equlibrated gas correction*) során különböző stabil izotópos összetételű CO_2 gázokat fűtenek fel 1000 °C-ra több órán keresztül, hogy elérjék a sztochasztikus eloszlást (Δ_{47}=0,0266‰), illetve hoznak egyensúlyi állapotba 25 °C-on (Δ_{47}=0,9252‰), és ábrázolják az eredményt egy-egy δ_{47}–Δ_{47} diagramon (WANG et al. 2004, DENNIS et al. 2011). Több ilyen gáz mérése után meghatározható a Δ_{47} skála két végpontján a δ_{47}–Δ_{47} regressziós egyenesek tengelymetszete. A két tengelymetszetet az elfogadott tengelymetszetekkel összevetve kiszámolható a műszer adott időszakra vonatkozó empirikus transzfer függvénye (ETF – *Empirical Transfer Function*). Ennek segítségével a mért Δ_{47} értéket az abszolút referenciakeretben (ARF – *Absolute Reference Frame*) lehet megadni, ami így már laborok között is összevethető (DENNIS et al. 2011). A mért Δ_{47} értékek függenek továbbá a

foszforsavas reakció frakcionáló hatásától, amit a sav töménysége és hőmérséklete határoz meg. Egyes laborok között nem csak a reakció hőmérsékletében, hanem a használt frakcionációs együtthatókban is különbség lehet. Adatok összehasonlítása esetén különös figyelmet kell fordítani arra, hogy a laborok az egyes korrekciókat hogyan végezték el és milyen együtthatókat alkalmaztak.

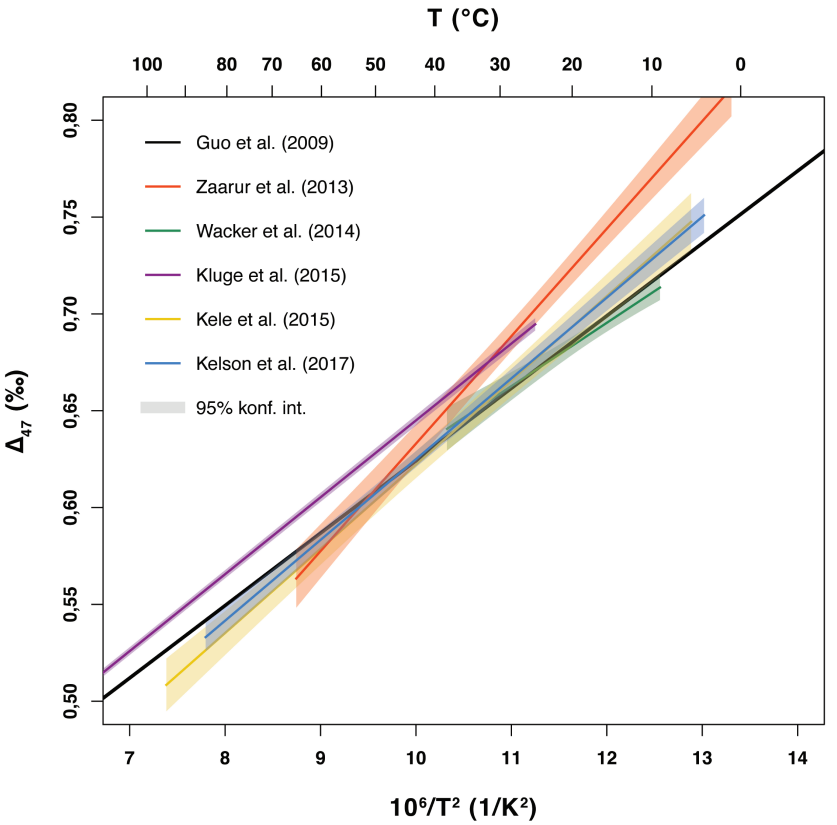
Műszerek

A működő, saját kalibrációval rendelkező, publikálható adatokat produkáló laboratóriumok száma jelenleg még alacsony, aminek egyik oka, hogy a méréshez különlegesen érzékeny műszerek szükségesek. Ugyan történtek mérési kísérletek Finnigan™ Delta XP (Yoshida et al. 2013) és Thermo Scientific™ Delta V Plus (Schmid 2011) tömegspektrométerrel is, a mérésekhez leggyakrabban használt és felépítését, érzékenységét tekintve leginkább megfelelő műszer a Thermo Fisher™ MAT 253 izotóparányt mérő tömegspektrométer. Ez utóbbi egy eredetileg a hagyományos izotópok mérésére tervezett kettős bemenetű (*dual-inlet*) műszer, amelynek nagy az érzékenysége (1 ion / 600 CO_2 molekula) és 10 kV a gyorsítási potenciálja (szemben a Delta XP és a Delta V Plus 3 kV-jával). Újabb változata a MAT 253 Plus nagyobb érzékenységű detektorokkal rendelkezik, amelyek csökkentik a másodlagos elektronok által okozott negatív hátteret. Ez a műszer egy további detektort is tartalmaz, ami a hozzá tartozó szoftver segítségével automatizálja a negatív háttér korrekcióját. Alternatíva a kapcsolt izotópok mérésére kifejlesztett Nu Instruments™ Perspective IS tömegspektrométer (pl. Tripati Lab - UCLA, Yeung Lab, Rice University, USA). Léteznek továbbá „házi-készítésű" tömegspektrométerek is, mint például a Paul Dennis (University of East Anglia, UK) által készített MIRA (*Multi-Isotope Ratio Analyser*).

A tömegspektrométert egy Thermo Scientific™ Kiel IV karbonát feltáró egységhez (pl. ETH Zürich), vagy más fejlesztésű minta-előkészítő berendezéshez csatolva a mérés automatizálható, a mintaszám növelhető, a szükséges anyagmennyiség pedig csökkenthető (Passey et al. 2010, Schmid & Bernasconi 2010, Hu et al. 2014).

Kalibrációk

A Δ_{47} értékek és a hőmérséklet közötti összefüggést először Wang et al. (2004) határozta meg elméleti úton CO_2 gázra, ezt követően pedig Schauble et al. (2006) karbonátokra. Ghosh et al. (2006a) 1–50 °C közötti hőmérsékleti tartományra kidolgozott kalibrációja volt az első publikált Δ_{47}–T összefüggés, ami megmutatta, hogy az elméleti összefüggés a gyakorlatban is érvényes. Ezt követően tanulmányok sora készült modern biogén minták alapján. Ghosh et al. (2007) aragonitos hal otolithokat vizsgált, de készült kalibráció felszíni és mélytengeri korallok (Thiagarajan et al. 2011, Saenger et al. 2012), foraminiferák és kokkolitok (Tripati et al. 2010, Grauel et al. 2013), fog bioapatit (Eagle et al. 2010), kagylók és brachiopodák (Huntington et al. 2009, Eagle et al. 2013, Henkes et al. 2013, Came et al. 2014, Wacker et al. 2014) és szintetikus karbonátok (Ghosh et al. 2006a, Dennis & Schrag 2010, Tang et al. 2014, Kluge et al. 2015, Kelson et al. 2017) alapján is *(3. ábra)*. Az új kalibrációk egyrészt növelték a hőmérsékleti tartományt (pl. Kele et al. 2015, Kluge et al. 2015, Bonifacie et al. 2017), másrészt rámutattak, hogy a kalibrációk nem csak anyag, hanem módszer, tehát labor specifikusak is lehetnek. A kísérleti úton előállított szintetikus karbonátokon készült kalibrációk kevésbé alkalmasak a természetben képződő karbonátok esetén, mivel nehéz modellezni a természetben lejátszódó folyamatokat.



3. ábra. A kapcsolt izotóp termométer fontosabb kalibrációs görbéi Guo et al. (2009; elméleti kalibráció), Zaarur et al. (2013), Wacker et al. (2014), Kluge et al. (2015), Kele et al. (2015) és Kelson et al. (2017) alapján. A kalibrációs görbék tengelymetszetei egységesen, 0,069‰-es 25–90 °C közötti sav frakcionációs együtthatóval vannak megadva

Figure 3. *Calibration curves for the clumped isotope thermometer according to Guo et al. (2009; theoretical line), Wacker et al. (2014), Kluge et al. (2015), Kele et al. (2015), and Kelson et al. (2017). The intercepts of the equations are normalised to an acid fractionation factor of 0.069‰ between 25 °C and 90 °C*

A kalibrációs egyenesek közti lényeges különbség az egyenesek meredeksége (a hőmérsékleti érzékenységük), valamint a hőmérsékleti tartománya. A kalibrációs egyenesek meredeksége és metszéspontja közötti eltérések oka még nem tisztázott. A 25 °C-os foszforsavval történő feltárást alkalmazó laboratóriumokban készült kalibrációk (pl. GHOSH et al. 2006a, TRIPATI et al. 2010, ZAARUR et al. 2013, CAME et al. 2014) meredekebbek, míg a 90 °C-os foszforsavval történő feltárást alkalmazók (DENNIS & SCHRAG 2010, HENKES et al. 2013, EAGLE et al. 2013, WACKER et al. 2014, KLUGE et al. 2015) laposabbak, a 70 °C-os feltárás esetében pedig a 25 °C-os és 90 °C-os meredekségek közé esnek (KELE et al. 2015). GUO et al. (2009) elméleti kalibrációja a 90 °C-os foszforsavval történő feltárást alkalmazó laboratóriumokban készített kalibrációkhoz áll közelebb. Valószínű, hogy az alacsonyabb hőmérsékletű feltárás során másodlagos folyamatok (pl. új egyensúly a savból származó vízmolekulák hatására) befolyásolják a CO_2 kapcsolt izotópos értékét (WACKER et al. 2013). Ezzel szemben AFFEK & ZAARUR (2014) és PETRIZZO & YOUNG (2014) munkái, valamint DEFLIESE et al. (2015) és KELSON et al. (2017) kísérletei is megkérdőjelezik a foszforsav hőmérsékletének jelentőségét. A kalibrációs egyenesek tengelymetszetei közötti eltérés származhat a különböző szerzők által (a savas feltárás miatt) használt karbonát–gáz közötti sav frakcionációs együtthatók (AFF — *Acid Fractionation Factor*) különbségéből. Például, a GUO et al. (2009) által elméleti úton meghatározott sav frakcionációs együttható 25 °C és 90 °C között 0,069‰, míg ugyanerre a HENKES et al. (2013) által gyakorlati úton tapasztalt sav frakcionációs együttható 0,092‰. A MÜLLER et al. (2017) által meghatározott 25 °C és 70 °C közötti sav frakcionációs együttható 0,063‰.

Dolomitok savas reakciója során végbemenő frakcionációt MURRAY et al. (2016) vizsgálta. Még nem alakult ki egyetértés, hogy melyik frakcionációs együttható a helyes, ezért a különböző szerzők által megadott kalibrációs egyenesek eltérő karbonát–gáz frakcionációs együtthatóval készültek. Az egyes kalibrációk összehasonlításához figyelembe kell venni az alkalmazott $CaCO_3$–CO_2 frakcionációs együtthatók közötti különbségeket (WACKER et al. 2013, 2014). KELSON et al. (2017) kísérletei szerint a 25 °C és 90 °C közötti hőmérsékletű savval feltárt minták Δ_{47} értékei (konstans sav frakcionációs együtthatóval történő korrekciót követően) a hibahatáron belül esnek.

A természetben képződő travertínók, mésztufák és a termálkutak csöveiben kivált karbonátok kiváló alapot nyújtanak a kapcsolt izotópos módszer hőmérsékleti kalibrációjára, ugyanis tág hőmérsékleti határok között és változatos pH, elektromos vezetőképesség (EC), és kiválási sebesség mellett képződnek, így alkalmasak az említett tényezők, valamint az ásványos összetétel (kalcit, aragonit) Δ_{47} (és $\delta^{18}O$) értékekre gyakorolt hatásának tanulmányozására is (KELE et al. 2015). A forráskilépési pontok környékéről, valamint a kisebb tavacskákból begyűjtött travertínók, mésztufák és barlangi karbonátok Δ_{47} értékei erős (r^2>0,95) hőmérsékletfüggést mutatnak és a korábbiaktól eltérő meredekségű és jóval nagyobb hőmérsékleti tartományt (5–95 °C) átfogó hőmérsékleti kalibrációs görbét jelölnek ki (KELE et al. 2015). A travertínókon alapuló kalibráció az ETH Zürich laborjában alkalmazott módszerrel született, ahol 70 °C-os foszforsavval történik a karbonát feltárása. Az előzetes eredmények alapján a Δ_{47} értékékek függetlenek a víz pH-jától, valamint az ásványos összetételtől, de enyhe függést mutatnak a kiválási sebességgel is. A recens travertínókon alapuló empirikus Δ_{47}–T hőmérsékleti kalibrációs görbét többféle karbonát típuson, például édesvízi mészköveken, kagylókon, brachiopodákon (KELE et al. 2015), csigákon (GRAUEL et al. 2016), dolomitokon (MILLÁN et al. 2016), aragonitos kagylóhéjon (RITTER et al. 2017) és karbonátos konkréciókon (HEIMHOFER et al. 2017) is sikerrel alkalmazták.

KELSON et al. (2017) kísérleteket végzett a laboratóriumi körülmények között készített karbonátokon alapuló kalibrációk közötti eltérések okainak (pl. savas feltárás hőmérséklete) felderítésére. 56 szintetikus karbonát mintát vizsgáltak a 4–85 °C hőmérsékleti tartományban különféle CO_2 kigázosodási módszereket használva, szénsav-anhidráz enzim bevonásával és anélkül, 25 °C és 90 °C hőmérsékletű savas feltárást alkalmazva. Arra jutottak, hogy az alkalmazott módszernek nincs hatása a Δ_{47} értékekre, kivéve az olyan eseteket, amikor nagyon gyors a kigázosodás (pl. a cseppkövek esetében, a nagy pCO_2-vel jellemezhető csepegővízből történő kiváláskor). KELSON et al. (2017) a nagyszámú mintán alapuló laborkísérletei alapján egy olyan laboratóriumi (és univerzális) kalibrációt javasolt, ami a természetben, különféle módon, egyensúly közeli feltételek között képződő mintákra is alkalmazható a 4–85 °C hőmérsékleti és 5–10 között pH tartományban, megjegyezve, hogy a kalibrációhoz leginkább illeszkedő, természeti mintákon alapuló görbe KELE et al. (2015) édesvízi mészköveken alapuló kalibrációja, ahol a kinetikus frakcionáció mértéke szinte elhanyagolhatóan alacsony, egyensúlyközeli állapotot jelezve.

Alkalmazási területek és esettanulmányok

A kapcsolt izotópos mérések esetében különös figyelmet kell fordítani a minta megőrződésének vizsgálatára. A hagyományos (pl. katód-lumineszcencia, pásztázó elektronmikroszkóp) vizsgálatokon túl szükség lehet a nano mérettartományra irányuló vizsgálatokra (pl. EBSD — *Electron Backscatter Diffraction*, visszaszórt elektron diffrakció) is. Úgy is megváltozhat egy karbonát kapcsolt izotópos összetétele, tehát a ^{18}O–^{13}C kötések relatív aránya, hogy az izotópok aránya ($\delta^{13}C$ és $\delta^{18}O$) nem változik. Szilárd fázisú diffúzió során a karbonátcsoportokon belül felbomlanak az eredeti C–O kötések, és új C–O kötések jönnek létre a szomszédos atomok között. HENKES et al. (2014) laboratóriumi kísérletei és számításai alapján azokban a kalcitkristályokban megy végbe jelentős mértékben szilárd fázisú diffúzió, amelyek 10^6–10^8 éven keresztül 100 °C körüli hőmérsékleten voltak eltemetve. Akár azonos rétegtani szintből származó, de különféle karbonátok is adhatnak

eltérő átalakulási hőmérsékletet. Az eltemetés időtartamán és maximális hőmérsékletén kívül, például biogén karbonát esetén az eredeti porozitás, valamint az eredeti nyomelem (pl. Mg)-tartalom is hatással lehet a szilárd fázisú diffúzió mértékére (Passey & Henkes 2012, Shenton et al. 2015). Aragonit minták esetén a kalcitmintákhoz képest is óvatosabban kell eljárni, mivel a kézi fúróval történő mintázás során keletkező hő hatására az aragonit kalcittá alakulhat és a minta 10%-ának az átalakulása is már jelentős mértékben befolyásolja a mért Δ_{47} értékeket (Staudigel & Swart 2016). Ritter et al. (2017) laboratóriumi kísérletei során a rövid ideig 100 °C-ra hevített aragonitminták elveszítették eredeti kapcsolt izotópos összetételüket anélkül, hogy kalcittá alakultak volna.

Karbonátvázú ősmaradványok

A kapcsolt izotóp paleotermometria legnagyobb előnye, hogy az eredeti fluidum izotópos összetételének ismerete nélkül is meg lehet határozni a karbonátok kiválási hőmérsékletét. Kalcium-karbonátot kiválasztó élőlények maradványainak vizsgálatával így paleotermometriai rekonstrukció készíthető, amiből tengeri fosszíliák esetében a tengervíz izotópos összetétele is meghatározható a kalcit–víz közötti oxigénizotóp-frakcionáció hőmérsékletfüggése révén. Sikerrel vizsgáltak brachiopodákat, kalcit- és aragonitvázú kagylókat, csigákat, belemniteszeket, ammoniteszeket, foraminiferákat és korallokat is.

Recens brachiopodákat vizsgált kapcsolt izotópos módszerrel többek között Henkes et al. (2013), Came et al. (2014) és Wacker et al. (2014). Megállapították, hogy a brachiopodák meszes héjain mért Δ_{47} érték összefüggésben áll a tengervíz átlagos hőmérsékletével, és eredményeiket felhasználták kalibrációs görbék meghatározásához. Came et al. (2007) szilur és karbon időszaki, Finnegan et al. (2011) ordovíciumi és szilur időszaki, Cummins et al. (2014) szilur időszaki, Brand et al. (2014) pedig az elmúlt száz évből származó brachiopodákat vizsgált paleohőmérsékleti rekonstrukció céljából. Aragonit-, illetve kalcithéjú kagylókat is felhasználtak a módszer kalibrációjához (Eagle et al. 2013, Henkes et al. 2013, Wacker et al. 2014). A kagylóhéj Δ_{47} értékének hőmérsékletfüggése alapján Csank et al. (2011) pliocén kagylókat használt paleohőmérsékleti rekonstrukciójához. Petersen et al. (2016b) a K-Pg határon vizsgált kagylókat és a Δ_{47} értékek által kirajzolt hőmérsékleti görbén két csúcsot ismert fel, amelyeket a Dekkán-plató vulkanizmusa, illetve a meteoritbecsapódás okozta felmelegedéssel hozott összefüggésbe. Grauel et al. (2016) negyedidőszaki csigákat vizsgált sikerrel. Petersen et al. (2016c) felső-kréta csigák és kagylók kapcsolt izotópos vizsgálatával határozta meg a Nyugati-Belső-tengerág (*Western Interior Seaway*) tengervíz hőmérsékletét, illetve a tengervíz oxigénizotópos összetételét, majd ezen adatok alapján modellezte a tengervíz sótartalmát. Gilbert et al. (2017) kapcsolt izotópokat használt egy új paleohőmérséklet-rekonstrukciós módszer kifejlesztéséhez. Modern, illetve fosszilis kagylók héjának gyöngyházbevonatát vizsgálták, és megállapították, hogy a gyöngyházbevonatot alkotó apró aragonittáblák vastagsága összefüggésben áll a kapcsolt izotópos módszerrel meghatározott kristályosodási hőmérséklettel. Ezt az összefüggést felhasználva meghatározható a tengervíz hőmérséklete csupán morfológiai információk alapján. Price & Passey (2013) alsó-kréta belemniteszeken mért kapcsolt izotópos hőmérsékletet, Dennis et al. (2013) pedig felső-kréta ammoniteszeket, kagylókat és egy belemniteszt vizsgált. Egyes korallfajok esetében a Δ_{47} értékeket a kalcit biogén kiválasztása során lejátszódó frakcionációs folyamatok befolyásolhatják (Ghosh et al. 2006a, Saenger et al. 2012). Előfordult, hogy a valódival megegyező kapcsolt izotópos hőmérsékletet mértek recens korallokon (Thiagarajan et al. 2011), de a fosszilis fajok esetében ezt nem mindig lehet bizonyítani (Spooner et al. 2016). Kimball et al. (2016) megállapította, hogy a recens mélytengeri korallok két csoportja, az aragonit vázú Scleractinia és a kalcitvázú Gorgonia korallok, egymástól eltérő Δ_{47}–T összefüggést mutatnak, amire az egyik magyarázat a biogén karbonátkiválasztás során lejátszódó frakcionáció. Foraminiferákat is vizsgáltak, illetve használták fel kalibrációs görbék számításához (Tripati et al. 2010, Grauel et al. 2013, Wacker et al. 2014). Mészvázú nannoplanktonban gazdag üledékek vizsgálatára Drury & John (2016) tett kísérletet. A crinoidea vázelemei érzékenyek a diagenetikus hatásokra, mivel magas magnéziumtartalmú kalcitkristályokból állnak és nagy a porozitásuk, ezért nem alkalmasak paleohőmérsékleti rekonstrukcióra (Shenton et al. 2015). Petryshyn et al. (2016) pleisztocén sztromatolitokat vizsgált és vont le tavi vízszintváltozásra vonatkozó következtetéseket.

Kontinentális karbonátok (cseppkövek, édesvízi mészkövek)

A szárazföldi karbonátok (travertínók, mésztufák, cseppkövek, tavi üledékek) alkalmasak a paleoklíma rekonstrukciójára. Recens édesvízi mészköveket Kele et al. (2015) vizsgált a kapcsolt izotópos módszer kalibrációja céljából, Falk et al. (2016) pedig ománi hiperalkáli forrásokból kivált recens travertínókon végzett méréseket. A szárazföldi klímarekonstrukció talán legfontosabb karbonátos képződményei azonban a cseppkövek, mivel radiometrikus módszerrel nagy pontossággal korolhatóak, finoman rétegzettek és a kiválási hőmérsékletük becsülhető a stabilizotópos összetételük alapján. Annak ellenére, hogy vizsgálatuk már az 1960-as években megkezdődött (Hendy & Wilson 1968, Thompson et al. 1974) a paleoklimatológiai célú cseppkőkutatás jelenleg is virágkorát éri. A cseppkövek esetében azonban a kinetikus (nem-egyensúlyi) frakcionáció megnehezíti a stabil oxigénizotópos összetételen alapuló kiválásihőmérséklet-számítást. Az eddig vizsgálatok arra utalnak, hogy a nem-egyensúlyi effektusok a kapcsolt izotópok esetében is érvényesek a cseppkövek (pl. Affek et al. 2008, Daëron et al. 2011) és a barlangi kriogén karbonátok (Kluge et al. 2014) esetében. Az egyensúlyitól eltérő Δ_{47} értékeket mértek korallokból (Ghosh et al. 2006a)

és egyéb biogén karbonátokból (pl. TRIPATI et al. 2010, THIAGARAJAN et al. 2011, SAENGER et al. 2012, EAGLE et al. 2013) is. A gyors CO_2 kigázosodás következtében előforduló kinetikus frakcionáció nagyobb ^{18}O (és ^{13}C), de kisebb Δ_{47} értékekhez vezethet, tehát a Δ_{47} értékek esetében fennálló nem-egyensúly az oxigén izotópok esetében is nem-egyensúlyi körülményekre utal (AFFEK 2013). Ez az inverz korreláció modern cseppkövek esetében is megfigyelhető (DAËRON et al. 2011, WAINER et al. 2011, KLUGE & AFFEK 2012, KLUGE et al. 2013), amelyek potenciálisan jóval érzékenyebbek a kinetikus izotóphatásokra, mint az oldatban kiváló karbonátok (AFFEK et al. 2008). Az izraeli Soreq-barlang modern cseppköveinek kapcsolt izotópos vizsgálata 8 °C-al nagyobb látszólagos képződési hőmérséklet értékeket eredményezett, amit AFFEK et al. (2008) a gyors CO_2 kigázosodás következtében előforduló kinetikus frakcionációnak tulajdonított. A HCO_3^- és H_2CO_3 disszociációja ugyanis gyorsabban töri fel a $^{12}C–^{16}O$, $^{13}O–^{16}O$ és $^{12}C–^{18}O$ közti kötéseket, mint a $^{13}C–^{18}O$ kötést, és emiatt a képződő CO_2 Δ_{47} értéke nagyobb, mint a bikarbonáté, amiből képződött (AFFEK et al. 2008). GUO (2008) elméleti számításai alapján a kinetikus hatás változhat, és minden 1‰ növekedés a $\delta^{18}O$-ban 0,0175–0,029‰ csökkenéssel jár a számolt Δ_{47} érték esetében. GUO (2008) a kinetikus hatásokat az irreverzibilis dehidratációnak (H_2CO_3 esetén) és a dehidroxilációnak (HCO_3^- esetén) tulajdonította, amit a CO_2 kigázosodása követ.

A gyors CO_2 kigázosodás hatásának elkerülésére FAIRCHILD & BAKER (2012) a víz alatti üledékek Δ_{47} vizsgálatát javasolta. Különféle barlangi környezetekből származó, aktívan növekedő cseppkövek, sőt, tavacskákban kivált és egyensúlyinak gondolt karbonátok vizsgálata is az egyensúlyinál alacsonyabb Δ_{47} (és az egyensúlyi $\delta^{18}O$ értékeknél nagyobb) értékeket eredményezett (DAËRON et al. 2011). DAËRON et al. (2011) a tavacskákban kivált karbonátok nem-egyensúlyi Δ_{47} értékeit a kigázosodás által okozott „memória hatással" magyarázta, ahol a folyamatos kigázosodás növeli a pH-t, ezáltal lassítva az oldott szervetlen szén (DIC — *Dissolved Inorganic Carbon*) egyensúlyba kerülését. Mindezek következtében a tavacskában (nagyobb pH) történő DIC frakcionáció a barlangi rendszeren belüli korábbi vízkörforgás során történő kigázosodásból származhat. DAËRON et al. (2011) szerint az izotópos egyensúlytól való eltérés mértéke akár egy adott barlangon belül is különbözhet, de korreláció van a Δ_{47} és a $\delta^{18}O$ értékek egyensúlytól való eltérésének mértékében. A növekvő csepegési ráta úgy tűnik, hogy csökkenti az egyensúlytól való eltérés mértékét (DAËRON et al. 2011). A Δ_{47} értékeket befolyásoló nem-egyensúlyi hatás mértéke egyazon cseppkő esetében is változhat tízezer éves távlatokban, ami akár 10 °C-os eltolódást is eredményezhet a számolt hőmérsékletben. WAINER et al. (2011) alapján a minták eltérő kinetikus frakcionációt mutathatnak, aminek számszerű korrekciójához a fluidzárványok $\delta^{18}O$ értékeit és a modern kalcit minták Δ_{47} és a $\delta^{18}O$ értékeinek kombinált használatát javasolta. KLUGE & AFFEK (2012) és KLUGE et al. (2013) modern cseppköveket vizsgált és a GHOSH et al. (2006a) által meghatározott Δ_{47} értékektől való eltéréseket a kinetikus frakcionáció mértékének, valamint a csepegővíz $\delta^{18}O$ értékének meghatározására használta. Cseppkövek esetében az egyensúlyi Δ_{47} értékektől való eltérések változása alkalmas a kinetikus frakcionáció időbeni változásának meghatározására azokban az esetekben, amikor a cseppkő növekedési hőmérséklete viszonylag állandó, vagy egyéb módon meghatározható (KLUGE & AFFEK 2012). MECKLER et al. (2015) két modern cseppkövet, valamint a MIS 12–9 közötti időszakból származó idősebb cseppköveket vizsgált Észak-Borneóból. Elsőként alkalmaztak együttesen négy különféle módszert (fluidzárvány homogenizációs hőmérséklet, fluidzárvány víz nemesgáz-koncentrációja, fluidzárvány víz és kalcit közötti oxigénizotóp-frakcionáció, kapcsolt-izotópok) a képződési hőmérséklet meghatározása, illetve a módszerek használhatóságának tesztelése céljából és a különböző módszerek által rekonstruált hőmérsékleti értékek a legtöbb esetben a hibahatáron belül egyeztek.

A kinetikus frakcionáció izotópos értékekre gyakorolt hatásának tanulmányozására és a stabil- és kapcsolt izotópos termométerek kalibrációjára a laboratóriumi kísérletek kiválóan alkalmasak. AFFEK & ZAARUR (2014) kísérletei során az oldat felszínén kiváló, valamint mélyen az oldatban kiváló karbonát stabil- és kapcsolt izotópos értékének vizsgálatával próbálta modellezni a cseppkövek képződését kísérő nem-egyensúlyi folyamatokat. Az oldatok felszínén kiváló karbonátok izotópos értékeit a felszíni CO_2 kigázosodás nagyobb mértékben befolyásolja, mint az oldatban történő kiválás (kisebb kiválási sebesség) esetében és mindezek következtében a mért $\delta^{18}O$ értékek nagyobbak, a Δ_{47} értékek pedig kisebbek, mint az elfogadott kalibrációs egyenesek (AFFEK & ZAARUR 2014). Mindezek következtében az oldatban kiváló karbonátok egyensúlyi körülményeket tükrözhetnek, míg az oldat felszínén kiváló karbonátok esetében a kinetikus folyamatok (egyirányú CO_2 kigázosodás) hatásai felerősítve jelennek meg a $\delta^{18}O$ és Δ_{47} értékekben, ami alapján utóbbiak a cseppkőképződés analógiájának tekinthetőek. AFFEK & ZAARUR (2014) szerint a különféle barlangok recens karbonátkiválásai a fenti két, az oldat felszínén, illetve az oldatban kivált karbonátok alapján létrehozott kalibrációs egyenes között helyezkednek el. AFFEK et al. (2014) az izraeli Soreq-barlang recens és késő-holocén képződményeinek vizsgálata során mindkét említett kalibrációt tesztelve arra jutott, hogy a Soreq-barlang cseppkövei a két kalibráció közé, egy barlang-specifikus kalibrációs egyenesre esnek (*mid-point calibration*, Fig. 5B in: AFFEK et al. 2014). Ez egyben azt is jelenti, hogy az oldat felszínén kiváló karbonátok alapján készült kalibráció nem alkalmas a Soreq-barlang cseppköveinek pontos modellezésére, ami feltehetően annak köszönhető, hogy az egyensúlytól való eltérés mértéke egyéb, hőmérsékleten kívüli paraméterektől (pl. az oldat karbonáttelítettsége) is függhet (AFFEK et al. 2014).

AFFEK et al. (2014) szerint elképzelhető, hogy TREMAINE et al. (2011) cseppkövekre érvényes kalcit-víz oxigénizotóp-frakcionációs görbéjéhez hasonlóan egy barlangi adatokon

alapuló T–Δ_{47} kalibráció is létrehozható. Ez azonban egyelőre még a jövő kérdése, ugyanis jelenleg kevés barlangból mindössze néhány Δ_{47} adat áll rendelkezésre, és főként az alacsony hőmérsékletű adatok hiányoznak a Δ_{47} termométer cseppkövekre érvényes kalibrációjához. A fenti rövid összefoglaló alapján elmondható, hogy a kapcsolt izotópos módszer cseppköveken történő alkalmazása még korántsem tekinthető kiforrottnak, mivel a cseppkőképződést kísérő kinetikus frakcionáció megnehezíti a paleoklimatológiai következtetések levonását. A módszer cseppkövekre történő kalibrációjához tehát további vizsgálatok szükségesek és csak ezt követően kerülhet sor a rutinszerű alkalmazásra.

Bioapatit és fluorapatit

A kapcsolt izotópos vizsgálatok apatitásványok kiválási hőmérsékletének meghatározására is alkalmasak. Az apatit ($Ca_{10}(PO_4,CO_3)_6(F,OH)_2$) szerkezetében a foszfát- (PO_4^{3-}) csoportot részben karbonátcsoport (CO_3^{2-}) helyettesítheti, így a mintából tömény foszforsavas reakció során szén-dioxid gáz fejleszthető, aminek a Δ_{47} értéke a vizsgált ásvány Δ_{47} értékétől függ. A módszerrel meg lehet határozni a fogzománcot, a dentint és a csontokat nagyrészt felépítő biogén hidroxiapatit ($Ca_{10}(PO_4,CO_3)_6(OH)_2$) kristályosodási hőmérsékletét (Eagle et al. 2010, 2011; Suarez & Passey 2014), valamint a fluorapatitot ($Ca_{10}(PO_4,CO_3)_6F_2$) vizsgálva lehetőség nyílik a foszforitokat ért diagenetikus folyamatok tanulmányozására (Bradbury et al. 2015, Stolper & Eiler 2016). Az apatiton végzett vizsgálatokat a már publikált eredmények ellenére sem lehet még kiforrottnak nevezni. Eagle et al. (2010, 2011) és Suarez & Passey (2014) kutatásai során a Ghosh et al. (2006a) által kalcitra meghatározott kalibrációt használta bioapatit mintákra is. Ez azonban téves értelmezésre adhat okot, ezért indokolt egy bioapatitra vonatkozó kalibráció használata (Wacker et al. 2016). A bioapatiton folytatott kapcsolt izotópos kutatások a már kihalt gerincesek (dinoszauruszok, cápák, emlősök) testhőmérsékletének a rekonstrukciójával foglalkoznak. Olyan kérdésekre kaphatunk választ segítségükkel, hogy például képesek voltak-e a dinoszauruszok a testhőmérsékletüket szabályozni (Eagle et al. 2011). Érdemes megemlíteni, hogy a fogakon, csontokon végzett mérések eredményeit újabban dinoszaurusz tojásokon végzett vizsgálatokkal próbálják alátámasztani (Eagle et al. 2015, Canavan et al. 2016).

