

Földtani Közlöny

134/3

A Magyarhoni Földtani Társulat folyóirata

BULLETIN OF THE HUNGARIAN GEOLOGICAL SOCIETY



Budapest, 2004

Földtani Közlöny

A Magyarhoni Földtani Társulat
folyóirata

Bulletin of the Hungarian Geological
Society

Vol. 134/3

Budapest
ISSN 0015-542X

Felelős kiadó

BREZSNYÁNSZKY Károly
A Magyarhoni Földtani Társulat elnöke

Főszerkesztő

CSÁSZÁR Géza

Technikai szerkesztők

PIROS Olga
KRIVÁNNÉ HORVÁTH Ágnes
Nyelvi lektor: Philip RAWLINSON

Editor-in-charge

Károly BREZSNYÁNSZKY
President of the Hungarian Geological Society

Editor-in-chief

Géza CSÁSZÁR

Technical editors

Olga PIROS
Ágnes KRIVÁN-HORVÁTH
Language editor: Philip RAWLINSON

Szerkesztőbizottság

Elnök: BREZSNYÁNSZKY Károly
BAGOLYNÉ ÁRGYELÁN GIZELLA, FODOR László,
GRESCHIK Gyula, KÁZMÉR Miklós, MINDSZENTY
Andrea, VICZIÁN István, VÖRÖS Attila

Editorial board

Chairman: Károly BREZSNYÁNSZKY
Gizella BAGOLY-ÁRGYELÁN, László FODOR,
Gyula GRESCHIK, Miklós KÁZMÉR, Andrea
MINDSZENTY, István VICZIÁN, Attila VÖRÖS

Főtámogató

MOL Rt.

Sponsor

MOL Rt.

A kéziratokat az alábbi
cívre kérjük küldeni

PIROS Olga, 1442 Budapest, Pf. 106.

Manuscripts to be sent to

Olga PIROS, 1442 Budapest, P. O. box 106.

Földtani Közlöny is abstracted and indexed in **GeoRef** (Washington) **Pascal Folio** (Orleans)
Zentralblatt für Paläontologie (Stuttgart), **Referativny Zhurnal** (Moscow) and **Geológiai és**
Geofizikai Szakirodalmi Tájékoztató (Budapest)

A Siklósbodony Sb–1 mélyfúrás feltételezett karbon–perm határképződményeinek ásványtani, kőzettani és geokémiai jellemzői

Mineralogical, petrographic and geochemical characteristics of siliciclastic rocks from the supposed Carboniferous–Permian boundary in borehole Siklósbodony Sb–1, South-western Hungary

R. VARGA Andrea¹ – RAUCSIK Béla² – SZAKMÁNY György¹

(7 ábra, 4 táblázat)

Tárgyszavak: homokkő, aleurolit, röntgen-pordiffrakció, geokémia, késő-paleozoikum, Tésényi Homokkő Formáció, Korpádi Homokkő Formáció, Dél-Dunántúl, Magyarország

Keywords: sandstone, siltstone, X-ray diffraction, geochemistry, Late Palaeozoic, Tésény Sandstone Formation, Korpád Sandstone Formation, southern Transdanubia, Hungary

Abstract

This paper reports on mineralogical, petrographic and geochemical characterisations of clastic sedimentary rocks of the supposed Carboniferous–Permian boundary. The latter can be found at a depth of 700 m in borehole Siklósbodony (Sb–1), southern Transdanubia, Hungary.

According to our results, neither lithostratigraphic nor geochemical boundaries were recognized in the depth interval 673.0–712.0 m of the sequence from borehole Sb–1. Proof of the existence of the sediments studied was found in the same source area which is dominated by quartz-rich metamorphic rocks. Based on previous petrological studies and interpretations, the authors suggest the Tésény Sandstone Formation from borehole Sb–1 is unconformably overlain by the Korpád Sandstone Formation; furthermore, the position of the lithostratigraphic boundary showing tectonic contact is at a depth of 642.0 m.

Összefoglalás

A tanulmány a Siklósbodony Sb–1 fúrásban 700 m mélységben feltételezett karbon–perm határ közvetlen környezetéből származó törmelékes üledékes kőzetminták részletes ásványtani, kőzettani és geokémiai jellemzését mutatja be.

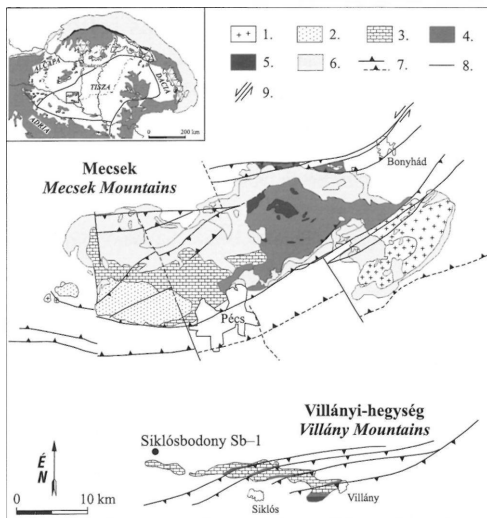
Eredményeink alapján az Sb–1 fúrás 673,0–712,0 m mélységtartományában nem jelölhető ki ásványtani, kőzettani vagy geokémiai határ. A vizsgált képződmények lefordási területe egységes, uralkodóan kvarcdús metamorf kőzetek lepusztulásából származik. Figyelembe véve a korábbi ásványtani és kőzettani vizsgálatok eredményeit, az Sb–1 fúrásban harántolt, a Korpádi Homokkő Formáció és a Tésényi Homokkő Formáció közötti kőzetrétegtani határt tektonikus jelleggel 642,0 m mélységbe helyezzük.

Bevezetés

A Villányi-hegység északi előterének nyugati részén a Mecseki Ércbányászati Vállalat (MÉV) 1968-ban mélyítette a Siklósbodony–1 (Sb–1) mélyfúrást, amely

¹ ELTE Kőzettani és Geokémiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/C, e-mail: raucsikvarga@freemail.hu; gyorgy.szakmany@geology.elte.hu

² Veszprémi Egyetem, Föld- és Környezettudományi Tanszék, 8200 Veszprém, Egyetem u. 10, e-mail: raucsik@almos.vein.hu



1. ábra. A Mecsek és a Villányi-hegység egyszerűsített földtani térképe a mintagyűjtés helyének feltüntetésével (NAGY 1968 alapján, CSONTOS et al. 2002 szerkezetföldtani adatainak felhasználásával). Jelmagyarázat: 1. gránit; 2. perm; 3. triász; 4. jura; 5. kréta; 6. neogén; 7. térképezett/feltételezett áttolódás; 8. transzfer vető; 9. oldaleltolódás

Fig. 1 Generalized geological map of the Mecsek and Villány Mts and sample locality (modified after NAGY 1968 with structural geological data of CSONTOS et al. 2002). Legend: 1 granite; 2 Permian; 3 Triassic; 4 Jurassic; 5 Cretaceous; 6 Neogene; 7 thrust mapped/supposed; 8 transfer fault; 9 strike slip fault

célja a perm képződmények kutatása volt (1. ábra). A feltárt rétegsor jelentőségét azonban az adta, hogy a mélyfúrás az alsó-perm képződmények alatt felső-karbon törmelékes képződményeket harántolt. A siklósbodonyi fúrás kőzetanyagának vizsgálata így szervesen kapcsolódott a karbon kőszéntelepek feltárását célzó kutatáshoz.

Az Sb-1 fúrás földtani értékelését KASSAI (1969) végezte, aki az első részletes anyagvizsgálat eredményeit felhasználva (FAZEKAS 1969; IVÁN 1969) jelentésében a mélyfúrás 76,0–700,0 m közötti mélységtartományát kora-perm korúnak tekintette, és a Siklósbodonyi Homokkő Formációba sorolta. A 700,0–1200,2 m mélységköz – véleménye szerint – a felső-karbon Tésenyi Homokkő Formáció törmelékes összletét tárta fel. Eredményei alapján a 700,0 m mélységben kijelölhető karbon–perm határt folyamatosnak tekintette. Az első feldolgozást követő további vizsgálatok részben módosították KASSAI (1969) megállapításait, illetve megkérdőjelezték a karbon–perm határ helyzetét és típusát (HETÉNYI & RAVASZNÉ BARANYAI 1976; BARABÁSNÉ STUHL 1986–88). A helyes értelmezést, az érvek és ellenérvek összevetését azonban megnehezítette az a tény, hogy az anyag-

vizsgálati eredmények döntő része publikálatlan jelentés formájában, adattárban található meg (FAZEKAS 1969; IVÁN 1969; KASSAI 1969; BARABÁSNÉ STUHL 1986–88).

A karbon–perm határ helyzetének pontosítását nehezítette az is, hogy az Sb-1 fúrás maganyaga részben megsemmisült, továbbá az archivált kőzetminták revíziós vizsgálatára nem került sor, így a korábbi jelentésekre támaszkodó, összefoglaló jellegű publikációk az adott szerző szubjektív véleményét tükrözik (FÜLÖP 1994; JÁMBOR 1998). A jelenleg elfogadott álláspont alapján az Sb-1 fúrás perm képződésménei a Korpádi Homokkő Formációba tartoznak, valamint a 700,0 m mélységben meghúzott karbon–perm határ nem tekinthető folyamatosnak (JÁMBOR 1998).

Az Sb-1 fúrás által feltárt Korpádi és Tésényi Homokkő Formáció képződésménei csak mélyfúrásokból ismertek, ezért a képződésméneket közettani-geokémiai jellemzését, a terület ősföldrajzi rekonstrukcióját és az üledékképződés modellezését megnehezítik a felmerült bizonytalanságok. Munkánkban – a dél-dunántúli paleozoikumai törmelékes képződésméneket részletes újvizsgálatát megcélzó kutatás részeként (OTKA T 034924 téma) – a siklósbodonyi fúrásban feltételezett karbon–perm határ archivált mintáinak (673,0–712,0 m) részletes feldolgozását végeztük el annak reményében, hogy a korszerű ásványtani, közettani és geokémiai vizsgálatok segítségével pontosítható az ősmaradványok hiányában litológiai alapon kijelölt kor- és képződésményhatár.

A karbon–perm határ helyzete az Sb-1 mélyfúrásban: tények és ellentmondások

KASSAI (1969) a Siklósbodony-1 fúrás földtani értékelésében a mélyfúrás talpától (1200,2 m) 700,0 m-ig terjedő szakaszt a felső-karbonba sorolta. Ez az összlet szürke színű, sok liditkavicsot tartalmazó, uralkodóan metamorf lepusztulási területről származó képződésményeket tartalmaz, amelyből – véleménye szerint – üledékfolytonosan fejlődik ki a perm rétegsor. 570,0–700,0 m között tarka átmeneti kőzeteket különített el, amelyek felett 114,0 m-ig uralkodóan gránit lepusztulási anyagából álló tarka törmelékes rétegsor található. A fáciesszelvényen látható szín- és szemcsenagysági viszonyok harmonikus menete alapján, továbbá a kavicseloszlási szelvény segítségével meghúzott karbon–perm határt harmonikusnak (üledékfolytonosnak) dokumentálta. Értelmezése bizonyítékanak tekintette azt a tényt is, hogy a vékonycsiszolatok kiértékelése (FAZEKAS 1969) alapján megadott határ nem egyezett meg sem a szín alapján elkülönített, sem a kavicseloszlás alapján megvont határral, amely – álláspontja szerint – harmonikus átmenetre utal.

FAZEKAS (1969) két eltérő lehordási területű szakaszra bontotta a vizsgált rétegsort: 114,7–642,0 m között olyan jól-közepesen osztályozott homokköveket figyelt meg, amelyek rosszul koptatott szemcséit döntően magmás és metamorf kvarcsezemcsék, pertites ortoklász, mikroklin, szericiteseedett vagy üde savanyú plagioklász, biotit, muszkovit és közettörmelék (kvarcit, plagiogneisz, gránit, aplit, agyagpala, finomszemcsés homokkő, különböző típusú vulkanitok) szemcsék alkották. Ettől eltérően a 642,0–1200,2 m mélységtartományban megfigyelhető törmelékanyag gyakorlatilag kizárólag metamorf kőzetek lepusztulási

termékét tartalmazza, a savanyú vulkanittörmelékek mennyisége jelentéktelen. Ezen a szakaszon belül kiemelten kezelte a 642,0–1106,0 m mélységtartományt, amelyre változó szemcsenagyságú és szerkezetű, rosszul osztályozott, metamorf közettörmelékben, polikristályos kvarcban és csillámban gazdag törmelékes üledékes kőzetek jellemzők. Kiemelte, hogy a fúrásban gyakoriak az átalakulási jelenségek (különösen 400,8–543,4 m mélységben), amelyekre karbonátásványkiválások, karbonát-klorit-vasoxid anyagú mikroteléreik és fészkek, továbbá hintett ércindikációk (pirit, kalkopirit, kovellin, galenit, fakóérc) utalnak.