Talajkarbonátok, sziderites talajok, kalcitcementek

A talajkarbonátok a talajosodás során képződő szerves, vagy szervetlen eredetű, másodlagos kalcitkiválások. A pedogén karbonátok képződési hőmérsékletének meghatározása az oxigénizotópos vizsgálatokkal bizonytalan, mert a talajnedvesség izotópos összetételét több nehezen mérhető vagy becsülhető tényező (pl. csapadék izotópos összetétele, párolgás frakcionáló hatása, elsődleges karbonátok befolyásoló szerepe, C3–C4 típusú növények aránya) befolyásolja. Mivel a mért Δ_{47} értékek ezektől a paraméterektől függetlenek, a karbonátok képződési hőmérsékletét, illetve abból visszaszámolva a talajnedvesség $\delta^{18}O$ értékét is meg lehet határozni (Ghosh et al. 2006b, Huntington & Lechler 2015, Ringham et al. 2016). Mindez azért fontos, mert a talajkarbonátok kristályosodási hőmérsékletéből és a talajfluidumok izotópos összetételéből paleotopográfiai és paleoklimatológiai következtetéseket lehet levonni.

Recens minták vizsgálata alapján a talajkarbonátok képződési hőmérséklete meghaladja a mintázott terület átlagos éves lég- és talajhőmérsékletét, és képződésük a nyári időszakra jellemző (pl. Quade et al. 2007, 2013, Passey et al. 2010; Hough et al. 2014; Gallagher & Sheldon 2016). Az évszakos változáson kívül a növényzetnek (Ringham et al. 2016) és a tengerszint feletti magasságnak (Peters et al. 2013, Hough et al. 2014, Burgener et al. 2016) a talajkarbonátok Δ_{47} értékére gyakorolt hatását is vizsgálták. Geológiai időskálán történő alkalmazásra példa a dél-amerikai Altiplano (Ghosh et al. 2006b, Kar et al. 2016), az Andok (Garzione et al. 2008) kiemelkedésének, vagy Nevada késő-kréta topográfiai fejlődésének (Snell et al. 2014) vizsgálata. Methner et al. (2016) paleotalajok geokémiai vizsgálatával elsőként tudta kimutatni a közép-eocén hőmérsékleti optimumot szárazföldi rétegsorban.

A talajkarbonátokhoz hasonlóan kalcitcementek is használhatóak kapcsolt izotópos paleohőmérsékleti és paleotopográfiai rekonstrukcióhoz. Ilyen irányú vizsgálatokat Fan et al. (2014) végzett a Sziklás-hegységből származó devon időszaki homokkövek karbonátcementjein. Defliese & Lohmann (2016) meteorikus freatikus kalcitcementeken alapuló kapcsolt izotópos paleohőmérsékleti rekonstrukció lehetőségeit tárta fel. Nedves klímájú kontinentális területeken, ahol pedogén kalcit nem tud képződni, a sziderites ($FeCO_3$) talajokat lehet használni paleohőmérsékleti rekonstrukciókhoz (Fernandez et al. 2014, 2016). A sziderit anyagú minták vizsgálatának szélesebb körű alkalmazásához elengedhetetlen a sziderit kapcsolt izotópos hőmérsékleti kalibrációjának pontosítása (Fernandez et al. 2014, van Dijk et al. 2016).

Diagenetikus fejlődéstörténet rekonstrukciója (kalcit, dolomit, magnezit)

Átkristályosodott kalciton kapcsolt izotópos méréseket végezve a vizsgált kőzet diagenetikus fejlődéstörténetére lehet következtetéseket levonni (Huntington et al. 2011, Bergman et al. 2013, Budd et al. 2013, Lloyd et al. 2017, Sample et al. 2017). Meghatározható a diagenetikus folyamatok során kivált cementek kristályosodási hőmérséklete, az átkristályosodás hőmérséklete, illetve ezekből az eredeti fluidum oxigén-izotópos összetételét is vissza lehet számolni (Dale et al. 2014, Ritter et al. 2015). Karbonátos konkréciók vizsgálatával Dale et al. (2014), illetve Heimhofer et al. (2017) kréta időszaki palák diagenezistörténetét tudta rekonstruálni.

Nem csak tiszta kalcium-karbonát, hanem részben dolomitosodott kalcit, illetve tiszta dolomit is vizsgálható

kapcsolt izotópokkal. Átdolomitosodott karbonátokat (FERRY et al. 2011, SENA et al. 2014, LOYD et al. 2015, MILLÁN et al. 2016), vagy a diagenetikus fluidumokból kivált dolomitot (BRISTOW et al. 2011, VANDEGINSTE et al. 2014) vizsgálva a diagenetikus fejlődéstörténetre lehet következtetéseket levonni, míg földfelszíni körülmények között kivált, elsődleges dolomitokból paleohőmérsékleti rekonstrukció készíthető (VANDEVELDE et al. 2013, DALE et al. 2014). Viszonylag kevés tanulmány foglalkozott a mélyen eltemetett karbonátos rezervoárokkal, mivel a hőmérsékleti kalibrációk eddig a 100 °C alatti hőmérsékleti tartományra korlátozódtak. MACDONALD et al. (2015) dolomitos szénhidrogén-rezervoárok dolomitosodásának hőmérsékleti körülményeit rekonstruálta sikerrel Δ_{47} értékek alapján. Kapcsolt izotóp termometria (és egyéb módszerek) segítségével MILLÁN et al. (2016) három dolomitfázist különített el devon időszaki karbonátokban, és meghatározta a hozzájuk köthető diagenetikus környezetet. VANDEVELDE et al. (2013) dolomitos paleotalajokból készített őskörnyezeti rekonstrukciót a paleocén–eocén határon. CAME et al. (2017) dolomitok vizsgálata során a kapcsolt izotóp- és folyadékzárvány-termometria együttes használatára tett javaslatot.

WINKELSTERN et al. (2016) munkájában kiemeli, hogy az azonos hőmérsékleten kivált kalcitok és dolomitok Δ_{47} értékei egymás hibahatárain belülre esnek, így a kalcitokra készített kalibrációs görbék használhatóak a dolomit mintákon. MILLÁN et al. (2016) munkájában például KELE et al. (2015) édesvízi mészköveken alapuló kalibrációját alkalmazta dolomitokra. A számolt hőmérsékletek jó egyezést mutattak a konvencionális oxigénizotópos módszer és a fluidzárvány homogenizációs módszerek eredményeivel, ami alapján MILLÁN et al. (2016) azt a következtetést vonta le, hogy az édesvízi mészköveken alapuló kalibráció magasabb hőmérsékleti tartományokra is kiterjeszthető.

Magnezit vizsgálatával az ultrabázisos kőzetek átalakulási folyamataiba nyerhetünk betekintést (STREIT et al. 2012, FALK & KELEMEN 2015, DEL REAL et al. 2016).

Szerkezetföldtani alkalmazások

Karbonátkiválások vizsgálatával meghatározható a törések és a vetők mentén mozgó fluidumok hőmérséklete, illetve a fluidum eredeti oxigénizotópos-összetétele (SWANSON et al. 2012, BERGMAN et al. 2013, LOYD et al. 2013, CRUSET et al. 2016, QUESNEL et al. 2016). A töréskitöltő karbonátok Δ_{47} értékei geotermális rezervoárok hőmérsékletének meghatározására is használhatóak (SUMNER et al. 2015). LUETKEMEYER et al. (2016) például a Szent András-törésvonal deformációs zónái közötti paleofluidum-áramlást rekonstruálta segítségükkel. Kapcsolt izotópos méréseket is alkalmazva HODSON et al. (2016) csoportosítani tudta az általa vizsgált karbonátcement generációit eredetük szerint, és azokat különböző szerkezeti deformációs eseményekhez tudta kötni. SIMAN-TOV et al. (2016) vetőtükrök karbonátjait vizsgálta, és vont le következtetéseket a kapcsolt izotópok újrarendeződésének dinamikájáról, kiemelve, hogy a kapcsolt izotópok fontos szerepet tölthetnek be szeizmikus események terepi jelzőjeként. A szeizmikus események, csúszások során ugyanis gyors felmelegedés történhet, amit gyors lehűlés követhet és ezek a folyamatok az izotópos kapcsolatokat, így a karbonátok Δ_{47} értékét is befolyásolják.

Meteoritok

Mindezidáig összesen két tanulmány foglalkozott meteoritok kapcsolt izotópos vizsgálatával, aminek oka, többek között, a rendelkezésre álló karbonát kis mennyisége. GUO & EILER (2007) CM kondritok, a naprendszer kialakulásának első tíz millió évében lezajlott vizes átalakulási hőmérsékletét állapította meg. HALEVY et al. (2011) egy marsi eredetű meteoritot vizsgált, ami a marsi kéreg legidősebb ismert maradványa és a módszer segítségével meghatározta, hogy a meteorit másodlagos karbonátásványai 18 °C körüli hőmérsékleten váltak ki a Mars felszínén, körülbelül 4 milliárd évvel ezelőtt.

Kapcsolt izotópok egyéb (CH_4, O_2, N_2) gázokban

Bár a kapcsolt izotópos kutatások fő iránya a karbonátokból fejlesztett szén-dioxid gáz vizsgálata az eredeti karbonát kristályosodási hőmérsékletének a meghatározása céljából, a szén-dioxidon kívül más gázokban (pl. metán, oxigén, nitrogén) is végbemennek a nehéz izotópok közötti kötések létrejöttét elősegítő folyamatok (WANG et al. 2004, YEUNG 2016).

Nehéz izotópokkal többszörösen helyettesített metánt ($^{13}CH_3D$ és $^{12}CH_2D_2$) vizsgálva meghatározható a képződési hőmérséklet (TSUJI et al. 2012, ONO et al. 2014, LIU & LIU 2016, PIASECKI et al. 2016). A metán kapcsolt izotópos összetételét a Δ_{18} értékkel szokás kifejezni, ami azt mutatja meg, hogy a 18-as tömegszámú CH_4 molekulák mennyire dúsulnak a mintában a sztochasztikus, véletlenszerű eloszláshoz képest (STOLPER et al. 2014a). A metán képződési hőmérséklete alapján meghatározható az eredete. Megállapítható továbbá az is, hogy a gáz biológiai, vagy geológiai folyamatok során jött-e létre (STOLPER et al. 2014a, b, 2015; INAGAKI et al. 2015; DOUGLAS et al. 2016; WANG et al. 2016). INAGAKI et al. (2015) többek között kapcsolt izotópos vizsgálatokkal mutatott rá arra, hogy biogén metánképződés zajlik ~1,5–2 km-rel a tenger felszíne alatt eltemetett lignitrétegekben, 40–60 °C hőmérsékleten. Az összetettebb szerves molekulák (pl. etán) kapcsolt izotópos vizsgálatának irányába WEBB et al. (2017) elméleti számításai jelentik az első lépést.

A többszörösen nehéz izotópokkal helyettesített oxigén (^{18}O–^{18}O és ^{17}O–^{18}O) és nitrogén (^{15}N–^{15}N) molekulák dúsulásának mértéke (sorban Δ_{36}, Δ_{35} és Δ_{30}) a véletlenszerű eloszláshoz képest pedig az atmoszféra állapotáról, illetve biológiai folyamatokról hordozhat információt (YEUNG et al. 2012, 2014, 2015; YEUNG 2016; LI et al. 2016).

Összefoglalás

Cikkünk elsődleges célja, hogy felhívja a figyelmet a kapcsolt izotóp-geokémia (*clumped isotope geochemistry*), egy nemrégiben született új tudományos módszer létezésére, és segítséget nyújtson a módszer alapjainak megértésében. A módszer jelenleg is gyors fejlődésen megy keresztül, ami a műszerek folyamatos fejlesztése révén már egyre kisebb mintamennyiségekből is lehetővé teszi a mérést. Egymást követik a különböző hőmérsékleti kalibrációk, amelyek használata azonban még óvatosságot igényel. A röviden bemutatott főbb alkalmazási területek bővebb megismeréséhez a hivatkozott irodalmak nyújthatnak további információkat. Az olvasó reményeink szerint kedvet kap majd a módszer alkalmazásához is, ami hozzájárulhat a hazai geokémiai kutatások nemzetközi versenyképességének növeléséhez, valamint olyan új kutatási eredményekhez, amelyek segítségével számos új, eddig nem látható információt nyerhetünk ki hazai és külföldi geológiai képződményekből.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti Palcsu László, Dulai Alfrédot, Vető Istvánt és a kézirat lektorait, Poros Zsófiát és Báldi Katalint, hogy hasznos megjegyzéseikkel hozzájárultak a kézirat színvonalának növeléséhez. Kele Sándort a SCIEX posztdoktori ösztöndíjprogramja (ClumpIT, No. 13.071-2, ETH Zürich) és az MTA Bolyai János kutatási ösztöndíja támogatta. Bajnai Dávid az Európai Unió Horizon 2020 kutatási és innovációs programjának (BASE-LiNE Earth, No. 643084) támogatásában részesült.

Irodalom — References

Affek, H. P. 2013: Clumped isotopic equilibrium and the rate of isotope exchange between CO_2 and water. — *American Journal of Science* **313/4,** 309–325. https://doi.org/10.2475/04.2013.02

Affek, H. P. & Zaarur, S. 2014: Kinetic isotope effect in CO_2 degassing: Insight from clumped and oxygen isotopes in laboratory precipitation experiments. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **143,** 319–330. https://doi.org/10.1016/j.gca.2014.08.005

Affek, H. P., Bar-Matthews, M., Ayalon, A., Matthews, A. & Eiler, J. M. 2008: Glacial/interglacial temperature variations in Soreq cave speleothems as recorded by 'clumped isotope' thermometry. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **72/22**, 5351–5360. https://doi.org/10.1016/j.gca.2008.06.031

Bergman, S. C., Huntington, K. W. & Crider, J. G. 2013: Tracing paleofluid sources using clumped isotope thermometry of diagenetic cements along the Moab Fault, Utah. — *American Journal of Science* **313/5,** 490–515. https://doi.org/10.2475/05.2013.03

Bernasconi, S. M., Hu, B., Wacker, U., Fiebig, J., Breitenbach, S. F. & Rutz, T. 2013: Background effects on Faraday collectors in gas-source mass spectrometry and implications for clumped isotope measurements. — *Rapid Communications in Mass Spectrometry* **27/5,** 603–612. https://doi.org/10.1002/rcm.6490

Bigeleisen, J. 1955: Statistical Mechanics of Isotopic Systems with Small Quantum Corrections. I. General Considerations and the Rule of the Geometric Mean. — *The Journal of Chemical Physics* **23/12,** 2264–2267. https://doi.org/10.1063/1.1740735

Bigeleisen, J. 1965: Chemistry of Isotopes — Isotope chemistry has opened new areas of chemical physics, geochemistry, and molecular biology. — *Science* **147/3657,** 463–471. https://doi.org/10.1126/science.147.3657.463

Bigeleisen, J. & Mayer, M. G. 1947: Calculation of equilibrium constants for isotopic exchange reactions. — *Journal of Chemical Physics* **15/5,** 261–267. https://doi.org/10.1063/1.1746492

Bonifacie, M., Calmels, D., Eiler, J. M., Horita, J., Chaduteau, C., Vasconcelos, C., Agrinier, P., Katz, A., Passey, B. H., Ferry, J. M. & Bourrand, J.-J. 2017: Calibration of the dolomite clumped isotope thermometer from 25 to 350 °C, and implications for a universal calibration for all (Ca, Mg, Fe)CO_3 carbonates. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **200,** 255–279. https://doi.org/10.1016/j.gca.2016.11.028

Bradbury, H. J., Vandeginste, V. & John, C. M. 2015: Diagenesis of phosphatic hardgrounds in the Monterey Formation: A perspective from bulk and clumped isotope geochemistry. — *Geological Society of America Bulletin* **127/9–10,** 1453–1463. https://doi.org/10.1130/b31160.1

Brand, U., Came, R. E., Affek, H., Azmy, K., Mooi, R. & Layton, K. 2014: Climate-forced change in Hudson Bay seawater composition and temperature, Arctic Canada. — *Chemical Geology* **388,** 78–86. https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2014.08.028

Bristow, T. F., Bonifacie, M., Derkowski, A., Eiler, J. M. & Grotzinger, J. P. 2011: A hydrothermal origin for isotopically anomalous cap dolostone cements from south China. — *Nature* **474/7349,** 68–71. https://doi.org/10.1038/nature10096

Budd, D. A., Frost, E. L., Huntington, K. W. & Allwardt, P. F. 2013: Syndepositional Deformation Features in High-Relief Carbonate Platforms: Long-Lived Conduits for Diagenetic Fluids. — *Journal of Sedimentary Research* **83/1,** 12–36. https://doi.org/10.2110/jsr.2013.3

Burgener, L., Huntington, K. W., Hoke, G. D., Schauer, A., Ringham, M. C., Latorre, C. & Díaz, F. P. 2016: Variations in soil carbonate formation and seasonal bias over >4 km of relief in the western Andes (30°S) revealed by clumped isotope thermometry. — *Earth and Planetary Science Letters* **441,** 188–199. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2016.02.033

Came, R. E., Eiler, J. M., Veizer, J., Azmy, K., Brand, U. & Weidman, C. R. 2007: Coupling of surface temperatures and atmospheric CO_2 concentrations during the Palaeozoic era. — *Nature* **449/7159,** 198–201. https://doi.org/10.1038/nature06085

Came, R. E., Brand, U. & Affek, H. P. 2014: Clumped isotope signatures in modern brachiopod carbonate. — *Chemical Geology* **377,** 20–30. https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2014.04.004

Came, R. E., Azmy, K., Tripati, A. & Olanipekun, B.-J. 2017: Comparison of clumped isotope signatures of dolomite cements to fluid inclusion thermometry in the temperature range of 73–176 °C. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **199,** 31–47. https://doi.org/10.1016/j.gca.2016.10.028

Canavan, R. R., Field, D. J., Zelenitsky, D. K., Therrien, F. O. & Affek, H. P. 2016: Eggshell clumped isotope temperatures: implications for dinosaur thermoregulation. — *5th International Clumped Isotope Workshop*, St. Petersburg, Florida, p. 6.

Cao, X. & Liu, Y. 2012: Theoretical estimation of the equilibrium distribution of clumped isotopes in nature. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **77,** 292–303. https://doi.org/10.1016/j.gca.2011.11.021

Cruset, D., Cantarero, I., Travé, A., Vergés, J. & John, C. M. 2016: Crestal graben fluid evolution during growth of the Puig-reig anticline (South Pyrenean fold and thrust belt). — *Journal of Geodynamics* **101,** 30–50. https://doi.org/10.1016/j.jog.2016.05.004

Csank, A. Z., Tripati, A. K., Patterson, W. P., Eagle, R. A., Rybczynski, N., Ballantyne, A. P. & Eiler, J. M. 2011: Estimates of Arctic land surface temperatures during the early Pliocene from two novel proxies. — *Earth and Planetary Science Letters* **304/3–4,** 291–299. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2011.02.030

Cui, L. & Wang, X. 2014: Determination of clumped isotopes in carbonate using isotope ratio mass spectrometer: Effects of extraction potential and long-term stability. — *International Journal of Mass Spectrometry* **372,** 46–50. https://doi.org/10.1016/j.ijms.2014.08.006

Cummins, R. C., Finnegan, S., Fike, D. A., Eiler, J. M. & Fischer, W. W. 2014: Carbonate clumped isotope constraints on Silurian ocean temperature and seawater δ^8O. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **140,** 241–258. https://doi.org/10.1016/j.gca.2014.05.024

Daëron, M., Guo, W., Eiler, J., Genty, D., Blamart, D., Boch, R., Drysdale, R., Maire, R., Wainer, K. & Zanchetta, G. 2011: $^{13}C^{18}O$ clumping in speleothems: Observations from natural caves and precipitation experiments. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **75/12,** 3303–3317. https://doi.org/10.1016/j.gca.2010.10.032

Daëron, M., Blamart, D., Peral, M. & Affek, H. P. 2016: Absolute isotopic abundance ratios and the accuracy of Δ_{47} measurements. — *Chemical Geology* **442,** 83–96. https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2016.08.014

Dale, A., John, C. M., Mozley, P. S., Smalley, P. C. & Muggeridge, A. H. 2014: Time-capsule concretions: Unlocking burial diagenetic processes in the Mancos Shale using carbonate clumped isotopes. — *Earth and Planetary Science Letters* **394,** 30–37. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2014.03.004

Defliese, W. F., Hren, M. T. & Lohmann, K. C. 2015: Compositional and temperature effects of phosphoric acid fractionation on Δ_{47} analysis and implications for discrepant calibrations. — *Chemical Geology* **396,** 51–60. https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2014.12.018

Defliese, W. F. & Lohmann, K. C. 2016: Evaluation of meteoric calcite cements as a proxy material for mass-47 clumped isotope thermometry. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **173,** 126–141. https://doi.org/10.1016/j.gca.2015.10.022

del Real, P. G., Maher, K., Kluge, T., Bird, D. K., Brown, G. E. & John, C. M. 2016: Clumped-isotope thermometry of magnesium carbonates in ultramafic rocks. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **193,** 222–250. https://doi.org/10.1016/j.gca.2016.08.003

Dennis, K. J. & Schrag, D. P. 2010: Clumped isotope thermometry of carbonatites as an indicator of diagenetic alteration. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **74/14,** 4110–4122. https://doi.org/10.1016/j.gca.2010.04.005

Dennis, K. J., Affek, H. P., Passey, B. H., Schrag, D. P. & Eiler, J. M. 2011: Defining an absolute reference frame for 'clumped' isotope studies of CO_2. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **75/22,** 7117–7131. https://doi.org/10.1016/j.gca.2011.09.025

Dennis, K. J., Cochran, J. K., Landman, N. H. & Schrag, D. P. 2013: The climate of the Late Cretaceous: New insights from the application of the carbonate clumped isotope thermometer to Western Interior Seaway macrofossil. — *Earth and Planetary Science Letters* **362,** 51–65. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2012.11.036

Douglas, P. M. J., Stolper, D. A., Smith, D. A., Walter Anthony, K. M., Paull, C. K., Dallimore, S., Wik, M., Crill, P. M., Winterdahl, M., Eiler, J. M. & Sessions, A. L. 2016: Diverse origins of Arctic and Subarctic methane point source emissions identified with multiply-substituted isotopologues. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **188,** 163–188. https://doi.org/10.1016/j.gca.2016.05.031

Drury, A. J. & John, C. M. 2016: Exploring the potential of clumped isotope thermometry on coccolith-rich sediments as a sea surface temperature proxy. — *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* **17/10,** 4092–4104. https://doi.org/10.1002/2016gc006459

Eagle, R. A., Schauble, E. A., Tripati, A. K., Tutken, T., Hulbert, R. C. & Eiler, J. M. 2010: Body temperatures of modern and extinct vertebrates from ^{13}C–^{18}O bond abundances in bioapatite. — *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **107/23,** 10377–10382. https://doi.org/10.1073/pnas.0911115107

Eagle, R. A., Tütken, T., Martin, T. S., Tripati, A. K., Fricke, H. C., Connely, M., Cifelli, R. L. & Eiler, J. M. 2011: Dinosaur body temperatures determined from isotopic (^{13}C–^{18}O) ordering in fossil biominerals. — *Science* **333/6041,** 443–445. https://doi.org/10.1126/science.1206196

Eagle, R. A., Eiler, J. M., Tripati, A. K., Ries, J. B., Freitas, P. S., Hiebenthal, C., Wanamaker, A. D., Taviani, M., Elliot, M., Marenssi, S., Nakamura, K., Ramirez, P. & Roy, K. 2013: The influence of temperature and seawater carbonate saturation state on ^{13}C–^{18}O bond ordering in bivalve mollusks. — *Biogeosciences* **10/7,** 4591–4606. https://doi.org/10.5194/bg-10-4591-2013

Eagle, R. A., Enriquez, M., Grellet-Tinner, G., Perez-Huerta, A., Hu, D., Tutken, T., Montanari, S., Loyd, S. J., Ramirez, P., Tripati, A. K., Kohn, M. J., Cerling, T. E., Chiappe, L. M. & Eiler, J. M. 2015: Isotopic ordering in eggshells reflects body temperatures and suggests differing thermophysiology in two Cretaceous dinosaurs. — *Nature Communications* **6/8296,** 1–11. https://doi.org/10.1038/ncomms9296

Eiler, J. M. 2007: "Clumped-isotope" geochemistry—The study of naturally-occurring, multiply-substituted isotopologues. — *Earth and Planetary Science Letters* **262/3–4,** 309–327. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2007.08.020

Eiler, J. M. & Schauble, E. 2004: $^{18}O^{13}C^{16}O$ in Earth's atmosphere. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **68/23,** 4767–4777. https://doi.org/10.1016/j.gca.2004.05.035

Epstein, S., Buchsbaum, R., Lowenstam, H. & Urey, H. C. 1951: Carbonate-water isotopic temperature scale. — *Geological Society of America Bulletin* **62/4,** 417–426. https://doi.org/10.1130/0016-7606

Epstein, S., Buchsbaum, R., Lowenstam, H. A. & Urey, H. C. 1953: Revised carbonate-water isotopic temperature scale. — *Geological Society of America Bulletin* **64/11,** 1315–1326. https://doi.org/10.1130/0016-7606(1953)64[1315:rcits]2.0.co;2

Fairchild, I. J. & Baker, A. 2012: Speleothem Science: From Process to Past Environments. — Wiley-Blackwell, Chichester, UK, pp. 450. https://doi.org/10.1002/9781444361094

Falk, E. S. & Kelemen, P. B. 2015: Geochemistry and petrology of listvenite in the Samail ophiolite, Sultanate of Oman: Complete carbonation of peridotite during ophiolite emplacement. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **160,** 70–90. https://doi.org/10.1016/j.gca.2015.03.014

Falk, E. S., Guo, W., Paukert, A. N., Matter, J. M., Mervine, E. M. & Kelemen, P. B. 2016: Controls on the stable isotope compositions of travertine from hyperalkaline springs in Oman: Insights from clumped isotope measurements. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **192,** 1–28. https://doi.org/10.1016/j.gca.2016.06.026

Fan, M., Hough, B. G. & Passey, B. H. 2014: Middle to late Cenozoic cooling and high topography in the central Rocky Mountains: Constraints from clumped isotope geochemistry. — *Earth and Planetary Science Letters* **408,** 35–47. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2014.09.050

Fernandez, A., Tang, J. & Rosenheim, B. E. 2014: Siderite 'clumped' isotope thermometry: A new paleoclimate proxy for humid continental environments. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **126,** 411–421. https://doi.org/10.1016/j.gca.2013.11.006

Fernandez, A., van Dijk, J., Müller, I. A. & Bernasconi, S. M. 2016: Early Eocene latitudinal temperature gradient estimated from siderite clumped isotope thermometry. — *5th International Clumped Isotope Workshop*, St. Petersburg, Florida, 19 p.

Ferry, J. M., Passey, B. H., Vasconcelos, C. & Eiler, J. M. 2011: Formation of dolomite at 40–80 °C in the Latemar carbonate buildup, Dolomites, Italy, from clumped isotope thermometry. — *Geology* **39/6,** 571–574. https://doi.org/10.1130/g31845.1

Fiebig, J., Hofmann, S., Niklas, L., Lüdecke, T., Methner, K. & Wacker, U. 2016: Slight pressure imbalances can affect accuracy and precision of dual inlet-based clumped isotope analysis. — *Isotopes in Environmental and Health Studies* **52/1–2,** 12–28. https://doi.org/10.1080/10256016.2015.1010531

Finnegan, S., Bergmann, K., Eiler, J. M., Jones, D. S., Fike, D. A., Eisenman, I., Hughes, N. C., Tripati, A. K. & Fischer, W. W. 2011: The magnitude and duration of Late Ordovician – Early Silurian glaciation. — *Science* **331/6019,** 903–906. https://doi.org/10.1126/science.1200803

Gallagher, T. M. & Sheldon, N. D. 2016: Combining soil water balance and clumped isotopes to understand the nature and timing of pedogenic carbonate formation. — *Chemical Geology* **435,** 79–91. https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2016.04.023

Garzione, C. N., Hoke, G. D., Libarkin, J. C., Withers, S., MacFadden, B., Eiler, J., Ghosh, P. & Mulch, A. 2008: Rise of the Andes. — *Science* **320/5881,** 1304–1307. https://doi.org/10.1126/science.1148615

Ghosh, P., Adkins, J., Affek, H., Balta, B., Guo, W., Schauble, E. A., Schrag, D. & Eiler, J. M. 2006a: ^{13}C–^{18}O bonds in carbonate minerals: A new kind of paleothermometer. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **70/6,** 1439–1456. https://doi.org/10.1016/j.gca.2005.11.014

Ghosh, P., Garzione, C. N. & Eiler, J. M. 2006b: Rapid uplift of the Altiplano revealed through ^{13}C–^{18}O bonds in paleosol carbonates. — *Science* **311/5760,** 511–515. https://doi.org/10.1126/science.1119365

Ghosh, P., Eiler, J., Campana, S. E. & Feeney, R. F. 2007: Calibration of the carbonate 'clumped isotope' paleothermometer for otoliths. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **71/11,** 2736–2744. https://doi.org/10.1016/j.gca.2007.03.015

Gilbert, P. U. P. A., Bergmann, K. D., Myers, C. E., Marcus, M. A., DeVol, R. T., Sun, C.-Y., Blonsky, A. Z., Tamre, E., Zhao, J., Karan, E. A., Tamura, N., Lemer, S., Giuffre, A. J., Giribet, G., Eiler, J. M. & Knoll, A. H. 2017: Nacre tablet thickness records formation temperature in modern and fossil shells. — *Earth and Planetary Science Letters* **460,** 281–292. https://doi.org/10.1016/ j.epsl.2016.11.012

Grauel, A.-L., Schmid, T. W., Hu, B., Bergami, C., Capotondi, L., Zhou, L. & Bernasconi, S. M. 2013: Calibration and application of the 'clumped isotope' thermometer to foraminifera for high-resolution climate reconstructions. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **108,** 125–140. https://doi.org/10.1016/j.gca.2012.12.049

Grauel, A.-L., Hodell, D. A. & Bernasconi, S. M. 2016: Quantitative estimates of tropical temperature change in lowland Central America during the last 42 ka. — *Earth and Planetary Science Letters* **438,** 37–46. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2016.01.001

Guo, W. 2008: Carbonate clumped isotope thermometry: application to carbonaceous chondrites & effects of kinetic isotope fractionation. — PhD Thesis, California Institute of Technology, Pasadena, CA, USA, CaltechETD:etd-12182008-115035, 243 p.