IVÁN (1969) geofizikai jelentését a földtani vizsgálatok, valamint a korbesorolás eredményeinek ismeretében készítette. Munkájában 702,8 m mélységben jelölte ki a karbon–perm határt; a karbon homokkő összlet (14–20 gamma) az ugrás-szerűen megemelkedett gamma-intenzitás alapján választható el az alsó-perm homokkővektől (10–12 gamma, helyenként azonban meghaladja a 15 gammát).

HETÉNYI & RAVASZNÉ BARANYAI (1976) véleménye szerint a siklósbodonyi fúrás paleozoos rétegsora üledékfolytonos, azonban a felső-karbon–perm határ öslénytani adatok hiányában a redox-viszonyok fokozatos megváltozása alapján jelölhető ki. Vizsgálataik alapján a zöldesszürke, szürkészöld felső-karbon rétegek közé 570–980 m között egyre gyakrabban ékelődnek vörösbarna és vörös színű rétegek, ezért – KASSAI (1969) véleményével ellentétben – 570 m mélységben húzták meg a karbon–perm határt.

BARABÁSNÉ STUHL (1986–88) a perm fekéüppézdőmányaikról készített jelentésében az Sb–1 fúrásban a színváltozást, az üledékes jellegeket, az ásványos és a kőzettani összetétel különbségeit, valamint a törmelékanyag durvaságának változása alapján kijelölhető ciklusokat figyelembe véve a karbon–perm határt 700 m mélységben húzta meg. Feltételezését LACZÓ (in BARABÁSNÉ STUHL 1986–88) vitrint-reflexió adataival támasztotta alá, amelyek szerint a siklósbodonyi fúrás 200 m és 500 m mélységéből származó minták R_o értéke (2,41 és 2,46%) megfelel a biosztratigráfiailag igazolt alsó-perm Korpádi Homokkő R_o értékének. A 820 m mélységből vizsgált minta R_o értéke (3,35%) azonban a biztosan felső-karbon kőzetek R_o értékével egyezik meg. BARABÁSNÉ STUHL (1986–88) véleménye szerint ez a karbon–perm határon olyan nagyobb üledékhányat jelezhet, amelyet vagy üledékhézag, vagy tektonikus érintkezés okozott. A folyamatos üledékképződés ellen szól tovább GÓCZÁN (in BARABÁSNÉ STUHL 1986–88) mikropaleontológiai eredménye is, amely szerint az Sb–1 fúrásból (779,6–798,6 m) weszfáliai spórák kerültek elő, ezen belül egy forma a weszfáliai emelet B zónájának középső szintjétől a D zóna alsó szintjéig terjedő időegységet képviseli. Figyelembe véve, hogy a siklósbodonyi fúrás karbon szakaszának legfelső része is weszfáliai korú, továbbá a karbon és a perm képződmények R_o értékében nagymértékű különbség mutatható ki, BARABÁSNÉ STUHL (1986–88) összefoglaló következtetésében tektonikus határt tételez fel a Tésenyi és a Korpádi Formáció üledékes rétegsora között.

FÜLÖP (1994) a magyarországi paleozoikum képződeményeket összefoglaló munkájában a Tésenyi Homokkő Formáció jellemzésénél mutatja be az Sb–1 fúrás rétegsorát. A közölt rétegtani táblázatban az Sb–1 fúrás karbon kőzeteit a stefániai emeletbe helyezi, ezzel ellentétben, a szövegben FÜLÖP is utal arra, hogy az előkerült sporomorphák weszfáliai kort jeleznek. KASSAI (1969) jelentésére alapozva a fúrásban folyamatos karbon–perm határt feltételez, azonban HETÉNYI

& RAVASZSNÉ BARANYAI (1976) és BARABÁSNÉ STUHL (1986–88) ezzel ellentétes eredményeit is megemlíti.

A karbon törmelékes rétegsor vizsgálatának korábbi eredményeit foglalja össze JÁMBOR (1998) munkája, szemléletmódját azonban – HETÉNYI & RAVASZSNÉ BARANYAI vizsgálatain túl – döntően BARABÁSNÉ STUHL (1986–88) álláspontja határozza meg. Hangsúlyozza, hogy a Sb–1 jelű fúrásban 700,0 m-ben meghúzott karbon–perm határ nem folytonos. Véleménye szerint a felső-karbon rétegsor felül csonka, az alsó-permi képződmények alatt hiányzik a Tésenyi Formációnak az a fiatalabb része, amelyből a nyugat-mecseki miocén konglomerátum felső-karbon növénymaradványos kavicsai származnak.

Mintagyűjtés, vizsgálati módszerek

Munkánk során a Siklósbodony Sb–1 fúrásban 700,0 m-nél feltételezett karbon–perm határ környezetéből (673,0–712,0 m) származó 16 kőzetminta részletes ásványtani, kőzettani és geokémiai vizsgálatát végeztük el (I. táblázat). Összehasonlítás céljából két olyan – a Tésenyi Homokkő Formációt képviselő – mintát is kiválasztottunk, amelyeket korábbi kutatásunk során már vizsgáltunk (VARGA et al. 2001).

I. táblázat. A Siklósbodony Sb–1 fúrásból vizsgált minták jegyzéke

Table I Samples studied from borehole Siklósbodony Sb–1

	<i>mélység (m)</i>	<i>litológia</i>	<i>vizsgálati módszerek</i>
1.	673,0–684,0 /b	lilászvörös, csillámos, kőzetlisztes, aprószemcsés homokkő	XRF; ICP-MS; XRD
2.	673,0–684,0 /c	lilászvörös, kavicsos homokkő	PM; ICP-MS
3.	685,0–689,3	lilászvörös, kőzetlisztes, aprószemcsés homokkő	XRF; ICP-MS; XRD
4.	689,3–690,0	lila, durvaszemcsés homokkő	PM; XRF; ICP-MS; XRD
5.	690,5–693,5	lilászvörös konglomerátum	PM
6.	692,0–693,5	lila, durvaszemcsés homokkő	PM; XRF; ICP-MS; XRD
7.	693,5–694,0	lila konglomerátum	PM
8.	694,0–697,0	lilászvörös, csillámos aleurolit	XRF; ICP-MS; XRD
9.	697,0–702,0	lilászszürke, csillámos, kőzetlisztes, aprószemcsés homokkő	XRF; ICP-MS; XRD
10.	697,0–702,0 /b	zöldesszürke, csillámos, kőzetlisztes, finomszemcsés homokkő	XRF; ICP-MS; XRD
11.	697,0–702,0 /d	zöldesszürke homokkő, mikroereket tartalmaz	PM
12.	697,0–702,0 /e	lila-zöld foltos, kőzetlisztes agyagkő	PM; XRF; ICP-MS; XRD
13.	697,0–702,0 /f-1	tarka konglomerátum	PM
14.	697,0–702,0 /f-2	tarka konglomerátum	PM
15.	702,0–708,0 /a	zöldesszürke, csillámos, nagyszemcsés homokkő	PM; XRF; ICP-MS
16.	708,0–712,0 /d	zöldesszürke aleurolit	XRF; ICP-MS; XRD
17.	739,0–746,0	vörös, finomszemcsés homokkő (Sb–1/1 – VARGA et al. 2001)	PM; ICP-MS; XRD
18.	847,2–850,1	szürke, durvaszemcsés homokkő (Sb–1/5 – VARGA et al. 2001)	PM; ICP-MS

A kőzetminták ásványtani és kőzettani jellemzése makroszkópos megfigyelésekre, petrográfiai mikroszkópos (PM) és röntgen-pordiffrakció (XRD) vizsgálatok eredményeire épült. Munkánk során a vékonycsiszolatok leírását az ELTE Kőzettani és Geokémiai Tanszékén végeztük el. A röntgen-pordiffrakció mérések a Veszprémi Egyetem Föld- és Környezettudományi Tanszékén készültek, amelyekhez – az előzetes kőzettani vizsgálatok alapján – 11 homokkő és aleurolit mintát választottunk ki (I. táblázat). A felvételeket Philips PW 1710 típusú készülékkel, CuK_α sugárforrással, hajlított grafitgykristály-monokromátor és proporcionális számláló detektor alkalmazásával készítettük (csőáram: 40 mA, csőfeszültség: 50 kV, résrendszer: 1° - 1° , goniométer-sebesség: 0,035°/s). A minták ásványos összetételének meghatározásához a porított kőzetmintákból három mérésorozatot készült: (1) teljes minta, orientálatlan diffrakció felvétel, ún. „rázós” mintatartóban; (2) $< 2 \mu\text{m}$ szemcseméretű frakció vizsgálata, desztillált vizes ülepitést és ultrahangos kezelést követően, légszáraz minta; (3) a 2. sorozat mintáiról etilén-glikolos kezelést (4 óra keresztül, 80°C -on) követően készített felvételek. Az alapfelvétel szerint kalcitot tartalmazó mintákat a $< 2 \mu\text{m}$ -es frakció vizsgálata előtt 5 m/m%-os, szobahőmérsékletű ecetsav-oldattal kezeltük. A rétegszilikátokat a bázisreflexiók helyzete alapján különítettük el. Az illit/szmektit kevert szerkezet szmektit-hányadának meghatározásához SRODONÍ (1984) módszerét alkalmaztuk. A 14 \AA -ös, nem expandáló ásványt („kloritot”) tartalmazó mintáknál finomabb résrendszert és lassabb felvételi sebességet (0,005°/s) alkalmaztunk, hogy a klorit 002 csúcsa nagyobb biztonsággal elkülöníthető legyen más fázisok (kaolinit, szerpentinásványok) 7 \AA -ös bázisreflexiójától. A rétegek közötti tér domináns kationjának meghatározásához a klorit-tartalmú mintákat 350, 450, 550 és 640°C -on hőkezeltük, majd a lehűlésig exszikkátorban tároltuk (BAILEY 1988).

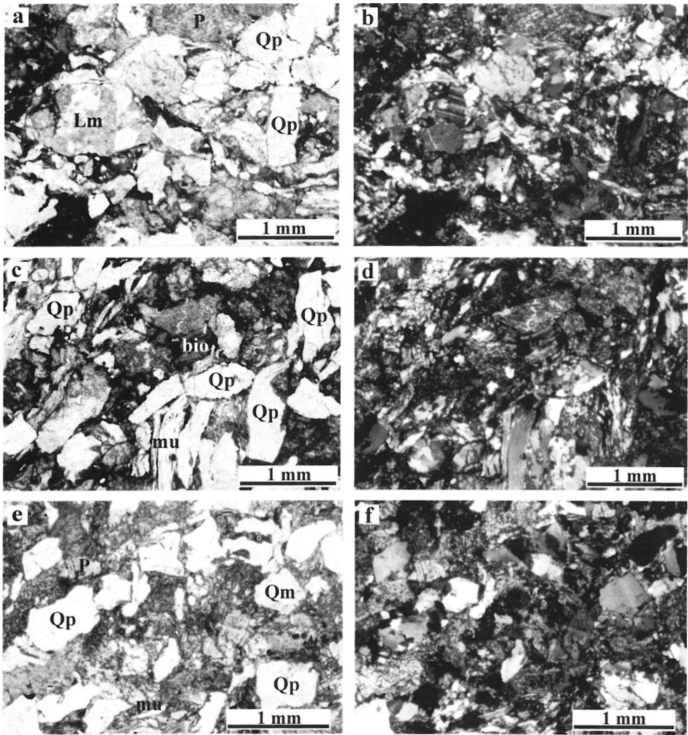
A geokémiai vizsgálatokhoz 13 db teljes kőzetmintát választottunk ki, amelyeket törés után achátmozsarban megfelelő finomságúra porítottunk. Az így előkészített minták fő- és nyomelem koncentrációit a Tübingeni Egyetem Geokémiai Tanszékén röntgenfluoreszcens spektrometriás módszerrel (XRF) határozták meg. A méréseket Bruker AXS S4 Pioneer típusú készülékkel, Rh anód alkalmazásával végezték. A ritkaföldfémek (RFF) meghatározása ICP-MS módszerrel a Bálint Analitika Kft. (Budapest) laboratóriumában történt.