Guo, W. & Eiler, J. M. 2007: Temperatures of aqueous alteration and evidence for methane generation on the parent bodies of the CM chondrites. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **71/22,** 5565–5575. https://doi.org/10.1016/j.gca.2007.07.029

Guo, W., Mosenfelder, J. L., Goddard, W. A. & Eiler, J. M. 2009: Isotopic fractionations associated with phosphoric acid digestion of carbonate minerals: Insights from first-principles theoretical modeling and clumped isotope measurements. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **73/24,** 7203–7225. https://doi.org/10.1016/j.gca.2009.05.071

Halevy, I., Fischer, W. W. & Eiler, J. M. 2011: Carbonates in the Martian meteorite Allan Hills 84001 formed at 18±4 °C in a near-surface aqueous environment. — *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **108/41,** 16895–16899. https://doi.org/10.1073/pnas.1109444108

He, B., Olack, G. A. & Colman, A. S. 2012: Pressure baseline correction and high-precision CO_2 clumped-isotope (Δ_{47}) measurements in bellows and micro-volume modes. — *Rapid Communications in Mass Spectrometry* **26/24,** 2837–2853. https://doi.org/10.1002/rcm.6436

Heimhofer, U., Meister, P., Bernasconi, S. M., Ariztegui, D., Martill, D. M., Rios-Netto, A. M. & Schwark, L. 2017: Isotope and elemental geochemistry of black shale-hosted fossiliferous concretions from the Cretaceous Santana Formation fossil Lagerstätte (Brazil). — *Sedimentology* **64/1,** 150–167. https://doi.org/10.1111/sed.12337

HENDY, C. H. & WILSON, A. T. 1968: Palaeoclimatic data from speleothems. — *Nature* **219/5149,** 48–51. https://doi.org/10.1038/219048a0

HENKES, G. A., PASSEY, B. H., WANAMAKER, A. D., GROSSMAN, E. L., AMBROSE, W. G. & CARROLL, M. L. 2013: Carbonate clumped isotope compositions of modern marine mollusk and brachiopod shells. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **106,** 307–325. https://doi.org/10.1016/j.gca.2012.12.020

HENKES, G. A., PASSEY, B. H., GROSSMAN, E. L., SHENTON, B. J., PEREZ-HUERTA, A. & YANCEY, T. E. 2014: Temperature limits for preservation of primary calcite clumped isotope paleotemperatures. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **139,** 362–382. https://doi.org/10.1016/j.gca.2014.04.040

HILL, P. S., TRIPATI, A. K. & SCHAUBLE, E. A. 2014: Theoretical constraints on the effects of pH, salinity, and temperature on clumped isotope signatures of dissolved inorganic carbon species and precipitating carbonate minerals. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **125,** 610–652. https://doi.org/10.1016/j.gca.2013.06.018

HODSON, K. R., CRIDER, J. G. & HUNTINGTON, K. W. 2016: Temperature and composition of carbonate cements record early structural control on cementation in a nascent deformation band fault zone: Moab Fault, Utah, USA. — *Tectonophysics* **690,** 240–252. https://doi.org/10.1016/j.tecto.2016.04.032

HOEFS, J. 2015: *Stable Isotope Geochemistry.* — Springer International Publishing, 389 p. https://doi.org/10.1007/978-3-319-19716-6

HOUGH, B. G., FAN, M. & PASSEY, B. H. 2014: Calibration of the clumped isotope geothermometer in soil carbonate in Wyoming and Nebraska, USA: Implications for paleoelevation and paleoclimate reconstruction. — *Earth and Planetary Science Letters* **391,** 110–120. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2014.01.008

HU, B., RADKE, J., SCHLUTER, H. J., HEINE, F. T., ZHOU, L. & BERNASCONI, S. M. 2014: A modified procedure for gas-source isotope ratio mass spectrometry: the long-integration dual-inlet (LIDI) methodology and implications for clumped isotope measurements. — *Rapid Communications in Mass Spectrometry* **28/13,** 1413–1425. https://doi.org/10.1002/rcm.6909

HUNTINGTON, K. W. & LECHLER, A. R. 2015: Carbonate clumped isotope thermometry in continental tectonics. — *Tectonophysics* **647–648,** 1-20. https://doi.org/10.1016/j.tecto.2015.02.019

HUNTINGTON, K. W., EILER, J. M., AFFEK, H. P., GUO, W., BONIFACIE, M., YEUNG, L. Y., THIAGARAJAN, N., PASSEY, B., TRIPATI, A., DAERON, M. & CAME, R. 2009: Methods and limitations of 'clumped' CO_2 isotope (Δ_{47}) analysis by gas-source isotope ratio mass spectrometry. — *Journal of Mass Spectrometry* **44/9,** 1318–1329. https://doi.org/10.1002/jms.1614

HUNTINGTON, K. W., BUDD, D. A., WERNICKE, B. P. & EILER, J. M. 2011: Use of clumped-isotope thermometry to constrain the crystallization temperature of diagenetic calcite. — *Journal of Sedimentary Research* **81/9,** 656–669. https://doi.org/10.2110/jsr.2011.51

INAGAKI, F., HINRICHS, K. U., KUBO, Y., BOWLES, M. W., HEUER, V. B., HONG, W. L., HOSHINO, T., IJIRI, A., IMACHI, H., ITO, M., KANEKO, M., LEVER, M. A., LIN, Y. S., METHE, B. A., MORITA, S., MORONO, Y., TANIKAWA, W., BIHAN, M., BOWDEN, S. A., ELVERT, M., GLOMBITZA, C., GROSS, D., HARRINGTON, G. J., HORI, T., LI, K., LIMMER, D., LIU, C. H., MURAYAMA, M., OHKOUCHI, N., ONO, S., PARK, Y. S., PHILLIPS, S. C., PRIETO-MOLLAR, X., PURKEY, M., RIEDINGER, N., SANADA, Y., SAUVAGE, J., SNYDER, G., SUSILAWATI, R., TAKANO, Y., TASUMI, E., TERADA, T., TOMARU, H., TREMBATH-REICHERT, E., WANG, D. T. & YAMADA, Y. 2015: Exploring deep microbial life in coal-bearing sediment down to ~2.5 km below the ocean floor. — *Science* **349/6246,** 420–424. https://doi.org/10.1126/science.aaa6882

JOHN, C. M. & BOWEN, D. 2016: Community software for challenging isotope analysis: First applications of 'Easotope' to clumped isotopes. — *Rapid Communications in Mass Spectrometry* **30/21,** 2285–2300. https://doi.org/10.1002/rcm.7720

KAR, N., GARZIONE, C. N., JARAMILLO, C., SHANAHAN, T., CARLOTTO, V., PULLEN, A., MORENO, F., ANDERSON, V., MORENO, E. & EILER, J. 2016: Rapid regional surface uplift of the northern Altiplano plateau revealed by multiproxy paleoclimate reconstruction. — *Earth and Planetary Science Letters* **447,** 33–47. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2016.04.025

KELE, S., BREITENBACH, S. F. M., CAPEZZUOLI, E., NELE MECKLER, A., ZIEGLER, M., MILLAN, I. M., KLUGE, T., DEÁK, J., HANSELMANN, K., JOHN, C. M., YAN, H., LIU, Z. & BERNASCONI, S. M. 2015: Temperature dependence of oxygen- and clumped isotope fractionation in carbonates: a study of travertines and tufas in the 6–95 °C temperature range. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **168,** 172–192. https://doi.org/10.1016/j.gca.2015.06.032

KELSON, J. R., HUNTINGTON, K. W., SCHAUER, A. J., SAENGER, C. & LECHLER, A. R. 2017: Toward a universal carbonate clumped isotope calibration: Diverse synthesis and preparatory methods suggest a single temperature relationship. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **197,** 104–131. https://doi.org/10.1016/j.gca.2016.10.010

KIMBALL, J., EAGLE, R. & DUNBAR, R. 2016: Carbonate "clumped" isotope signatures in aragonitic scleractinian and calcitic gorgonian deep-sea corals. — *Biogeosciences* **13/23,** 6487–6505. https://doi.org/10.5194/bg-13-6487-2016

KLUGE, T. & AFFEK, H. P. 2012: Quantifying kinetic fractionation in Bunker Cave speleothems using Δ_{47}. — *Quaternary Science Reviews* **49,** 82–94. https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2012.06.013

KLUGE, T., AFFEK, H. P., MARX, T., AESCHBACH-HERTIG, W., RIECHELMANN, D. F. C., SCHOLZ, D., RIECHELMANN, S., IMMENHAUSER, A., RICHTER, D. K., FOHLMEISTER, J., WACKERBARTH, A., MANGINI, A. & SPÖTL, C. 2013: Reconstruction of drip-water ^{18}O based on calcite oxygen and clumped isotopes of speleothems from Bunker Cave (Germany). — *Climate of the Past* **9/1,** 377–391. https://doi.org/10.5194/cp-9-377-2013

KLUGE, T., AFFEK, H. P., ZHANG, Y. G., DUBLYANSKY, Y., SPÖTL, C., IMMENHAUSER, A. & RICHTER, D. K. 2014: Clumped isotope thermometry of cryogenic cave carbonates. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **126,** 541–554. https://doi.org/10.1016/j.gca.2013.11.011

KLUGE, T. & JOHN, C. M. 2015: Effects of brine chemistry and polymorphism on clumped isotopes revealed by laboratory precipitation of mono- and multiphase calcium carbonates. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **160,** 155–168. https://doi.org/10.1016/j.gca.2015.03.031

Kluge, T., John, C. M., Jourdan, A.-L., Davis, S. & Crawshaw, J. 2015: Laboratory calibration of the calcium carbonate clumped isotope thermometer in the 25–250°C temperature range. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **157,** 213–227. https://doi.org/10.1016/j.gca.2015.02.028

Li, S., Yeung, L. Y., Young, E. D., Ostrom, N. E. & Haslun, J. A. 2016: Triple-isotopologue Analysis of N_2 as a Tracer of the Global Nitrogen Cycle. — *5th International Clumped Isotope Workshop*, St. Petersburg, Florida, p. 29.

Liu, Q. & Liu, Y. 2016: Clumped-isotope signatures at equilibrium of CH_4, NH_3, H_2O, H_2S and SO_2. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **175,** 252–270. https://doi.org/10.1016/j.gca.2015.11.040

Lloyd, M. K., Eiler, J. M. & Nabelek, P. I. 2017: Clumped isotope thermometry of calcite and dolomite in a contact metamorphic environment. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **197,** 323–344. https://doi.org/10.1016/j.gca.2016.10.037

Loyd, S. J., Dickson, J. A. D., Scholle, P. A. & Tripati, A. K. 2013: Extensive, uplift-related and non-fault-controlled spar precipitation in the Permian Capitan Formation. — *Sedimentary Geology* **298,** 17–27. https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2013.10.001

Loyd, S. J., Corsetti, F. A., Eagle, R. A., Hagadorn, J. W., Shen, Y., Zhang, X., Bonifacie, M. & Tripati, A. K. 2015: Evolution of Neoproterozoic Wonoka–Shuram Anomaly-aged carbonates: evidence from clumped isotope paleothermometry. — *Precambrian Research* **264,** 179–191. https://doi.org/10.1016/j.precamres.2015.04.010

Luetkemeyer, P. B., Kirschner, D. L., Huntington, K. W., Chester, J. S., Chester, F. M. & Evans, J. P. 2016: Constraints on paleofluid sources using the clumped-isotope thermometry of carbonate veins from the SAFOD (San Andreas Fault Observatory at Depth) borehole. — *Tectonophysics* **690,** 174–189. https://doi.org/10.1016/j.tecto.2016.05.024

MacDonald, J., John, C. & Girard, J.-P. 2015: Dolomitization processes in hydrocarbon reservoirs: insight from geothermometry using clumped isotopes. — *Procedia Earth and Planetary Science* **13,** 265–268. https://doi.org/10.1016/j.proeps.2015.07.062

McCrea, J. M. 1950: On the Isotopic Chemistry of Carbonates and a Paleotemperature Scale. — *The Journal of Chemical Physics* **18/6,** 849–857. https://doi.org/10.1063/1.1747785

Meckler, A. N., Ziegler, M., Millan, M. I., Breitenbach, S. F. & Bernasconi, S. M. 2014: Long-term performance of the Kiel carbonate device with a new correction scheme for clumped isotope measurements. — *Rapid Communications in Mass Spectrometry* **28/15,** 1705–1715. https://doi.org/10.1002/rcm.6949

Meckler, A. N., Affolter, S., Dublyansky, Y. V., Krüger, Y., Vogel, N., Bernasconi, S. M., Frenz, M., Kipfer, R., Leuenberger, M., Spötl, C., Carolin, S., Cobb, K. M., Moerman, J., Adkins, J. F. & Fleitmann, D. 2015: Glacial–interglacial temperature change in the tropical West Pacific: A comparison of stalagmite-based paleo-thermometers. — *Quaternary Science Reviews* **127,** 90–116. https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.06.015

Methner, K., Mulch, A., Fiebig, J., Wacker, U., Gerdes, A., Graham, S. A. & Chamberlain, C. P. 2016: Rapid Middle Eocene temperature change in western North America. — *Earth and Planetary Science Letters* **450,** 132–139. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2016.05.053

Millán, M. I., Machel, H. & Bernasconi, S. M. 2016: Constraining temperatures of formation and composition of dolomitizing fluids in the Upper Devonian Nisku Formation (Alberta, Canada) with clumped isotopes. — *Journal of Sedimentary Research* **86/2,** 107–112. https://doi.org/10.2110/jsr.2016.6

Mroz, E. J., Alei, M., Cappis, J. H., Guthals, P. R., Mason, A. S. & Rokop, D. J. 1989: Detection of multiply deuterated methane in the atmosphere. — *Geophysical Research Letters* **16/7,** 677–678. https://doi.org/DOI 10.1029/GL016i007p00677

Müller, I. A., Violay, M. E. S., Storck, J.-C., Fernandez, A., van Dijk, J., Madonna, C. & Bernasconi, S. M. 2017: Clumped isotope fractionation during phosphoric acid digestion of carbonates at 70 °C. — *Chemical Geology* **449,** 1–14. https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2016.11.030

Murray, S. T., Arienzo, M. M. & Swart, P. K. 2016: Determining the Δ_{47} acid fractionation in dolomites. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **174,** 42–53. https://doi.org/10.1016/j.gca.2015.10.029

Ono, S., Wang, D. T., Gruen, D. S., Sherwood Lollar, B., Zahniser, M. S., McManus, B. J. & Nelson, D. D. 2014: Measurement of a doubly substituted methane isotopologue, $^{13}CH_3D$, by tunable infrared laser direct absorption spectroscopy. — *Analitical Chemistry* **86/13,** 6487–6494. https://doi.org/10.1021/ac5010579

Passey, B. H., Levin, N. E., Cerling, T. E., Brown, F. H. & Eiler, J. M. 2010: High-temperature environments of human evolution in East Africa based on bond ordering in paleosol carbonates. — *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **107/25,** 11245–11249. https://doi.org/10.1073/pnas.1001824107

Passey, B. H. & Henkes, G. A. 2012: Carbonate clumped isotope bond reordering and geospeedometry. — *Earth and Planetary Science Letters* **351–352,** 223–236. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2012.07.021

Peters, N. A., Huntington, K. W. & Hoke, G. D. 2013: Hot or not? Impact of seasonally variable soil carbonate formation on paleotemperature and O-isotope records from clumped isotope thermometry. — *Earth and Planetary Science Letters* **361,** 208–218. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2012.10.024

Petersen, S. V., Winkelstern, I. Z., Lohmann, K. C. & Meyer, K. W. 2016a: The effects of Porapak trap temperature on $\delta^{18}O$, $\delta^{13}C$, and Δ_{47} values in preparing samples for clumped isotope analysis. — *Rapid Communications in Mass Spectrometry* **30/1,** 199–208. https://doi.org/10.1002/rcm.7438

Petersen, S. V., Dutton, A. & Lohmann, K. C. 2016b: End-Cretaceous extinction in Antarctica linked to both Deccan volcanism and meteorite impact via climate change. — *Nature Communications* **7/12079,** 1–9. https://doi.org/10.1038/ncomms12079

Petersen, S. V., Tabor, C. R., Lohmann, K. C., Poulsen, C. J., Meyer, K. W., Carpenter, S. J., Erickson, J. M., Matsunaga, K. K. S., Smith, S. Y. & Sheldon, N. D. 2016c: Temperature and salinity of the Late Cretaceous Western Interior Seaway. — *Geology* **44/11,** 903–906. https://doi.org/10.1130/g38311.1

Petrizzo, D. A. & Young, E. D. 2014: High-precision determination of ^{13}C–^{18}O bonds in CO_2 using multicollector peak hopping. — *Rapid Communications in Mass Spectrometry* **28/11,** 1185–1193. https://doi.org/10.1002/rcm.6888

Petryshyn, V. A., Rivera, M. J., Agić, H., Frantz, C. M., Corsetti, F. A. & Tripati, A. E. 2016: Stromatolites in Walker Lake (Nevada, Great Basin, USA) record climate and lake level changes ~35,000 years ago. — *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **451,** 140–151. https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2016.02.054

Piasecki, A., Sessions, A., Peterson, B. & Eiler, J. 2016: Prediction of equilibrium distributions of isotopologues for methane, ethane and propane using density functional theory. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **190,** 1–12. https://doi.org/10.1016/j.gca.2016.06.003

Price, G. D. & Passey, B. H. 2013: Dynamic polar climates in a greenhouse world: Evidence from clumped isotope thermometry of Early Cretaceous belemnites. — *Geology* **41/8,** 923–926. https://doi.org/10.1130/g34484.1

Quade, J., Garzione, C. & Eiler, J. 2007: Paleoelevation Reconstruction using Pedogenic Carbonates. — *Reviews in Mineralogy and Geochemistry* **66/1,** 53–87. https://doi.org/10.2138/rmg.2007.66.3

Quade, J., Eiler, J., Daëron, M. & Achyuthan, H. 2013: The clumped isotope geothermometer in soil and paleosol carbonate. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **105,** 92–107. https://doi.org/10.1016/j.gca.2012.11.031

Quesnel, B., Boulvais, P., Gautier, P., Cathelineau, M., John, C. M., Dierick, M., Agrinier, P. & Drouillet, M. 2016: Paired stable isotopes (O, C) and clumped isotope thermometry of magnesite and silica veins in the New Caledonia Peridotite Nappe. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **183,** 234–249. https://doi.org/10.1016/j.gca.2016.03.021

Ringham, M. C., Hoke, G. D., Huntington, K. W. & Aranibar, J. N. 2016: Influence of vegetation type and site-to-site variability on soil carbonate clumped isotope records, Andean piedmont of Central Argentina (32–34°S). — *Earth and Planetary Science Letters* **440,** 1–11. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2016.02.003

Ritter, A.-C., Kluge, T., Berndt, J., Richter, D. K., John, C. M., Bodin, S. & Immenhauser, A. 2015: Application of redox sensitive proxies and carbonate clumped isotopes to Mesozoic and Palaeozoic radiaxial fibrous calcite cements. — *Chemical Geology* **417,** 306–321. https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2015.10.008

Ritter, A.-C., Mavromatis, V., Dietzel, M., Kwiecien, O., Wiethoff, F., Griesshaber, E., Casella, L. A., Schmahl, W. W., Koelen, J., Neuser, R. D., Leis, A., Buhl, D., Niedermayr, A., Breitenbach, S. F. M., Bernasconi, S. M. & Immenhauser, A. 2017: Exploring the impact of diagenesis on (isotope) geochemical and microstructural alteration features in biogenic aragonite. — *Sedimentology*. https://doi.org/10.1111/sed.12356

Röckmann, T., Popa, M. E., Krol, M. C. & Hofmann, M. E. 2016: Statistical clumped isotope signatures. — *Scientific Reports* **6/31947,** 1–14. https://doi.org/10.1038/srep31947

Rosenheim, B. E., Tang, J. & Fernandez, A. 2013: Measurement of multiply substituted isotopologues ('clumped isotopes') of CO_2 using a 5 kV compact isotope ratio mass spectrometer: performance, reference frame, and carbonate paleothermometry. — *Rapid Communications in Mass Spectrometry* **27/16,** 1847–1857. https://doi.org/10.1002/rcm.6634

Rosman, K. J. R. & Taylor, P. D. P. 1998: Isotopic Compositions of the Elements 1997: Technical Report. — *Pure and Applied Chemistry* **70/1,** 217–235.

Saenger, C., Affek, H. P., Felis, T., Thiagarajan, N., Lough, J. M. & Holcomb, M. 2012: Carbonate clumped isotope variability in shallow water corals: Temperature dependence and growth-related vital effects. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **99,** 224–242. https://doi.org/10.1016/j.gca.2012.09.035

Sample, J. C., Torres, M. E., Fisher, A., Hong, W.-L., Destrigneville, C., Defliese, W. F. & Tripati, A. E. 2017: Geochemical constraints on the temperature and timing of carbonate formation and lithification in the Nankai Trough, NanTroSEIZE transect. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **198,** 92–114. https://doi.org/10.1016/j.gca.2016.10.013

Schauble, E. A., Ghosh, P. & Eiler, J. M. 2006: Preferential formation of ^{13}C–^{18}O bonds in carbonate minerals, estimated using first-principles lattice dynamics. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **70/10,** 2510–2529. https://doi.org/10.1016/j.gca.2006.02.011

Schmid, T. W. 2011: Clumped-isotopes – A new tool for old questions – Case studies on biogenic and inorganic carbonates. — PhD Thesis, ETH Zürich, DISS ETH NO. 19607, 172 p.

Schmid, T. W. & Bernasconi, S. M. 2010: An automated method for 'clumped-isotope' measurements on small carbonate samples. — *Rapid Communications in Mass Spectrometry* **24/14,** 1955–1963. https://doi.org/10.1002/rcm.4598

Schmid, T. W., Radke, J. & Bernasconi, S. M. 2012: Clumped-isotope measurements on small carbonate samples with a Kiel IV carbonate device and a MAT 253 mass spectrometer. — *Thermo Fisher Application Note* **30233,** 3.

Sena, C. M., John, C. M., Jourdan, A. L., Vandeginste, V. & Manning, C. 2014: Dolomitization of Lower Cretaceous peritidal carbonates by modified seawater: constraints from clumped isotopic paleothermometry, elemental chemistry, and strontium isotopes. — *Journal of Sedimentary Research* **84/7,** 552–566. https://doi.org/10.2110/jsr.2014.45

Sharp, Z. 2007: Principles of Stable Isotope Geochemistry. — Pearson Education, Upper Saddle River, NJ, USA, 344 p.

Shenton, B. J., Grossman, E. L., Passey, B. H., Henkes, G. A., Becker, T. P., Laya, J. C., Perez-Huerta, A., Becker, S. P. & Lawson, M. 2015: Clumped isotope thermometry in deeply buried sedimentary carbonates: The effects of bond reordering and recrystallization. — *Geological Society of America Bulletin* **127/7–8,** 1036–1051. https://doi.org/10.1130/B31169.1

Siman-Tov, S., Affek, H. P., Matthews, A., Aharonov, E. & Reches, Z. E. 2016: Shear heating and clumped isotope reordering in carbonate faults. — *Earth and Planetary Science Letters* **445,** 136–145. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2016.03.041

Snell, K. E., Koch, P. L., Druschke, P., Foreman, B. Z. & Eiler, J. M. 2014: High elevation of the 'Nevadaplano' during the Late Cretaceous. — *Earth and Planetary Science Letters* **386,** 52–63. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2013.10.046

Spooner, P. T., Guo, W., Robinson, L. F., Thiagarajan, N., Hendry, K. R., Rosenheim, B. E. & Leng, M. J. 2016: Clumped isotope composition of cold-water corals: A role for vital effects? — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **179,** 123–141. https://doi.org/10.1016/j.gca.2016.01.023

Staudigel, P. T. & Swart, P. K. 2016: Isotopic behavior during the aragonite-calcite transition: Implications for sample preparation and proxy interpretation. — *Chemical Geology* **442,** 130–138. https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2016.09.013

Stolper, D. A. & Eiler, J. M. 2016: Constraints on the formation and diagenesis of phosphorites using carbonate clumped isotopes. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **181**, 238–259. https://doi.org/10.1016/j.gca.2016.02.030

Stolper, D. A., Sessions, A. L., Ferreira, A. A., Santos Neto, E. V., Schimmelmann, A., Shusta, S. S., Valentine, D. L. & Eiler, J. M. 2014a: Combined ^{13}C–D and D–D clumping in methane: Methods and preliminary results. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **126,** 169–191. https://doi.org/10.1016/j.gca.2013.10.045

Stolper, D. A., Lawson, M., Davis, C. L., Ferreira, A. A., Santos Neto, E. V., Ellis, G. S., Lewan, M. D., Martini, A. M., Tang, Y., Schoell, M., Sessions, A. L. & Eiler, J. M. 2014b: Formation temperatures of thermogenic and biogenic methane. — *Science* **344/6191,** 1500–1503. https://doi.org/10.1126/science.1254509

Stolper, D. A., Martini, A. M., Clog, M., Douglas, P. M., Shusta, S. S., Valentine, D. L., Sessions, A. L. & Eiler, J. M. 2015: Distinguishing and understanding thermogenic and biogenic sources of methane using multiply substituted isotopologues. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **161,** 219–247. https://doi.org/10.1016/j.gca.2015.04.015

Streit, E., Kelemen, P. & Eiler, J. 2012: Coexisting serpentine and quartz from carbonate-bearing serpentinized peridotite in the Samail Ophiolite, Oman. — *Contributions to Mineralogy and Petrology* **164/5,** 821–837. https://doi.org/10.1007/s00410-012-0775-z

Suarez, M. B. & Passey, B. H. 2014: Assessment of the clumped isotope composition of fossil bone carbonate as a recorder of subsurface temperatures. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **140,** 142–159. https://doi.org/10.1016/j.gca.2014.05.026

Sumner, K. K., Camp, E. R., Huntington, K. W., Cladouhos, T. T. & Uddenberg, M. 2015: Assessing Fracture Connectivity using Stable and Clumped Isotope Geochemistry of Calcite Cements. — *Fortieth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering*, Stanford, California, SGP-TR-204, pp. 1–12.

Swanson, E. M., Wernicke, B. P., Eiler, J. M. & Losh, S. 2012: Temperatures and fluids on faults based on carbonate clumped-isotope thermometry. — *American Journal of Science* **312/1,** 1–21. https://doi.org/10.2475/01.2012.01

Tang, J., Dietzel, M., Fernandez, A., Tripati, A. K. & Rosenheim, B. E. 2014: Evaluation of kinetic effects on clumped isotope fractionation (Δ_{47}) during inorganic calcite precipitation. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **134,** 120–136. https://doi.org/10.1016/j.gca.2014.03.005

Thiagarajan, N., Adkins, J. & Eiler, J. 2011: Carbonate clumped isotope thermometry of deep-sea corals and implications for vital effects. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **75/16,** 4416–4425. https://doi.org/10.1016/j.gca.2011.05.004

Thompson, P., Schwarcz, H. P. & Ford, D. C. 1974: Continental Pleistocene climatic variations from speleothem age and isotopic data. — *Science* **184/4139,** 893–895. https://doi.org/10.1126/science.184.4139.893

Tremaine, D. M., Froelich, P. N. & Wang, Y. 2011: Speleothem calcite farmed in situ: Modern calibration of $\delta^{18}O$ and ^{13}C paleoclimate proxies in a continuously-monitored natural cave system. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **75/17,** 4929–4950. https://doi.org/10.1016/j.gca.2011.06.005

Tripati, A. K., Eagle, R. A., Thiagarajan, N., Gagnon, A. C., Bauch, H., Halloran, P. R. & Eiler, J. M. 2010: ^{13}C–^{18}O isotope signatures and 'clumped isotope' thermometry in foraminifera and coccoliths. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **74/20,** 5697–5717. https://doi.org/10.1016/j.gca.2010.07.006

Tripati, A. K., Hill, P. S., Eagle, R. A., Mosenfelder, J. L., Tang, J., Schauble, E. A., Eiler, J. M., Zeebe, R. E., Uchikawa, J., Coplen, T. B., Ries, J. B. & Henry, D. 2015: Beyond temperature: Clumped isotope signatures in dissolved inorganic carbon species and the influence of solution chemistry on carbonate mineral composition. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **166,** 344–371. https://doi.org/10.1016/j.gca.2015.06.021

Tsuji, K., Teshima, H., Sasada, H. & Yoshida, N. 2012: Spectroscopic isotope ratio measurement of doubly-substituted methane. — *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* **98,** 43–46. https://doi.org/10.1016/j.saa.2012.08.028

Urey, H. C. 1947: The thermodynamic properties of isotopic substances. — *Journal of the Chemical Society*, 562–581. https://doi.org/0.1039/JR9470000562

van Dijk, J., Fernandez, A., Müller, I. A., White, T., Lever, M. & Bernasconi, S. M. 2016: Microbially-mediated and abiotic synthesis of siderite from 10 to 70 °C: a new Δ_{47} and $\delta^{18}O$ calibration. — *5th International Clumped Isotope Workshop*, St. Petersburg, Florida, p. 14.

Vandeginste, V., John, C. M., Cosgrove, J. W. & Manning, C. 2014: Dimensions, texture-distribution, and geochemical heterogeneities of fracture–related dolomite geobodies hosted in Ediacaran limestones, northern Oman. — *AAPG Bulletin* **98/9,** 1789–1809. https://doi.org/10.1306/05121413127

VanDeVelde, J. H., Bowen, G. J., Passey, B. H. & Bowen, B. B. 2013: Climatic and diagenetic signals in the stable isotope geochemistry of dolomitic paleosols spanning the Paleocene–Eocene boundary. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **109,** 254–267. https://doi.org/10.1016/j.gca.2013.02.005

Wacker, U., Fiebig, J. & Schoene, B. R. 2013: Clumped isotope analysis of carbonates: comparison of two different acid digestion techniques. — *Rapid Communications in Mass Spectrometry* **27/14,** 1631–1642. https://doi.org/10.1002/rcm.6609

Wacker, U., Fiebig, J., Tödter, J., Schöne, B. R., Bahr, A., Friedrich, O., Tütken, T., Gischler, E. & Joachimski, M. M. 2014: Empirical calibration of the clumped isotope paleothermometer using calcites of various origins. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **141,** 127–144. https://doi.org/10.1016/j.gca.2014.06.004

Wacker, U., Rutz, T., Löffler, N., Conrad, A. C., Tütken, T., Böttcher, M. E. & Fiebig, J. 2016: Clumped isotope thermometry of carbonate-bearing apatite: Revised sample pre-treatment, acid digestion, and temperature calibration. — *Chemical Geology* **443,** 97–110. https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2016.09.009

Wainer, K., Genty, D., Blamart, D., Daëron, M., Bar-Matthews, M., Vonhof, H., Dublyansky, Y., Pons-Branchu, E., Thomas, L., van Calsteren, P., Quinif, Y. & Caillon, N. 2011: Speleothem record of the last 180 ka in Villars cave (SW France): Investigation of a large $\delta^{18}O$ shift between MIS6 and MIS5. — *Quaternary Science Reviews* **30/1–2,** 130–146. https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2010.07.004

Wang, Z., Schauble, E. A. & Eiler, J. M. 2004: Equilibrium thermodynamics of multiply substituted isotopologues of molecular gases. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **68/23,** 4779–4797. https://doi.org/10.1016/j.gca.2004.05.039

Wang, D. T., Welander, P. V. & Ono, S. 2016: Fractionation of the methane isotopologues $^{13}CH_4$, $^{12}CH_3D$, and $^{13}CH_3D$ during aerobic oxidation of methane by *Methylococcus capsulatus* (Bath). — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **192,** 186–202. https://doi.org/10.1016/j.gca.2016.07.031

Watkins, J. M. & Hunt, J. D. 2015: A process-based model for non-equilibrium clumped isotope effects in carbonates. — *Earth and Planetary Science Letters* **432,** 152–165. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2015.09.042

Webb, M. A., Wang, Y., Braams, B. J., Bowman, J. M. & Miller, T. F. 2017: Equilibrium clumped-isotope effects in doubly substituted isotopologues of ethane. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **197,** 14–26. https://doi.org/10.1016/j.gca.2016.10.001

Winkelstern, I. Z. & Lohmann, K. C. 2016: Shallow burial alteration of dolomite and limestone clumped isotope geochemistry. — *Geology* **44/6,** 467–470. https://doi.org/10.1130/g37809.1

Winkelstern, I. Z., Kaczmarek, S. E., Lohmann, K. C. & Humphrey, J. D. 2016: Calibration of dolomite clumped isotope thermometry. — *Chemical Geology* **443,** 32–38. https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2016.09.021

Yeung, L. Y. 2016: Combinatorial effects on clumped isotopes and their significance in biogeochemistry. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **172,** 22–38. https://doi.org/10.1016/j.gca.2015.09.020

Yeung, L. Y., Young, E. D. & Schauble, E. A. 2012: Measurements of $^{18}O^{18}O$ and $^{17}O^{18}O$ in the atmosphere and the role of isotope-exchange reactions. — *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* **117/D18306,** 1–20. https://doi.org/10.1029/2012jd017992

Yeung, L. Y., Ash, J. L. & Young, E. D. 2014: Rapid photochemical equilibration of isotope bond ordering in O_2. — *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* **119/17**, 10552–10566. https://doi.org/10.1002/2014jd021909

Yeung, L. Y., Ash, J. L. & Young, E. D. 2015: Biological signatures in clumped isotopes of O_2. — *Science* **348/6233,** 431–434. https://doi.org/10.1126/science.aaa6284

Yoshida, N., Vasilev, M., Ghosh, P., Abe, O., Yamada, K. & Morimoto, M. 2013: Precision and long-term stability of clumped-isotope analysis of CO_2 using a small-sector isotope ratio mass spectrometer. — *Rapid Communications in Mass Spectrometry* **27,** 207–215. https://doi.org/10.1002/rcm.6431

Zaarur, S., Affek, H. P. & Brandon, M. T. 2013: A revised calibration of the clumped isotope thermometer. — *Earth and Planetary Science Letters* **382,** 47–57. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2013.07.026

Kézirat beérkezett: 2016. 10. 27.

Magyarhoni Földtani Társulat
Földtani Közlöny
Hungarian Geological Society
147/2, 195–204., Budapest, 2017

In memoriam

Dr. Balogh Kadosa

1942–2016

Júniusi kánikulában, a hőség elől menekülve, a légkondicionált dolgozó szobánkban találkoztunk, és régi szokásunk szerint megvitattuk az aktuális dolgainkat. Mindig örömmel hallgattam a rendkívüli tájékozottságából táplálkozó nemzetközi- és hazai hírbeszámolóját, az események részletes és korrekt elemzését. Természetesen most is szóba került a laboratóriumunk helyzete és a jövőjével kapcsolatos kérdések problematikája, hiszen a labor volt számára az az élettér, ahol Ő igazán otthon érezte magát. Végül a közeli nyári programokról beszélgettünk. Humoros poénokkal fűszerezve mesélte a tervezett érettségi és évfolyam-találkozók forgatókönyvét, én pedig az erdélyi terepi munkám útvonalát ismertettem neki, majd azzal a megállapodással váltunk el, hogy hamarosan beszámolunk egymásnak utazásunk részleteiről.

Azonban már egy héten belül tragikus fordulat következett be. Éppen a Hargita fiatal vulkánjainak tanulmányozása közben érkezett a szomorú hír, hogy Kadosa a leromlott egészségi állapota miatt a debreceni klinika intenzív osztályára került. Akkor még nem gondoltam, hogy a fentiekben leírt találkozásunk volt az utolsó személyes beszélgetésünk.

Az elkövetkezendő hónapok már csak egy mindenáron élni akaró ember heroikus küzdelmét és ugyanakkor méltósággal viselt szenvedését, kiszolgáltatott helyzetét hozta magával. Ennek ellenére mi hittünk és reménykedtünk az orvosi kezelések korlátainak átlépésében, a gondviselés csodájában, az élet folytatásában. Sajnos ez az óhaj már nem válhatott valóra. 2016. október 19-én Balogh Kadosa végleg eltávozott közülünk. Végső búcsúztatására 2016. november 7-én a Gyulavári Református Temetőben került sor.

Be kell vallanom, hogy végtelenül nehéz feladat Balogh Kadosa életrajzát úgy összefoglalni, hogy az méltó legyen az Ő érték–mértékrendszeréhez. Hiszen Ő volt az az ember, aki következetesen és meggyőződéssel vallotta, hogy bűnös dolog az emberek teljesítményének megítélésénél különböző mértékrendszert alkalmazni, mert az minden esetben súlyos személyiségtorzulást eredményez.

Azonban úgy gondolom, hogy az eseményekben gazdag 40 esztendő közös történelmi múltja és a vele kapcsolatos felejthetetlen élményeim gazdagsága feljogosít arra, hogy megpróbáljak képet alkotni az Ő emberi nagyságáról és rendkívüli tehetségéről, bemutatva egy hihetetlenül értékes és színes, de ugyanakkor küzdelmes életpálya fontos állomásait.

Szülővárosában, Gyulán 1960-ban az Erkel Ferenc Gimnáziumban kitűnő eredménnyel elvégzett tanulmányai után a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem fizikus szakára került, amit 1965-ben szintén kimagasló tanulmányi eredménnyel (Népköztársasági ösztöndíj) fejezett be. Okleveles fizikusi diplomája megszerzése után, Szalay Sándor akadémikus javaslata alapján, az MTA Atommagkutató Intézetében kezdte el kutató munkáját. A Rb-Sr laboratórium kísérleti munkájában lényeges szerepet vállalva, 1969-ben „Sr izotópanalitikai vizsgálatok a Börzsöny hegység északi részéből származó mintákon" című dolgozata alapján egyetemi doktori címet kapott a Kossuth Lajos Tudományegyetemen. 1969–70-ben a Nemzetközi Atomenergiai Ügynökség ösztöndíjasaként, a dániai Aarhusi Egyetemen dolgozott, ahol az elektromágneses izotópszeparátorokat tanulmányozta. Sikeres munkája eredményeként Dániából egy komplett tervvel érkezett haza, amely lehetővé tette volna az első elektromágneses izotópszeparátor megépítését Magyarországon. Azonban nagy csalódás érte, miután kiderült, hogy pénzhiány miatt nem építheti meg a számára izgalmas fizikai berendezést, ellenben rögtön el kellett kezdenie a K-Ar laboratórium kifejlesztését és annak széleskörű alkalmazását.

Az 1970-es évek elején a jól ismert nehéz körülmények ellenére (anyagbeszerzési problémák, alkatrészek hiánya, az alapanyagok nem megfelelő tisztasága, éjjeli és hétvégi ügyeletek megszervezése stb.) 1973-ban megtörtént a berendezés hitelesítése és a kormeghatározás az első geológiai kőzetmintán. Azóta a szisztematikus műszer- és módszerfejlesztésnek köszönhetően a K-Ar laboratórium folyamatosan működik, amelynek eredményeként a világ különböző részéről származó kőzetmintákon (~9000) számos földtani probléma megoldásához sikerült hozzájárulnia (Balogh K., Pécskay Z. 2009, Fizikai Szemle).

Az ionforrás és az ionoptika átalakítása 1979-ben lehetővé tette a tömegspektrométer, mikroszámítógép által vezérelt mérés- és kiértékelő rendszerének elkészítését, majd alkalmazását. Talán ennek is köszönhető, hogy 1982 elnyerte az Eötvös Loránd Fizikai Társulat „Bródy Imre-díját". 1985-ben „A K-Ar földtani kormeghatározási módszer hazai bevezetése és alkalmazásának eredményei" című dolgozatával megszerezte a fizikai tudományok kandidátusi fokozatát. 1986-ban a Kossuth Lajos Tudományegyetem címzetes egyetemi docense lett.

Az 1990-es évek kiemelkedő tudományos eredményei között kell említeni az új tömegspektrométer megtervezését és megépítését, amely az elért feloldás és szükséges érzékenység biztosításával lehetővé tette a He-izotóparányok mérését.

HERTELENDI Edével közösen elnyert sikeres pályázatuknak eredményeként 1994-ben sikerült megvásárolni egy VG-5400 tömegspektrométert, amely kiváltotta az Atommagkutató Intézetben kifejlesztett tömegspektrométer alkalmazását. Ennek ellenére megállapítható, hogy

konkrét javaslatai, eredeti ötletei és nem utolsó sorban szabadalma megalapozta, illetve érdemben hozzájárult a Hertelendi Ede által vezetett He-labor sikeres elindításához (BALOGH K., HERTELENDI E. 1981. Acta Chim. Hung).

Lényeges tudományos eredményként kell megemlíteni, hogy 1997-re „belső fejlesztésként" megtervezte és megépítette a lépcsőzetes kigázosításhoz szükséges ellenállás fűtésű kemencét. Ezekben az években barátjával, Simonits Andrással tökéletesen megoldották a Központi Fizikai Kutatató Intézet reaktoránál a ^{40}Ar-^{39}Ar módszeres kormeghatározáshoz szükséges geológiai kőzetminták besugárzását. Ezek a fejlesztések tették lehetővé, hogy már 1997-ben megtörténtek az első hazai ^{40}Ar-^{39}Ar módszeres kormeghatározások.

A sikeres mérési eredmények ellenére, a finanszírozási problémák miatt, az ^{40}Ar-^{39}Ar módszer nem válhatott a K-Ar labor széleskörűen alkalmazott analitikai módszerévé.

Azonban a ^{40}Ar-^{39}Ar módszer továbbra is a K-Ar laboratórium kutatási témái között szerepelt. Ennek eredményeként BALOGH Kadosa 2000-ben írásaiban és előadásaiban javasolja az ^{40}Ar-^{39}Ar módszer érzékenységének növelését helyzetérzékeny detektorok alkalmazásával az Ar izotópok mérésére. A japán kutatók egyből felfigyeltek az ötlet jelentőségére és még ebben az évben meghívták Kadosát Japánba speciális szemináriumtartására. Sajnos Magyarországon ezek után sem nyer támogatást a fontos javaslat.

Talán szakmai sikerként és elismerésként lehet elkönyvelni, hogy a K-Ar laborból kikerülő analitikai adatok pontossága és reprodukálhatósága következtében a debreceni laboratórium részt vesz a nemzetközi standardok összemérésében, miközben állandó küzdelem folyik a labor fenntartása és tudományos elismertségének megőrzése érdekében.

Végül az „erőltetett menettől" kicsit elfáradva és kifulladva 2007-ben összeállította, benyújtotta és megvédte „A K-Ar és az Ar-Ar módszer fejlesztése és alkalmazásai" című akadémiai doktori értekezését, amelyből tiszta képet kaphatunk egy rendkívül sokszínű és felbecsülhetetlenül gazdag tudományos munkásság értéktárából.

Ezek után 2012-ben a Magyar Tudományos Akadémia Atommagkutató Intézete Szalay Sándor-díjjal tüntette ki és ugyanekkor megkapta a „professor emeritus instituti" címet

2015-ben a Magyarhoni Földtani Társulat tiszteleti taggá választotta.

Mégis mi lehet ennek a „szakmai önéletrajz-kivonatnak" az összegzése?

Tudományos munkásságának általánosan elfogadott legfontosabb eredménye; a geológiai kőzetek kormeghatározását lehetővé tevő K-Ar laboratórium kifejlesztése, illetve megépítése, amely egy egész kutatónemzedéknek adott programot, értékes kutatási témát. De ennél az ő esetében mindenképpen többről van szó.

Balogh Kadosával kapcsolatban nem csak a nemzetközileg is elismert tudományos teljesítmény vagy a gondosan és tökéletes stílusban megírt cikkei, tanulmányai és az érdekfeszítő előadásai ragadják meg a természettudományok iránt érdeklődő munkatársakat, hanem emberi magatartása, keresztyén hitvallása, egyszerű életvitele, céltudatossága, rendkívüli műveltsége, az elvei mellett való következetes kiállása, a bölcs humánum és az emberiség jövője iránt érzett felelősség, amely csak az igazi nagy egyéniségeknek adatott meg.

A széleskörű tudományos eredményei (l. BALOGH Kadosa publikációs listáját!) bogarászása közben akaratlanul felvetődik az olvasóban az alábbi kérdés: valójában milyen személyiséggel rendelkező embert ismerhetünk meg a zseniális kutatóban?

A pszichoanalízis tézisei szerint egy ember sohasem csupán Ő maga, hanem a többi egyénhez való viszonyában valami. Teljes képet csak akkor kapunk róla, ha a környezetéhez való viszonyában látjuk. Melyek azok a tényezők, amelyek jellemezték Kadosa környezetéhez való viszonyát? A reális kapcsolatát azzal, ami körülvette leggyakrabban az aggodalom és a kifogás jellemezte. Szokásos viselkedésére, amit általában tanúsított a bírálat, a gyanakvás volt a meghatározó, hiszen az állandó szellemi kontrolja sosem engedett lazítást, mindig mindent tisztán szeretett volna látni. Sosem elégítették ki a felszínes megközelítések. Mi következik ebből a „magatartásformából"? Kényszerből fokozatosan elszigetelődik — bár sajátos értékrendje sem tűrné el az egyszerű elvegyülést vagy beolvadást — magára marad, értetlenül szemlélődik, sokszor tehetetlen, zavarba jön, mert nem tudja áthatni a környezetét. Gyakran nem fogadják el javaslatait, sőt méltatlanul visszautasítják, vagy egyszerűen kihasználják. Küzdelme azért tragikus, mert kényszerűségből passzív, esetenként kizárt és méltatlanul mellőzött. Tehát Ő a magányos harcos.

És mi az, ami szellemi identitásából táplálkozik? A türelem, az állhatatosság és a minden szempontból megalapozott tudás. Ennek köszönhetően felismeri a hibát, de nem tehet mást, mint vár. Ez a szellemiségének a heroikus küzdelme; vagyis látni és nem cselekedni, valamint tudni, de mozdulatlannak maradni!

Mindezek ellenére, vagy talán éppen ezekkel a tényekkel összhangban kijelenthetjük, hogy BALOGH Kadosa, a számára megadatott 74 évben teljes életet élt, hiszen megpróbált értelmet belevinni a mindennapok zűrzavarába, a kaotikus összevisszaságból egy viszonylag rendezett kozmoszt teremteni.

WEÖRES Sándor írja a „Találkozás egy teljes emberrel" című történetében: „Szemre nem volt rajta semmi figyelemreméltó, de lénye tündökölt!"

Ilyen volt BALOGH Kadosa egyszerű, de mégis megismételhetetlen egyénisége. Szívünkben hálával emlékezünk vissza a vele eltöltött tartalmas évekre, a közös munkákra és a felejthetetlen izgalmas beszélgetésekre.

Köszönjük, hogy megosztottad velünk szellemi gazdagságodat. Adasson meg neked az általad mindig várt és remélt nyugalom és békesség!

Baráti szeretettel és tisztelettel őrizzük emlékét.

PÉCSKAY Zoltán

BALOGH Kadosa nyomtatásban megjelent publikációi

1967

PANTÓ, G., KOVÁCH, Á., BALOGH, K. & SÁMSONI, Z. 1967: Rb/Sr check of Assyntian and Caledonian igneous activity and metamorphism in NE Hungary. — *Acta Geologica Hungarica* **11,** 279–282.

1968

BALOGH K. & KOVÁCH Á. 1968: Izotóparányok pontos meghatározása tömegspektrométerrel időben változó ionintenzitás esetén. — *Atomki Közlemények* **10/1,** 45–52.

KOVÁCH, Á., BALOGH, K. & PANTÓ, G. 1968: Strontium isotopic ratios in Tertiary igneous rocks of the Tokaj Mountains, northeastern Hungary. — *Acta Geologica Hungarica* **12,** 79–97.

KOVÁCH Á., BALOGH K. & SÁMSONI Z. 1968: Rubidium-stroncium adatok a Mecsek hegység gránitjai korának kérdéséhez. — *Földtani Közlöny* **98/2,** 205–212.

1969

KOVÁCH, Á. & BALOGH, K. 1969: On the geochemistry of strontium in Tertiary igneous rocks of the Tokaj mountains. —*Tschermaks Mineralogische Und Petrographische Mitteilungen* **13,** p. 15.

1970

BALOGH, K., KOVÁCH, Á. & PANTÓ, G. 1970: Strontium isotopes in the intermediary volcanics of the Börzsöny mountains, Hungary. — *Acta Geologica Hungarica* **14,** 103–114.

1973

BALOGH K. & KOVÁCH Á. 1973: A battonyai kvarcporfir korának meghatározása a Rb/Sr módszerrel. — *Atomki Közlemények* **15/4,** 245–250.

1974

BACSÓ, J. & BALOGH, K. 1974: Determination of Rb and Sr concentrations in rocks by radioisotope X-ray fluorescence analysis. — *Journal of Radioanalytical Chemistry* **22/1–2,** 157–164.

BALOGH K. 1974: Kálium-argon földtani kormeghatározási módszer alkalmazási lehetőségei és korlátai (összefoglaló közlemény). — *Atomki Közlemények* **16/4,** 373–388.

BALOGH K. 1974: A kálium radioaktiv bomlásának felhasználása kőzetek korának tömegspektrométeres meghatározására. — *Izotóptechnika* **17,** p. 477.

1975

BÁLDI T., BÁLDI-BEKE M., HORVÁTH M., NAGYMAROSY A., BALOGH K. & ÁRVA-SÓS E. 1975: Adatok a magyarországi Kiscelli Agyag abszolút és relatív korához. — *Földtani Közlöny* **105,** 188–192.

BALOGH K. 1975: A K-Ar módszer hazai alkalmazásának lehetőségei. — *Geonómia és Bányászat* **8,** p. 61.

BALOGH K. 1975: Radiometrikus földtani kormeghatározási módszerek. — *Fizikai Szemle* **25,** p. 401.

1976

BALOGH K. & RAKOVITS Z. 1976: ÉK-Magyarország néhány miocén vulkanitjának K-Ar kora. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1974-ről,* 471–476.

1977

BALOGH K., BERECZ I. & BOHÁTKA S. 1977: Argonkivonó és gáztisztító berendezés K-Ar kormeghatározáshoz. — *Földtani Közlöny* **107,** 208–214.

1978

BALOGH K. & MÓRIK G. 1978: Mágneses tömegspektrométer K-Ar kormeghatározáshoz. — *Atomki Közlemények* **20/3,** 215–228.

HÁMOR G., BALOGH K. & RAVASZNÉ, BARANYAI L. 1978: Az Észak-magyarországi harmadidőszaki formációk radiometrikus kora. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1976-ról,* 61–76.

1979

ÁRVA-SÓS E. & BALOGH K. 1979: A Mecsek-hegységi gránitok és a környező metamorf kőzetek K-Ar módszeres vizsgálata. — *Földtani Kutatás* **22/4,** 33–36.

BALOGH K. & MÓRIK G. 1979: Nagyteljesítményű argonkivonó és gáztisztító berendezés. — *Atomki Közlemények* **21/4,** 363–376.

HÁMOR, G., RAVASZ-BARANYAI, L., BALOGH, K. & ÁRVA-SÓS, E. 1979: K/Ar dating of pyroclastic rocks in Hungary. — *Annales Geologiques des Pays Helleniques* **2,** 491–500.

1980

BALOGH K., ÁRVA-SÓS E. & MÓRIK G. 1980: A K-Ar földtani kormeghatározási módszer és alkalmazásának jelentősége. — In: GROMA G., SZENTIRMAY Z., FERENCZY G., MÁTHÉ G. & NAGY D. L. (szerk.): Hazai kutatóintézetekben kifejlesztett új fizikai mérési módszerek és méröeszközök. 186 p., Budapest: MTESZ, p. 109.

HÁMOR G., RAVASZ-BARANYAI L., BALOGH K. & ÁRVA-SÓS E. 1980: A magyarországi miocén riolittufaszintek radiometrikus kora. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1978-ról,* 65–72.

JÁMBOR, Á., PARTÉNYI, Z., RAVASZ-BARANYAI, L., SOLTI, G. & BALOGH, K. 1980: K/Ar dating of basaltic rocks in Transdanubia, Hungary. — *Atomki Közlemények* **22/3,** 173–190.

SZÉKY-FUX, V., BALOGH, K. & SZAKÁLL, S. 1980: The age and duration of the intermediate and basic volcanism in the Tokaj Mountains, North-East Hungary, with respect to K/Ar datings. — *Atomki Közlemények* **22/3,** 191–201.

1981

BALOGH K. & HERTELENDI E. 1981: Természetes trícium koncentrációk mérésének lehetősége tömegspektrométerrel. — *Hidrológiai Közlöny* **61/12,** p. 553.

BALOGH, K., MIHALIKOVÁ, A. & VASS, D. 1981: Radiometric dating of basalts in Southern and Central Slovakia. — *Západné Karpaty. Séria Geológia* **7,** 113–126.

RAKOVITS Z., BALOGH K. & SZASZIN G. G. 1981: Az alunitosodás korviszonyainak K/Ar vizsgálata Szovjet-Kárpátalján. — *Földtani Közlöny* **111,** 205–220.

SZÉKYNÉ FUX V., BALOGH K. & SZAKÁLL S. 1981: A Tokaji-hegység intermedier és bázisos vulkánosságának kora és időtartama a K/Ar vizsgálatok tükrében. — *Földtani Közlöny* **111/3–4,** 413–423.

1982

BALOGH, K. 1982: Interlaboratory Standards for Dating Purposes. — In: ODIN G. S. (ed.): *Numercal Dating in Stratigraphy.* Chichester: John Wiley and Sons, Inc., 123 p.

BALOGH K., JÁMBOR Á., PARTÉNYI Z., RAVASZ-BARANYAI L. & SOLTI G. 1982: A dunántúli bazaltok K/Ar radiometrikus kora. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1980-ról,* 243–260.

1983

ÁRVA-SÓS, E., BALOGH, K., HÁMOR, G., JÁMBOR, Á. & RAVASZ-BARANYAI, L. 1983: Chronology of pyroclastics and lavas of Hungary. — *Anuarul Institutului de Geologie şi Geofizică* **61,** p. 353.

BALOGH, K., ÁRVA-SÓS, E. & BUDA, Gy. 1983: Chronology of granotoid and metamorphic rocks of Transdanubia (Hungary).— *Anuarul Institutului de Geologie şi Geofizică* **61,** 359–364.

BALOGH, K., JÁMBOR, Á., PARTÉNYI, Z., RAVASZ-BARANYAI, L., SOLTI, G. & NUSSZER, A. 1983: Petrography and K/Ar dating of Tertiary and Quaternary basaltic rocks in Hungary. — *Anuarul Institutului de Geologie şi Geofizică* **61,** 365–373.

SZÉKYNÉ FUX, V., GYARMATI, P., BALOGH, K. & PÉCSKAY, Z. 1983: Le volcanisme Miocene affleurant et recouvert du nord-est de la Hongrie. — *Anuarul Institutului de Geologie şi Geofizică* **61,** 263–271.

1984

BALOGH K. 1984: A K/Ar földtani kormeghatározási módszer hazai bevezetése és alkalmazásának eredményei

Borsy Z., BALOGH K., KOZÁK M. & PÉCSKAY Z. 1984: Újabb adatok a Tapolcai-medence fejlődéstörténetéhez. — *Acta Geographica ac Geologica et Meteorologica Debrecina* **23,** 79–104.

FÖLDVÁRI M. & BALOGH K. 1984: K/Ar kormeghatározások módszertani elemzése Magyarországi glaukonitos üledékeken. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1982-ről,* 479–491.

1985

BALOGH K., ÁRVÁNÉ SÓS E., PÉCSKAY Z. 1985: A K/Ar módszer hazai alkalmazásának eredményei. — In: GATTER I. (szerk.): Ásványtan–

geokémiai szemelvények: A Magyarhoni Földtani Társulat 1984. november 8–9. közötti szegedi továbbképző tanfolyamának anyaga. Budapest: Magyarhoni Földtani Társulat, 1985. p. 59.

BALOGH, K. 1985: K/Ar dating of Neogene volcanic activity in Hungary: experimental technique, experiences and methods of chronological studies. — *Atomki Közlemények* **27,** p. 277.

BALOGH K. 1985: K/Ar kormeghatározások a hazai eocén–oligocén alapszelvényekből. — *Őslénytani Viták* **31,** 43–48.

BALOGH, K. & JÁMBOR, Á. 1985: Radiometrische Daten zur Charakteristik Postsarmatischer Ablagerungen in Ungarn. — In: PAPP, A. & JÁMBOR, Á (eds): *Chronostratigraphie und Neostratotypen Miozen der Zentralen Parathethys.* Budapest: Akadémiai Kiadó, 1985. 177–179.

PELTZ, S., VAJDEA, E., BALOGH, K. & PÉCSKAY, Z. 1985: Contributions to the chronological study of the volcanic processes in the Calimani and Harhita Mountains (East Carpathians, Romania). — *Dari de Seama Ale Sedintelor 1: Mineralogie-Petrologie-Geochimie* **72–73/1,** 323–338.

1986

BALOGH, K., ÁRVA-SÓS, E., PÉCSKAY, Z. & RAVASZ-BARANYAI, L. 1986: K/Ar dating of Post-Sarmatian alkali basaltic rocks in Hungary. — *Acta Mineralogica Petrographica* **28,** 75–94.

PÉCSKAY, Z., BALOGH, K., SZÉKY-FUX, V. & GYARMATI, P. 1986: Geochronological investigations on the Neogene volcanism of the Tokaj Mountains (Hungary). — *Geologicky Zbornik* **37/5,** 635–655.

VASS, D. & BALOGH, K. 1986: Radiometriczna skala wiekowa neogenu Paratetydy. — *Annales Societatis Geologorum Poloniae* **56/3–4,** p. 375–384.

1987

ÁRVA-SÓS E., BALOGH K., RAVASZ-BARANYAI L. & RAVASZ Cs. 1987: Mezozóos magmás kőzetek K/Ar kora Magyarország egyes területein. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1985-ről,* 295–308.

BALOGH K. & JÁMBOR Á. 1987: A Magyarországi kunsági (pannoniai s.str.) emeletbeli képződmények időbeli helyzetének meghatározása. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **69,** 27–36.

HÁMOR, G., RAVASZ-BARANYAI, L., HALMAI, J., BALOGH, K. & ÁRVA-SÓS, E. 1987: Dating of acid and intermediate volcanic activity in Hungary. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **70,** 149–154.

JÁMBOR, Á., BALÁZS, É., BALOGH, K., BÉRCZI, I., BÓNA, J., HORVÁTH, F., GAJDOS, I., GEIGER, J., HAJÓS, M., KORDOS, L., KORECZ, A., KORECZ-LAKY, I., KORPÁS-HÓDI, M., KÖVÁRY, J., MÉSZÁROS, L., NAGY, E., NÉMETH, G., NUSSZER, A., PAP, S., POGÁCSÁS, G., RÉVÉSZ, I., RUMPLER, J., SÜTÖ-SZENTAI, M., SZALAY, Á., SZENTGYÖRGYI, K., SZÉLES, M. & VÖLGYI, L. 1987: General characteristics of Pannonian s l deposits in Hungary. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **70,** 155–168.

SZÉKYNÉ FUX V., PÉCSKAY Z. & BALOGH K. 1987: Észak- és Közép-Tiszántúl fedett miocén vulkanitjai és K/Ar radiometrikus kronológiájuk. — *Földtani Közlöny* **117/3,** 223–236.

PÉCSKAY Z., BALOGH K., SZÉKYNÉ FUX V. & GYARMATI P. 1987: A Tokaji-hegység miocén vulkánosságának K/Ar geokronológiája. — *Földtani Közlöny* **117/3,** 237–253.

SZÉKYNÉ FUX, V., PÉCSKA,Y Z. & BALOGH, K. 1987: Miocene volcanic rocks from boreholes in Transtibiscia (Hungary) and their K/Ar Chronology. — *Bulletin de l'academie Serbe des Sciences et des arts. Classe des Sciences Nature* **92,** 109–128.

VASS, D., REPČOK, I., BALOGH, K. & HALMAI, J. 1987: Revised radiometric time-scale for the Central Paratethyan Neogene. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **70,** 423–434.

1988

ÁRVA-SÓS E., BALOGH K. & RAVASZ-BARANYAI L. 1988: Mezozóos andezit a Nagybátony 324.sz. fúrásban. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1986-ról,* 117–120.

JÁMBOR Á., BALÁZS É., BALOGH K., BÉRCZI I., BÓNA J., HORVÁTH F., GAJDOS I., GEIGER J., HAJÓS M., KORDOS L., KORECZ A., KORECZNÉ LAKI I., KORPÁSNÉ HÓDI M., KŐVÁRY J., MÉSZÁROS L., NAGY E., NÉMETH G., NUSSZER A., PAP S., POGÁCSAÁS GY., RÉVÉSZ I., RUMPLER J., SÜTŐNÉ SZENTAI M., SZALAY Á., SZENTGYÖRGYI K. & SZÉLES M., VÖLGYI L. 1988: A Magyarországi pannóniai (s.l.) képződmények rövid földtani jellemzése. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1986. évről,* 311–326.

1989

ÁRKAI, P. & BALOGH, K. 1989: The age of metamorphism of the East Alpine-type basement, Little Plain, W-Hungary: K-Ar dating of K-white micas from very low- and low-grade metamorphic rocks. — *Acta Geologica Hungarica* **32/1–2,** 131–147.

VASS, D. & BALOGH, K. 1989: The period of Main and Late Alpine Molasses in the Carpathians. — *Zeitschrift für Geologische Wissenschaften* **17,** 849–858.

1990

ÁRVA-SÓS E., BALOGH K., NGUYEN VAN Q., RAVASZ Cs. & RAVASZ-BARANYAI L. 1990: Bazaltok magmatektonikai és korviszonyainak vizsgálata Bao Loc és Dilinh (Dél-Vietnam) térségében. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1988 évről I.,* 485–498.

BALOGH K., LOBITZER H., PÉCSKAY Z., RAVASZ Cs. & SOLTI G. 1990: Kelet-Stájerországi és Burgenlandi tercier vulkanitok K/Ar kora. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1988. évről I.,* 451–468.

BALOGH, K., BAGDASARYAN, G. P., KARAPETYAN, K. I., PÉCSKAY, Z., ÁRVA-SÓS, E. & GUKASYAN, R. K. 1990: Pervye K/Ar izotopnye datirovki verkhnepliotsen-chetvertichnykh vulkanicheskikh porod Armyanskoj SSR. — *Izvestiya Akademii Nauk Armyanskoy Ssr, Nauki o Zemle* **43,** p. 25.

BALOGH, K., KOVÁCH, Á., PÉCSKAY, Z., SVINGOR, É. & ÁRKAI, P. 1990: Very low- and low-grade metamorphic rocks in the pre-Tertiary basement of the Drava basin, SW-Hungary, II: K-Ar and Rb-Sr isotope geochronologic data. — *Acta Geologica Hungarica* **33/1–4,** 69–78.

BALOGH K. 1990: A nemesgáz tömegspektrometria további hazai alkalmazási lehetőségei. — *Földtani Közlöny* **121,** 125–132.

BERECZ, I., BALOGH, K., BOHÁTKA, S., HERTELENDI, E., KÖVÉR, L. & LANGER, G. A. 1990: Developments in mass and electron spectrometry. — *Acta Chimica Hungarica* **127,** 525–533.

HARKOVSKA, A., PÉCSKAY, Z. & BALOGH, K. 1990: Pervye Dannye ob Absolyutnom vozraste paleogenovyh vulkanitov Smolyanskogo rajona (Central'nye Rodopy). — *Geologica Balcanica* **20,** p. 66.

1991

BALOGH, K., RAVASZ-BARANYAI, L., DUDAURI, O. & TAGONIDZE, M. 1991: Dating of ore mineralization in the Kelasuri Massif, Great Caucasus, Georgia, USSR. — *Chemie Der Erde-Geochemistry* **51,** p. 107.

PÉCSKAY, Z., BALOGH, K. & HARKOVSKA, A. 1991: K-Ar dating of the Perelik Volcanic Massif (Central Rhodopes, Bulgaria). — *Acta Geologica Hungarica* **34,** 101–110.

1993

BALOGH, K., DELLE ROSE, M., GUERRERA, F., RAVASZ-BARANYAI, L. & VENERI, F. 1993: New data concerning the inframiocenic "Bisciaro Volcaniclastic Event" (Umbro-Marche Apennines) and comparison with similar occurences. — *Giornale di Geologia* **55,** p. 83–104.

1994

BALOGH, K., EBNER, F., RAVASZ, Cs., HERRMANN, P., LOBITZER, H., SOLTI, G. 1994: K/Ar Alter Terciare Vulkanite der südöstlichen Steiermark und des südlichen Burgerland. — In: LOBITZER, M., CSÁSZÁR, G., DAUER, A. (eds): *ubileumsschrift 20 Jahre geologische Zuzammenarbeit Österreich–Ungarn. 2.,Wien: Geologische Bundesanstalt*, 55–72.

BALOGH K., CSIGE I., HAKL J., HERTELENDI E. & HUNYADI I. 1994: Litoszféra és hidroszféra; A geológiai környezet állapotának vizsgálata. — In: KOLTAY E. (szerk.): Fejezetek a környezetfizikából. Debrecen: KLTE–ATOMKI Közös Fizikai Tanszék, 247 p.

BALOGH, K. & DUNKL, I. 1994: K/Ar dating of metamorphic rocks from the Sopron Mts., Lower Austro-Alpine Unit (Hungary). — *Mitteilungen der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft* **139,** p. 26.

BALOGH, K., COLANTONI, P., GUERRERA, F., MAJER, V., RAVASZ-BARANYAI, L., RENZULLI, A., VENERI, F. & ALBERINI, C. 1994: The medium-grained gabbro of the Jabuka islet ("Scoglio del Pomo", Adriatic Sea). — *Giornale di Geologia* **56,** 13–25.

BALOGH, K., VASS, D. & RAVASZ-BARANYAI, L. 1994: K/Ar ages in the case of correlated K and excess Ar concentrations: a case study for the alkaline olivine basalt of Somoska, Slovak–Hungarian frontier. — *Geologica Carpathica* **45,** 97–102.

BALOGH, K., SVINGOR, É. & CVETKOVIC, V. 1994: Ages and intensities of metamorphic processes in the Batocina Area, Serbo Macedonian Massif. — *Acta Mineralogica Petrographica Acta Univ. Szegediensis* **35,** 81–94.

DUNKL I., ÁRKAI P., BALOGH K., CSONTOS L., NAGY G. 1994: A hőtörténet modellezése fission track adatok felhasználásával — a Bükk hegység kiemelkedéstörténete. — *Földtani Közlöny* **124/1,** 1–24.

GRASSELLY, GY., BALOGH, K., TÓTH, M. & POLGÁRI, M. 1994: K/Ar age of manganese oxide ore of Urkut, Hungary: Ar retention in K-bearing Mn-minerals. — *Geologica Carpathica* **45/6,** 365–373.

MATTASH, M. A. & BALOGH, K. 1994: K/Ar Radiometric age data on Cenozoic volcanics and their associated intrusions from Yemen. — *Acta Mineralogica-Petrographica* **35,** 83–92.

1995

ÁRKAI, P., BALOGH, K. & DUNKL, I. 1995: Timing of low-temperature metamorphism and cooling of the Paleozoic and Mesozoic formations of the Bükkium, innermost Western Carpathians, Hungary. — *Geologische Rundschau* **84/2,** 334–344.

ASSORGIA, A., BALOGH, K., LECCA, L., IBBA, A., PORCU, A., SECCHI, F. A. & TILOCCA, G. 1995: Volcanological characters and structural context of Oligo-Miocene volcanic successions from Central Sardinia (Italy). — In: POLINO, R. & SACCHI, R. (eds): Accademia Nazionale, Sci. Atti Conv. Rapporti Alpi-Appennino. 397–424.

KONECNY, V., LEXA, J., BALOGH, K. & KONECNY, P. 1995: Alkali basalt volcanism in Southern Slovakia: volcanic forms and time evolution.— *Acta Vulcanologica* **7/2,** 167–172.

PÉCSKAY, Z., LEXA, J., SZAKÁCS, A., BALOGH, KAD., SEGHEDI, I., KONECNY, V., KOVÁCS, M., MÁRTON, E., KALICIAK, M., SZÉKY-FUX, V., PÓKA, T., GYARMATI, P., EDELSTEIN, O., ROSU, E., ZEC, B. 1995: Space and time distribution of Neogene–Quaternary volcanism in the Carpatho–Pannonian region. — *Acta Vulcanologica* **7/2,** 15–28.

1996

BALOGH, K., KONECNY, V., ORLICZKY, O., LEXA, J. & VASS, D. 1996: Method, experiences and results of K-Ar dating of alkali basalt volcanism in Central and Southern Slovakia (West Carpathians). — *Acta Geologica Hungarica* **39/s,** 8–11.

LELKES-FELVÁRI, G., ÁRKAI, P., SASSI, F. P. & BALOGH, K. 1996: Main Features of The Regional Metamorphic Events in Hungary: A Review. — *Geologica Carpathica* **47/4,** 257–270.

ORLICZKY, O., BALOGH, K., KONECNY, V., LEXA, J., TÚNYI, I. & VASS, D. 1996. Paleomagnetism and radiometric ages of basalts of Central and Southern Slovakia (Western Carpathians). — *Geologica Carpathica* **47,** 21–30.

PALINKAS, A. L., BALOGH, K., BERMANEC, V., ZEBEC, V. S. & SVINGOR, É. 1996: On use of hyalophane for K-Ar dating in the Central Bosnian Schists Mts. — *Acta Geologica Hungarica* **39/s,** 149–153.