A feltételezett karbon–perm határ képződményeinek kőzettani összetétele

Az Sb–1 fúrás 673,0–712,0 m mélységtartományából vizsgált kőzetanyag litológiailag kőzetlisztes agyagkővet, csillámos aleurolitot, rosszul osztályozott, kőzetlisztes vagy darakavicsos homokkővet és konglomerátumot egyaránt tartalmaz. A 697,0 m feletti mélységből származó minták döntően lila, lilásvörös színűek, a feltételezett karbon–perm határ közvetlen környezetéből és a nagyobb mélységből származó kőzetek tarka, átmeneti jelleget követően zöldesszürke színűek (I. táblázat).

A rétegsorban elfoglalt helyzettől függetlenül a vizsgált homokkővek általános jellemzője a közepes-rossz osztályozottság (2. ábra). A törmelék szemcsék döntően

szögletesek, gyengén koptatottak, alárendelten néhány kerekített, többszörös áthalmazásra utaló monokristályos kvarc is előfordul. A szemcsék rendszerint pontszerűen vagy vonal mentén érintkeznek, azonban szutúrás szemcsehatárok szintén megfigyelhetők. A mátrix mennyisége változó, a szemcseméret csökkenésével és az agyagfrakció mennyiségének növekedésével a homokkövek fokozatos átmenete figyelhető meg a wacke jelleg felé. A cementet az oxidált, lilásvörös kőzetekben uralkodóan hematit alkotja, azonban az agyagásványok (illit/szericit), a klorit és a karbonátásványok szerepe is jelentős.



2. ábra. Rosszul osztályozott homokkövek az Sb-1 fúrásból. a-b. 689,3-690,0 m (1N és +N); c-d. 692,0-693,5 m (1N és +N); e-f. 702,0-708,0 m (1N és +N). Jelmagyarázat: Qp: polikristályos kvarc; Qm: monokristályos kvarc; Lm: metamorf kőzettörmelék; P: plagioklász; mu: muszkovit; bio: biotit

Fig. 2 Poorly sorted sandstone samples from borehole Sb-1. a-b. 689.3-690.0 m (1N and +N); c-d. 692.0-693.5 m (1N and +N); e-f. 702.0-708.0 m (1N and +N). Legend: Qp: polycrystalline quartz; Qm: monocrystalline quartz; Lm: metamorphic rock fragment; P: plagioclase; mu: muscovite; bio: biotite

Az Sb-1 fúrás tanulmányozott szakaszának homokkövei legnagyobb mennyiségben sok alkristályból álló polikristályos kvarcot (Qp) tartalmaznak, amelyek között undulaló kioltású, megnyúlt, szutúrásan érintkező és egyensúlyi kristályosodásra utaló (poligonális) változatok egyaránt gyakoriak. A Qp szemcséken belül az elsődleges átkristályosodás különböző fokozataival találkozhatunk, továbbá új alkristályok növekedését is megfigyelhetjük. A monokristályos kvarc (Qm) mennyisége elhanyagolható. További ásványtörmeléként változó mennyiségben plagioklász, kálföldpátot, muszkovitot és kloritosodó biotitot figyelhetünk meg (2. ábra). A kálföldpát viszonylag nagyméretű szemcsék formájában fordul elő, azonban mennyisége minden mintában jóval kevesebb a plagioklász mennyiségénél. Az általában üde, vagy a kezdődő szericitedés nyomait mutató plagioklással ellentétben a helyenként pertites kálföldpát-szemcsék erőteljesen átalakultak, közepesen-erősen szericitedtek és/vagy agyagásványosodtak; egyes metszetek teljesen átalakultak, így csak az agyagos-szericites pszeudomorfójuk ismerhető fel. A kőzettörmelékek mennyisége jelentős, anyaguk döntően instabilis, metamorf eredetű (Lm), amelyek szövete granoblasztos (kvarc, plagioklász) vagy lepido-granoblasztos (kvarc±plagioklász±muszkovit±biotit). Alárendelten finomszemcsés homokkő törmelék (Ls), valamint savanyú vulkanit fragmentum (Lv) szintén azonosítható, amely kevés és ritkán előforduló porfirós elegyrészt tartalmaz.

A homokkövekben az akcesszóriák mennyisége alárendelt, csiszolatonként néhány szemcse formájában idiomorf, kissé nyúlt cirkon; idiomorf, étetett felszínű rutil; továbbá kisméretű, koptatott, nyúlt, zöld-sárgászöld pleokroizmus turmalin fordult elő.

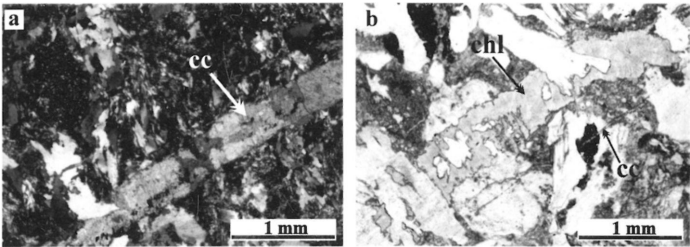
A homok méretű törmelékes ásványszemcsék között kiemelkedő arányú polikristályos kvarc belső szerkezete a metamorf deformáció különböző állomásait tükrözi, amely a lehordási területen uralkodó metamorf kőzetegyüttesre hívja fel a figyelmet (GÖTZE & ZIMMERLE 2000). Hasonló forrásterületet jelez a kőzettörmelékek mennyiségi és minőségi eloszlása, amelyeket GARZANTI & VEZZOLI (2003) osztályozása alapján a protolit összetételének megfelelően a metapszammit/metafelzit kategóriába sorolhatunk.

Az Sb-1 fúrás 673,0–712,0 m mélységtartományát képviselő osztályozatlan – esetenként irányított szövétű – ortokonglomerátum mintákban önálló ásványként kvarc, plagioklász, kálföldpát, törmelékes csillám (elsősorban muszkovit, továbbá kifakult, néha kloritosodott biotit), valamint ritkán akcesszóriák fordulnak elő (cirkon, apatit). A kavicsanyag csaknem kizárólag metamorf eredetű kőzet- és ásványtörmelék szemcsékből áll. Uralkodó a kvarcit (erősen irányított szövétű, „szalagos” kvarcit; egyensúlyi körülmények között képződött kvarcit; finomszemcsés, tűzkő eredetű kvarcit; telérkvarc-törmelék), emellett nagy mennyiségben kistökű metaüledékek fordulnak elő. Változó arányban kvarc-albitpala; kvarc-albit-muszkovitpala; finomszemcsés, kis metamorf fokú pala (kvarc, csillám, szericit és agyagásvány); fillit-agyagpala (kvarc, finomszemcsés csillám, agyagásvány és kevés opakásvány); milonit (nagyobb méretű muszkovit és kisebb méretű kvarc nagyon finomszemcsés, jól foliált mátrixban); továbbá alárendelt mennyiségben durvaszemcsés ortogneisz jelenik meg a konglomerátum metamorf eredetű kavicsanyagában. Ez utóbbi kőzettípust kvarc, plagioklász, kálföldpát és bauerites biotit reliktumok alkotják, a gneisz-

kavicsokban az elsődleges granitoid szövet még felismerhető. A homokkövek törmelékes szemcséihez hasonlóan a konglomerátum kavicsanyagában is megfigyelhetünk néhány vulkáni eredetű kőzetet, amelyet porfirós szövetű, teljesen átalakult kavicsok képviselnek. Ezekben fenokristályként karbonátos-agyagos földpát utáni pszeudomorfózák, kisebb méretű kvarckristályok, valamint opakásványokból álló halmazok fordulnak elő.

Ellentétben a korábbi leírásokkal (KASSAI 1969; JÁMBOR 1998), az Sb-1 fúrás kőzetanyagában megfigyelt fekete üledékes eredetű kavicsok és törmelékszemcsék nem liditek (vékonyrétegű kovakőzet), hanem szervesanyagban gazdag, kiscsú metamorfózison átesett agyagkövek vagy aleuolitok, amelyek petrográfiai hasonlóság alapján valószínűleg idősebb karbon kontinentális képződményekből halmozódtak át (R. VARGA et al. 2003).

Néhány kőzetmintában klorittal kitöltött pszeudomorfózákat („fészkeket”), továbbá olyan párhuzamos, kalcit vagy klorit+kvarc kitöltésű ereket, mikroteléreket figyelhetünk meg, amelyek metszik a törmelékes szemcséket és az elsődleges szöveti elemeket (3. ábra). Ezek az utólagos – valószínűleg hidrotermális eredetű – átalakuláshoz kapcsolódó jelenségek azonosak FAZEKAS (1969) által dokumentált megfigyelésekkel.



3. ábra. Kalcittal (cc) és klorittal (chl) kitöltött mikroerek az Sb-1 fúrásból (697,0–702,0 m; d minta; +N és 1N)

Fig. 3. Veins in sandstone infilled with calcite (cc) and chlorite (chl) from borehole Sb-1 (697.0–702.0 m; sample 'd'; +N and 1N)

Eredményeink alapján az Sb-1 fúrás 673,0–712,0 m mélységtartományában nem jelölhető ki kőzettani határ, a vizsgált képződmények lehordási területe egységes, uralkodóan kvarcdús metamorf kőzetek (kvarcit, kvarc-albitpala, kvarc-albit-muszkovitpala, fillit, gneisz) lepusztulásából származnak. Megfigyeléseink csaknem teljesen megegyeznek FAZEKAS (1969) tapasztalataival, aki kiemelte, hogy a siklósbodonyi fúrás 642,0–1200,2 m közötti szakasza kizárólag metamorf kőzetek lepusztulási termékét tartalmazza, továbbá összetételében nem párhuzamosítható a kutatási terület felszínén vagy mélyfúrásból ismert más rétegsorával.

A röntgen-pordiffrakciós vizsgálat eredménye

A siklósbodonyi fúrásban a teljes kőzetmintákból készült alapfelvételek eredményeit felhasználva (II. táblázat) – litológiától és mélységtől függetlenül – a kvarc és a 10 Å-ös fázis (illit±muszkovit) uralkodó részaránya jellemzi a vizsgált kőzetanyagot. Általánosan előforduló járulékos elegyrész a földpát, amely intenzitásarányai alapján nagy valószínűséggel albit-dús plagioklász. A feltételezett karbon–perm határ közvetlen környezetéből (697,0–702,0 m) és a fiatalabb képződményekből (673,0–697,0 m) származó, agyagfrakcióban gazdag mintákban a hematit szintén lényeges elegyrész, míg a durvább szemcseméretű homokkövekben csupán kis mennyiségben jelenik meg. A fúrás 702,0 m feletti törmelékes kőzeteinek alapfelvételein járulékos és mellékes elegyrészként klorit±szmektit azonosítható; továbbá néhány minta kimutatható mennyiségű karbonátot (kalcit±dolomit) is tartalmaz. A 702,0 m alatti szakaszból vizsgált minták – a kvarc, a 10 Å-ös fázis és az albit mellett – kis mennyiségben kloritot vagy berthierint tartalmaznak, továbbá az orientálatlan felvételeken szmektit, valamint egy mintában hematit jelenik meg (II. táblázat).

A vizsgált minták <2 μm-es frakciójának minőségi és félmennyiségi összetételét a II. táblázat tartalmazza. Eredményeink alapján az illit±muszkovit, a klorit, a berthierin és az illit/szmektit kevert szerkezet változatos arányban alkotja ezt a frakciót. A rétegsorban elfoglalt helyzettől függetlenül, minden mintában az illit±muszkovit százalékos aránya a legnagyobb, amely a – kőzettani vizsgálatok eredményének megfelelően – jelentős mennyiségű törmelékes eredetű muszkovitot tükröz (4. ábra). A finomabb szemcseméretű kőzetek <2 μm-es frakciójában kiemelkedő az illit±muszkovit mennyisége (80–95%), amely összhangban van azzal az általános tapasztalattal, hogy folyóvízi üledékekben – a hidrodinamikai osztályozódásnak megfelelően – a törmelékes rétegszilikátok mennyisége az aleurolitokban és a kőzetlisztes, finomszemcsés homokkövekben nagyobb, mint a durvaszemcsés homokkövekben.