PUGLISI D. & BALOGH, K. 1996: Trace of Jurassic ultrapotassic volcanism in the southern sector of the Calabria–Peloritani arc: implications for the Maghrebian Tethys rifting. — *Acta Mineralogica Petrographica* **37,** 197–214.

1997

ÁRKAI, P., BALOGH, K. & FREY, M. 1997: The effects of tectonic strain on crystallinity, apparent mean crystallite size and lattice strain of phyllosilicates in low-temperature metamorphic rocks. A Case study from the Glarus overthrust, Switzerland. — *Schweizerische Mineralogische Und Petrographische Mitteilungen* **77/1,** 27–40.

1998

ASSORGIA, A., BARCA, S., PORCU, A., SPANO, C., BALOGH, K. & RIZZO, R. 1998: The Oligocene–Miocene sedimentary and volcanic successions of Central Sardinia, Italy. — *Romanian Journal of Stratigraphy* **78,** 9–23.

BALOGH, K. & SIMONITS, A. 1998: Improvements in Experimental Techniques of Conventional K/Ar and Ar/Ar Geochronological Methods. — *Rapid Communications in Mass Spectrometry* **12/1–2,** 1769–1770.

BEARD, A. D., DOWNES, H., HEGNER, E., SABLUKOV, S. M., VETRIN, V. R. & BALOGH K. 1998: Mineralogy and geochemistry of Devonian ultramafic minor instrusions of the southern Kola Peninsula, Russia: implications for the petrogenesis of kimberlites and melilities. — *Contributions to Mineralogy and Petrology* **130,** 288–303.

GUERRERA, F., MATTIOLI, M., RENZULLI, A., SANTI, P., PUGLISI, D., VENERI ,F., ASSORGIA, A. & BALOGH, K. 1998: An overview of the Upper Oligocene–Lower Miocene volcanogenic sediments in the Western Mediterranean and their possible source areas.— *Romanian Journal of Stratigraphy* **78,** 43–56.

1999

BALOGH, K., AHIJADO, A., CASILLAS, R. & FERNÁNDEZ, C. 1999: Contributions to the chronology of the Basal Complex of Fuerteventura, Canary Island. — *Journal of Volcanology and Geothermal Research* **90/1–2,** 81–101.

CAJZ, V., VOKURKA, K., BALOGH, K., LANG, M. & ULRYCH, J. 1999: The Ceské Stredohori Mts.: Volcanostratigraphy and geochemistry. — *Geolines* **9,** 21–28.

GUERRERA, F., PUGLISI, D. & BALOGH, K. 1999: Alkaline metabasalts in the Paleozoic basement of the Peloritani Mountains (Sicily): new petrographic and geochemical data. — *Giornale di Geologia* **61,** 133–141.

KONECNY, V., LEXA, J. & BALOGH, K. 1999: Neogene–Quaternaty alkali basalt volcanism in Central and Southern Slovakia (Wester Carpathians). — *Geolines* **9,** 67–75.

KONECNY, V., LEXA, J. & BALOGH, K. 1999: Neogene–Quaternary alkali basalt volcanism of Slovakia. Review of volcanic forms and evolution. — *Geologica Carpathica* **50,** 112–114.

ULRYCH, J., PIREC, E., LANG, M., BALOGH, K. & KROPACEK, V. 1999: Cenozoic intraplate volcanic rock series of the Bohemian Massif: A reivew. — *Geolines* **9,** 123–129.

2000

ÁRKAI, P., DEMÉNY, A., FÓRIZS, I., NAGY, G., BALOGH, K. & MÁTHÉ, Z. 2000: Composition, diagenetic and post-diagenetic alterations of a possible radioactive waste repository site: the Boda Albitic Claystone Formation, southern Hungary. — *Acta Geologica Hungarica* **43/4,** 351–378.

ÁRKAI, P., BÉRCZI MAKK, A. & BALOGH, K. 2000: Alpine low-T prograde metamorphism in the post-Variscan basement of the Great Plain, Tisza Unit (Pannonian Basin, Hungary). — *Acta Geologica Hungarica* **43/1,** 43–63.

BRÜGEL, A., DUNKL, I., FRISCH, W., KUHLEMANN, J. & BALOGH, K. 2000: The record of Periadriatic volcanism in the Eastern Alpine Molasse zone and its palaeogeographic implications. — *Terra Nova* **12/1,** 42–47.

GIMENO, D., ASSORGIA, A., BALOGH, K. & DÍAZ, N., MARONGIU, F., RIZZO, R., SECCHI, F. A. & LECCA, L. 2000: Actividad volcánica explosiva de tipo peleano en el umbral de Siliqua, sector oriental del valle del Cixerri, Oligoceno del Suroeste de la isla de Cerdena, Italia. — *Geotemas* **1/1,** p. 321.

GUARNIERI, P., PUGLISI, D. & BALOGH, K. 2000: Age and provenance of the pillow basalt exotics within the Eocene Imerese succession (North-Western Sicily). — *Memorie Della Societa Geologica Italiana* **55,** p. 235.

KARÁTSON, D., MÁRTON, E., HARANGI, SZ., JÓZSA, S., BALOGH, K., PÉCSKAY, Z., KOVÁCSVÖLGYI, S., SZAKMÁNY, GY. & DULAI, A. 2000: Volcanic evolution and stratigraphy of the Miocene Börzsöny Mountains, Hungary: an integrated study. — *Geologica Carpathica* **51/5,** 325–343.

PÉCSKAY, Z. & BALOGH, K. 2000: K-Ar dating of Tertiary magmatism in Hungary. — *Mineralia Slovaca* **32,** 213–216.

RESIMIC-SARIC, K., CVETKOVIC, V., KARAMATA, S. & BALOGH, K. 2000: Ophiolites of the Main Vardar basin: the Ophiolitic complex of Zdraljica (Central Serbia) as an example. — *Slovak Geological Magazine* **6,** 315–316.

SPIEGEL, C., KUHLEMANN, J., DUNKL, I., FRISCH, W., VON EYNATTEN, H., BALOGH, K. 2000: The erosion history of the Central Alps: evidence from zircon fission-track data of the foreland basin sediments. — *Terra Nova* **12/4,** 163–170.

ULRYCH, J. & BALOGH, K. 2000: Roztoky Intrusive Centre in the Ceske Stredohori Mts.: Differentiation, emplacement, distribution, orientation and age dyke series. — *Geologica Carpathica* **51/5,** 383–397.

ULRYCH, J., PIVEC, E., HÖHNDORF, A., BALOGH, K., BENDL, J. & RUTSEK, J. 2000: Rhyolites from the Roztoky Intrusive Centre, Ceské stredohori Mts: Xenoliths or Dyke Differentiates? — *Chemie der Erde-Geochemistry* **60,** 327–352.

ULRYCH, J., CAJZ, V., PIVEC, E., NOVÁK, J. K., NEKOVARIK, C. & BALOGH, K. 2000: Cenozoic intraplate alkaline volcanism of Western Bohemia.— *Studia Geophysica et Geodaetica* **44,** 346–351.

VASS, D., KONECNY, V., TÚNYI, I., DOLINSKY, P., BALOGH, K., HUDÁCKOVÁ, N., KOVÁCOVÁ-SLÚMKOVÁ, M. & BELÁCEK, B. 2000: Origin of the Pliocene vertebrate bone accumulation at Hajnácka, Southern Slovakia. — *Geologica Carpathica* **51/1,** 69–82.

ZELENKA, T., BALÁZS, E., BALOGH, K., KISS, J., KOZÁK, M., NEMESI, L., PÉCSKAY, Z., PÜSPÖKI, L., SZÉKYNÉ FUX, V., UJFALUSSY, A. & RAVASZ, Cs. 2000: Buried Miocene volcanic structures in Hungary. — *Mineralia Slovaca* **32,** 211–212.

2001

BALOGH, K. 2001: Földtani kormeghatározás és izotóp-geokémia. — *Magyar Kémiai Folyóirat - Kémiai Közlemények* **107/10,** 433–437.

BALOGH, K., CASSOLA, P., POMPILIO, M. & PUGLISI, D. 2001, petrographic, geochemical and radiometric data on tertiary volcano-arenitic beds from the Sicilian Maghrebian Chain: Volcanic sources and geodynamic implications. — *Geologica Carpathica* **52/1,** 15–21.

BALOGH, K. & PÉCSKAY, Z. 2001: K/Ar and Ar/Ar geochronological studies in the Pannonian–Carpathians–Dinarides (PANCARDI) region. — *Acta Geologica Hungarica* **44/2–3,** 281–299.

CROUZET, C., PAUDEL, L., DUNKL, I., APPEL, E., ÁRKAI, P., BALOGH, K. & RAIER, T. M. 2001: New constraints of the tectono-thermal evolution of the Tethyan Himalaya (Western Nepal). — *Journal of Asian Earth Sciences* **19/3A,** 10–11.

KOROKNAI, B., HORVÁTH, P., BALOGH, K. & DUNKL, I. 2001: Alpine metamorphic evolution and cooling history of the Veporic basement in Northern Hungary: new petrological and geochronological constraints. — *International Journal of Earth Sciences* **90/3,** 740–751.

MOST, T., FRISCH, W., DUNKL, I., BALOGH, K., BOEV, B., AVGERINAS, A. & KILIAS, A. 2001: Geochronological and structural investigations of the northern Pelagonian Crystalline Zone. Constraints from K/Ar and zircon and apatite fission track dating. — *Bulletin of the Geological Society of Greece* **34/1,** 91–95.

SRECKOVIC-BATOCANIN, D., MILOVANOVIC, D. & BALOGH, K. 2001: Petrology of the garnet amphibolites from the Tejici Village (Povlen Mt., Western Serbia). — *Annales Geologiques de la Peninsula Balkanique* **64,** 187–198.

ULRYCH, J., CAJZ, V., BALOGH, K. & ERBAN, V. 2001: Geochemistry of the stratified volcanosedimentary complex in the central part of the Ceské stredohori Mts., North Bohemia. — *Krystalinikum* **27,** 27–49.

2002

ÁRKAI, P., MAHLMANN, R. F., SUCHY, V., BALOGH, K., SYKOROVÁ, I. & FREY, M. 2002: Possible effects of tectonic shear strain on phyllosilicates: a case study from the Kandersteg area, Helvetic domain, Central Alps, Switzerland. — S*chweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen* **82/2,** 273–290.

CROUZET, C., PAUDEL, L., DUNKL, I., APPEL, E., ÁRKAI, P., BALOGH, K. & RAINER, T. M. 2002: New Constraints on the tectono-thermal evolution of the Tethyan Himalaya (Western Nepal): Abstracts for the 17th HKTW. — *Journal of Asian Earth Sciences* **20/4A,** 1–55.

CROUZET, C., DUNKL, I., PAUDEL, L., ÁRKAI, P., RAINER, T. M., BALOGH, K. & APPEL, E. 2002: New geothermometrical and geochronological results from Tethyan Himalaya (Dolpo-Manang areas, Nepal). — *Journal of Asian Earth Sciences* **20/4A,** 7–8.

DEVYATKIN, E. V., BALOGH, K. & DUDICH, E. 2002: Geochronology of basalts from the Valley of Lakes, Mongolia, and their correlation with the Cenozoic sedimentary sequence. — *Russian Journal of Earth Sciences* **4,** p. 389.

FARYAD, S. W. & BALOGH, K. 2002: Variscan pegmatite and K-Ar and Ar/Ar dating from basement rocks of the Zemplin Unit, Western Carpathians. — *Acta Geologica Hungarica* **45/2,** 193–205.

FODOR, L I., JELEN, B., MÁRTON, E., ZUPANCIC, N., TRAJANOVA, M., RIFELJ, H., PÉCSKAY, Z., BALOGH, K., KOROKNAI, B., DUNKL, I., HORVÁTH, P., HORVAT, A., VRABEC, M., KRALJIC, M. & KEVRIC, R. 2002: Connection of neogene basin formation, magmatism and cooling of metamorphics in NE Slovenia. — *Geologica Carpathica* **53,** 199–201.

GUTIÉRREZ, M., CASILLAS, R., FERNÁNDEZ, C., BALOGH, K., AHIJADO, A. & CASTILLO, C. 2002: La serie volcánica submarina del Complejo Basal de Fuerteventura: crecimiento submarino y emersión de la Isla. — *Geogaceta* **32,** p. 57.

SPISIAK, J., BALOGH, K. 2002: Mesozoic alkali lamprophyres in variscan granitoids of the Malé Karpaty and Nízke Tatry Mountains - Geochronology and geochemistry. — *Geologica Carpathica* **53/5,** 295–301.

ULRYCH, J., BALOGH, K., CAJZ, V., NOVÁK, J. K. & FRÁNA, J. 2002: Cenozoic alkaline volcanic series in Western Ohre (Eger) Rift: Age Relations and Geochemical Constraints. — *Acta Montana series A Geodynamics* **21,** 55–76.

ULRYCH, J., NOVÁK, J. K., LLOYD, F. E., BALOGH, K. & BUDA, Gy. 2002: Rock-forming minerals of alkaline volcanic series associated with the Cheb-Domazlice graben, West Bohemia. — *Acta Mineralogica Petrographica* **43,** 1–18.

ULRYCH, J., SVOBODOVÁ, J. & BALOGH, K. 2002: The source of Cenozoic volcanism in the Ceské stredohori Mts., Bohemian Massif. — *Neues Jahrbuch für Mineralogie-Abhandlungen* **177,** 133–162.

2003

BRÜGEL, A., DUNKL, I., FRISCH, W., KUHLEMAN, J. & BALOGH, K. 2003: Geochemistry and geochronology of gneiss pebbles from Foreland Molasse Conglomerates: Geodynamic and paleogeographic implications for the Oligo-Miocene evolution of the Eastern Alps. — *Journal of Geology* **111/5,** 543–563.

RANDA, Z., NOVÁK, J. K., BALOGH, K., FRÁNA, J., KUCERA, J. & ULRYCH, J. 2003: Vinarická hora Hill Cenozoic composite volcano, Central Bohemia: Geological constraints. — *Geolines* **15,** 126–132.

ULRYCH, J., STEPÁNKOVÁ, J., LLOYD, F. E., BALOGH, K. 2003: Coexisting Miocene alkaline volcanic series associated with the Cheb-Domazlice Graben (W Bohemia): Geochemical characteristics. — *Geologica Carpathica* **54/1,** 53–64.

ULRYCH, J., LLOYD, F. E., BALOGH, K. 2003: Age relations and geochemical constraints of Cenozoic alkaline volcanic series in W Bohemia. A review. — *Geolines* **15,** 168–180.

2004

KONECNY, V., LEXA, J., KONECNY, P., BALOGH, K., ELECKO, M., HURAI, V., HURAIOVA, M., PRISTAS, J., SABOL, M. & VASS, D. 2004: Maar Hajnacka – Kostna dolina (Bone Gorge). — In: KONE NÝ V., LEXA J. & KONE NÝ P. (ed.): Guidebook to the Southern Slovakia alkali basalt volcanic field. — *Field Guide — Second International Maar Conference (Hungary– Slovakia– Germany, 15–29 September, 2004),* Geological Survey of the Slovak Republic Bratislava, p. 136.

LILOV, P., MALIAKOV, Y., BALOGH, K. 2004: K-Ar dating of metamorphic rocks from Strandja massif, SE Bulgaria. — *Geochemistry Mineralogy and Petrology-Sofia* **41,** 107–120.

Pamic, J., Balogh, K., Hrvatovic, H., Balen, D., Jurkovic, I. & Palinkas, L. 2004: K-Ar and Ar-Ar dating of the Palaeozoic metamorphic complex from the Mid-Bosnian Schist Mts., Central Dinarides, Bosnia and Hercegovina. — *Mineralogy and Petrology* **82/1,** 65–79.

Resimic-Saric, K., Koroneos, A., Cvetkovic, V. & Balogh, K. 2004: Origin and evolution of the ophiolitic complex of Zdraljica (Central Serbia). — *Bulletin of the Geological Society of Greece* **36,** 597–605.

Seghedi, I., Downes, H., Vaselli ,O., Szakacs, A., Balogh, K. & Pécskay, Z. 2004: Post-collisional Tertiary–Quaternary mafic alkalic magmatism in the Carpathian–Pannonian region: a review. — *Tectonophysics* **393/1–4,** 43–62.

Thanh, N. X., Itaya, T. & Balogh, K. 2004: Electron microprobe analyses of minerals in alkaline basalts from the Bakony – Balaton Highland volcanic field, western Hungary. — *Bulletin of Research Institute of Natural Sciences Okayama University of Sciences* **30,** 61–67.

Zelenka, T., Balogh, K., Kozák, M., Pécskay, Z., Ravasz, Cs., Ujfalussy, A., Balázs, É., Kiss, J., Nemesi, L., Püspöki, Z. & Székyné-Fux, V. 2004: Buried Neogene volcanic structures in Hungary. — *Acta Geologica Hungarica* **47,** 177–219.

2005

Balogh, K. & Dunkl, I. 2005: Argon and fission track dating of Alpine metamorphism and basement exhumation in the Sopron Mts. (Eastern Alps, Hungargy): thermochronology or mineral growth? — *Mineralogy and Petrology* **83/3,** 191–218.

Balogh, K. & Németh, K. 2005: Evidence for the neogene small-volume intracontinental. volcanism in western hungary: K/Ar geochronology of the Tihany Maar volcanic complex. — *Geologica Carpathica* **56/1,** 91–99.

Balogh, K., Itaya, T., Németh, K., Martin, U., Wijbrans, J. & Than, N. X. 2005: Study Of Controversial K/Ar And ^{40}ar/^{39}ar Ages of The Pliocene Alkali Basalt of Hegyestű, Balaton Highland, Hungary: A Progress Report. — *Mineralia Slovaca* **37,** 298–301.

Resimic-Saric, K., Cvetkovic, V. & Balogh, K. 2005: Radiometric K/Ar data as evidence of the geodynamic evolution of the Zdraljica Ophiolitic Complec (central Serbia). — *Annales Geologiques de la Peninsula Balkanique* **66,** 73–79.

Ulrych, J., Lloyd, F. E., Balogh, K., Hegner, E., Langrová, A., Lang, M., Novák, J. K. & Randa, Z. 2005, petrogenesis of alkali pyroxenite and ijolite xenoliths from the Tertiary Loucna-Oberwiesenthal Volcanic Centre, Bohemian Massif in the light of new mineralogical, geochemical, and isotopic data. — *Neues Jahrbuch für Mineralogie-Abhandlungen* **182/1,** 57–79.

2006

Gutiérrez, M., Casillas, R., Fernández, C., Balogh, K., Ahijado, A., Castillo, C., Colmenero, J. R. & Garcia-Navarro, E. 2006: The submarine volcanic succession of the basal complex of Fuerteventura, Canary Islands: A model of submarine growth and emergence of tectonic volcanic islands. — *Geological Society of America Bulletin* **118/7–8,** 785–784.

Judik, K., Balogh, K., Tibljaš, D. & Árkai, P. 2006: New age data on the low-temperature regional metamorphism of Mt. Medvednica (Croatia) . — *Acta Geologica Hungarica* **49/3,** 207–221.

Pécskay, Z., Lexa, J., Szakács, A., Seghedi, I., Balogh, K., Konečný, V., Zelenka, T., Kovacs, M., Póka, T., Fülöp, A., Márton, E., Panaiotu, C. & Cvetković, V. 2006: Geochronology of Neogene magmatism in the Carpathian arc and intra-Carpathian area: a review. — *Geologica Carpathica* **57/6,** 511–530.

Ulrych, J., Novák, J. K., Lang, M., Balogh,K., Hegner, E. & Randa, Z. 2006: Petrology and geochemistry and K-Ar ages for Cenozoic tinguaites from the Ohre/Eger Rift (NW Bohemia). — *Neues Jahrbuch für Mineralogie-Abhandlungen* **183/1,** 41–61.

2007

Crouzet, C., Dunkl, I., Paudel, L., Árkai, P., Rainer, T. M., Balogh, K. & Appel, E. 2007: Temperature And Age Constraints on The Metamorphism of The Tethyan Himalaya in Central Nepal: A Multidisciplinary Approach. — *Journal of Asian Earth Sciences* **30/1,** 113–130.

Filip, J., Ulrych, J., Adamovic, J. & Balogh, K. 2007: Apatite fission track implications for timing of hydrothermal fluid flow in Tertiary volcanics of the Bohemian Massif. — *Journal of Geosciences* **52/3–4,** 211–220. (2007)

Wijbrans, J., Németh, K., Martin, U. & Balogh, K. 2007: Ar^{40}/Ar^{39} geochronology of Neogene phreatomagmatic volcanism in the western Pannonian Basin, Hungary. — *Journal of Volcanology and Geothermal Research* **164/4,** 193–204.

2008

Fodor, L. I., Gerdes, A., Dunkl, I., Koroknai, B., Pécskay, Z., Trajanova, M., Horváth, P., Vrabec, M., Jelen, B., Balogh, K. & Frisch, W. 2008: Miocene emplacement and rapid cooling of the Pohorje pluton at the Alpine–Pannonian–Dinaridic junction, Slovenia. — *Swiss Journal of Geosciences* **101/S1,** S255–S271. (2008)

Ulrych, J., Dostal, J., Hegner, E., Balogh, K. & Ackerman, L. 2008: Late Cretaceous to Paleocene melilitic rocks of the Ohre/Eger Rift in northern Bohemia, Czech Republic: Insights into the initial stages of continental rifting. — *Lithos* **101/1–2,** 141–161.

2009

Fediuk, F. & Balogh, K. 2009: Contribution to petrology and K/Ar amphibole data for plutonic rocks of the haggier Mts., Socotra island, Yemen. — *Acta Geodynamica et Geomaterialia* **6/4,** 441–451.

Maros Gy., Koroknai B., Palotás K., Dudko A., Balogh K. & Pécskay Z. 2009: Törészónák a mórágyi gránitban: héj szerkezeti és K/Ar adatok. — In: M Tóth T. (szerk.): *Magmás és metamorf képződmények a Tiszai Egységben.* 366 p. Szeged: GeoLitera, 2009. 43–62. (ISBN:978-963-482-978-2)

2010

Balogh, K., Németh, K., Itaya, T., Molnár, F., Stewart, R., Thanh, N., Hyodo, H. & Daróczi, L. 2010: Loss of ^{40}Ar(rad) from leucite-bearing basanite at low temperature: Implications on K/Ar dating. — *Central European Journal of Geosciences* **2/3,** 385–398.

Bisevac, V., Balogh, K., Balen, D. & Tibljas, D. 2010: Eoalpine (Cretaceous) very low- to low-grade metamorphism recorded on the illite-muscovite-rich fraction of metasediments from South Tisia (easter Mt Papuk, Croatia). — *Geologica Carpathica* **61/6,** 469–481.

Kereszturi, G., Csillag, G., Németh, K., Sebe, K., Balogh, K. & Jáger, V. 2010: Volcanic architecture, eruption mechanism and landform evolution of a Plio/Pleistocene intracontinental basaltic polycyclic monogenetic volcano from the Bakony – Balaton Highland Volcanic Field, Hungary. — *Central European Journal of Geosciences* **2/3,** 362–384.

Schnabl, P., Novák, J., Cajz, V., Lang, M., Balogh, K., Pécskay, Z., Chadima, M., Slechta, S., Kohout, T., Pruner, P. & Ulrych, J. 2010: Magnetic properties of high-Ti basaltic rocks from the Krusné Hory/Erzgebirge Mts. (Bohemia/Saxony), and their relation to mineral chemisty. — *Studia Geophysica et Geodaetica* **54,** 77–94.

Ulrych, J., Jelinek, E., Rada, Z., Lloyd, F. E., Balogh, K., Hegner, E. & Novák, J. K. 2010: Geochemical characteristics of the high- and low-Ti basaltic rocks from the uplifted shoulder of the Ohre (Eger) Rift, Western Bohemia. — *Chemie der Erde-Geochemistry* **70,** 319–333.

Ulrych, J., Ackerman, L., Kachlik, V., Hegner, E., Balogh, K., Langrová, A., Luna, J., Fediuk, F., Lang M. & Filip, J. 2010: Constraints on the origin of gabbroic rocks from the Moldanubian–Moravian units boundary (Bohemian Massif, Czech Republic and Austria). — *Geologica Carpathica* **61/3,** 175–191.

2011

Bisevac, V., Krenn, E., Balen, D., Finger, F. & Balogh, K. 2011, petrographic, geochemical and geochronological investigation on granitic pebbles from Permotriassic metasediments of the Tisia terrain (eastern Papuk, Croatia). — *Mineralogy and Petrology* **102,** 163–180.

Kereszturi, G., Németh, K., Csillag, G., Balogh, K. & Kovács, J. 2011: The role of external environmental factors in changing eruption styles of monogenetic volcanoes in a Mio/Pleistocene continental volcanic field in western Hungary. — *Journal of Volcanology And Geothermal Research* **201/1–4,** 227–240.

Pécskay Z. & Balogh K. 2011: A Magyar Tudományos Akadémia debreceni Atommagkutató Intézet K-Ar laboratóriumának tudományos tevékenysége. — In: Wanek F., Gagyi Pálffy A. & Varga B. (szerk.): XIII. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencia, Gyergyószentmiklós., Románia., 2011. 03. 31 – 2011. 04. 03. Gyergyószentmiklós: Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT), 26–29.

Ulrych, J., Dostal, J., Adamović, J., Jelínek, E., Špaček, P., Hegner, E. & Balogh, K. 2011: Recurrent Cenozoic volcanic activity in the Bohemian Massif (Czech Republic). — *Lithos* **123/1–4,** 133–144.

2012

Szakács, A., Pécskay, Z., Silye, L., Balogh, K., Vlad, D. & Fülöp, A. 2012: On the age of the Dej Tuff, Transylvanian Basin (Romania). — *Geologica Carpathica* **63/2,** 139–148.

2013

Ackerman, L., Špaček, P., Magna, T., Ulrych, J., Svojtka, M., Hegner, E. & Balogh, K. 2013: Alkaline and carbonate-rich melt metasomatism and melting of subcontinental lithospheric mantle: Evidence from mantle xenoliths, ne bavaria, bohemian massif. — *Journal of Petrology* **54/12,** 2597–2633.

Balogh K. & Kádár I. 2013: Talajásványok szerkezetének és formális K-Ar korának változása műtrágyázás hatására. — *Agrokémia és Talajtan* **62/1,** 81–98.

Ulrych, J., Ackerman, L., Balogh, K., Hegner, E., Jelínek, E., Pécskay, Z., Přichystal, A., Upton, B. G. J., Zimák, J. & Foltýnová, R. 2013, plio-Pleistocene basanitic and melilititic series of the Bohemian Massif: K-Ar ages, major/trace element and Sr-Nd isotopic data. — *Chemie Der Erde-Geochemistry* **73/4,** 429–450.

2014

Ulrych, J., Adamovič, J., Krmíček, L., Ackerman, L. & Balogh, K. 2014: Revision of Scheumann's classification of melilitic lamprophyres and related melilitic rocks in light of new analytical data. — *Journal of Geosciences* **59/1,** 3–22.

2015

Ackerman, L., Ulrych, J., Řanda, Z., Erban, V., Hegner, E., Magna, T., Balogh, K., Frána, J., Lang, M. & Novák, J. K. 2015: Geochemical characteristics and petrogenesis of phonolites and trachytic rocks from the České Středohoří Volcanic Complex, the Ohře Rift, Bohemian Massif. — *Lithos* **224-225,** 256–271.

Skála, R., Ulrych, J., Ackerman, L., Krmíček, L., Fediuk, F., Balogh, K. & Hegner, E. 2015: Upper Cretaceous to Pleistocene melilitic volcanic rocks of the Bohemian Massif, petrology and mineral chemistry. — *Geologica Carpathica* **66/3,** 197–216.

2016

Ulrych, J., Krmíček, L., Tomek, Č., Lloyd, F. E., Ladenberger, A., Ackerman, L. & Balogh, K. 2016, petrogenesis of Miocene alkaline volcanic suites from western Bohemia: Whole rock geochemistry and Sr-Nd-Pb isotopic signatures. — *Chemie Der Erde-Geochemistry* **76/1,** 77–93.

Balogh Kadosa nyomtatásban megjelent közleményei megtalálhatók:
http://w3.atomki.hu/p2/authors/aut00007.htm#Table, https://vm.mtmt.hu/www/index.php#

Magyarhoni Földtani Társulat
Földtani Közlöny
Hungarian Geological Society

147/2, 205–206., Budapest, 2017

Hírek, ismertetések

Összeállította: PALOTÁS Klára

Események, rendezvények

20. Magyar és 9. Horvát–Magyar Geomatematikai Ankét

Pécs, 2017. május 11–13.

A 20. Magyar és 9. Horvát–Magyar Geomatematikai Ankét a Magyarhoni Földtani Társulat Geomatematikai és Informatikai Szakosztálya szervezésében, számos szervezet társszervezésében szokatlan és örvendetes összefogással, új helyszínen és friss tartalommal próbálta megtölteni a nagy hagyományú rendezvény legutóbbi állomását.

A konferencia hosszú évek után új helyszínen, Pécsett, került megrendezésre és korábbi évekhez hasonló fókusztémák (adatelemzés a vízminőségvédelemben, rezervoár geológia stb.) művelői mellett, a konferencia hagyományos hallgatósága számára új tudományterületek képviselői felé is nyitott. Ilyen témák voltak a klímamodellezés, a nagy adathalmazok, az adatelemzés a mérnökgeológiában, a rendszerelmélet és az automatizálás.

A nulladik napon GEIGER János tartott továbbképzést napjaink geostatisztika problémáiról több, mint 20 résztvevő előtt a Pécs–Baranyai Kereskedelmi és Iparkamara (PBKIK) Zsolnay termében. Az eseményt e nap szponzora, az említett iparkamara elnöke, Dr. SÍKFŐI Tamás nyitotta meg.

A konferencia első napja UNGER Zoltán és FEDOR Ferenc megnyitóival, valamint GEIGER János nyitóelőadásával indult. Ezt követően három nap alatt 7 szekció és egy poszterszekció került megrendezésre. A hét szekció első előadásaként egy-egy, a horvát, illetve magyar egyetemi/akadémiai világból meghívott „keynote speaker" osztotta meg gondolatait és eredményeit a témában, ezzel inspirálva a hallgatóságot a tudományos diskurzusra.

A 72 résztvevő 5 országból, jellemzően Magyarországról és Horvátországból, összesen 26 különböző intézményből: egyetemekről (pl. Szegedi Egyetem, BME, ELTE, Szent István Egyetem, Zágrábi Egyetem, Miskolci Egyetem stb.), állami (MFGI, Vízügyi Felügyelőség stb.) akadémiai intézetektől (pl. MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont), vagy az ipari szférát képviselő cégektől (pl. Mecsekérc Zrt., MOL Nyrt., Kőmérő Kft.) érkezett.

Összesen 42 előadás hangzott el több mint 12 órányi tudományos tartalommal és 9 poszter került bemutatásra, haladva a kor kihívásaival és környezettudatosan elektronikus formában e-poszter kivetítőkön. A konferencián elhangzott előadásokból egy 277 oldalas könyv jelent meg a Szakosztály vezetőségének szerkesztésében és a Pécsi Akadémiai Bizottság kiadásában. A teljes terjedelmű tanulmányokból pedig a Central European Geology c. tudományos szaklapban jelenik majd meg egy különszám 2017-ben.

Röviden összefoglalva a tapasztalatokat, örvendetes, hogy rendkívül sok fiatal vett részt a konferencián, hogy több országból sikerült előadókat meghívnunk, fogadnunk, hogy valós viták alakultak ki egy-egy előadást követően. Az újonnan felmerült témák rávilágítottak olyan kihívásokra, mint pl. az új szoftverek nyújtotta eredmények, megalapozott tudás nélkül mennyiben képesek téves következtetésekhez vezetni, az Ipar 4.0 kihívásainak való megfelelés kérdése (mi és milyen mértékig automatizálható), a tudomány és ipar elvárásai közötti ellentétek feloldásának szükségessége (elmélyedés vs. gyors eredmények elvárása), a geológus szakma jelenkori és jövőbeli lehetséges szerepe.

A közösségi élmények sorában meg kell említeni az első nap estéjén megrendezett nagy sikerű kvízpartit, majd másnap a Tettye-forrásbarlang látogatását követően a Róth Pincészetben tartott konferencia-vacsorát. Ezek a rendezvények is elősegítették a résztvevők közötti kapcsolatok, együttműködések építését, a konferencia nemzetközivé válását.

Ezúton is meg szeretnénk köszönni szponzoraink, az MTA, a MOL Nyrt., Mecsekérc Zrt. PBKIK anyagi támogatását, az MFT vezetőségének és titkárságának állhatatos munkáját és mindenkinek a hozzájárulását, aki részt vett a szervezésben; nélkülük nem jöhetett volna létre ez a sikeres rendezvény.

FEDOR Ferenc. elnök, HATVANI István Gábor, titkár

A 20. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés

Tata–Tardos, 2017. május 24–27.

A Magyar Őslénytani Vándorgyűlések történetében jubileumi alkalom volt az idei, huszadjára rendezte meg az MFT Őslénytani és Rétegtani Szakosztálya ezt a típusú, évenkénti nagyrendezvényt. Visszatértünk ez alkalommal a gyökerekhez, mert az első Vándorgyűléshez hasonlóan a Gerecsébe látogattunk. Idén a „nulladik", ismeretterjesztő napot tartottuk Tatán, a konferencia többi részét Tardoson rendeztük meg. A végleges résztvevők száma 65 fő volt, akik 17 hazai és 2 külföldi intézmény képviseletében mutatták be az elmúlt év legérdekesebb őslénytani eredményeit.

A négynapos rendezvény nulladik napja ezúttal is az őslénytani ismeretterjesztés jegyében zajlott. A tatai Kuny Domokos Múzeumba látogattunk el, ahol SCHMIDTMAYER Richárd Igazgató Úr fogadott bennünket. A 0. nap főszervezője a Kuny Domokos Múzeum részéről KÜRTHY Dóra volt, szakmai vezetője Virág Attila. A program lebonyolításában részt vett még BODOR Emese Réka és SZAPPANOS Bálint. Az interaktív előadások témája az Év ősmaradványa, a barlangi medve volt, a bemutató anyagot a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet Gyűjteménye biztosította. Három általános iskolás csoportot fogadtunk és egy nyilvános előadást tartottunk az érdeklődők részére. Összesen közel 100 résztvevőnek mutattuk be az őslénytani érdekességét.

A háromnapos szakmai blokkban a hagyományoknak megfelelően az első és harmadik napon hangzottak el szakmai előadások. A kollégák összesen 8 szekcióban 39 előadást tartottak és 14 posztert mutattak be. A változatos program során a holocén klímaváltozástól kezdődően a paleozoikumi fatörzsekig ismerhettük meg az aktuális eredményeket. Idei vendégelőadónk Matús HYZNY (Comenius University) lett volna, aki sajnos családi okokból nem tudott eljönni, ezért poszteren mutatta be a hazai decapodákkal kapcsolatos legújabb eredményeit.

A szakosztály vezetősége idén is díjazta a legjobb hallgatói előadásokat és posztereket.

Hallgatói kategória

Első helyezett: BOTKA Dániel, második helyezett: SEGESDI Martin, megosztott harmadik helyezett: MIHÁLY Lóránd és SZŰCS Dominika.

PhD kategória

Első helyezett: SZABÓ Bence, második helyezett ZSIBORÁS Gábor

Idén is sor került a Hantken Miksa Alapítvány különdíjának átadására, amivel a legjobb alkalmazott paleontológiai előadást díjazza az Alapítvány kuratóriuma. Idén CSOMA Vivien és VINCZE Ildikó kapták az elismerést.

A jubileum alkalmából az Őslénytani Vándorgyűlés ötletgazdája, PÁLFY József díjat alapított, amivel a legelőremutatóbb hallgatói munkát kívánja jutalmazni („Progressive Palaeo Prize"). A díjat első alkalommal Vincze Ildikó érdemelte ki.

A rendezvény második napja hagyományosan terepbejárás. A program során a Gerecse hat érdekes feltárását keresték fel a résztvevők. Időrendben is a legfiatalabb feltárásnál kezdtünk, Vértesszőlősre látogattunk, ahol MARKÓ András vezetette be a résztvevőket az ősember mindennapjait is kutató ásatás rejtelmeibe.

A vándorgyűlésről készült 72 oldalas programfüzetet VIRÁG Attila és BOSNAKOFF Mariann szerkesztették. A kiadvány az előadások és poszterek kivonata mellett a kirándulásvezetőt is tartalmazza. ISBN azonosítója 978-963-8221-64-3.

A rendezvényt a Nemzeti Kulturális Alap 201108/01293 azonosítójú pályázata támogatta. Az NKA pályázat fedezte az ismeretterjesztő nap kiadásait, valamennyi résztvevő busz költségét és a konferencia kötet nyomtatását, melyeken felül 10 hallgató támogatására is lehetőség volt. A hallgatók támogatása a határidőre beadott előadás kivonatok értékelése alapján történt. Az alábbi hallgatók részesültek részvételi díj támogatásban:

BOTKA Dániel
KARÁDI Viktor
KÖVECSI Szabolcs Attila
CSOMA Vivien
MIHÁLY Lóránd
POLONKAI Bálint
KAJOS Balázs
SZABÓ Bence
NAGY Orsolya Réka
ZSIBORÁS Gábor

A rendezvényt támogató Hantken Miksa Alapítványnak, Tardos Község Önkormányzatának, a Magyar Természettudományi Múzeumnak, a Kuny Domokos Múzeumnak és végül de nem utolsó sorban a Nemzeti Kulturális Alapnak köszönhetően minden résztvevő szakmai ismeretekkel és szép élményekkel gazdagodva térhetett haza a Gerecséből.

BODOR Emese Réka

Személyi hírek

Örömmel értesítjük tagtársainkat, hogy 2017. április 28-án a Magyar Geofizikusok Egyesülete tiszteleti tag kitüntető címet adományozott Társulatunk elnökének, BAKSA Csabának.

Gratulálunk!

Gyászhírek

Fájdalommal tudatjuk, hogy KÁRPÁTI Lajosné RADÓ Denise 2017. április 15-én türelemmel viselt hosszú betegség után elhunyt.

Fájdalommal tudatjuk, hogy örökre eltávozott TISZAY János tagtársunk.

Fájdalommal tudatjuk, hogy JÓZSA Gábor okleveles bányamérnök, bányageológus tagtársunk 2017. május 31-én elhunyt.

Emlékük szívünkben és munkáikban tovább él!

Magyarhoni Földtani Társulat
Földtani Közlöny
Hungarian Geological Society
147/2, 207–222., Budapest, 2017

Társulati ügyek

Összeállította: KRIVÁNNÉ HORVÁTH Ágnes

A Magyarhoni Földtani Társulat 2016. évi rendezvényei

Központi rendezvények

Február 11.

A Magyarhoni Földtani Társulat elnökségi ülése

Február 18.

A Magyarhoni Földtani Társulat Választmányának ülés

Résztvevők száma: 29 fő

Március 18.

Szabó József sírjának megkoszorúzása — Budapest

Résztvevők száma:

Március 23.

A Magyarhoni Földtani Társulat 164. Rendes Közgyűlése

BAKSA Cs.: Elnöki megnyitó
Megemlékezés elhunyt tiszteleti tagjainkról
LORBERER Árpád: Megemlékezés ALFÖLDI L.ról
FÖLDESSY J.: Megemlékezés FÖLDVÁRI Gáborról
FÖLDESSY J.: Megemlékezés SOMFAI Attiláról

60 éves társulati tagságot elismerő díszoklevelet kapott: ERDÉLYI T., KASZAP András, MORVAI Gusztáv, NÉMEDI VARGA Z., SCHEUER Gyula, SOMOS L., VIZY Béla

50 éves társulati tagságot elismerő díszoklevelet kapott: GÁLOS Miklós, LIPTAI Edit, MAREK I., MÓZES Gábor

Lóczy L. Emlékéremmel tüntették ki JUHÁSZ Árpádot.

A hazai földtudományok eredményeinek és művelőinek megismertetéséért és elismertségéért számos kiváló ismeretterjesztéssel foglalkozó szakemberei közül az utóbbi fél évszázadban legkiemelkedőbb személyiség Dr. JUHÁSZ Árpád geológus.

Már az 1960-as évek elejétől megkezdte tevékenységét, 1977-től pedig főhivatásúként, mindenütt vezetői szinten dolgozott az ismeretterjesztésben: TIT Természettudományi Stúdió igazgatója (1971–1986), Magyar Televízió Természettudományos Szerkesztőség (1986–1997), 1997-től TV2 Gyermek és ifjúsági Műsorok főszerkesztője majd főszerkesztő tanácsadó.

A rádiózás–televíziózás és a világhálózat segítségével kiemelkedő ismertséget és népszerűséget szerzett széleskörű szakmai tudásával és előadó készségével, természetszeretetével és egyéb rokonszenves emberi vonásaival. Ehhez még hozzájárul remek írói képessége is, amellyel az általa megismert világról lebilincselően érdekes és szemléletes leírást ad és dokumentumokat készít. Ismeretterjesztő előadásai és természetfilmjei, valamint ezres nagyságrendű, sajtóban megjelent tudományos cikkei és 18 nagysikerű könyve gyöngyszemei a magyar földtudományos ismeretterjesztésnek. Több könyve tankönyvként is bekerült a felsőoktatásba, egyes munkái, pl. a Föld számos gleccser területének rendszeres megfigyelése a nemzetközi klímakutatásnak is fontos részét képezik.

Munkássága nyomán mind a szakmai közéletben, mind a hazai kulturális körökben, valamint képzettségtől és életkortól függetlenül az ország első számú, ismert geológusa.

Semsey Andor Ifjúsági Emlékéremmel tüntették ki MOLNÁR Zsuzsát.

Az összegzés alapján a Bizottság által első helyre sorolt, MOLNÁR Zsuzsa, B. KISS Gabriella, Federica ZACCARINI "Study of an epigenetic copper occurrence at the Darnó Hill (NE Hungary) and its correlation with some Dinaridic and Hellenidic" occurrences című cikke a Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences nevű, 0,727 impakt faktoros (2013), angol nyelvű folyóiratban jelent meg. A cikk mind magyar, mind regionális nemzetközi szinten jelentős hatással bír. A cikk témája az utóbbi években egyre nagyobb érdeklődést kiváltó térségre a Darnó - zónára irányul, s célja a korábbi vizsgálatok alapján feltételezett kapcsolat vizsgálata a dinári Medvednica-hegység, valamint a hellenida Stragopetra-hegység között. A jól érthető dolgozat alapos anyagvizsgálati eredmények értékelése alapján határozza meg a Darnó-hegy rézelőfordulásának eredetét. A téma igen komoly elmélyülést igényelt a korábban készült munkákban, amiről jól tanúskodnak az irodalomjegyzéken kívül a cikkben adott ismertetések, valamint a korábbi eredményeket bemutató térképek. Az igen széleskörű vizsgálatok újszerűen nem a triász-jura bazalttestekből, hanem a közbetelepülő telérekből készültek. A cikk világosan fogalmazza meg az alkalmazott vizsgálati módszerek célját és módjait, és jól dokumentáltan ismerteti és szemlélteti az eredményeket. A munka során a kitűzött célt teljes mértékben elérte. Megerősítve a lelőhelyek hasonlóságát, kimutatta, hogy a vizsgált előfordulások a Neotethys akkréciós melanzs komplexumának részei. Vizsgálataik alapján a telérek képződése feltehetően a regionális alpi metamorfózishoz kapcsolható, s a szerzők véleménye alapján ráirányítja a figyelmet e folyamatok lehetséges ércképző szerepére.

A társszerzői nyilatkozatból egyértelműen kiderül, hogy a tanulmány 65%-ban a MOLNÁR Zsuzsa munkája.

Kriván Pál Alapítványi Emlékéremmel tüntették ki HÉJA Gábort.

A Keszthelyi-hegység és nyugati előterének szerkezetfejlődése, különös tekintettel a kréta deformációkra című, példásan szép kivitelű dolgozat mind metodikailag, mind az elvégzett munka mennyiségét és minőségét tekintve, mind a következtetések vonatkozásában kiemelkedő. A témavezető nyilatkozata szerint is kifejezetten egyéni munka, a szerző meglátásait és gondolatait tükrözi Számítógépes ábrái kiválóak, szemléletesek. A bonyolult felépítésű területen végzett részletes szerkezetföldtani mérései és geofizikai szelvények elemzése alapján készült komplex dolgozat, amely az MSc szakdolgozat követelményeit messze meghaladja — nem is olyan régen a doktori címhez is bőven elegendő lett volna.

Kertész Pál Emlékéremmel tüntették ki PAÁL T.t

Dr. PAÁL T. munkássága kielégíti a Kertész Pál-emlékplakett szabályzatában előírt feltételeket. A Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztálynak megalakulása óta aktív tagja. A Szakosztály vezetőségének munkájában sok-sok éve részt vesz, a Szakosztály működését javaslataival, tanácsaival jelentős mérték-

ben előre mozdítja. Mostanság is jelentős mértékben segíti véleményeivel az elnökség munkáját. Szerteágazó tudását, tapasztalatait mindig megosztotta, számos előadást tartott és sok-sok cikket írt munkáiról. Cikkei többek között a Mérnökgeológiai Szemlében, Földtani Közlönyben jelentek meg. Munkássága, cikkei a mérnökgeológia hazai megismertetését és elismertetését jelentős mértékben segítette.

Tudományos előadások

BREZSNYÁNSZKY K.: 200 éves William SMITH földtani térképe

A 2015. évi Ifjú Szakemberek Ankétján tagtársaink díjazott előadásainak bemutatása

KÁLDOS R., GUZMICS T., VÁCZI T., BARIS A., BERKESI M., HAVANCSÁK K., DANKHÁZI Z.: A Kerimasi vulkán (Tanzánia) karbonátolvadék-zárványainak Raman-spektrometriai es FIB-SEM-os vizsgálata

BARTHA I. Róbert, MAGYAR I., FODOR L., CSILLAG G., LANTOS Z., TŐKÉS L., SZTANÓ O.: Pannóniai delták a Gerecse északi előterében

HÉJA Gábor: A Keszthelyi-hegység és nyugati előterének kréta deformációi

Beszámolók, jelentések

CSERNY T.: Főtitkári jelentése

PUZDER T.: A Gazdasági Bizottság jelentése

HAAS J.: Az Ellenőrző Bizottság jelentése

BAKSA Cs.: Jelentés a Magyar Földtanért Alapítvány működéséről

Résztvevők száma: 74 fő

Április 1–2.

Ifjú Szakemberek Ankétja— Tiszafüred

Társszervező: Magyar Geofizikusok Egyesülete

Április 1.

BERECZKI, L., GÄRTNER, D., MARKOS, G., FRIELD, Z., SZEGEDI? N.: Structural modelling of the synrift sub-basins in the western part of the Pannonian Basin

SKULTÉTI, Á.: Metamorphic and deformation history of the Mecsekalja Zone around the Szentlőrinc–1 deep well using single quartz fragments of drilling chips

MÉSZÁROS, E.: Evidences of low-grade medium-P regional metamorphism of the pelitic sequence of the borehole Horvát-hertelend–1 (S Transdanubia) — a microstructural and thermobarometric study

ZSIBORÁS, G.: Middle Jurassic microfaunal studies in the Transdanubian Mountains: a key for understanding the formation of Ammonitico Rosso

ZAGYVA, T., B. KISS, G., ZACCARINI, F.: Study of the volcanic facies and the submarine hydrothermal processes of the Jurassic basalt at Szarvaskő (NE Hungary)

NAGY, Zs. : Investigation of the pore pressure — an alternative approach. A case study from South Hungary

KISS, A.: Determination of pressure dependent elastic moduli based on rock physical model

KERÉKGYÁRTÓ, T., GÁL, N. E.: Impacts of precipitations and solutions on the sustainable operation of a geothermal system

KOVÁCS, I., NÉMETH, T., BENKÓ, Zs., B. KISS, G.: Distinction of hydrothermal and weathering argillic alteration in Velence Mts

DOMJÁN, Á.: Calibration of the Fluxset magnetometer

BÁN, D., MENTES, Gy.: Observation of the Earth liquid core resonance by extensometers

BERÉNYI, K. A., KIS, Á., BARTA, V.: How the midlatitude ionosphere respond to geomagnetic activity in winter at Széchenyi I. Geophysical Observatory

CSERESZNYÉS, D., KIRÁLY, Cs., SZABÓ, Zs.: Stable isotope analysis of Mihályi–Répcelak area

DOMJÁN, Á.: One-dimensional wave equation with linear variable coefficients

GELENCSÉR, O.: 3D modelling of the Quaternary sediments in the southern part of the Great Hungarian Plain

KERÉKGYÁRTÓ, T., KOVÁCS, A., SZŐCS, T., TÓTH, Gy., MARTON, A., KUN, É.: Numerical water table modelling for different climate windows within in the NAGiS project

KOCZUR, Sz., KOLLÁRIK, C., JALOVECZKI, B., ZACHÁRY, D., VÖLGYESI, P.: Phase and particle analysis methods to study composition and potential sources of attic dust samples in Ajka, Hungary

ISTOVICS, K. Fracture network modelling around the Radioactive Waste Repository in Bátaapáti, based on BN2–1 pre-boring

PUMMER, T., SÁRI, K., BUDAY-BÓDI, E., KERTÉSZ, T.: Coastal effects in East-Borsod Basin presented by high resolution stratigraphic correlation

SÁRI, K., HORVÁTH, Z., VÍGH, Cs.: Developing the concept of "Mineral Deposits of Public Importance"

SZABÓ, V.: Unconventional reservoir modelling — using 3D geological models in environmental research

TALLER, G., PRÓNAY, Zs., PLASZTÁN, J.: Ground Penetrating Radar developments and investigations

WALTER, H., FINTOR, K., PÁL-MOLNÁR, E.: Traces of fluid induced alterations through the example of a Ca-Al-rich inclusion in NWA 2086 CV3 carbonaceous chondrite

PÉTER, D., VIRÓK, A.: Research of flood protection embankments with geophysical methods

POLONKAI, B., RAVELOSON, A., GÖRÖG, Á., SZÉKELY, B., BODOR, E.: 3D photogrammetric reconstruction of the Badenian echinoids

JUHÁSZ, L., LICHTENBERGER, J., F.Z, C., CLILVERD, M., RODGER, C., CHERNEVA, N.: Comparison of in-situ electron density measurements with equatorial electron densities obtained by whistler inversion

VÖRÖS, F., KOMA, Zs., SZÉKELY, B,: The application of polar coordinate transformation on the cinder cones of the San Francisco Volcanic Field

CSORVÁSI, N.: Importance of geotourism and motivation for participating in geotours

FARICS, É., JÓZSA, S., HAAS, J.: Petrographic features of volcanic clasts at the base of the Upper Eocene succession and of Triassic andesite (Budaörs–1 well) in the Buda Hills

SZILÁGYI, P., MERÉNYI, L.: Numerical simulation of the influence of groundwater flow for the performance of borehole heat exchangers

MOLNÁR, Zs., POLGÁRI, M., JÓZSA, S., NÉMETH, T., FEKETE, IJ., GYOLLAI, I., FINTOR, K., BÍRÓ, L., SZABÓ, M., VIGH, T.: Fe–Mn-oxide ore indications in the footwall of the Toarcian Úrkút Mn-carbonate ore deposit, Hungary

PAPP, R. Z., ZAJZON, N.: New mineralogical and geochemical results from the Eplény Manganese Deposit, Hungary

BÓNA, I. Research of the Vízvöröstó (Nagyvázsony, Kab-hill) red clay – bauxitic clay filled dolinas, mapping the bedrock surface. Refine of the archive ELGI (1992) geoeletrical measurements

Április 2.

JESZENŐI, G., STICKEL J.: Applied UV-florescence sounding in environmental remediation

UDVARDI, B.: Effect of particle size on ATR FTIR spectra of common rock-forming minerals

GÁL, P.: Titanium, niobium and tantalum minerals in the formations of the Bagolyhegyi Metarhyolite Formation (Bükk Mts)

GARAGULY, I.: Diagenesis and burial history of Middle Triassic dolomites in the Szeged Basin, Southeast Hungary

KOLLÁRIK, C., JALOVECZKI, B., KOCZUR, Sz., ZACHÁRY, D., VÖLGYESI, P. : Lead isotope study in attic dust samples from Ajka, Hungary

MÉSZÁROS, K., HARANGI, Sz., LUKÁCS, R., HORA, J. M.: Fe-Ti oxide thermometry of the Ciomadul dacites

KOVÁCS, Zs.,PÁLFY, J.: The fate of the Dachstein platform at the Triassic–Jurassic boundary in the Transdanubian Range, Hungary: drowning, emergence, acidification crisis, or else?

MOLNÁR, Zs., B. KISS, G., ZACCARINI, F., DUNKL, I., DÓDONY, I.: Geochemical characteristics of two phosphorite occurrences from the Transdanubian Mountain Range (Hungary)

KOCSIS:, G. Modeling of rock physics parameters vs. depth in order to understand different seismic attributes — theoretical and case study

SARRANG, J.: Geological risk assessment of an unconventional gas reservoir — case study of the calcareous marl member of the Endrőd Marl Formation in the Békés Basin

TOPÁL, D.·, KERN, Z., HATVANI, I. G.: Breakpoints in environmental time series - methodological comparison and case studies

Eredmények

Gyakorlati kategória

1. PAPP, R. Z., ZAJZON, N.: New mineralogical and geochemical results from the Eplény Manganese Deposit, Hungary

2. NAGY, Zs. : Investigation of the pore pressure - an alternative approach. A case study from South Hungary

2. TOPÁL, D., KERN, Z., HATVANI, I. G.: Breakpoints in environmental time series - methodological comparison and case studies

3. JESZENŐI, G., STICKEL J.: Applied UV-florescence sounding in environmental remediation

Elméleti kategória

1. ZAGYVA, T., B. KISS, G., ZACCARINI, F.: Study of the volcanic facies and the submarine hydrothermal processes of the Jurassic basalt at Szarvaskő (NE Hungary

2. FARICS, É., JÓZSA, S., HAAS, J.: Petrographic features of volcanic clasts at the base of the Upper Eocene succession and of Triassic andesite (Budaörs–1 well) in the Buda Hills

3. KOCSIS:, G. Modeling of rock physics parameters vs. depth in order to understand different seismic attributes — theoretical and case study

Poszter kategória

1. GELENCSÉR, O.: 3D modelling of the Quaternary sediments in the southern part of the Great Hungarian Plain

2. ISTOVICS:, K. Fracture network modeling around the Radioactive Waste Repository in Bátaapáti, based on BN2–1 pre-boringg

3. KOCZUR, Sz., KOLLÁRIK, C., JALOVECZKI, B., ZACHÁRY, D., VÖLGYESI, P.: Phase and particle analysis methods to study composition and potential sources of attic dust samples in Ajka, Hungary

3. WALTER, H., FINTOR, K., PÁL-MOLNÁR, E.: Traces of fluid induced alterations through the example of a Ca-Al-rich inclusion in NWA 2086 CV3 carbonaceous chondrite

Különdíjak

Első előadói díj

KOVÁCS, Zs.,PÁLFY, J.: The fate of the Dachstein platform at the Triassic–Jurassic boundary in the Transdanubian Range, Hungary: drowning, emergence, acidification crisis, or else?

Biocentrum Kft. — arany

SZILVÁSI, M., TURAI, E., KOVÁCS, B.: Heavy metal detection using geoelectric methods in field

Biocentrum Kft. — ezüst

JESZENŐI, G., STICKEL J.: Applied UV-florescence sounding in environmental remediation

Biocentrum Kft. — bronz

SZILÁGYI, P., MERÉNYI, L.: Numerical simulation of the influence of groundwater flow for the performance of borehole heat exchangers

Elgoscar 2000 Kft. — arany

DOMJÁN, Á.: Calibration of the Fluxset magnetometer

Elgoscar 2000 Kft. — ezüst

BÓNA:, I. Research of the Vízvöröstó (Nagyvázsony, Kab-hill) red clay – bauxitic clay filled dolinas, mapping the bedrock surface. Refine of the archive ELGI (1992) geoeletrical measurements

Geo-Log Kft.

KERÉKGYÁRTÓ, T., GÁL, N. E.: Impacts of precipitations and solutions on the sustainable operation of a geothermal system

Magyar Bányászati és Földtani Hivatal:

SARRANG, J.: Geological risk assessment of an unconventional gas reservoir — case study of the calcareous marl member of the Endrőd Marl Formation in the Békés Basin

Mecsekérc Zrt.

MÉSZÁROS, E.: Evidences of low-grade medium-P regional metamorphism of the pelitic sequence of the borehole Horvát-hertelend–1 (S Transdanubia) — a microstructural and thermobarometric study

Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Eötvös Loránd Geofizikai Alapítványa Böck János díj

VÖRÖS, F., KOMA, Zs., SZÉKELY, B,: The application of polar coordinate transformation on the cinder cones of the San Francisco Volcanic Field

Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Eötvös Loránd Geofizikai Alapítványa Szilárd József díj

BERÉNYI, K. A., KIS, Á., BARTA, V.: How the midlatitude ionosphere respond to geomagnetic activity in winter at Széchenyi István Geophysical Observatory

Magyarhoni Földtani Társulat különdíja

PÉTER, D., VIRÓK, A.: Research of flood protection embankments with geophysical methods

Magyarhoni Földtani Társulat elnöki különdíja:

GÁL, P.: Titanium, niobium and tantalum minerals in the formations of the Bagolyhegyi Metarhyolite Formation (Bükk Mts)

Magyarhoni Földtani Társulat Ifjúsági Bizottság

KOLLÁRIK, C., JALOVECZKI, B., KOCZUR, Sz., ZACHÁRY, D., VÖLGYESI, P. : Lead isotope study in attic dust samples from Ajka, Hungary

Mining Support Kft.

CSORVÁSI, N.: Importance of geotourism and motivation for participating in geotours

MOL Nyrt.

GARAGULY, I.: Diagenesis and burial history of Middle Triassic dolomites in the Szeged Basin, Southeast Hungary

O&G Development Kft.

UDVARDI, B.: Effect of particle size on ATR FTIR spectra of common rock-forming minerals

MTA CSFK GGI

JUHÁSZ, L., LICHTENBERGER·, J., F.Z, C., CLILVERD, M., RODGER, C., CHERNEVA, N.: omparison of in-situ electron density measurements with equatorial electron densities obtained by whistler inversion

Közönségdíj:

PÉTER, D., VIRÓK, A.: Research of flood protection embankments with geophysical methods

Résztvevők száma: 74 fő.

Április 14.

Ünnepi szakülés DANK Viktor 90. születésnapja alkalmából

Társszervezők: Tudománytörténeti Szakosztály, Magyar Geofizikusok Egyesülete, Magyar Természettudományi Társulat, Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület

Levezető elnök és köszöntő: BAKSA Cs.

Felkért előadók:

BÉRCZI I. (MOL Nyrt): Egy reneszánsz ember a Társulat élén, 1972–1986

KISS B. (MOL Nyrt): A Magyar Olajipar Doyen-je

Felkért hozzászólók:

BREZSNYÁNSZKY K. (MFT), PÁLYI A. (MGE), KŐRÖSI T.(MOL Nyrt), MINDSZENTY A. (ELTE), ŐSZ Á. (OMBKE), TARDY J. (MTTT), TÓTH J. (MOGIM)

Résztvevők száma: 88 fő.

Április 20.

Az ásványi- és másod-nyersanyag stratégia aktuális kérdései Ásványvagyonunk — feltáratlan lehetőségeink

Az Ásványvagyon gazdálkodási fórum 5. előadóülése, Miskolc

Társszervezők: MTA MAB Bányászati- Földtudományi-Környezettudományi Szakbizottsága, MFT Nyersanyagföldtani Szakosztály, Észak Magyarország Területi Szervezet, Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar

FÖLDESSY J.: ZELENKA Tibor (80) és BAKSA Csaba (70) köszöntése

BAKSA Cs.: Diófát ültetünk — a Mátrától a Csalogány utcáig

FANCSIK T.: Ásványvagyon gazdálkodásunk jövője

HOLODA A.: Bányászat és lakosság — önkormányzati tapasztalatok a kitermelő iparágról

MÁDAI F.: Duális képzés — kölcsönösen előnyös kapcsolatok ipar és egyetem között

SZILÁGYI I.: A prognosztikus szénhidrogén vagyon becslésének módszertana

MARKÓ I., VERES L.: Egy bányanyitás mindennapi tanulságai geológus és bányamérnök szemmel — a Farkaslyuki kísérlet

CSONGRÁDI J.: Lehet néhány tízmilliárddal több? A recski mélyszint félreismert aranydúsulása

NÉMETH N.: Ismeretlen Bükk hegységünk — Ritkaföld, nióbium dúsulásokkal kísért fenitesedés a Dél-Bükkben

HARTAI É.: Összekapcsolt energia- és érctermelés — egy induló nemzetközi projekt távlatai

FÖLDESSY J.: Zárszó

Résztvevők száma: 59 fő

Április 24.

Föld Napja a Pál-völgyi-kőfejtőben, Budapest

Társszervező: Duna–Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság

Résztvevők száma: kb. 700 fő

Május 12.

Ünnepi szakülés DOBOS Irma 90. születésnapja alkalmából

Társszervezők: Magyar Hidrológiai Társaság, Felszín Alatti Vizek Alapítvány, Tudománytörténeti Szakosztály

Köszöntőt mond, és az ülést levezeti BAKSA Csaba

VITÁLIS Gy.: DOBOS Irma szakmai életútja

Felkért hozzászólók: ÁKOSHEGYI Gy. (MHT Balneológiai Szakosztály), BITAY E. (VIKUV), Dr. HORVÁTH Remény (Magyar Balneológiai Egyesület), MÁDLNÉ SZŐNYI J. (ELTE), LÉNÁRT L. (MHT Hidrogeológiai Szakosztály, FAVA), SCHEUER Gy.(MHT), TÓTH Á.(MFT)

Résztvevők száma: 66 fő

Május 13.

Föld napja a Magyar Tudományos Akadémián, az MFT és az MFGI közreműködésével

Társszervező: MTA, MFT, MFGI, BME

Résztvevők száma: kb. 150 fő

Május 23

A Magyarhoni Földtani Társulat elnökségi ülése

Június 16–17.

A Magyarhoni Földtani Társulat „Földtani és kultúrtörténeti emlékeink nyomában" c. terepbejárássorozatának kirándulása a Soproni- és a Kőszegi-hegységben

Június 16.

Szakmai és kulturális program: Sopron – Brennbergbánya (Bányászati Múzeum) – Fertőrákos, Püspöki kőfejtő – Páneurópai Piknik Emlékhely – Sarród (Fertő- Hanság Nemzeti Park oktatóbázis) – Fertőd (Esterházy-kastély látogatása) – Sopron

Június 17.

Szakmai és kulturális program: Sopron – Cák (kőbánya) – Velem (Szent Vid kápolna) – Felsőcsatár, zöldpala bánya, Pinka szurdok – Kőszeg, városközpont, Jurisics vár – Sopron,

Résztvevők száma: 37 fő

Augusztus 15–21.

Kárpát-medencei Összegyetemi Terepgyakorlat

Augusztus 15.

Budapest (ELTE) – Miskolc (Egyetemváros) – Kolozsvár (Kolozsvári Magyar Napok zárórendezvény) – Torockó.

Augusztus 16.

Torockó – Torda-hasadék (badeni alapkonglomerátum és gipszek) – Marosújvár (környezeti katasztrófa a rosszul tervezett és felhagyott sókioldásos bányászat nyomán) – Felvinc (református templom) – Miriszló (kora-pannóniai homokos feltárás) – Felgyógy (kora-pannóniai agyagos feltárás) – Felgyógy (kora-badeni kövületes feltárás) – Tövis (Hunyadi J. alapította kolostortemplom) – Nagyenyed – Torockó. Kirándulásvezető: WANEK F.

Augusztus 17.

Torockó – Szolcsva (Offenbányai-sorozat metamorf kőzetei, gránát és staurolit gyűjtéssel és arany mosással) – Kisbánya (késő-kréta intrúziók és szkarn ércesedés) – Kirándulásvezető: MÁRTON I.

Augusztus 18.

Torockó – Verespatak (betekintés a verespataki ércesedés genetikai és bányászati kérdéseibe, látogatás a Vár- és Carnic-hegyi feltárásokban, római-kori bányászati emlékek meglátogatása) – Bucsony (Detunáták: bazaltos andezitek) Kirándulásvezető: MÁRTON I.

Augusztus 19.

Torockó – Torda (sóbánya: a badeni só és tektonikája) – Magyargyerőmonostor (nummuliteszes rétegek és műemléktemplom) – Kolozsvár (ásványtani- és őslénytani múzeum). Kirándulásvezető: LENGYEL H.

Augusztus 20.

Torockó — Remetei-szoros. Felsőszolcsva – 23 km-es gyalog-

túra: Remetei-szoros kolostor – Felsőszolcsva (kőzépidei karbonátos kőzetek és karsztosodási formák). Kirándulásvezető: Lengyel H. és Kövecsi Sz.

Augusztus 21.

Torockó – Kolozsvár – Miskolc –Budapest.

Résztvevők száma: 25 fő

Augusztus 24–27.

Földtudományi Vándorgyűlés, Sárospatak,

Augusztus 24.

Előkirándulás: Sárospatak–Vizsoly–Gönc–Boldogkőváralja – Sárospatak

Augusztus 25.

Plenáris előadások

Levezető elnök: Baksa Csaba

Megnyitó és köszöntők: Baksa Cs., Hörcsik R., Füsti Molnár Sz., Sikora A., Gruber P., Magyar B., Huszár L.

Földessy J., Zelenka T. (Miskolci Egyetem): A Tokaj-hegységi ásványi nyersanyag kutatások történeti áttekintése

Szűcs P., Fejes Z., Turai E., Gyulai Á. (Miskolci Egyetem): A Tokaji-hegység hidrogeológiai és geotermikus viszonyai

Turai E., Baracza M. K., Szilvási Marcell, Tóth Márton, Szűcs P., Kovács B., Földessy J., Madarász T. (Miskolci Egyetem): Környezetszennyezések vizsgálata geoelektromos geofizikai módszerekkel

Levezető elnök: Szűcs Péter

Kasó A. (Nemzeti Fejlesztési Minisztérium): A bányászat aktuális kérdései

Hartai É. (Miskolci Egyetem): H2020 — társulati és egyetemi részvétel nemzetközi földtudományi projektekben

Népszerűsítő előadások

Levezető elnök: Földessy János

Gruber P., Veress B. (Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság): Élő és élettelen természeti értékek megőrzése Északkelet-Magyarországon — Bemutatkozik az Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság

Nagymarosy A. (ELTE), Szabó J., Bakacsi Zs. (MTA ATK TAKI): Tokaj — kőzetek, talajok, borok...