A feltételezett karbon–perm határ feletti képződményekből (673,0–697,0 m) származó kőzetek <2 μm-es frakciójában 5–25% klorit mutatható ki (II. táblázat). A fázis 7 Å-ös reflexiója a hőkezelés során 640 °C-on omlott össze, ami termikusan stabil, Mg-dús kloritra utal (4/b. ábra). A feltételezett határ alatti minták közül egy tartalmaz jelentős mennyiségű kloritot (702,0–708,0 m/a), amely hasonló termikus viselkedésű. A reflexió előbbiekből leírt viselkedése kizárja számottevő mennyiségű kaolinit-ásvány jelenlétét, hiszen ezek bázisreflexiója már 500 °C-os felfűtés hatására – a kaolinit kristályossági fokától függően – összeomlik, vagy diffúz csúcsra szélesedik.

A Mg-klorit megjelenésének leggyakoribb előfeltétele a magnézium-ionokban gazdag pörusoldat kialakulása, ami – nem metamorf kőzetek esetében – elsősorban evaporitos környezetben valósulhat meg. Utólagos (hidrotermás vagy metamorf) felülbélyegzés hatására más típusú, pl. Al-, vagy Fe-kloritból is kialakulhat Mg-klorit (WEAVER 1989). A rendelkezésre álló adatok azonban nem teszik lehetővé, hogy a Mg-klorit eredetét pontosabban meghatározzuk.

A 700,0 m feletti minták <2 μm-es frakciójának másik jellegzetes alkotója az illit/szmektit kevert szerkezet. ŠRODON (1984) módszerét és nevezékτανát alkalmazva, a reflexiók elmozdulása I/S-, ill. I/SII-rendezett közberetégzésű,

II. táblázat. A teljes kőzetminták röntgen-pordiffrakciós vizsgálatának eredménye és a <2 μm -es frakció félmennyiségi összetétele
 Table II Results of X-ray powder diffraction (XRD) analysis (bulk rock and <2 μm fraction)

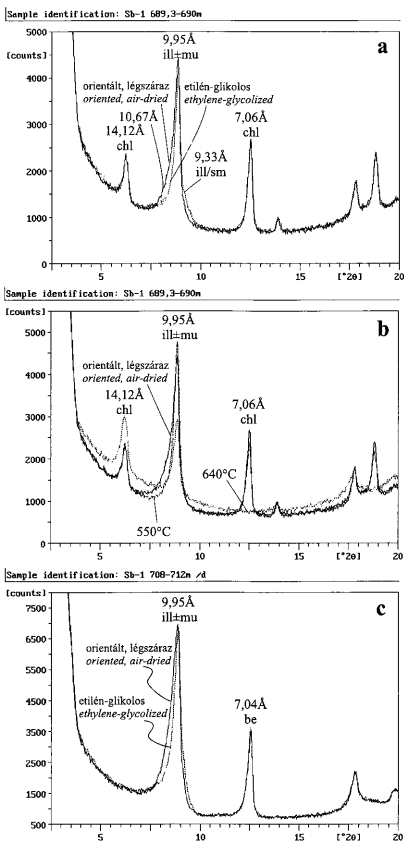
minta	a teljes kőzetminták ásványos összetétele		a <2 μm -es frakció félmennyiségi összetétele				a <2 μm -es ill/sm jellemzése	
	uralkodó ásványok	járulékos és mellékes elegyrészek	ill \pm mu	chl	be	ill/sm	exp	Kübler ind.
			%				%	?? ^o
Sb-1 673,0–684,0 m /b	q, ill \pm mu, hae	ab, chl, sm (?)	80	15	-	5	10–20	0,84
Sb-1 685,0–689,3 m	q, ill \pm mu, hae	ab, chl, sm (?), cc, do (?)	80	10	-	5	10–20	0,79
Sb-1 689,3–690,0 m	q, ill \pm mu	ab, chl, sm (?), hae, cc, do (?)	70	25	-	5	10–20	0,74
Sb-1 692,0–693,5 m	q, ill \pm mu	ab, chl, sm (?), hae, cc, do (?)	75	15	-	10	10–20	0,98
Sb-1 694,0–697,0 m	q, ill \pm mu, hae	ab, chl, sm (?)	80	5	-	15	10–20	0,80
Sb-1 697,0–702,0 m	q, ill \pm mu, hae	ab, chl, sm (?)	95	-	5	ny	<10	0,80
Sb-1 697,0–702,0 m /b	q, ill \pm mu, hae	ab, chl, sm (?)	95	-	5	ny	<10	0,83
Sb-1 697,0–702,0 m /e	q, ill \pm mu, hae	ab, chl, sm (?)	95	-	5	ny	<10	0,86
Sb-1 702,0–708,0 m /a	q, ill \pm mu	ab, chl, sm (?)	50	45	5	-	-	0,80
Sb-1 708,0–712,0 m /d	q, ill \pm mu	ab, be (?), sm (?)	70	-	30	ny	<10	0,76
Sb-1 739,0–746,0 m	q, ill \pm mu	ab, be (?), hae, sm (?)	90	-	10 \pm ka	-	-	0,70

Jelmagyarázat: q: kvarc; ill \pm mu: illit \pm muszkovit; hae: hematit; ab: albit; chl: klorit; sm: szmektit; cc: kalcit; do: dolomit; be: berthierin; ill/sm: illit/szmektit kevert szerkezet; ka: kaolinit; exp: duzzadóképes hányad a kevert szerkezeten belül; ny: nyomnyi mennyiség; ?: bizonytalan meghatározás

Legend: q: quartz; ill \pm mu: illite \pm muscovite; hae: haematite; ab: albite; chl: chlorite; sm: smectite; cc: calcite; do: dolomite; be: berthierine; ill/sm: illite/smectite mixed-layer; ka: kaolinite; exp: expandability; ny: trace amount; ?: ambiguous determination

4. ábra. A vizsgált minták <2 μm -es frakciójának jellegzetes röntgen-pordiffraktogramjai. a-b. 689,3–690,0 m; c. 708,0–712,0 m, „d” minta. Jelmagyarázat: ill \pm mu: illit \pm muszkovit; be: berthierin; chl: klorit; ill/sm: illit/szmektit kevert szerkezet; 550 °C: 550 °C-os hevítést követő felvétel; 640 °C: 640 °C-os hevítést követő felvétel

Fig. 4 Typical XRD patterns of the <2 μm fraction of the samples studied. a–b 689.3–690.0 m; c 708.0–712.0 m, sample 'd'. Legend: ill \pm mu: illite \pm muscovite; be: berthierine; chl: chlorite; ill/sm: mixed-layer illite/smectite; 550 °C: heated at 550 °C; 640 °C: heated at 640 °C



10–20% duzzadó komponenst tartalmazó fázisra utal (4/a. ábra). Ez a fázis a fűrés idősebb képződményeiben visszaszorul, azonban a feltételezett karbon–pérm határ közvetlen környezetéből (697,0–702,0 m) származó három mintában, valamint a 708,0–712,0 m mélységtartományból származó homokkőben az etilén-glikolos kezelés hatására még megfigyelhető kismértékű változás a 10 Å-ös csúcs jelalakjában. A nagyobb szögértékű oldalon enyhén kidomborodik a reflexió lefutása – párhuzamosan a kisebb szögértékű oldal élesedésével – miközben a 12–12,5 Å-ös tartományban gyenge alapvonal-emelkedés utal a fázis expanziójára, ami $<10\%$ expandáló réteget tartalmazó illit/szmektitre jellemző (4/c. ábra).

A siklósbodonyi fúrás kőzetanyagából kimutatott illit/szmektit kevert szerkezethez hasonló tulajdonságú agyagásvány a sziléziai felső-karbon (ŚRODONI 1984), továbbá a kinnekullei ordoviciumi (BRUSEWITZ 1988; INOUE et al. 1990) metabentonitokban fordul elő, amely azonban magmás eredetű. Számos, ma már klasszikusnak tekintett tanulmány (pl. PERRY & HOWER 1970; REYNOLDS & HOWER 1970; ŚRODONI 1984) rámutatott arra, hogy az illitesedés előrehaladása nagymértékben függ a kiindulási anyag típusától: a tufa-tufit, vagy bentonit eredetű szmektit csak intenzívebb hőhatásra képes ugyanolyan mértékű illitesedésre, mint a „törmelékes” eredetű (ŠUCHA et al. 1993). Elfogadva a ŠUCHA et al. (1993) által közölt hőmérsékleti adatokat, az Sb–1 fúrás mintáiban – törmelékes eredetű kiindulási anyagot feltételezve – a szmektit illitesedésének 80–90%-os mértéke 120–180 °C-os felfűtésnek felel meg. Tág értelemben vett magmás eredet esetén 220–250 °C szükséges ugyanekkora mértékű átalakuláshoz. A mélyfúrásból rendelkezésre álló legnagyobb vitrinit-reflexió adatok ($R_0=3,35$) a törmelékes eredetet teszik valószínűbbé, noha intermedier-savanyú kőzettörmeléklet leírtak a rétegsor felső (alsó-perm) szakaszából (FAZEKAS 1969).

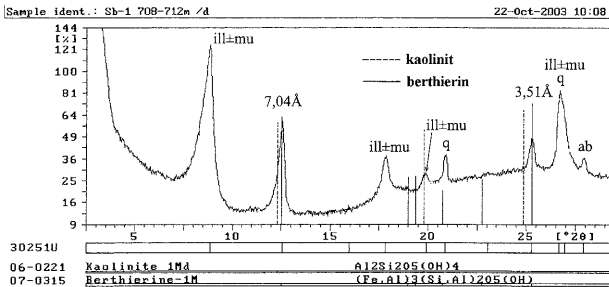
Az illit/szmektit kevert szerkezetű fázisok magmás vagy törmelékes eredetének tisztázásához elterjedt módszer a politípiá meghatározása (YODER & EUGSTER 1955). A vizsgált minták <2 μm -es frakciójának orientálatlan felvételein azonban a kis mennyiségű illit/szmektit hkl reflexióira más filloszilikátok csúcsai is rálapódnak, ami megakadályozza a politípiá azonosítását.

A siklósbodonyi fúrás rétegsorában feltételezett karbon–perm határ jellegének pontosítását, valamint a diagenetikus átalakultsági fok jellemzését a Kübler-index értékének meghatározása szintén elősegíti. A vizsgált szakaszon belül a Kübler-indexek a mélységtől függetlenül 0,70–0,98 $2\theta^\circ$ közötti értéket vesznek fel (II. táblázat), azaz egységesen a diagenetikus tartományt jelzik, továbbá nem mutatnak olyan változást, ami tektonikus vagy eróziós diszkoordinációt igazolna.

A feltételezett karbon–perm határ közvetlen környezetéből és az idősebb képződményekből származó mintákban a 7 Å-ös fázis 001 reflexióinak helyzete azt sugallja, hogy nem kaolinit, hanem berthierin jelenik meg ezekben a törmelékes kőzetekben (5. ábra). Orientált mintákon, kis sebességű felvételi körülmények (0,005°/s goniométer sebesség) mellett ugyanis a kaolinit 7,10–7,16 és 3,57 Å-nél, valamint a berthierin 7,04–7,07 és 3,51 Å-nél jelentkező csúcsai – még együttes jelenlétük esetén is – jól elkülönülnek egymástól.

A berthierin üledékes környezetben a korai diagenézis során redukzív, Fe^{2+} -ionokban dús körülmények között a kaolinit átalakulása révén keletkezik (BHATTACHARYYA 1983). Ez az ásvány a tapasztalatok szerint 150–180 °C-on chamosittá alakul, így jelenléte a maximális felfűtésről is információt ad (WEAVER 1989). Ez, valamint a mélyfúrás Tésenyi Homokkő szakaszából származó vitrinit-reflexió adat ($R_0=3,35$) alapján feltételezhető, hogy a teljes rétegsor felfűtése nem haladta meg a 160–180 °C-ot.

A röntgen-pordiffrakciós vizsgálat adatai alapján az Sb–1 fúrás 673,0–712,0 m közötti mélységtartományából származó kőzetek uralkodó ásványai azonosak, a mennyiségi arányokban megfigyelhető különbséget elsősorban a minták eltérő szemcsemérete alakította ki (I. táblázat). Jelentősebb ásványtani különbség a vizsgált aleurolitok és homokkövek hematit- és karbonáttartalmában, valamint



5. ábra. A berthierin bázisreflexióinak azonosítása a 708,0–712,0 m, „d” minta <2 μm-es frakciójában, a berthierin és a kaolinit reflexiók irodalmi adatainak feltüntetésével. Jelmagyarázat: q: kvarc; ill±mu: illit±muszkovit; ab: albit

Fig. 5 Identification of base reflections of berthierine on the <2 μm fraction of the sample 'd' 708.0–712.0 m. Berthierine and kaolinite reflections are from the X-Ray diffraction database. Legend: q: quartz; ill±mu: illite±muscovite; ab: albite

<2 μm-es frakciójának minőségi és félmennyiségi összetételében mutatkozik. Figyelembe véve a makroszkópos megfigyelések tapasztalatait (közetszín, szervesanyagtartalom), ez elsősorban az üledékképződési és/vagy diagenetikus környezet redox viszonyaihoz hozható kapcsolatba, így a feltételezett karbon-perm határ kijelölését nem indokolja.

A geokémiai vizsgálat eredménye

A siklósbodonyi fúrásból kiválasztott kőzetek XRF módszerrel meghatározott fő- és nyomelemkoncentrációit a III. táblázat tartalmazza. A Tésenyi Homokkő formációt képviselő összehasonlító minták (739,0–746,0 m – Sb-1/1; 847,2–850,1 m – Sb-1/5) kémiai összetételét VARGA et al. (2001) publikálta. Az ICP-MS módszerrel meghatározott ritkaföldfémek (RFF) koncentrációit, továbbá a geokémiai értelmezés során felhasznált hányadosokat a IV. táblázatban tüntettük fel. Referenciaként a sziliciklasztos kőzetek geokémiai vizsgálatában elterjedt módon a felső kontinentális kéreg (FKK) átlagos összetételét használtuk (TAYLOR & MCLENNAN 1985; MCLENNAN 2001).

Az Sb-1 fúrás aleurolit és homokkő mintáinak FKK átlagos összetételére normált főelemkoncentráció-eloszlásait a 6/a. ábra mutatja be, amelyen a nagy- és durvaszemcsés homokköveket kitöltött síkidomokkal jelöltük. A vizsgált minták főelemeloszlása nem mutat határozott mélységfüggő változást, azonban a szemcseméret és a karbonáttartalom jelentősen befolyásolja a kőzetek kémiai összetételét. A törmelékes kőzetek SiO₂-koncentrációja a FKK átlagához nagyon hasonló, de – két minta kivételével – annál valamivel kisebb érték. A TiO₂-, az Al₂O₃-, a Fe₂O₃-, a K₂O- és a P₂O₅-koncentrációja az agyag- és aleurolitfrakcióban gazdag mintákban többnyire meghaladja a

III. táblázat. A Siklósbodony Sb-1 fúrásból származó aleurolit és homokkő minták fő- és nyomelemösszetétele (673,0–712,0 m). Jelmagyarázat: LOI: izzítási veszteség; FKK: felső kontinentális kéreg (TAYLOR & MCLENNAN 1985); *: MCLENNAN (2001) alapján

Table III Major and trace element composition of siltstone and sandstone samples from borehole Siklósbodony Sb-1 (673.0–712.0 m). Legend: LOI: loss on ignition; FKK: upper continental crust (TAYLOR & MCLENNAN 1985); *: after MCLENNAN (2001)

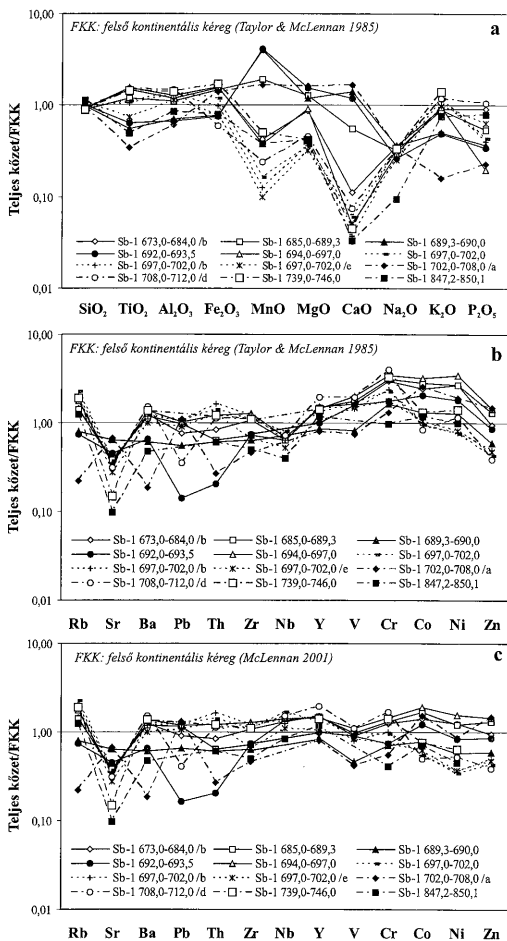
Mélység (m)	Siklósbodony Sb-1										FKK
	673,0– 684,0/b	685,0– 689,3	689,3– 69s	692,0– 693,5	694,0– 697,0	679,0– 702,0	679,0– 702,0/b	679,0– 702,0/e	702,0– 708,0/a	708,0– 712,0/d	
SiO ₂	62,5	59,1	64,4	66,5	61,0	62,1	65,1	70,9	63,1	61,5	66,0
TiO ₂	1,12	0,91	0,43	0,49	1,19	0,84	0,80	0,56	0,26	1,16	0,76
Al ₂ O ₃	17,9	17,1	10,8	10,2	19,4	21,1	19,8	17,1	9,3	22,6	15,2
Fe ₂ O ₃	7,75	7,46	3,87	3,84	7,99	6,03	4,93	3,99	7,04	2,99	5,03
MnO	0,03	0,15	0,33	0,33	0,03	0,01	0,01	0,01	0,13	0,02	0,08
MgO	1,90	2,81	2,61	3,44	1,99	0,80	0,80	0,70	3,61	1,00	2,20
CaO	0,47	2,34	5,97	4,98	0,21	0,25	0,16	0,21	7,05	0,31	4,20
Na ₂ O	1,41	1,24	1,40	1,03	1,17	1,24	1,09	0,97	1,33	1,29	3,90
K ₂ O	3,11	3,02	1,70	1,66	3,29	4,06	3,87	3,35	0,55	4,09	3,40
P ₂ O ₅	0,14	0,08	0,06	0,05	0,03	0,07	0,06	0,10	0,03	0,16	0,15
LOI	3,70	6,33	7,17	8,27	3,97	3,84	3,43	3,06	8,12	4,25	
Total	100,03	100,54	98,74	100,79	100,27	100,34	100,05	100,95	100,52	99,37	
Rb	162	159	89	83	196	254	229	205	25	208	112
Sr	128	132	223	158	122	129	121	97	233	110	350
Ba	691	661	332	357	764	680	662	548	103	847	550
Pb	15	20	11	3	20	22	21	18	22	7	20
Th	9	7	7	2	13	15	17	14	3	12	11
Zr	207	139	121	141	245	212	230	126	88	212	190
Nb	16	16	-	-	17	20	16	13	-	18	25 (12*)
Y	34	33	19	22	32	29	34	23	18	43	22
V	98	105	50	96	119	104	86	89	45	117	60 (107*)
Cr	105	110	58	62	121	79	83	61	46	139	35 (83*)
Co	24	29	13	21	32	9	9	11	26	8	10 (17*)
Ni	54	54	25	37	68	15	16	17	38	23	20 (44*)
Zn	68	92	43	61	103	31	36	33	105	28	71

homokfrakcióban dús mintákban mért koncentrációkat, továbbá a FKK átlagához képest különböző mértékű dúsulást jelez. A nagy- és durvaszemcsés homokkővek TiO₂-, Al₂O₃-, Fe₂O₃-, K₂O- és P₂O₅-koncentrációja a FKK átlagos összetételénél kisebb érték (III. táblázat). Ez a különbség egyértelműen tükrözi a szemcseméret módosító hatását, amelyet a kvarc „felhígító” tulajdonságán keresztül az aleurolit – aprószemcsés homokkővek és a durvaszemcsés homokkővek eltérő ásványos összetétele okoz (MCLENNAN et al. 1990; CULLERS 1995). Ezzel párhuzamos a fizikai osztályozódás szerepe, hiszen a nehézasványok (pl. rutil, apatit) és a rétegszilikátok (elsősorban illit/muskovit, biotit és klorit) a finomabb szemcseméretű frakcióban dúsulnak, amely a TiO₂, az Al₂O₃, a Fe₂O₃, a K₂O és a P₂O₅ koncentrációjának növekedését idézi elő (MCLENNAN et al. 1990; BAULUZ et al. 2000). A MnO mennyiségében a legtöbb mintában negatív anomáliát figyelhetünk meg, azonban ez a főelem négy mintában – három a feltételezett karbon–perm határ feletti, egy az alatti szakaszból származik – jelentős mértékben dúsult (6/a. ábra). Ebben a négy mintában kiugróan nagy a MgO és a CaO koncentrációja, továbbá az izzítási

IV. táblázat. A Siklósbodony Sb-1 fúrásból származó aleurolit és homokkő minták RFF-összetétele (673,0–712,0 m). Jelmagyarázat: FKK: felső kontinentális kéreg (TAYLOR & MCLENNAN 1985); $Eu/Eu^* = Eu_N / (Sm_N * Gd_N)^{1/2}$

Table IV REE composition of siltstone and sandstone samples from borehole Siklósbodony Sb-1 (673.0–712.0 m). Legend: FKK: upper continental crust (TAYLOR & MCLENNAN 1985); $Eu/Eu^* = Eu_N / (Sm_N * Gd_N)^{1/2}$

Mélység (m)	Siklósbodony Sb-1												FKK	
	673,0– 684,0 /b	673,0– 684,0 /c	685,0– 689,3	689,3– 690,0	692,0– 693,5	694,0– 697,0	697,0– 702,0	697,0– 702,0 /b	697,0– 702,0 /c	702,0– 708,0 /a	708,0– 712,0 /d	739,0– 746,0		847,2– 850,1
La	37,9	33,0	37,9	16,9	21,4	28,1	34,4	37,5	22,2	10,4	39,5	43,5	20,1	30
Ce	84,6	68,6	78,2	35,1	43,9	59,8	66,8	72,7	40,9	19,1	84,8	98,9	42,9	64
Pr	9,5	8,02	9,68	4,29	4,84	6,69	7,33	8,57	4,39	2,46	9,42	10,9	4,98	7,1
Nd	39,7	34,3	43,5	18	21,3	27,5	28,1	35,8	17,2	9,12	39,4	43	20,8	26
Sm	7,63	6,68	9,35	4,13	5,11	6,77	5,38	6,52	3,11	2,06	8,54	8,24	4,5	4,5
Eu	1,56	1,3	2,12	0,99	1,29	1,05	1,01	1,24	0,63	0,85	1,62	1,78	0,87	0,88
Gd	6,8	5,99	8,85	4,83	4,16	6,03	5,08	6,08	3,68	2,21	7,48	7,02	4,38	3,8
Dy	6,28	5,42	8,81	4,01	4,59	6,19	5,23	6,51	4,15	1,94	7,93	7,63	4,48	3,5
Ho	1,13	1,05	1,65	0,83	0,82	1,2	1,07	1,22	0,81	0,47	1,43	1,42	0,86	0,8
Er	3,38	3,01	5,09	2,55	2,65	3,52	2,96	3,56	2,45	1,33	4,42	4,34	2,68	2,3
Tm	0,47	0,42	0,68	0,38	0,38	0,59	0,47	0,57	0,37	0,19	0,58	0,6	0,33	0,33
Yb	3,58	3,05	5,21	2,77	2,86	3,98	4,08	3,97	2,58	1,35	4,04	4,56	2,3	2,2
La_N/Sm_N	3,13	3,11	2,55	2,58	2,64	2,61	4,02	3,62	4,49	3,18	2,91	3,32	2,81	4,20
La_N/Yb_N	7,15	7,31	4,92	4,12	5,06	4,77	5,70	6,38	5,81	5,21	6,61	6,45	5,91	9,21
Gd_N/Yb_N	1,54	1,59	1,38	1,41	1,18	1,23	1,01	1,24	1,16	1,33	1,50	1,25	1,54	1,40
SRFF	202,53	170,84	211,04	94,78	113,30	151,42	161,91	184,24	102,47	51,48	209,16	231,89	109,18	146,37
Eu/Eu^*	0,66	0,63	0,71	0,68	0,85	0,50	0,59	0,60	0,57	1,22	0,62	0,71	0,60	0,65



6. ábra. A Siklósbodony Sb-1 fúrásból származó aleurolit és homokkő minták felső kontinentális kéreg (FKK) átlagos összetételére normált főelem- (a) és nyomelem- (b-c) eloszlása

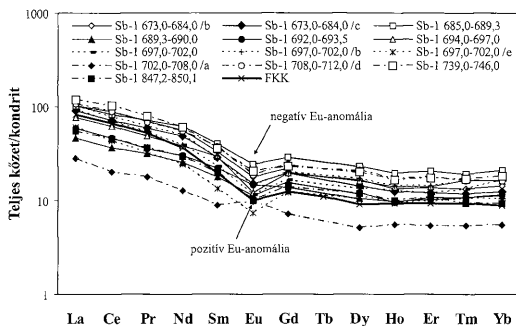
Fig. 6 The upper continental crust-normalized (FKK, Hungarian abbreviation) major (a) and trace (b-c) element composition of siltstone and sandstone samples from borehole Siklósbodony Sb-1

veszteség értéke, ezért nagy valószínűséggel – a MgO és a CaO mennyiségén túl – a MnO koncentrációját is a karbonáttartalom (kalcit és dolomit) határozza meg (III. táblázat). A karbonátszegény mintákban a főelemek közül a MgO és a CaO mennyiségében, továbbá valamennyi minta Na₂O-koncentrációjában jelentős mértékű negatív anomáliát figyelhetünk meg (6/a. ábra), amely kialakításában döntően a kémiai mállás elemmobilizáló hatása játszhatta a legnagyobb szerepet (VARGA et al. 2002).