Gherdán K. (Pásztói Múzeum), Görög P. (BME): Gyűjthető múlt

Szarka L. (MTA CsFK): "Őrizz hamis tudománytól" — utak, tévutak

Augusztus 26.

Szekcióelőadások

Ásvány, kőzettan földtan szekció, levezető elnök: Haas János

Horváth A., Kristály F., Less Gy.: A Tokaji-hegység magmás képződményeinek kőzetzárványai

Kovács I., Kovács Kis V., Benkó Zs., Tóth Á., B. Kiss G., Németh T.: Többfázisú hidrotermás breccsásodáshoz kötődő átalakulás ásványtani vizsgálata (Meleg-hegy, Velencei-hegység)

Less Gy., Frijia, G.: Új koradatok a Központi-Paratethysből Sr-izotópvizsgálatok alapján

Püspöki Z., Hámorné Vidó M., Pummer T., Sári K., Selmeczi I., Lendvay P., Jencsel H.: A Salgótarjáni Barnakőszén Formáció rétegtani revíziója a szénkutató fúrások újrafeldolgozása alapján

Kovács Zs., Szalay I., Cserkész-Nagy Á., Gulyás Á., Guthy T., Kiss J., Püspöki Z., Szentpétery I.: A Salgótarján–Fedémes–Ózd paleogén medencerész aljzatának térképezése szeizmikus és gravitációs mérési adatok alapján, és az eredmények szénhidrogén-kutatási vonatkozásai

Bányászat és nyersanyagok szekció, levezető elnök: Baksa Csaba

Cseh Z.: Bányászat a Világörökségben

Farkas G.: A perlit, 2016. év nyersanyaga

Horváth Z., Sári K., Szeiler Rita, Müller T.: Földtani és bányászati adatok az ásványvagyon gazdálkodás támogatására

Horváth Z. et al.: Fenntartható Aggregátum Tervezés Dél-Kelet Európában (SNAPP SEE projekt) — video

Ilkeyné Perlaki E.: A HUMEX Kft. kutatásai a Tokaji-hegységben

Kiss J., Vértesy L., Gulyás Á.: Mágneses hatók kimutatása — esettanulmányok

Márton I.: A cselopecsi (Bulgária) Au-Cu ércesedés földtani viszonyainak újraértékelése és az ehhez kapcsolódó gazdaság földtani tanulságok

Tudomány- és bányászattörténet szekció, levezető elnök: Brezsnyánszky Károly

Gyarmati P.: Pantó Gábor szerepe a Tokaji-hegység földtani megismerésében

Hála J.: A sárospataki malomkő készítés története képekben

Németh Z.: Szabó József gyűjteménye a Sárospataki Református Kollégium Gimnáziumában

Szlabóczky P.: Emlékek az 1962. évi mádi terepgyakorlatomról; „Kő–Víz–Táj és barátságok": Tokaj-hegységi munkásságom, 1964–2016

Viczián I.: Mi volt az a „tokaji föld"?

Wanek F.: Helynévanyag, mint segédeszköz a bányászattörténeti kutatásokban, Kalotaszeg példáján

Zelenka T.: Dr. Székyné dr. Fux Vilma, a telkibányai és a Kárpát-medencei neogén érctelepek kutatója

KINDRA workshop, vízföldtan és geotermia szekció

Levezető elnök: Hartai Éva

Hartai É.: Európai hidrogeológiai kutatások tudásleltára — a KINDRA projekt

Mikita V., Szűcs P., Hartai É.: A hidrogeológiai kutatások új szemléletű rendszerezése: a HRC-SYS bemutatása — KINDRA project

Scharek P.: A felszínalatti vizek kutatásának európai tára (European Inventory of Groundwater Research: EIGR) célja, felépítése

Bitay E., Gombos T., Pálfalvi F., Jobbik A., Vadászi M.: Földhő hasznosítása Magyarországon egy debreceni példa bemutatásával

Gőőz L.: A Tokaji- hegység előterének mélyföldtani, geológiai viszonyai különös tekintettel a termálvíz feltárásának lehetőségére.

Gruber P., Haviarová, D., Balázs I., Mátrahalmi T., Serfőző A., Ambrus M.: Víznyomjelzéses vizsgálatok a Haragistya–Szilice–Borzova karsztterületen

Környezetföldtan és természetvédelem szekció

Levezető elnök: Magyar Balázs

Osvald M., Szanyi J., Medgyes T., Kóbor B.: Kombinált hőáram és fémtermelés ultramély érctestekből — rétegcsúsztatás hazai alkalmazása

Szongoth G., Hegedűs S.: Facsöves hévizkutak színes videokamerás vizsgálata (vetítés)

Zilahi-Sebess L.: Geotermikus potenciálbecslés Monte Carlo módszerrel

Benei B., Rauch R. Ipari ásványi nyersanyagok felhasználása a környezetvédelemben

Bujdosó É., Csabafi Róbert, Kovács A. Cs., Török I., Hegedűs E.: A BAF passzív szeizmikus monitoring rendszer eredményei

GÄRTNER D., BERNÁTH Gy., ZILAHI-SEBESS L., HÁMOS G.: A BAF–2, BAF–1 és BAF–1A fúrások mélyfúrás-geofizikai vizsgálatainak eredményei

Levezető elnök: CSERNY Tibor

KARACS G., MAGYAR B., STICKEL J.: Környezetvédelmi innováció Nyíregyháza Borbánya hulladéklerakó példáján

MÁTYÁS T.: Vízmegtartási, víztisztítási technológiák hatékonyságának fokozása tokaj-hegyaljai ásványi anyagokkal

VADÁSZI M., UDVARDI N.: Az Aqualite, zeolit alapú víztisztítási segédanyag szűrésihatékonyság-vizsgálata

SZEBÉNYI G., GABURI I., PAPRIKA D., KRISTÁLY F.: Nemzeti Radioaktívhulladék-tároló 2014–2015: A harmadik és negyedik tárolókamra létesítése Bátaapátiban

SÁRI K., HORVÁTH Z., VÍGH Cs., BODOR E. R., LANTOS Z., BARCZIKAYNÉ SZEILER R.: Talajjavító ásványi nyersanyagok Magyarországon

VERES Zs.: A Tokaji-hegység földtudományi értékei

PRAKFALVI P.: Aktív bányászat és bányászattörténeti emlékek a Novohrad–Nógrád Geopark területén

Föld és Ég szekció, levezető elnök: SZARKA László

BALLA P.: A Galata-levél címzettei és a levél keletkezési ideje

BREZSNYÁNSZKY K.: William SMITH munkásságának jelentősége világunk teremtésmítoszának formálásában

KODÁCSI T.: Gondolkodom, tehát ilyen a világ — A kozmológiai antropikus elvek teológiai vonatkozásai

KODÁCSI SIMON E.: Bibliai teremtéstörténetek világképe

MADARÁSZ T.: „Aki határt szab a vizeknek”

NAGY M.: SZŐNYI Pál, a pedagógus ásványgyűjtő

Levezető elnök: UNGER Zoltán

SIPOS I.: Az evolúció misztériuma. Az értelem és a remény felcsillanása

SZALAY L. P.: Tejjel és mézzel folyó föld

VÉGH L.: A teremtés és a fejlődést vezérlő természettörvény

VICZIÁN I.: A „Két könyv” — BENKŐ Ferenc nagyenyedi beköszöntő beszéde (1790) szerint.

VISKY S. B.: Fekete lyuk-e a tudomány, a filozófia és a vallás találkozási pontja? Gondolatok John C. LENNOX Isten és Stephen HAWKING c. könyve nyomán

ZELENKA T.: A „világmindenség” létrejöttének, működésének anyagalapú természettudományos vagy Isten hiten, az Alkotó Teremtő Isten kijelentésén alapuló magyarázata

Poszterbemutató, levezető elnök: LESS György

BENKE I.: Tokaj-hegyalja bányászatának története

HÍVES K.: A szénhidrogén kutatás jövője: nem konvencionális szénhidrogének

KAPUI Zs., KERESZTURI Á., SZALAI Z., KISS K.: Folyóvízben vagy szél által szállított szemcsék — földi analógiák elemzése az ExoMars rover marsi munkájának támogatásához

Augusztus 27.

Terepbejárás a Zempléni-hegységben: útvonal: Sárospatak – Pálháza (Perlit 92 Kft perlit bányája + Liffa Aurél emléktáró felavatása) – Telkibánya (Érc- és Ásványbányászati Múzeum Ipartörténeti Gyűjteménye) – Tállya (a COLAS Északkő Kft. andezit bányája) – Rátka (a JOSAB Hungary Kft. zeolit bányája) – Mád (a Geoproduct Kft. kőtelepe) – Tokaj (Szabó József szobrának megkoszorúzása) – Sárospatak

Résztvevők száma: 114 fő

Október 6.

A Magyarhoni Földtani Társulat elnökségi ülése

November 3.

A Magyarhoni Földtani Társulat 165. Rendkívüli Közgyűlése

Elnöki megnyitó: BAKSA Csaba

Alapszabály módosítás a PTK előírásai szerint: CSERNY Tibor

Személycsere a Magyar Földtanért Alapítvány kuratóriumában

Résztvevők száma: 36 fő

A Magyarhoni Földtani Társulat Választmányi ülése

November 4

Kubinyi Ágoston sírjának megkoszorúzása a tápiószentmártoni temetőben

Résztvevők száma: 4 fő

November 12–13.

Földtudományos forgatag

Kiállítók: Magyar Természettudományi Múzeum, Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, MOL Nyrt., MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Magyarhoni Földtani Társulat, Év ásványa, ősmaradványa, nyersanyaga projektjei, illetve Mérnökgeológia és Környezetföldtani Szakosztálya, Bakonydraco Kft., Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóság – Bakony–Balaton Geopark, Biocentrum Kft., BME Mérnökgeológiai és Geotechnikai Tanszék, Bükki Nemzeti Park Igazgatóság – Ipolytarnóci Ősmaradványok Természetvédelmi Terület, Duna Múzeum, ELTE TTK Természetrajzi Múzeuma, Földművelésügyi Minisztérium – Nemzeti Parki és Tájvédelmi Főosztály, Geo-Log Kft., Josab Hungary Kft., Magyar Bányászati és Földtani Hivatal, Magyar Dinoszaurusz Alapítvány, Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság, Magyar Földrajzi Múzeum, Magyar Geofizikusok Egyesülete, Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat, Magyar Természettudományi Társulat, Mátra Múzeum, Miskolci Egyetem – Műszaki Földtudományi Kar, Novohrad–Nógrád Geopark Nonprofit Kft., Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, Pásztói Múzeum, Szilikátipari Tudományos Egyesület, Utazó Planetárium

November 12.

LEÉL-ŐSSY Sz.: Lávabarlangokban Hawain

MOLNÁR K: Mikor voltak a székelyföldi Csomád vulkánkitörései?

PAPP G., BAKSA Cs.: Az év ásványa a gránát: Az év nyersanyaga a perlit

FŐZY I.: Az év ősmaradványa a nummulitesz

HÁLA J.: Kőpénzek – nummuliteszek a néphagyományban

PRAKFALVI P.: Csavargások a Novohrad–Nógrád Geopark vulkánjain

ŐSI A.: Dinoszaurusz-kutatás itthon és a nagyvilágban

TAKÁCS J.: A drágakövek világa — avagy miért szeretjük a drágaköveket?

vasárnap

PRAKFALVI P.: Vigyázz, mozoghat, de értéket is teremthet

KOVÁCS I. J.: Óceánok a Föld mélyén, avagy min „úsznak” a kontinensek?

SZENTE I.: Híres ősmaradvány- lelőhelyek a Kárpát-medencében

KERCSMÁR Zs.: Csodálatos földtörténet

DÁVID Á.: Kéretlen albérlők-életnyomok ősi kagylókon, csigákon

PÁLFFY J.: Nagy kihalások a földtörténetben

KAKAS K.: Eötvös Loránd és a torziós inga — 100 éves a geofizikai kőolajkutatás

Ismeretterjesztő filmek

November 12–13.

Korhadó múlt, porladó jövő? — A bükkábrányi ősciprusok
Az első — A Hortobágyi Nemzeti Park
Találkozások térben és időben — A Duna–Ipoly Nemzeti Park
A gyöngyszem — Az Aggteleki Nemzeti Park
Vízjárta puszták vidékén — A Körös-Maros Nemzeti Park
Fennsík az ország tetején — Bükki Nemzeti Park
Dinoszauruszok és vadászaik
A magyar tenger mellékén — A Balaton-felvidéki Nemzeti Park
A vadludak útján — A Fertő–Hanság Nemzeti Park
Táj és ember — Az Őrségi Nemzeti Park
Az élő vizek partja — A Duna–Dráva Nemzeti Park
A homok és a szik birodalma — Kiskunsági Nemzeti Park

Résztvevők száma: kb. 3000 fő

December 15.

A Magyarhoni Földtani Társulat ex elnökeinek és elnökségének tanácskozása

A 2016. évben kerek évszámú születésnapot ünneplő senior tagtársaink köszöntése

Résztvevők száma: 17 fő

Területi szervezetek rendezvényei

Alföldi Területi Szervezet

Április 19.

Mészmárga Ankét, Szolnok

TATÁR A.-né: A „Tótkomlósi" mészmárga

JUHÁSZ Gy.: Az Alföld mészmárga összletének szedimentológiai jellegei

LEMBERKOVICS V.: Distribution and heterogeneity of Tótkomlós Calcareous Marl Member of Endrőd Marl Formation

CSICSELY Gy.: A mészmárga tagolása

MAGYAR I., SZUROMINÉ KORECZ A.: A pannóniai mészmárga ősmaradványai és kora

MILOTA K.: Felső-miocén mészmárga képződmények szerves geokémiai jellemzői

GEIGER J., CSÖKMEI B.: Kőzetfizikai tulajdonságok (naná, hogy a mészmárgáról van szó)

ÁRVAI L., GEDEON B.: Tények és következtetések egy mészmárgatelep termelésbe állítása kapcsán

VETŐ I., ZAJZON N., NÁDASI E.: Hol „várható" kén-hidrogén a mészmárga gázában?

Résztvevők száma: 87 fő

Szeptember 27.

Előadóülés, Szeged

KONCZ I.: Az algyői telepek migrációs modellje

GEIGER J., HORVÁTH J., CSÖKMEI B.: A Szegedi-medence nyugati oldalának 3D litológiai modellje és annak néhány következménye

Résztvevők száma: 22 fő

November 11.

NosztalGEO 2016 —
„50 éves az Alföldi Területi Szervezet", Szeged

DANK V.: 50 éve Szegeden alakult meg a Földtani Társulat Alföldi Területi Szervezete

DOBOS I. (SZANYI J.): A mélységi vízbeszerzési szakvéleményezés történeti vázlata

SZANYI J. (SZTE): Az Alföld felszín alatti víz termelése az elmúlt 50 év tükrében

KISS B. (MOL Nyrt.): „Azok a 60-as évek…" a Szegedi-medence fénykora

KISS K. (MOL Nyrt.): Jelen, jövő — Magyarországi szénhidrogén-kutatás

PÜSPÖKI Z. (MFGI): Alföldi negyedidőszaki víztartó képződmények nagyfelbontású rétegtani tagolási lehetősége

LUX M. BONCZ L., RADOVICS B. (MOL Nyrt.): Az Észak-Magyarországi Paleogén-medence CH rendszere

PALCSU L. (Atomki): Nemesgázok a vízben: korolás és paleoklíma

TÓTH T. (Geomega Kft.): Szeizmikus mérések anno, ma és holnap: egy száz éves geofizikai kutatási módszer jövője

LEMBERKOVICS V., PÁVEL E., FARKAS K. (RAG Hungary Kft.): A miocén rétegek kutatása az Alföldön — kihívások és lehetőségek a hazai szénhidrogén-kutatás jövőjében

PÁKOZDI G., AMRAN A., KISS B. (MOL Nyrt.): Különböző áteresztőképességű tárolók CH kutatási lehetőségei a MOL Magyarország 2016-os rétegrepesztési kampányának tükrében

MÁRTON B. (Vermilion Energy): Szénhidrogén-rendszerek a Battonya–Pusztaföldvár-háton

Résztvevők száma: 98 fő

November 25.

Földtani Kutatások az oknyomozó tudomány tükrében, előadóülés a Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából,
Debrecen

Társszervező: MTA DAB Földtudományi Szakbizottság
Földtani Munkabizottság

KOZÁK M., MCINTOSH R.: Debrecen szülötte, egyetemünk diákja és tanára, a XX. század kiemelkedő geológusa, SZÉKYNÉ Dr. FUX Vilma

TÓTH Á.: Emlékezzünk FERENCZI István geológus professzorra

KOVÁCS V., BUDAY T., RADICS T.: Hővezetési vizsgálatok metamorf kőzeteken

KOVÁCS T.: Talajhőmérséklet napi és évi járása debreceni adatsorok alapján

ENCS B., MCINTOSH R.: RMR (Rock Mass Rating) kőzettest értékelés a Bükkben

BUDAYNÉ BÓDI E., BUDAY T., KOZÁK M., MCINTOSH R.: A geotermikus energiahasznosítás térinformatikai háttere kelet-magyarországi alkalmazások példáján

SZEPESI J., LUKÁCS R., SOÓS I., HARANGI Sz.: NAGY vastagságú piroklasztitsorozat vulkanológiai újraértelmezése a Tokaji-hegység északi részén

HAJNAL A., CSÁMER Á., PALCSU L.: A paksi atomerőmű környezetének sekélyföldtani és izotóphidrológiai vizsgálatai

RADICS T., BUDAY T., MCINTOSH R.: Petrográfiai, mikrotektonikai, hővezetési vizsgálatok álmosdi mélyfúrások metamorf magmintáin

KOLESZÁR P., PAPP I.: Zárványok ásványos összetételének hatása betonacélok önthetőségére

VICZIÁN I.: Példák a szárazföldi üledékképződésre, iráni utazás geológus szemmel

BUZETZKY D., M. NAGY N., KÓNYA J.: Hogyan tisztítsuk meg vizeinket?

KOVÁCS E M, KÓNYA J, M. NAGY N: La-bentonit szerkezeti érdekessége

SÖRÖS A, BUDAY T., KOZÁK M: A nyírségi eltemetett vulkanizmus folyamatának és termékeinek geotermikai következményei egyszerű hőtranszport modellek alapján

RADICS T.: Földtani érdekességek a Pireneusokban

Résztvevők száma: 38 fő

Budapesti Területi Szervezet, Általános Földtani Szakosztály

Október 14–15.

Terepbejárás a gerecsei kainozoos képződmények és paleomorfológiai elemek vizsgálatára

Vezetők: BARTHA I., BEKE B., BUDAI S., CSILLAG G., FODOR L., KERCSMÁR Zs., KÖVÉR Sz., MAGYAR I., SELMECZI I., SZTANÓ O., ZALAI Zs.

Résztvevők száma: 28 fő

Dél-dunántúli Területi Szervezet

Június 23.

BAF kutatás szakmai előadói nap — Pécs

Társzervezők: MTA Pécsi Akadémiai Bizottság X. sz. Föld- és Környezettudományok Szakbizottsága Földtani és Bányászati Munkabizottsága, Radioaktív Hulladékokat Kezelő Kft.

Köszöntő: HÁMOS Gábor: Magyarhoni Földtani Társulat Dél-Dunántúli Területi Szervezet Elnök, MTA PAB X. sz. Föld- és Környezettudományok Szakbizottság Földtani és Bányászati Munkabizottsága Elnök

I.: A Bodai Agyagkő Formáció kutatásához kapcsolódó újabb kutatási tevékenység és eredményei

Levezető elnök: HÁMOS Gábor

TUNGLI Gy., MOLNÁR P. (RHK Kft.): A Bodai Agyagkő Formáció földtani kutatása

MÁTHÉ Z. (Mecsekérc Zrt.): A Bodai Agyagkő Formáció képződési környezete

HALMAI Á., HALÁSZ A. (PTE): A mélység színei — BAF fúrómagok színének kvantitatív vizsgálata

MAJOROS Gy., MENYHEI L. (Mecsekérc Zrt.). A Mecsek és környékének szerkezete, földtani ismereteink megkísérelt integrált értelmezése tükrében

KONRÁD Gy. (Geológus Kft.), SEBE K. (PTE), BUDAI T. (MFGI): A Bodai Agyagkő kutatási területének földtani térképezési munkái (1995-2016)

II.: A BAF–2 és BAF–1, –1A fúrások dokumentálási és vizsgálati eredményei

Levezető elnök: FÖLDING Gábor

VÁGÓ Z., (Mecsekérc Zrt.), SZEGŐ I. (RHK Kft.): A BAF–2 és BAF–1, –1A magfúrások műszaki kivitelezése

KONRÁD Gy. (Geológus Kft.), HALÁSZ A., SEBE K. (PTE), BERNÁTH Gy., GÄRTNER D. (Geo-Log Kft.), HÁMOS G., SÁMSON M., MÁTHÉ Z., ÓBERT V. (Mecsekérc Zrt.), BENEI B. (Biocentrum Kft.), MAGYAR L. (TIMÓ Bt.): A BAF–1, –1A és a BAF–2 fúrás földtani eredményei

SOMODI G., KOVÁCS L. (Kőmérő Kft.): A BAF–2 fúrás jellemzése a fúrómagokon végzett kőzettestosztályozás és kőzetmechanikai laboratóriumi eredmények alapján

FEDOR F. (Geochem Kft.), MÁTHÉ Z. (Mecsekérc Zrt.), KORONCZ P., ÁCS P. (Geochem Kft.): A BAF–2 és BAF–1, –1A fúrások kőzetanyagán végzett geokémiai, ásványtani és kőzetfizikai laboratóriumi vizsgálati mérések eredményei

III.: A BAF–2 és BAF–1, –1A fúrások lyukgeofizikai, hidrogeológiai vizsgálatai

Levezető elnök: MOLNÁR Péter

BERNÁTH Gy., GÄRTNER D. (Geo-Log Kft.), ZILAHI-SEBESS L. (MFGI), HÁMOS G. (Mecsekérc Zrt.): Mélyfúrásgeofizikai eredmények a BAF 2014. évi kutatásából

MÁZIK J. (Mecsekérc Zrt.): A VSP mérések eredményei, tapasztalatai a BAF-2 fúrásban

ANDRÁSSY M., DARVAS K., KORPAI F. (Golder Zrt.): A BAF–2 és BAF–1, –1A fúrások pakkeres hidraulikai vizsgálatai

KORPAI F., ANDRÁSSY M., DANKÓ Gy., DARVAS K. (Golder Zrt.): A BAF–2 fúrás többpakkeres rendszere

DANKÓ Gy., FARKAS M. P., KORPAI F. (Golder Zrt.): A BAF–2 fúrás hidrorepesztés vizsgálatai

FÖLDING G., MÁTHÉ Z., MÉSZÁROS A. (Mecsekérc Zrt.): BAF–2 és BAF–1, –1A fúrások vízmintavételi, vízvizsgálati eredményei

IV.: A BAF kutatási terület földtani-szerkezeti, vízföldtani vizsgálatai

Levezető elnök: MÁTHÉ Zoltán

FÖLDESSY J., NÁDASI J. (Miskolci Egyetem), MÁTHÉ Z. (Mecsekérc Zrt.): Hidrotermális ujjlenyomatok a Bodai Agyagkő Formáció kőzetein

VÉRTESY L., FÜSI B., GULYÁS Á., KISS J., SŐRÉS L., ZILAHI-SEBESS L. (MFGI), KONRÁD Gy., SEBE K., (Mérce Bt), HÁMOS G. (Mecsekérc Zrt.): A B–3 árkolás szakmai előkészítése

HÁMOS G., BENŐ D., DÁLYAY V., NADRAI J., SÁMSON M., SZABÓ R., SZAMOS I. (Mecsekérc Zrt.), KONRÁD Gy., BENEI B., HALÁSZ A., SEBE K. (Mérce Bt.): Tektonikai stabilitás vizsgálat kutatóárokkal a BAF elterjedési területén

CSURGÓ G. (Mecsekérc Zrt.), SZABÓ Zs. (Golder Zrt.): BAF vízföldtani reambuláció 2015 — BAF kutatás, I. felszíni kutatási fázis, 2. szakasz

MOLNÁR Péter (RHK Kft.): Zárszó/Jövőkép

Résztvevők száma: 84 fő.

Észak-magyarországi Területi Szervezet

Június 22.

Szent Iván napi vacsora a Miskolc alsó-hámori Molnár Csárdában, a 85 éves Dr. RADÓCZ Gyula, a 80 éves Dr. ZELENKA Tibor és a 75 éves Dr. HEVESI Attila köszöntése

Résztvevők száma: 25 fő

November 16–17.

Közös vizeink — Terepbejárás és előadóülés a Tudomány Ünnepe alkalmából

Társszervezők: MTA MAB Bányászati-Földtudományi-Környezettudományi Szakbizottsága, Miskolci Egyetem, Technická Univerzitá Kosice, Eszterházy Károly Egyetem, Magyar Hidrológiai Társaság Hidrogeológiai szakosztálya, Novohrad–Nógrád Geopark

November 16.

Terepbejárás: Vízföldtani, hidrológiai kirándulás a bányavizektől a termálvizekig: Mátraszenti., Hasznos, Kisterenye, Mátraverebély, Dolná Strehová / Alsósztregova

Résztvevők száma: 20 fő

November 17.

Tóth Gy., Szőcs T., Rotárné Szalkai Á., Gáspár Emese, Peter Malík, Radovan Černák: Szlovák–magyar határral osztott felszín alatti víztestek közös kutatásai és értékelései a két ország földtani intézeteinek (ŠGUDŠ és MFGI) kivitelezésében

Tometz L.: Délkelet-Szlovákia felszínalatti vízellátása — HUSK projekt

Tomor T.: Árvízvédelmi lehetőségek vizsgálata a Sajó-völgyben távérzékelési módszerekkel

Madarász T., Szűcs P.: A Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kara a felszín alatti vizekkel kapcsolatos nemzetközi kutatási programokban

Gruber P., Haviarova, D., Balázs I. Mátrahalmi T., Serfőző A., Ambrus M.: Víznyomjelzéses vizsgálatok a Haragistya – Silická Brezova karsztterületen — HUSK projekt

Prakfalvi P., Gaál L.: Vízföldtani érdekességek a Novohrad-Nógrád Geopark területén

Darabos E., Lénárt L.: A Miskolci Egyetem Szlovák-magyar kapcsolatok a hidrogeológiai oktatási és kutatási tevékenységekben

Résztvevők száma: 36 fő

November 17–18.

Az ásványtani, kőzettani és geokémiai felsőoktatási műhelyek éves találkozója

Társszervezők: MFT Ásványtan–Geokémiai Szakosztály, Oktatási és Közművelődési Szakosztály, MTA Geokémiai, Ásvány- és Kőzettani Tudományos Bizottság, MTA MAB Bányászati–Földtudományi–Környezettudományi Szakbizottsága, Miskolci Egyetem Ásványtani–Földtani Intézet

Mádai F.: Összefoglaló ismertetés az Ásványtani–Földtani Intézetről

Mádai F., Németh N.: Részvételünk az EU nyersanyagpolitika fejlesztésében: INTRAW, CHPM H2020 projektek eredményei az intézet részéről

Németh N.: A CriticEl projekt folytatása 1: REE indikáció a Bükkben

Zajzon N.: UNEXMIN H2020 projekt kezdeti eredményei; CriticEl projekt folytatása 2: Úrkút karbonátos Mn-érc

Less Gy.: Új Sr-izotóp koradatok a Központi Parathetysből

Szakáll S.: A Dudás-gyűjtemény — feladatok, lehetőségek

Velledits F.: Középső-triász karbonátplatformok fejlődése

Kristály F.: Kapcsolódások az anyagtudomány felé

Horváth R.: CriticEl projekt folytatása 3: szénhez kapcsolódó ritkaelem kutatás

Bulátkó K., Leskó M.: A Miskolci Egyetem AAPG és SEG Student Chapterek

Földessy J.: Az asvanykincs.hu honlap bemutatása

Résztvevők száma: 54

December 8.

Bemutatkoznak a Miskolci Egyetem (ME) Ásványtani-Földtani Intézetének hallgatói tagozatai

Bulátkó K.: Az ME AAPG (American Association of Petroleum Geologists) Student Chaptere

Papp R.: Az ME SEG (Society of Economic Geology) Student Chaptere

Nádasi E.: 2D szeizmikus mérés Dubai mellett (beszámoló az EAGE Bootcamp-ről)

Leskó M.: Geológiai világkongresszuson a Vredefort-fok és Fokváros között

Nagy A.: Merre tart a szénhidrogén-kutatás? Az SPE ATCE 2016 konferencia Dubaiban

Horváth A., Leskó M., Papp Richárd: Mentsük a menthetőt Úrkútról

Katona G.: Az AAPG ICE konferencia Barcelonában.

Résztvevők száma: 22 fő.

Közép- és Észak-dunántúli Területi Szervezet

Július 7. előadóülés

Papp R. Z.: Új eredmények az eplényi mangántelep kutatásában

Futó J.: Geotúra útvonalak kialakítása Bakonyjákó környékén

Futó J.: Beszámoló néhány bakonyi földtani alapszelvény természetvédelmi kezelési tervének készítéséről

Résztvevők száma: 6 fő

November 18. előadóülés

Tóth Á.: Felszínalatti vizek áramlása a fedetlen karbonátos Dunántúli-középhegységben

Futó J.: Javaslat újabb geológiai bemutatóhelyek létesítésére Herend–Szentgál környékén

Résztvevők száma: 6 fő

Szakosztályok rendezvényei

Agyagásványtani Szakosztály

Január 11.

Konferencialevelek 2015

Társrendező: Ásványtan–Geokémiai Szakosztálya, ELTE Ásványtár

Levezető elnök Weiszburg Tamás

Patkó L.: 25th Goldschmidt Conference, 2015. augusztus 16–21., Prága, Csehország

Dódony I.: 12th Multinational Congress on Microscopy (MCM2015), 2015. augusztus 23–28., Eger

Váczi T.: 8th European Conference of Mineralogy and Spectroscopy (ECMS 2015), 2015. szeptember 9–15., Róma

Dallos Zs.: 8th ILL School on Neutron Diffraction Data Treatment using the FullProf Suite, 2015. december 14–18., Grenoble

Tóth E. (Gergely F. beszámolója alapján): Euroclay 2015, 2015. július 5–10., Edinburgh

Szakmány Gy.: 13th European Meeting on Ancient Ceramics (EMAC), 2015. szeptember 24–26., Athén

Mozgai V.: Archeometallurgy in Europe IV, 2015. június 1 3., Madrid

Weiszburg T.: 6th Mineral Sciences in the Carpathians Conference (MSCC), 2015. május 16–19., Veszprém

Viczián I.: XVII. Székelyföldi Geológus Találkozó, 2015. október 22–25., Székelykeresztúr, Románia

Tóth E.: Konferencia behangozó 2016.

Poszter bemutatók

Bajnóczi, B., Fórizs, I., May, Z., Mozgai, V., Hatvani, I. G. Szabó, M., Dági, M., Mráv, Zs., M. Tóth, T.: Handheld XRF mapping of elemental composition of Roman silver artefacts: preliminary results (Archaeometallurgy in Europe IV)

Nagy, A. A., Szakmány, Gy.: Petrographic analyses of Rhodian amphorae from Savaria (EMAC)

BAJNOK, K., PÁSZTOR, E., PÁNCZÉL, P., SZAKMÁNY, GY., BENDŐ, ZS.: A unique ceramic group from the 6th–7th century Northeast Pannonia: Preliminary petrographic results of ceramics of the Csákberény Group (NW Hungary) from the early Avar Age (EMAC)

KÜRTHY, D., SZAKMÁNY, GY., JÓZSA, S., SZABÓ, G.: Preliminary archaeometric results of potsherds from the Early Iron Age mound grave in Regöly, Hungary (EMAC)

BAJNÓCZI, B., NAGY, G., SZABÓ, M., M. TÓTH, T., MAY, Z., PAJER J., RIDOVICS A.: "Glaze residues" and "glaze raw material" from Anabaptist pottery production centres in Moravia (EMAC)

Résztvevők száma: 28 fő.

Február 15.

Agyagásványtani Műhely

Levezető elnök TÓTH Erzsébet

BARTÓK Á.: A Felső-Szinva-forrás környéki metabazaltok agyagásványtani vizsgálata / Clay mineralogical study of the metabasalts at the Upper Szinva headwaters

KOVÁCS I.: Hidrotermás agyagásványos átalakulások a Velencei-hegységben / Hydrothermal clay alterations in the Velence Mountains

SCHIMEK É.: Ipari fluoremisszió geológiai eredetének vizsgálata / The geologic origin of industrial fluorine emission of a brick factory

Résztvevők száma: 20 fő.

Március 21.