A főelemek eloszlásához hasonlóan, a vizsgált nyomelemek koncentrációja és a rétegtani helyzet között sem ismerhető fel szabályszerű összefüggés, azonban a finomabb szemcsenagyságú kőzetek nyomelemtartalma általában meghaladja a durvaszemcsés homokkövekben mért koncentrációkat (6/b. ábra). A Rb-, a Ba-, a Th-, a Zr-, az Y- és a Zn-koncentráció a FKK átlagához (TAYLOR & MCLENNAN 1985) közeli, annál valamivel kisebb vagy nagyobb értéket vesz fel. A Sr, az Pb és a Nb mennyisége általában kevesebb, a V, a Cr, a Co és a Ni koncentrációja a legtöbb mintában nagyobb, mint a FKK átlagos összetétele (III. táblázat). A Rb és a Ba FKK átlagos összetételére normált koncentrációja jól korrelál a K₂O mennyiségével, amely arra utal, hogy ezek az elemek az alkáliföldpátookban és a K-gazdag rétegszilikátokban fordulnak elő (MCLENNAN et al. 1990; CULLERS 1995; BAULUZ et al. 2000). A Sr üledékes rétegsorokban leggyakrabban karbonátokhoz és földpátokhoz kapcsolódik, amelyekben a Ca-t helyettesíti (DYPVIK & HARRIS 2001). A siklósbodonyi fúrás vizsgált rétegsorában a Sr-koncentráció a CaO mennyiségével párhuzamosan változik, azonban a bázisos és neutrális plagioklászok hiányában arányát döntően a karbonáttartalom határozza meg.

Általános tapasztalat, hogy a sziliciklasztos kőzetek V-, Cr-, Co- és Ni-koncentrációja a bázisos és az ultrabázisos kőzettörmelékek arányától függ (DINELLI et al. 1999; AMOROSI et al. 2002; ZIMMERMANN & BAHLBURG 2003). A vizsgált rétegsor forrásanyaga azonban uralkodóan savanyú összetételű, metamorf eredetű kőzettörmelék, ezért a kompatibilis nyomelemekben (V, Cr, Co, Ni) megfigyelhető pozitív anomália a lehordási terület kőzetösszetételével nem magyarázható. A széleskörű geokémiai kutatások eredményeként rendelkezésre álló adatbázis alapján MCLENNAN (2001) rámutatott arra, hogy a TAYLOR & MCLENNAN (1985) által publikált felső kontinentális kéreg összetételében számos nyomelem – így a Nb, a V, a Cr, a Co és a Ni – koncentrációjának referenciaértékét módosítani szükséges (III. táblázat). Az Sb-1 fúrás aleurolit és homokkő mintáinak FKK módosított összetételére (MCLENNAN 2001) normált nyomelemekkoncentráció-eloszlásait a 6/c. ábra mutatja be, amelyen a 6/b. ábrától eltérően mind a Nb kis mértékű negatív anomáliája, mind a kompatibilis elemek pozitív anomáliája eltűnt. Ez a különbség felhívja a figyelmet arra, hogy a törmelékes kőzetek összehasonlításakor széles körben használt, TAYLOR & MCLENNAN (1985) által közölt adatok értelmezési problémákat okozhatnak, ezért célszerűbb MCLENNAN (2001) elektronikus publikációjában megjelent referenciák alkalmazása.

Az Sb-1 fúrás feltételezett karbon-perm határképződményeinek kondritra (TAYLOR & MCLENNAN 1985) normált RFF-eloszlása a – 702,0–708,0 m mélységből származó minta kivételével – a FKK átlagos összetételéhez hasonló (7. ábra), amely az üledékes folyamatok homogenizáló hatására vezethető vissza (BHATIA 1985; TAYLOR & MCLENNAN 1985; MCLENNAN 1990). A kondritra normált diagramon a siklósbodonyi minták frakcionált RFF-eloszlását figyelhetjük meg,



7. ábra. A Siklósbodony Sb-1 fúrásból származó aleurolit és homokkő minták kondritra (TAYLOR & McLENNAN 1985) normált RFF-eloszlása. Jelmagyarázat: FKK: felső kontinentális kéreg (TAYLOR & McLENNAN 1985)

Fig. 7 Chondrite-normalized REE patterns of siltstone and sandstone samples from borehole Siklósbodony Sb-1, compared to UCC (FKK, Hungarian abbreviation). Chondrite normalization factors and UCC composition from TAYLOR & McLENNAN (1985)

amely a La_N/Yb_N arány segítségével számszerűsíthető (IV. táblázat). A La_N/Yb_N hányados 4,12 és 7,31 között változik, minden esetben kisebb a FKK átlagos összetételére jellemző értéknél (9,21). A RFF-ek kondritra normált eloszlása a könnyű RFF-ek gazdagodásával ($La_N/Sm_N=2,55-4,49$) és a nehéz RFF-ek közel azonos mennyiségével jellemezhető ($Gd_N/Yb_N=1,01-1,59$), amelyhez negatív Eu-anomália ($Eu/Eu^*=0,50-0,85$) társul. A korábbi diagramokhoz hasonlóan, a RFF-eloszlások is tükrözik a finomszemcsés kőzetek megnövekedett nyomelem-koncentrációját, amelyet a nagyobb ΣRFF értékek jeleznek (IV. táblázat). Ez az összefüggés arra utal, hogy a RFF-eket hordozó ásványok az agyagfrakcióban dúsulnak. A siklósbodonyi fúrás törmelékes kőzeteinek RFF-geokémiai jellemzői tipikusan kontinentális forrásterületről származó üledékanyagot jeleznek (BHAITA 1985; McLENNAN 1990).

A 702,0–708,0 m mélységek közötti származó, eltérő geokémiai viselkedésű minta kondritra normált RFF-eloszlása szintén frakcionált ($La_N/Yb_N=5,21$), azonban határozott pozitív Eu-anomáliát ($Eu/Eu^*=1,22$) mutat, továbbá a ΣRFF értéke a vizsgált rétegsorban a legkisebb (51,48). A kőzettani vizsgálatok szerint ez a nagyszemcsés homokkő jelentős mennyiségű karbonátcementet tartalmaz, amely – a CaO és a Sr kiugró mennyiségén túl – pozitív Eu-anomáliát idézett elő.

Az előzőekben vázolt geokémiai bélyegek alapján megállapítható, hogy az Sb-1 fúrás vizsgált mélységtartományában (673,0–712,0 m) nem jelölhető ki geokémiai határ, az adott szakaszt képviselő minták kémiai összetételének változatosságát döntően a szemcseméretben és a karbonáttartalomban megfigyelhető különbségek alakították ki. Maganyag hiányában a fúrás 700,0 m-es mélységében feltételezett karbon–perm határ feletti, igazoltan a Korpádi

Homokkő Formációhoz tartozó kőzetek geokémiai vizsgálatát nem állt módunkban elvégezni, továbbá – a fúrás kőzetanyagának selejtezése következtében – erre a későbbiekben sincs lehetőség. Korábbi kutatásunk során azonban elvégeztük a Tésenyi Homokkő Formáció felső-karbon rétegsorát reprezentáló homokkövek geokémiai jellemzését (VARGA et al. 2001; VARGA 2002; R. VARGA et al. 2003). Eredményeink alapján az Sb–1 fúrás 673,0–712,0 m közötti mélységtartományából származó minták fő- és nyomelemeloszlása a Tésenyi Homokkő Formáció kőzetanyagának geokémiai jellemzőivel párhuzamosítható (6, 7. ábra; összehasonlító minták: Sb–1 739,0–746,0 m és 847,2–850,1 m).

Összefoglaló következtetések

Munkánkban a Siklósbodony Sb–1 fúrásban 700 m mélységben feltételezett karbon–perm határ (KASSAI 1969; BARABÁSNÉ STUHL 1986–88; FÜLÖP 1994; JÁMBOR 1998) közvetlen környezetéből származó archivált minták (673,0–712,0 m) részletes ásványtani, kőzettani és geokémiai vizsgálatát végeztük el, az ősmaradványok hiányában litológiai alapon kijelölt rétegtani határ pontosítása érdekében.

Eredményeink alapján az Sb–1 fúrás 673,0–712,0 m mélységtartományában nem jelölhető ki ásványtani, kőzettani vagy geokémiai határ, a vizsgált képződmények lehordási területe egységes, uralkodóan kvarcdús metamorf kőzetek lepusztulásából származik. Az adott szakaszt képviselő minták ásványtani (<2 μm -es frakció összetétele) és kémiai összetételében tapasztalt eltéréseket döntően a szemcseméretben, a karbonáttartalomban és az üledékképződési és/vagy diagenetikus környezet redox viszonyaiban megfigyelhető különbségek alakították ki. A Korpádi Homokkő Formáció és a Tésenyi Homokkő Formáció határának megvonása ez utóbbi alapján megalapozatlan, hiszen pusztán a kőzetszín nem alkalmazható különböző korú rétegsorok elkülönítésére. Hasonló redox környezet mindkét képződményben kialakult, amelyet az uralkodóan vörös színű Korpádi Formáció szürke rétegei, valamint a döntően szürke, zöldesszürke Tésenyi Formáció vörös üledékes kőzetei jeleznek (HETÉNYI & RAVASZNÉ BARANYAI 1976; BARABÁS & BARABÁSNÉ STUHL 1998).

Figyelembe véve, hogy az Sb–1 fúrás vitatott mélységtartományából korjelző ősmaradvány nem került elő, a biosztratigráfiai határ nem adható meg. Ennek megfelelően a karbon–perm határ kijelölése sem valósítható meg, célszerűnek tartjuk azonban a litosztratigráfiai határ kijelölését, azaz a két képződmény kőzetrétegtani alapon történő elkülönítését. Ezt nehezíti, hogy a siklósbodonyi fúrás vizsgált szakaszának ásványtani és kőzettani kifejlődése eltér a Mecsek-hegység és környezete területén ismert paleozoikumi üledékes rétegsorok összetételétől, amelyre FAZEKAS (1969) is felhívta a figyelmet. A mélyfúrásokból ismert Korpádi Homokkő Formáció törmelékanyaga általában éretlen, változókéony összetételű, jelentős mennyiségű gránit-, gneisz-, kvarcit- és vulkaniszemcsét tartalmaz (FAZEKAS 1987; BARABÁS & BARABÁSNÉ STUHL 1998). A Tésenyi Homokkő Formációt harántoló további mélyfúrások (Téseny T–2–T–7, Bogádmindszent Bm–1, Diósvizsló Dv–3) litológiai és geokémiai bélyegei szintén eltérnek az Sb–1 fúrás bizonyítottan felső-karbon szakaszának jellegzetességeitől (VARGA et al. 2001; VARGA 2002; R. VARGA et al. 2003).

Elfogadva BARABÁSNÉ STUHL (1986–88) következtetését, amelyet LACZÓ (in BARABÁSNÉ STUHL 1986–88) vitrinit-reflexió adataival és GÓCZÁN (in BARABÁSNÉ STUHL 1986–88) mikropaleontológiai eredményével támasztott alá, az Sb-1 fúrásban harántolt karbon–perm határ valószínűleg tektonikus. Véleményünk szerint azonban az így feltételezett jelentős üledékhézagnak, amely két formációt (litosztratigráfiai egységet) választ el, a litológiai összetételben is tükröződni kell. A kőzetrétegtani osztályozás során legkézenfekvőbb és elsőként elvégzendő tagolás ugyanis a kőzet különböző ásványtani, kőzettani, geokémiai és geofizikai bélyegei alapján történik. Az Sb-1 fúrás teljes rétegsorának részletes ásványtani és kőzettani feldolgozásakor FAZEKAS (1969) 642,0 m mélységben ismert fel olyan éles litológiai különbséget, amely a törmelékes képződményeket két eltérő lehordási területű szakaszra bontotta. Az itt kijelölhető litológiai határ feletti képződmények összetétele megfeleltethető a Korpádi Formáció definíciójában megadott kritériumoknak. A 642,0–1200,2 m mélységtartományban megfigyelhető törmelékanyag egységes, uralkodóan metamorf kőzetek lepusztulási termékét tartalmazza. Ebből a szakaszból került elő a felső-karbon kort jelző szegényes sporomorpha mikroflóra, így – véleményünk szerint – ez a mélységtartomány párhuzamosítható a Tésenyi Homokkő Formációval. Ez a litosztratigráfiai bontás nincs ellentmondásban a korábbi vitrinit-reflexió adatokkal, hiszen az 500 m ($R_o=2,46\%$) és a 820 m ($R_o=3,35\%$) közötti szakaszból nem áll rendelkezésre mérési adat, így ez alapján határozottan csak az jelenthető ki, hogy a határ az 500–820 m mélységtartományon belül húzódik. Az Sb-1 fúrás törmelékes rétegsorának javasolt rétegtani besorolásával szükségtelenné válik a 700,0 m feletti, metamorf lehordási területről származó sziliklasztos rétegeket a Korpádi Homokkő Formáció alsó (Siklóbodonyi Homokkő, – BARABÁS & BARABÁSNÉ STUHL 1998) tagozataként elkülöníteni.

A bemutatott vizsgálati eredmények és az elemzett publikációk alapján a Siklóbodony Sb-1 fúrásban harántolt, a Korpádi Homokkő Formáció és a Tésenyi Homokkő Formáció közötti litosztratigráfiai határt tektonikus jelleggel 642,0 m mélységbe helyezzük. Őslénytani adatok hiányában a biosztratigráfiai határ (karbon–perm időszak határa) nem jelölhető ki.

Köszönetnyilvánítás

A fúrásokból származó kőzetanyagot a Mecsekérc Környezetvédelmi Rt. biztosította számunkra. A mintagyűjtésnél nyújtott segítségéért MÁTHÉ Zoltánnak és JÓZSA Sándornak szeretnénk köszönetet mondani. Köszönettel tartozunk MERÉNYI Lászlónak és VICZIÁN Istvánnak a röntgen-pordiffrakciós vizsgálatok különböző szakaszaiban nyújtott segítségükért.

A röntgenfluoreszcens spektrometriás mérésekért a Tübingeni Egyetem Geokémiai Tanszékét, továbbá PINTÉR Farkast illeti köszönet. Az ICP-MS vizsgálatokért a szerzők a Bálint Analitika Kft.-nek mondanak köszönetet.

Ez a munka az OTKA T 034924 téma keretein belül készült.

Irodalom – References

- AMOROSI, A., CENTINEO, M. C., DINELLI, E., LUCCHINI, F. & TATEO, F. 2002: Geochemical and mineralogical variations as indicators of provenance changes in Late Quaternary deposits of SE Po Plain. – *Sedimentary Geology* **151**, 273–292.
- BAILEY, S. W. 1988: Chlorites: Structures and Crystal Chemistry. – In: BAILEY, S. W. (Ed.): *Hydrous Phyllosilicates (exclusive of micas)*. – *Reviews in Mineralogy* **19**, 347–403.
- BARABÁS A. & BARABÁSNÉ STUHL Á. 1998: A Mecsek és környéke perm képződményeinek rétegtana. – In: BÉRCZI I. & JÁMBOR Á. (szerk.): *Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana*, MOL Rt.-MÁFI kiadvány, Budapest, 187–215.
- BARABÁSNÉ STUHL Á. 1986-88: A Dél-Baranyai dombság és a Villányi hegység perm képződményeinek kutatásáról készített összefoglaló jelentés III. fejezete a perm feképződményeiről. – *Kézirat*os jelentés, MÉV Adattár, 54–81.
- BAULUZ, B., MAYAYO, M. J., FERNANDEZ-NIETO, C. & GONZALEZ-LOPEZ, J. M. 2000: Geochemistry of Precambrian and Paleozoic siliciclastic rocks from the Iberian Range (NE Spain): implications for source-area weathering, sorting, provenance, and tectonic setting. – *Chemical Geology* **168**, 135–150.
- BHATIA, M. R. 1985: Rare earth element geochemistry of Australian Paleozoic graywackes and mudrocks: provenance and tectonic control. – *Sedimentary Geology* **45**, 97–113.
- BHATTACHARYA, D. P. 1983: Origin of berthierine in ironstone. – *Clays and Clay Minerals* **31**, 173–182.
- BRUSEWITZ, A. M. 1988: Asymmetric zonation of a thick Ordovician K-bentonite bed at Kinnekulle, Sweden. – *Clays and Clay Minerals* **36**, 349–353.
- CULLERS, R. L. 1995: The controls on the major- and trace-element evolution of shales, siltstones and sandstones of Ordovician to Tertiary age in the Wet Mountains region, Colorado, U.S.A. – *Chemical Geology* **123**, 107–131.
- CSONTOS, L., BENKOVICS, L., BERGERAT, F., MANSY, J. & WÓRUM, G. 2002: Tertiary deformation history from seismic section study and fault analysis in a former European Tethyan margin (the Mecsek–Villány area, SW Hungary). – *Tectonophysics* **357**, 81–102.
- DINELLI, E., LUCCHINI, F., MORDENTI, A. & PAGANELLI, L. 1999: Geochemistry of Oligocene-Miocene sandstones of the northern Apennines (Italy) and evolution of chemical features in relation to provenance changes. – *Sedimentary Geology* **127**, 193–207.
- DYPVIK, H. & HARRIS, N. B. 2001: Geochemical facies analysis of fine-grained siliciclastics using Th/U, Zr/Rb and (Zr+Rb)/Sr ratios. – *Chemical Geology* **181**, 131–146.
- FAZEKAS V. 1969: A Siklósbodony 1. sz. mélyfúrás maganyagának ásvány-kőzettani vizsgálata. – *Kézirat*os jelentés, MÉV Adattár, 19 p.
- FAZEKAS V. 1987: A mecseki perm és alsótriász korú törmelékes formációk ásványos összetétele. – *Földtani Közlöny* **117/1**, 11–30.
- FÜLÖP J. 1994: Tésényi Homokkő Formáció. – In: FÜLÖP J. 1994: *Magyarország geológiája*. Paleozoikum II, Akadémiai Kiadó, Budapest, 322–332.
- GARZANTI, E. & VEZZOLI, G. 2003: A classification of metamorphic grains in sands based on their composition and grade. – *Journal of Sedimentary Research* **73/5**, 830–837.
- GÖTZE, J. & ZIMMERLE, W. 2000: Quartz and silica as guide to provenance in sediments and sedimentary rocks. – *Contributions to Sedimentary Geology* **21**, 1–91.
- HETÉNYI R. & RAVASZNÉ BARANYAI L. 1976: A baranyai antracittelepes felsőkarbon ősszlet a Siklósbodony 1. és a Bogádmindszent 1. sz. fúrás tükrében. – *MÁFI Évi Jelentése 1973-ról*, 323–361.
- INOUE, A., WATANABE, T., KOHYAMA, N. & BRUSEWITZ, A. M. 1990: Characterization of illitization of smectite in bentonite beds at Kinnekulle, Sweden. – *Clays and Clay Minerals* **38**, 241–249.
- IVÁN L. 1969: Siklósbodony-1 sz. fúrás geofizikai értékelése. – *Kézirat*os jelentés, MÉV Adattár, 3 p.
- JÁMBOR Á. 1998: A Tiszai nagyszerkezeti egység karbon üledékes képződményei rétegtanának ismertetése. – In: BÉRCZI I. & JÁMBOR Á. (szerk.): *Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana*, MOL Rt.-MÁFI kiadvány, Budapest, 173–185.
- KASSAI M. 1969: A Siklósbodony-1 sz. fúrás földtani értékelése. – *Kézirat*os jelentés, MÉV Adattár, 7 p.
- MCLENNAN, S. M. 1990: Rare Earth Elements in Sedimentary Rocks: Influence of Provenance and Sedimentary Processes. – In: LIPIN, B. R. & MCKAY, G. A. (Eds): *Geochemistry and Mineralogy of Rare Earth Elements*. – *Reviews in Mineralogy* **21**, 169–200.

- McLENNAN, S. M. 2001: Relationships between the trace element composition of sedimentary rocks and upper continental crust. – *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* **2**, 2000GC000109, 24 p.
- McLENNAN, S. M., TAYLOR, S. R., McCULLOCH, M. T. & MAYNARD, J. B. 1990: Geochemical and Nd-Sr isotopic composition of deep-sea turbidites: Crustal evolution and plate tectonic associations. – *Geochimica et Cosmochimica Acta* **54**, 2015–2050.
- NAGY, E. 1968: A Mecsek hegység triász időszaki képződményei. – *MÁFI Évkönyv* **51/1**, 198 p.
- PERRY, E. & HOWER, J. 1970: Burial diagenesis in Gulf Coast pelitic sediments. – *Clays and Clay Minerals* **18**, 165–177.
- REYNOLDS, R. C. JR. & HOWER, J. 1970: The nature of interlayering in mixed-layer illite-montmorillonites. – *Clays and Clay Minerals* **18**, 25–32.
- R. VARGA, A., SZAKMÁNY, Gy., JÓZSA, S. & MÁTHÉ, Z. 2003: Petrology and geochemistry of Upper Carboniferous siliciclastic rocks (Téseny Sandstone Formation) from the Slavonian–Drava Unit (Tisza Megaunit, S Hungary) – summarized results. – *Acta Geologica Hungarica* **46/1**, 95–113.
- ŠRODOŇ, J. 1984: X-ray powder diffraction identification of illitic materials. – *Clays and Clay Minerals* **32/5**, 337–349.
- ŠUCHA, V., KRAUS, I., GERTHOFFEROVÁ, H., PETES, J. & SEREKOVÁ, M. 1993: Smectite to illite conversion in bentonites and shales of the East Slovak Basin. – *Clay Minerals* **28**, 243–253.
- TAYLOR, S. R. & McLENNAN, S. M. 1985: *The Continental Crust: its Composition and Evolution*. – Blackwell Scientific Publications LTD, 312 p.
- VARGA A. 2002: A dél-dunántúli felső-karbon homokkővek kőzettani és geokémiai vizsgálatának eredményei. – Diplomadolgozat, ELTE Kőzettani és Geokémiai Tanszék, Budapest, 104 p.
- VARGA A., SZAKMÁNY Gy., JÓZSA S. & MÁTHÉ Z. 2001: A nyugat-mecseki alsó-miocén konglomerátum karbon homokkő kavicsainak és a Tésenyi Homokkő Formáció képződményeinek petrográfiai és geokémiai összehasonlítása. – *Földtani Közlemények* **131/1–2**, 11–36.
- VARGA A., RAUCSIK B., SZAKMÁNY Gy., HARTYÁNI Zs., SZILÁGYI V. & HORVÁTH T. 2003: Mállási indexek összehasonlítása: a kémiai mállás hatása törmelékes kőzetek ásványos összetételére. – *Magyar Kémiai Folyóirat* **108/9**, 387–396.
- WEAVER, C. E. 1989: *Clays, Muds, and Shales*. – Elsevier, Amsterdam, 819 p.
- YODER, H. S. & EUGSTER, H. P. 1955: Synthetic and natural muscovite. – *Geochimica et Cosmochimica Acta* **8**, 225–280.
- ZIMMERMANN, U. & BAHLBURG, H. 2003: Provenance analysis and tectonic setting of the Ordovician clastic deposits in the southern Puna Basin, NW Argentina. – *Sedimentology* **50/6**, 1079–1104.

Kézirat beérkezett: 2004. 02. 06.