SZENDREI Géza (1942–2015) emlékülés

Társszervezők: Ásványtan–Geokémiai Szakosztály, MTA Geokémiai, Ásvány– és Kőzettani Tudományos Bizottság Környezetgeokémiai Albizottság, Magyar Talajtani Társaság Talajásványtani Szakosztály, MTA Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai Intézet, Magyar Természettudományi Múzeum

Levezető elnök WEISZBURG Tamás

PAPP G.: A szakmai pályafutás áttekintése életrajzi keretben

TÓTH T.: Talajásványtani tevékenység — az évtizedes szakmai kolléga szemével

VICZIÁN I.: Talajásványokon innen és túl — a tudományos tevékenység rövid áttekintése

VICZIÁN I.: Szakmai közéleti tevékenység — Magyarhoni Földtani Társulat

VETŐ I., GONDI F.: Szakmai közéleti tevékenység — MTA Környezetgeokémiai Albizottság

NÉMETH T.: Szakmai közéleti tevékenység — Magyar Talajtani Társaság Talajásványtani Szakosztály

WEISZBURG T.: MECC 2010 — az utolsó nagy konferencia

TÓTH E.: Az egyetemi oktató

CSÁSZÁR G.: Az ember — ahogy csak kevesen ismerhették

Résztvevők száma: 54 fő.

Október 3.

Hol tart ma az agyagtudomány Közép-Európában, és mi ebben Magyarország helye és jövője?

Kerekasztal beszélgetés két konferencia (MECC — 2016, JTACC+V4 — 2017) tükrében

Levezető elnök WEISZBURG T.

VICZIÁN I.: Agyagásványok a kabai meteoritban. Irodalmi áttekintés és előzetes vékonycsiszolati mikroszkópos vizsgálat

KRISTÁLY F.: Agyagásványok a kabai meteoritban — előzetes röntgendiffrakciós eredmények

Résztvevők száma: 16 fő (2 előadás).

Ásványtan–Geokémiai Szakosztály

Január 22–23.

11. Téli Ásványtudományi Iskola

Társrendezők: MTA Geokémiai, Ásványtani és Kőzettani Tudományos Bizottság Nanoásványtani Albizottsága, MFT Pannon Egyetem

MAJZLAN, J.: Thermodynamics, the science in equilibrium

MAJZLAN, J.: The joy of calorimetry

MARTON A.: Vizes geokémiai egyensúlyi modellek, programok működésének termodinamikai alapjai

PÓSFAI M.: Vizes geokémiai egyensúlyok modellezése VMinteq programmal

SZABÓ P.: Kristályos anyagok számítógépes vizsgálata

DÓDONY I.: A kristályok sem nőnek az égig!

MÓRICZ F., MÁDAI F.: Erősen oxidálódó bolíviai szulfidos meddőhányók csurgalékvizének geokémiai modellezése HSC Chemistry 7.1 programmal

KOVÁCS I.: Nem polarizált, mennyiségi infravörös spektroszkópos elemzések jelentősége a földtudományi kutatásokban

BÍRÓ T., KOVÁCS I.: Hidrogén diffúziója kvarcban

NÉMETH T., KOVÁCS KIS V., BALÁZS B. R., DÓDONY I.: Agyagásványok átalakulása felszíni körülmények között: a nedvesítés–szárítás hatása

KIS V., NÉMETH T., DÓDONY I.: Elektrondiffrakciós vizsgálatok montmorilloniton

SZABÓ F.: Fények és színek egyensúlyban

WEISZBURG T., GHERDÁN K.: "Gondoljunk csak a középkori templomok ablaküvegeire..."

TAKÁCS J.: A Magyar Korona vizsgálatainak áttekintése

PAPP G.: A Szent Korona drágakövei

DEMÉNY A., NÉMETH P., CZUPPON Gy., LEÉL ŐSSY Sz., SZABÓ M., JUDIK K., NÉMETH T., STIEBER J.: Amorf kalcium-karbonát képződése hazai barlangokban és a jelenség paleoklimatológiai jelentősége

NÉMETH P., LAURENCE, J. GARVIE, A., BUSECK, P. R.: Nanogyémántok szerkezete

VÁCZI T.: Transzlációs doménméretek sugárkárosodott cirkonban

TOPA B. A., VÁCZI T., WEISZBURG T.: Mangán-oxidok Raman-spektroszkópiai vizsgálata

PAPP R. Z., ZAJZON N.: Új ásványtani és geokémiai eredmények az eplényi mangánérctelep kutatásában

DALLOS Zs., DÓDONY I., KRISTÁLY F., KOVÁCS KIS V.: A csontok ásványai

KŐRÖSI L., KOVÁCS J., PAPP Sz., PRATO, M., SCARPELLINI, A., RIEDINGER, A., KUS, M., MEYNEN, V.: PF–dópolt anatáz hidrotermális szintézise, szerkezete és fotokatalitikus aktivitása

MÉSZÁROS E., RAUCSIK B., VARGA A., SCHUBERT F.: Egyensúly — a mikrotektonika szemszögéből

PAPP N., MÉSZÁROS E., RAUCSIK B., VARGA A., M. TÓTH T.: Szöveti egyensúly és megbomlásának bélyegei márványokban

ÁBELE F.: A petrofizika szerepe és eszközei az olajiparban

A rendezvény házigazdája: PÓSFAI Mihály

Résztvevők száma: 78 fő (25 előadás).

Március 11.

Társrendezők: MFT Progeo Földtudományi Természetvédelmi Szakosztály, Általános Földtani Szakosztály, Budapest Területi Szervezet, Ásványtan–Geokémiai Szakosztály, és Őslénytani-Rétegtani Szakosztály

VINCZE P.: 55/2015 FM rendelet — avagy magyarázom a jogszabályom

Résztvevők száma: 17 fő.

Szeptember 22–24.

7. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés — Debrecen

Itt az idő! Kőzettani-geokémiai folyamatok és azok geokronológiai vonatkozásai

Társrendező: MTA ATOMKI

A rendezvény fő szervezője és házigazdája BENKÓ Zsolt

M. TÓTH T.: Az Alföld metamorf aljzatának kutatási feladatai és lehetőségei

MÉSZÁROS E.: A Horváthertelendi-egység agyagpala képződményének mikrotektonikai és termobarometriai vizsgálata a Horváthertelend–1 fúrás rétegsorán

PÉTERDI B.: Domoszló: őrlő- és malomkő nyersanyag-kitermelőhely és műhely a Mátrában: első régészeti elterjedés vizsgálatok

SZEMERÉDI M.: A Gyűrűfűi Riolit Formáció kőzeteinek komplex vizsgálata a Szava–1 és Vókány–2 mélyfúrásokban

BÍRÓ T.: Kvarc fenokristályok szerkezeti hidroxil-tartalmának szisztematikus változása ignimbritekben

JÓZSA S.: Miből készültek a római kori Fažanában (Dél-Isztria) a Laecanius amphorák?

KOVÁCS I. J.: A pargazitos amfibol potenciális szerepe a litoszféra dinamikájában

HARANGI Sz.: A pásztori vulkán működése: új kőzettani, vulkanológiai és geokronológiai eredmények

FARICS É.: A Keleti-Bakony triász vulkanogén képződményének kőzettani elemzése

KELE S.: A Vértesszőlősi előember-telep édesvízi mészkövének kora és „Clumped„ izotópokon alapuló hőmérséklet rekonstrukciója

RÓZSA P.: Antropokőzetek — a negyedik genetikai csoport?

ZELENKA T.: Páskatői szurokkő földtan-teleptana, kőzettana és hasznosítása

PÉCSKAY Z.: A geokronológia múltja, jelene és jövője

MOLNÁR M.: A C-14 módszer lehetőségei és korlátai a geológiai kutatásokban

KERTÉSZ G. T.: Új radiometrikus koradatok a Jászsági-medence negyedidőszaki üledékeiből (Tiszasüly)

HARANGINÉ LUKÁCS R.: A cirkon vulkanológiai, sztratigráfiai és petrogenetikai jelentősége a Kárpát–Pannon térség neogén–kvarter vulkáni működésének megértésében

MOLNÁR K.: A cirkon (U-Th)/He geokronológia alapja és alkalmazása fiatal vulkánkitörések meghatározására

THAMÓNÉ BOZSÓ E.: A lumineszcens kormeghatározás alkalmazott módszerei és eredményei a MAGYAR Földtani és Geofizikai Intézetben

PALCSU L.: Gráf, szkóp, méter

KOCSISNÉ PETŐ M.: A földköpeny nemesgáz-kutatásának legújabb eredményei

GARAGULY I.: Mélybetemetődési és telogenetikus átalakulások nyomai a Szegedi Dolomit Formációban

KIRÁLY E.: A Kő-hegyi (Soproni-hegység) gránátok magmás és metamorf képződésének körülményei EMPA, PIXE, és LA-ICP-MS vizsgálatok alapján

RADICS T.: Petrográfiai, töredezettségi és hővezetési vizsgálatok álmosdi fúrások metamorf magmintáin

KERESKÉNYI E.: Előzetes eredmények a Herman Ottó Múzeum neolit csiszolt kékpala kőeszközeiből

SKULTÉTI Á.: A Mecsekalja-öv metamorf és deformációtörténeti rekonstrukciója a SZTL–1 fúrás furadékanyaga alapján

KIRÁLY A.: A Raman-spektroszkópia alkalmazása szerves anyag érettség meghatározására a Donyec-medence szén mintái példáján

HAJNAL A.: Paks környéki alapfúrások mélyföldtani jellemzése és összevetése

PAPRIKA D.: Torlasztó–szigetelő törészóna célirányos harántolása Bátaapátiban

SZEPESI J.: Hidratáció, devitrifikáció és összesülés szöveti vizsgálata (SEM, Raman, FTIR, TG) egy riolitos lávaár kontakt zónájában, esettanulmány, Lebuj perlitfal, Tokaji-hg.

Poszter szekció

OBBÁGY G.: Az Erdélyi-medence paleogén sziliciklasztos kőzeteinek eredete

PAPP N.: Petrográfiai módszerek alkalmazása márványok vizsgálata során. Megfigyelések a Dorozsmai márványon

VÍGH Cs.: Bányászati hulladékkezelő létesítmények kritikus anyagtartalma és potenciálbecslési lehetőségei

ISTOVICS K.: Repedezettség előrejelzés a Bátaapáti NRHT-t befogadó kőzettestben a BN1-1 és BN2-1 jelű előfúrások alapján

TÓTH Á.: A meleg-hegyi hidrotermás breccsa vizsgálata statisztikai módszerekkel

DÉCSEI K.: Az Üllés–Forráskút térség metapegmatoid képződményeinek ásvány–kőzettani és mikrotektonikai vizsgálata az Üllés–15 fúrásban

KISS R.: Miocén homokkövek petrográfiai vizsgálatának eredményei a Szeghalom-dóm környezetében

KISS B.: A székelyföldi Csomád tűzhányó utolsó kitöréseit megelőző magmakamra-folyamatok vizsgálata — következtetések a vulkáni működés jövőbeli felújulásának veszélyeire

JANKOVICS É.: Változatos eredetű klinopiroxének alkáli bazaltokban: következtetések az ásványok nyomelem-összetételéből

MÉSZÁROS K.: Csomádi dácit kőzetek Fe-Ti oxidjainak vizsgálata termometria céljából

Résztvevők száma: 56 fő (39 előadás+poszter)

Geomatematikai és Számítástechnikai Szakosztály

Május 26–28.

19. Magyar és a 8. Horváth–Magyar Geomatematikai Ankét, Geomatematika — a geológiai modellezés jelene és jövője (Geomathematics — present and future of geological modelling)

CVETKOVIĆ, M.: Application of Standard Deviation Trends on Well Log Data in Miocene, Pliocene and Pleistocene Sediments for Definition of Well Log Markers in Sava Depression, Pannonian Basin

KORONCZ, P. J., FEDOR, F.: Experimental investigation of stress-dependent petrophysical behaviour of reservoir rocks

PRŠA, L., FERENČAK, M.: New approach in depositional environment reconstruction — Environmental Coefficient (Ce)

HREN, M., GAĆINA, M., VULIN, D.: Coupling reservoir permeability with granulometric heterogeneity using programming language R

VOLFORD, V.: Siliciclastic coasts — Problems and possible solutions related to modeling of these extreme heterogenic environments

Elnök: HORVÁTH Janina

APRO, M.: 3D modelling of a Lower Pannonian hydrocarbon reservoir sandstone group

NOVAK ZELENIKA, K., VIDAČEK, R., ILIJAŠ, T., PAVIĆ, P.: Petrophysical modelling of the Upper Pannonian reservoirs in Sava Depression

MAJSTOROVIĆ BUŠIĆ. A., ALZENAB, M., NOVAK ZELENIKA, K.: Applications of different mapping methods for sandstone distribution in south-eastern part of Sava Depression

RUKAVINA, D., MATOŠ, B., TOMLJENOVIĆ, B., SAFTIĆ, B.: Neotectonic active faults in the Eastern part of Sava Depression: Implications to tectonic evolution based on 2D seismic data and 3D subsurface structural modelling

Elnök: Marko CVETKOVIĆ

HORVÁTH, J., BORKA, SZ., GEIGER, J.: Optimisation of cluster facies — why, how and how much cluster?

BORKA, SZ., HORVÁTH, J., GEIGER, J.: Geometrical parametrization of structural elements of deep-water clastic depositional systems: a case study from Pannonian Basin

JAKAB, N.: Connectivity metrics and density-based clustering for uncertainty assessment

Elnök: HATVANI István Gábor

HATVANI, I. G., CLEMENT, A., KORPONAI, J., KOVÁCS, J.: The effect of climatic parameters on the nutrient cycle in the Kis-Balaton Water Protection System on a daily scale determined by wavelet coherence analysis

KOVAČ, Z., PAVLIĆ, K., NAKIĆ, Z.: Influence of dissolved oxygen on nitrates concentration in Zagreb aquifer

GULÁCSI, A.: Setting up a cost-effective agricultural drought monitoring system using spectral indices derived from MODIS satellite images in Hungary

Elnök: Kristina NOVAK ZELENIKA

HATVANI István Gábor: WORKSHOP — Handling input data, curse or blessing?

Résztvevők száma: 28 fő

Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály

Május 26.

Mérnökgeológia–Kőzetmechanika 2016 Konferencia

Társrendezők: BME Geotechnika és Mérnökgeológia Tanszék, IAEG és ISRM Magyar Nemzeti Bizottságai

Ünnepélyes megnyitó: JÓZSA János, a BME rektora

Antonio BOBET (Purdue University): Frictional Discontinuities: The Mechanics and Imaging of Slip

FARKAS M. P., DANKÓ Gy.: Fúróiszap és foliáció hatása a hidraulikus repesztésre

ISTOVICS K., M. TÓTH T.: Törésmodellezés a Bátaapáti Nemzeti Radioaktív Hulladéktároló környezetében, a BN2–1-es fúrás alapján

DEÁK F., SHUBERT, W., HOGYOR Z., CSICSÁK J.: A 3VK vizsgálati kamra kihajtása során feltárt vetőzóna hatása a 3D-s optikai konvergencia mérések eredményeire

SKULTÉTI Á., M. TÓTH T., KOVÁCS I. J.: A kőzet mechanikai tulajdonságainak és reológiai viselkedésének meghatározása furadékanyag kvarcszemcséi alapján

LOVAS Á., KOVÁCS R., KOVÁCS L.: Nem Fourier hővezetés a kőzetmechanikában

TÖRÖK Á., LOVAS T., BARSI Á., BÖGÖLY Gy., CZINDER B., GÖRÖG P., KLEB B., MOLNÁR B., MUSKOVICS M., PÁLINKÁS B., ROZGONYI-BOISSINOT N., SOMOGYI Á., VÁSÁRHELYI B.: A Siroki vár sziklafalainak állékonyság vizsgálata: a térinformatika és mérnökgeológia együttes alkalmazása

BALÁZSY Béla köszöntése

BARTAKOVICS E., KOVÁCS J., TÖRÖK Á.: II. J. Pál pápa téri földtani képződmények mérnökgeológiai értelmezése a metró fúrások és karotázs adatok alapján

VÍG T., FARKAS D., HAJNAL G.: Szivárgási tényező vizsgálata kisminta kísérlet és numerikus modell segítségével

NÉMETH R., VERRASZTÓ Z., IZSÁK T.: A mérnökgeológia feladatai és lehetőségei a környezet védelmében, környezeti és társadalmi konfliktusok Aknaszlatinán

ANDÓ A., BODNÁR N., GYURICZA Gy., ZSÁMBOK I.: Budapest X. kerületének településgeológiai térképsorozata

GÁLOS M., KÜRTI I.: Kőzetmechanikai és kőzetszilárdsági vizsgálatok a Műegyetemen

DEÁK F., SZ. I., BAKAI J.: A Bátaapáti NRHT kamratérségét befogadó gránittest kőzetmechanikai viselkedésének jellemzése az akusztikus emissziók megfigyelése alapján

L., MÜLLER T.: A legfelső vízzáró réteg előfordulása és vastagsága különböző laza üledékes területeken

KOPECSKÓ K.: A Ház őrzői: a bronz oroszlánok. Restaurálást megelőző röntendiffrakciós vizsgálatok

LÁMER G.: Az anyag folytonos és diszkrét viselkedésének leírása. A modellezés kérdései

Résztvevők száma: 120 fő

Október 4–5.

Central Erupean Rock Stress Course

Társszervezők: BME Geotechnika és Mérnökgeológia Tanszék, Golder Associates, IAEG és ISRM Magyar Nemzeti Bizottságai

Meghívott előadók: Ove STEPHANSSON és Arno ZANG (GFZ – German Research Centre for Geosciences, Potsdam)

Fő témakörök: Rock Stress Terminology and Definitions, Fracture Mechanics and Rock Failure, Measuring Crustal Stress; Borehole and Core-based methods, Borehole Breakouts, Hydraulic Fracturing, Best Estimate Stress Model, Word Stress Map and its Application to Science and Industry. Special Topic: Geothermal Potential & Resources in Hungary

Résztvevők száma: 80 fő.

Október 10.

Agrogeológiai Előadóülés

Társszervezők: MFT Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály, BME Geotechnika és Mérnökgeológia Tanszék

HALUPKA G., KUTI L.: Újabb terepi megfigyelések a városi parkok talajai tápanyagforgalmának megértéséhez

SEBŐK A., CZINKOTA I.: Humuszoldat adszorbciós és deszorbciós kinetikájának meghatározása homokos talajon oszlopkísérlet segítségével

KERÉK B., KUTI L., FÜGEDI U., SEBŐK A., KALMÁR J.: Alföldi homokterületek agrogeológiai felmérése és a nyomelem pótlás lehetősége

Résztvevők száma: 12 fő

December 7.

Mérnökgeológia: a jelen és a jövő kihívásai

Társrendezők: MTA Földtani Tudományos Bizottsága, a Földtudományok Osztálya (X. osztály)

VÖRÖS A.: A szakülés megnyitója

HAAS J.: Bevezető gondolatok

MARINOS, P. G.: Ongoing challenges in Engineering Geology for tunneling in difficult ground

KOVÁCS L.: A Mórágyi Gránit Formáció kőzetmechanikai minősítésének eredményei és kihívásai a biztonsági értékelés és a statikai tervezés szempontjából

MADARÁSZ T., SZABÓ I., KOVÁCS B., MIKITA V., KÁNTOR T., KOLENCSIKNÉ TÓTH A., SZÉKELY I., SZŰCS P.: Mérnökgeológia alkalmazhatósága szennyezett területek kármentesítésében

MINDSZENTY A.: Városi geológia — antropogén hatások: a budapesti Rudas fürdő travertinó-kiválásának anatómiája

TÖRÖK Á.: Hagyományos módszerek és a jövő technológiájának alkalmazhatósága a mérnökgeológiában

Résztvevők száma: 50 fő

Nyersanyagföldtani Szakosztály

Március 9.

BÍRÓ M.: Glaciális és mediterrán, Egy geológus Erasmuson Svédországban

Résztvevők száma 12 fő

Október 27.

MOLNÁR F.: A földtani alapkutatás jelentősége nyersanyagtelepek gyakorlati kutatásában — példák Finnországból

Résztvevők száma 43 fő

December 1.

MOLNÁR K., MOLNÁR Zs., ORBÁN Sz.: Óriások útján Írországban Terepgyakorlati élménybeszámoló

Résztvevők száma 7 fő

Oktatási és Közművelődési Szakosztály

Április 8–9.

Országos Középiskolai Földtudományi Diákkonferencia

Társrendezők: Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kara, Pannon Tenger Múzeuma

CSIKI L. V., NYISALOVITS T. (Herman Ottó Gimnázium, Miskolc): „Égi kövek”

KÁLMÁN P. (Attila Király Gimnázium, Aba): A Nummulites, az aranyérmes ősmaradvány

PATÓCS D. (TÖRÖK Ignác Gimnázium, Gödöllő): A keszegi hidrotermális kalcitok és társai

SOÓS A., ISTVÁN G. (Garay J. Gimnázium, Szekszárd): Időutazás a múltban, avagy klímaváltozás nyomai pleisztocén rétegekben

ESZENYI Á. (Debreceni Egyetem Balásházy J. Gyakorló Szakközépiskolája, Gimnáziuma és Kollégiuma, Debrecen): Debrecen Környéki Kistájak talajtani szempontú összehasonlító elemzése

FARKAS K., KAZINCZI R. (Bibó I. Gimnázium, Kiskunhalas): Mi jön az égből?

FRITZ P., PÁNCZÉL E., SZEBENYI R. (Árpád-házi Szent Erzsébet Középiskola, Esztergom): A Golf-áramlat és az El Niño-jelenség hatása Magyarország éghajlatára

KONKOLY E. (Debreceni Egyetem Balásházy János Gyakorló Szakközépiskolája, Gimnáziuma és Kollégiuma, Debrecen): Összefoglalás az ózonréteg vékonyodásának folyamatáról a Goddard Űrközpont adatai alapján

KOVÁCS K., LÁNG L. Z. (Baksay Sándor Református Gimnázium és Általános Iskola, Kunszentmiklós): Kiskunlacháza — Bankháza Repülőtér kármentesítése

BERZÉKI V., OLÁH V. (Gödöllői Református Líceum Gimnázium): A Rákos-patak

BESSENYEI B. B., TÁRNOK E. (Deák F. Gimnázium és Kollégium, Fehérgyarmat): Egy kerti tó vízminőségi vizsgálata

LÁSZLÓ. B., REIJNDERS, V. (Bibó István Gimnázium, Kiskunhalas): A Dongéri-főcsatorna kiskunhalasi szakaszának vízminősége

RAPPAY B. Zs., VARGA P. (I. Béla Gimnázium, Szekszárd): A felszíni vizek megőrzésének lehetőségei a Szedresi Ős-Sárvíz területén

SZELECZKI B. (Árpád-házi Szent Erzsébet Középiskola, Esztergom): A Szentendrei-sziget hidrológiai jelentősége

Résztvevők száma: 40 fő

Őslénytani–Rétegtani Szakosztály

Május 25. Ecseg

„Az őslények csodálatos világa című” rajzpályázat és ismeretterjesztő program az Ecsegi II. Rákóczi Ferenc Általános Iskola diákjai számára

Résztvevők száma: 108 (ebből rajzpályázatot is benyújtott: 46 fő)

Május 26–28. Kozárd

19. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés

Társrendezők: Pásztói Múzeum, Novohrad–Nógrád Geopark

MAGYAR Imre: Megnyitó, üdvözlés

MIHÁLY L., BODOR E. R., KÁZMÉR M., KUSTATSCHER, E.: A Mecsek hegységi perm makroflóra taxonómiai, paleoökológiai és paleobiogeográfiai vizsgálata

VÖRÖS A., BUDAI T.: A „vászolyi csoda” — egy rendkívüli középső-triász ammonoidea dúsulás és okai

KARÁDI V., HORVÁTH B.: A Rudabányai-hegység, Varbóc, telekes-völgyi triász alapszelvény conodonta biosztratigráfiájának revíziója

CSÉFÁN T., TÓTH E., BODOR E. R.: Méhes és Zalányi triász és kréta ostracoda holotípusainak nyomában a Magyar Földtani és Geofizikai Intézetben

GÖRÖG Á.: Mezozoos foraminifera vizsgálatok a Dinaridákból (Trijebinske, Szerbia)

ZSIBORÁS G., GÖRÖG Á.: Aaleni (középső-jura) foraminifera vizsgálatok a Dunántúli-középhegységből

FŐZY I.: Nyíltvízi stopposok, vagy helyt ülő szigetlakók? — Epőkia, kommenzalizmus és forézis nyomai jura és kréta időszaki cephalopodákon

BODOR E. R., BOTFALVAI G.: Környezetjelző növényi mezofosszíliák Iharkútról

SZABÓ M., GULYÁS P., ŐSI A.: Késő-kréta Pycnodontiformes halak a iharkúti gerinces lelőhelyről

VENCZEL M., CODREA, V. A., SZENTESI Z., SOLOMON, A., FĂRCA, C.: Késő-kréta békák Iharkútról és az erdélyi Alsóváradjáról

BOTFALVAI G., CSIKI-SAVA, Z., GRIGORESCU, D., VASILE, Ş: A Tuştea puzzle: a Hátszegi-medence (Románia, Tuştea) egyik legdiverzebb dinoszaurusz lelőhelyének (késő-kréta, maastrichti) tafonómiai és paleoökológiai vizsgálata

ŐSI, A., PRONDVAI E., MALLON, J., BODOR E. R.: A táplálékfeldolgozás evolúciója a páncélos dinoszauruszoknál

KOCSIS T. Á., KIESSLING, W: Modern fajok kihalási kockázatának felmérése őslénytani rekordjuk alapján

KOCSIS L., BRIGUGLIO, A., RAZAK, H., ROSLIM, A.: Őslénytani érdekességek a Brunei Szultanátusból

KOCSIS L., DULAI A., YUNSI, M.: A Megathiris detruncata brachiopoda faj stabilizotóp-geokémiai vizsgálata az eocéntől napjainkig

LESS Gy., PARENTE, M., FRIJIA, G., CAHUZAC, B.: Új Sr-izotóp koradatok néhány európai oligo-miocén nagyforaminifera lelőhelyről

POLONKAI B., GÖRÖG Á., BODOR E. R., RAVELOSON A., SZÉKELY B.: Új módszerek és új eredmények a hazai Echinoidea kutatásban

BALASSI E., GÖRÖG Á.: Alsó-miocén (kárpáti) foraminiferák vizsgálata az acsai Papucs-hegyről

HÍR J.: Középső miocén kisemlősfaunák Nógrádból

SZUROMINÉ KORECZ A.,KÁDÁR M.: Meglepetések a beleznai alsó-badeniből

BOTKA D.: A Lymnaeidae (Gastropoda) család mélyvízi képviselőinek evolúciója a Pannon-tóban

MAGYAR I., KATONA L., CZICZER I., KOVÁCS Á.: Egy „rejtőzködő" pannóniai kagylófaj: a Lymnocardium szaboi Lőrenthey

SZENTESI Z., PAZONYI P., MÉSZÁROS L.: Csarnóta 3, egy új felső-pliocén (MN16A) Albanerpeton pannonicum (Allocaudata: Albanerpetontidae) előfordulás a Villányi-hegységben

PÁLFY J.: Hogyan írjak absztraktot?

GERE K.: A Somssich-hegy 2-es lelőhely (Villányi-hg.) tafonómiai vizsgálatának eredményei

PAZONYI P., MÉSZÁROS L.s, SZENTESI Z., GASPARIK M., VIRÁG A., GERE K., MÉSZÁROS R., BOTKA D., BRAUN B., STRICZKY L.: Taxonómiai, tafonómiai és paleoökológiai eredmények a késői kora-pleisztocén Somssich-hegy 2-es lelőhely gerinces faunájának vizsgálata alapján

SZABÓ B., VIRÁG A.: Magyarország pleisztocén és holocén szarvasainak paleoökológiai értékelése

VIRÁG A.: A párizsi Nemzeti Természettudományi Múzeumban őrzött dél-amerikai ormányosok vizsgálatának előzetes eredményei

VINCZE I., MAGYARI E., JAKAB G., BRAUN M., SZALAI Z., FINSINGER, W.: Paleoökológiai rekonstrukció növényi makrofosszília és makropernye vizsgálatok alapján

NÉMETH A., BÁRÁNY A., CSORBA G., MAGYARI E., PAZONYI P., PÁLFY J.: Az elveszett tizenkettő: emlősfajok kihalása a holocén során a Kárpát-medencében

COLIN, P., KÁZMÉR M., JÓZSA S., CLARK, G., TABOROSI, D.: Hogyan és miért fullad meg egy karbonátplatform? A mikronéziai Velasco-zátony története az utóbbi 500 évben

Résztvevők száma: 68

ProGeo Földtudományi Természetvédelmi Szakosztály

Március 11.

Szakosztályi vitaülés

VINCZE P.: 55/2015 FM rendelet — avagy magyarázom a jogszabályom

Az ülés céla annak megvitatása volt, hogy a földtani alapszelvények védetté nyilvánításának tapasztalatai hogyan hasznosíthatók az ásvány- és ősmaradvány-lelőhelyek védelmében, illetve hogy a védelem miként terjeszthető ki magukra az ősmaradványokra is.

Résztvevők száma: 17 fő

Október 1., 8.

Geotóp napok

Társszervező: Progeo Földtudományi Természetvédelmi Szakosztály, Nemzeti Park Igazgatóságok

Október 1.

Helyszínek: Csólyospálos, Zempléni-hegység-Megyer-hegy, Tatai Geológus Kert, Szarvaskő Földtani Tanösvény, Városi geotúra Békéscsabán, Fertőrákosi mészkőbánya, Salgótarján–Pécskő–Kaptárfülkék–Hurka-Pécs-kő.

Október 8.

LESS Nándor Emléktúra Cserépfalu, „Hegyről le, völgynek föl" – Sas-hegyről a Sváb-hegyre, Pisznice – JUHÁSZ Márton emléktúra, Madarasi Téglavető geotúra, Az őszi Vértes színei geotúra, Bódvarákó – Esztramos-hegy geotúra, Ammonitesz tanösvény geotúra, Tarpa, Nagy-hegy geotúra, Eperjes-hegyi tanösvény geotúra, Sas-hegy geotúra, Gánti külszíni bemutatóhely Zirci geotúra a Bakonyi Természettudományi Múzeumban

Résztvevők száma: 610 fő

December 9.

HORVÁTH Gergely: Geoparkok Kínában

Résztvevők száma: 9 fő

Tudománytörténeti Szakosztály

Január 18.

TÓTH Á.: BALOGH Margit, az első geológusnő

NAGY Béla: Megemlékezés JANTSKY Béláról, halálának 25. évfordulóján

Résztvevők száma: 12 fő

Február 15.

ZELENKA T.: VECSERNYÉS Gy. törökországi perlit kutatásai 1970–75. között

VICZIÁN I.: Német természetkutatók eddig ismeretlen levelei TELEKI Domokoshoz

ZSADÁNYI É.: 2015. évi titkári beszámoló

Résztvevők száma: 14 fő

Március 21.

VITÁLIS Gy.: A magyar birodalom vízrajzi viszonyai HUNFALVY J.: „A magyar birodalom természeti viszonyainak leírása" című műve 150 éve megjelent harmadik kötetében

SZABÓ Z., VADÁSZ G., KOVÁCS P.: 125 éve végezte Eötvös Loránd első terepi torziós inga mérését a Ság hegyen

Résztvevők száma: 9 fő

Június 1.

Előadóülés OMBKE-vel közös rendezvény

TÓTH Á.: Előbeszéd

CSERÉNYI-ZSITNYÁNYI I. (a könyv szerzője): „A Rákosi-korszak egy bányamérnök-perének anatómiája"

TÓTH J.: A MAORT-perrel való párhuzamosságok

Résztvevők száma: 25 fő

Június 20.

CSATH B.: Emlékezés ZSIGMONDY Vilmosra, halálának 100. évfordulóján

VICZIÁN I.: Könyvismertetés- Deusche und Ungarische Mineralogen in Jena (szerk. Gurka D.) c. könyvről

Résztvevők száma: 18 fő

Szeptember 19.

Hatvan éve történt — 1956

Bevezeti és levezeti: KECSKEMÉTI T.

„Akik elmentek, más útra tértek, mégis ugyanoda értek" címmel megemlékező beszélgetés (főleg) az 56-ban Kanadába került ol. társairól

DOJCSÁK Győző intonálásával, ki mit tud róluk, alapon

TRUNKÓ L.: Néhány személyes élmény 60 év távlatából. (Felolvassa KECSKEMÉTI T.).

Résztvevők száma: 12 fő

Október 17.

DOBOS I.: Megemlékezés RÓNAI András halálának 25 éves évfordulóján

CSATH B.: Emlékezés ZSIGMONDY Bélára, halálának 100. évfordulóján

NAGY B.: 50 éve jelent meg KOCH Sándor „Magyarország ásványai" első kiadása

Résztvevők száma: 18 fő

November 21.

TÓTH Á.: FERENCZI István hagyatéka

PAPP P.: WEIN Gy., a földtan egyetlen tiszteletbeli kandidátusa és Háromoldalú találkozó Máriavölgyön, Pozsony mellett

KOMLÓSSY Gy.: VIZY Béla, a magyar alumíniumipar utolsó főgeológusa

Résztvevők száma: 18 fő

December 18.

Évzáró szakülés régi könyvek vonzásában
Vegyük kézbe a klasszikus geológiai műveket!

Moderátor: BREZSNYÁNSZKY Károly

Kézbe vehetjük, belelapozhatunk tudományszakunk néhány klasszikus művébe.

BENKŐ F., Francois Sulpice BEUDANT, Ignatz Edler VON BORN, KÖLESÉRI Sámuel és Robert TOWNSON könyveibe.

A szerzőket és munkáikat bemutatták: VICZIÁN I., SÍKHEGYI F., PAPP G., KÁZMÉR M., NAGY B. és RÓZSA P.

Résztvevők száma: 23 fő.