A Tengelici Formáció kifejlődései a DK-Dunántúlon

Developments of the Tengelic Formation in South-eastern Transdanubia

KOLOSZÁR László¹

(6 ábra)

Tárgyszavak: litosztratigráfia, magnetosztratigráfia, szárazföldi üledékek, pleisztocén, pliocén, DK-Dunántúl
Keywords: lithostratigraphy, magnetostratigraphy, terrestrial sediments, Pleistocene, Pliocene, South-eastern Transdanubia

Abstract

The Tengelic Formation – which is the oldest post-Pannonian sediment from the SE Transdanubia – is investigated in this paper. The development of the formation is analysed with particular attention being given to mountains, hills and basinfill.

Three members are defined as new lithostratigraphic units and these divide the formation. The lithology, the deposition, the facies and the age of origin of the different developments are highlighted. With respect to the different facies, one member is described in connection with the mountains, hills and basinfill.

Geological details of the stratotypes of each member which have been investigated, and data related to them, are given for selected section. The results of these investigations are made available here.

Összefoglalás

A szerző a DK-dunántúli terület legidősebb posztpannon összletét a Tengelici Formációt jellemzi, egyenként ismertette a formáció hegyvidéki-, medencebeli- és dombvidéki kifejlődését.

A különböző kifejlődések litológiai jellegeinek, genetikájának, képződési környezetének és keletkezési idejének bemutatásával három új, tagozatragú egységet definiál a formáción belül, egyet a hegyvidéki, egyet a medencebeli és egyet a dombvidéki területre az alapvetően eltérő fácies figyelembevételével.

Minden esetben javaslatot tesz a tagozatok sztratotípusára, földtanilag részletesen megvizsgált és publikált szelvényeket választva ki, melyek alapadatai és vizsgálati eredményei is elérhetőek.

Bevezetés

A Tengelici Formáció már elérte a „nagykorúságot”, több mint 18 éve ismert a hazai rétegtanban, ennek ellenére pontos jellemzése, definiálása sokáig váratott magára.

A formáció a kainozoos és negyedidőszaki határon keletkezett, mely bizonyos szempontból határ a hazai rétegtani felfogásban is. A Magyar Rétegtani Bizottság Kvarter Albizottságának állásfoglalása szerint a negyedidőszaki képződmények is formációkba vannak sorolva, gyakorlatilag elfogadott litosztratigráfiai egységek, pontos leírások, definíciók nélkül (CSÁSZÁR 1997). A másik – elsősorban térképszerkesztési – felfogás a kvarter összleteket genetikájuk és keletkezési

¹Magyar Állami Földtani Intézet, H-1143 Budapest, Stefánia út 14.

idejük alapján csoportosítja, litosztratigráfiai egységként csak a korhatáron áthúzódó képződési idejű összleteket fogadva el (GYALOG 1996).

Véleményem szerint ez a képződési idő alapján történő elkülönítés elég meszterkelt, mert nem attól lesz egy litosztratigráfiai egység jól jellemezhető, hogy a képződése már a terciérben megkezdődött (pl. jól definiálható a Paksi Lössz Formáció is), másrészt viszont talán nem mindegyik elkülönített kvarter litosztratigráfiai egység definiálható olyan pontosan, hogy a térképezhetőség kritériumának megfeleljen.

A publikációmban megkísérlem egy plio-pleisztocén korú litosztratigráfiai egység pontos definiálását, de a cikkben elkülönített egységek elfogadására természetesen csak a Magyar Rétegtani Bizottság Kvarter Albizottságának van lehetősége.

A név eredete

A formáció litosztratigráfiai egységként 1983 óta ismert a hazai rétegtanban, a RÓNAI által összeállított – 1983-ban megjelent – kvarter formációtáblázatban (RÓNAI 1983) szerepelt először. Nevét a Tengelic T-2 fúrásban (HALMAI et al. 1982) (1. ábra) harántolt alsó-pleisztocén képződmények alapján kapta.

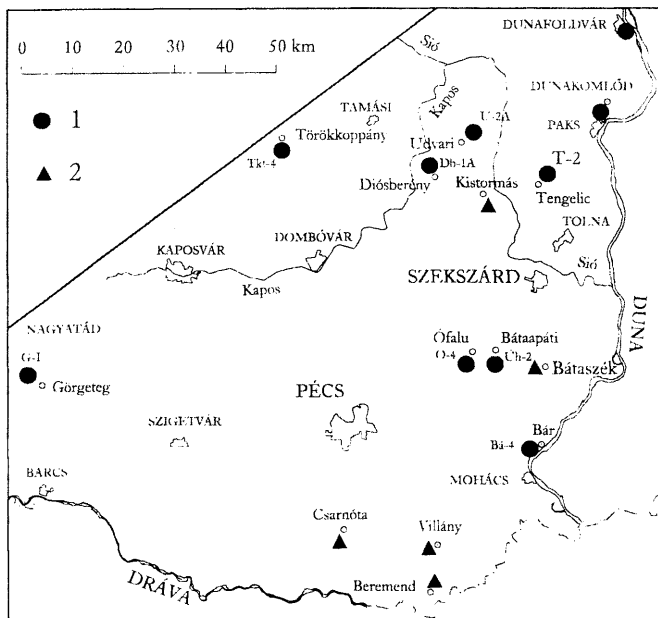
A formáció névválasztásánál nem vették figyelembe a Tolnai Mezőföld területéről már korábban publikált dunaföldvári összlet elnevezést (PÉCSI et al. 1979b), melyet a tengelicihez hasonló kifejlődésű dunaföldvári fúrási szelvények alapján írtak le.

Hozzá kell tenni, hogy a két egymáshoz közeli alsó-pleisztocén rétegsor azonosságának a kérdése csak az 1990-es években merült fel (JÁMBOR 1993, JÁMBOR 1998) az azonos képződési környezet és genetika figyelembevételével, az azonos képződési idő pedig csak a szelvények magnetosztratigráfiai korrelációja alapján vált közvetett módon igazolttá (KOLOSZÁR & LANTOS 2001 – 2. ábra).

A 2. ábrán három DK–dunántúli területrészt hat negyedidőszaki szelvénye van párhuzamosítva egymással magnetosztratigráfiai korreláció alapján. (Dél-Mezőföld: Paks, Dunaföldvár, Dunakömlőd; Tolnai Hegyhát: Udvari-2A és Diósberény-1A fúrás; Mórággyi-rög: Üveghuta-2 fúrás.). A Dél-Mezőföldön a löszrétegsor fekéjében települő dunaföldvári összlet dominánsan fordított polaritású intervalluma a Matuyama kronnal azonosítható. A másik két területrészen a lösz-összlet fekéjét alkotó Tengelici Formáció szintén fordított polaritású intervalluma bizonyos feltételezések mellett ugyancsak a Matuyama kronnak feleltethető meg. A nagy valószínűséggel azonos képződési idő, az azonos képződési környezet és genetika lehetővé tette, hogy a szakirodalomban külön néven szereplő DK–dunántúli szárazföldi törmelékes összleteket egy formációba soroljuk – mint ahogy ezt már JÁMBOR (1998) felvetette. Ezt a korrelációt támasztotta alá a magnetosztratigráfia is (KOLOSZÁR & LANTOS 2001).

1996-ban a formáció „alsó-középső-pleisztocén szárazföldi tarka agyag, vörös agyag” néven nyert elnevezést (GYALOG 1996).

1997-ben a formáció neve az egységet felépítő domináns kőzettípus megnevezésével Tengelici Vörösagyag Formációra bővült (JÁMBOR 1997) – a Magyarország Litosztratigráfiai Alapegységei című alkalmi kiadvány szerkezetének megfelelően – egy rövid ismertetéssel.



1. ábra. A vizsgált szelvények topográfiai helyzete. Jelmagyarázat: 1. fúrás, 2. felszíni feltárás

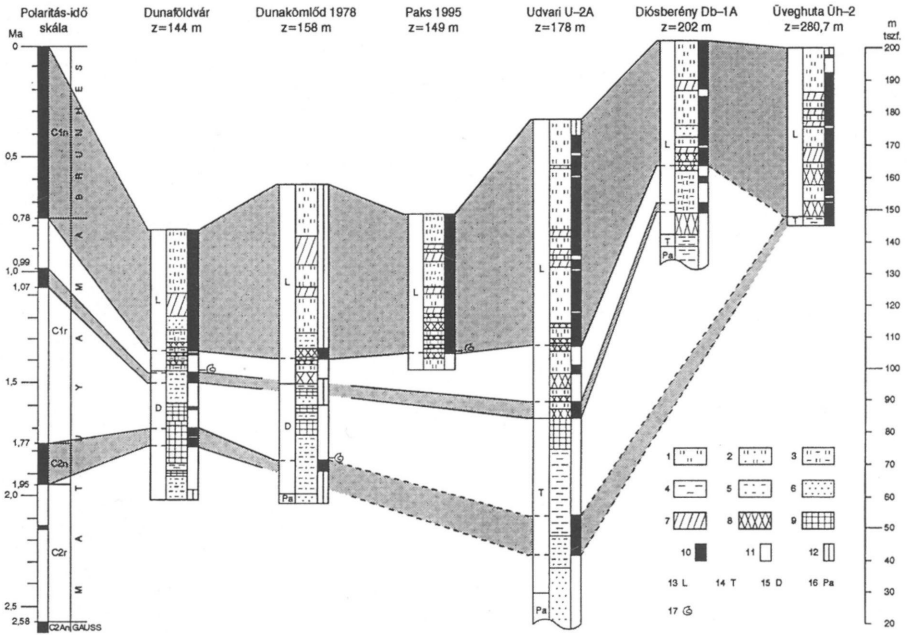
Fig. 1 Location map. Legend: 1. borehole, 2. outcrop

A formáció elnevezések prioritásának kérdésében a Magyar Rétegtani Bizottság jelen esetben kétféleképpen is értelmezhető döntést hozott 1975-ben (FÜLÖP et al. 1975), amennyiben „a jól megrögződött és a célt megfelelően szolgáló nevet nem szabad csupán a prioritás miatt törölni”, viszont „amennyiben a korreláció során két elnevezett egység teljes azonossága bizonyítást nyert, a későbbi nevet törölni kell, és a korábbiit kell megőrizni”. Ebben az esetben az első szempontot tartom fontosabbnak, annál is inkább, mert a dunaföldvári összlet elnevezés nem hivatalos (informális) litosztratigráfiai egység.

A formációt felépítő képződmények közül valóban a vörösagyag a legszembetűnőbb, legjellegzetesebb, de nem domináns kőzettípusa az összletnek, ezért az eredeti Tengelici Formáció elnevezést tartom pontosabbnak és megfelelőnek.

A formáció kifejlődései

A Tengelici Formáció tárgyalásánál, jellemzésénél külön kell választani a különböző kifejlődési területein keletkezett összleteket – hasonlóképpen a pleisz-



tocén rétegtanban megszokott eljáráshoz (JÁMBOR 1998) –, mert ezek között lényeges litológiai, fáciesbeli eltérések vannak, egy formáción belüli heteropikus fácieseknek tekinthetők. A különböző kifejlődések olymértékben elkülönülő litosztratigráfiai jellegekkel rendelkeznek, hogy célszerű külön tagozat rangú egységeknek tekinteni őket és külön sztratotípusokkal definiálni. A tagozatok egy formációba sorolását az azonos képződési időszak, az alapjaiban hasonló litológiai jellegek és a részben hasonló genetika indokolja.

Hegyvidéki kifejlődés – Beremendi Tagozat

A hegyvidéki kifejlődési terület Tengelici Formációjának vizsgálata elsősorban a képződményben található gazdag ősgerinces fauna meghatározására, kiértékelésére fókuszálódott.

A földtani–öslénytani vizsgálat 1847-ben kezdődött, amikor a Természettudományi Társulat megbizta KUBINYI Ferencet és PETÉNYI SALAMON Jánost, hogy a beremendi kőbányában feltártult csontdús, vörös agyaggal kitöltött hasadékokat kutassa fel. A csontleletek feldolgozását PETÉNYI SALAMON (1864) végezte el, de a munka már csak halála után kerülhetett publikálásra.

A PETÉNYI SALAMON által gyűjtött beremendi faunát NEHRING (1879) dolgozta fel újra. Ugyanezt az anyagot vizsgálta tovább, illetve saját gyűjtéssel egészítette ki MÉHELY (1908, 1909, 1914).

A beremendi ősgerinces fauna tanulmányozásában új korszak indult KORMOS (1911–12) munkásságával, aki ebben az időszakban kezdte el vizsgálni a Villányi-hegység gerinces lelőhelyeit, amit később évtizedeken át folytatott (KORMOS 1937).

A paleontológiai kutatások új szakasza az 1950-es években kezdődött JÁNOSSY és KRETZOI gyűjtőexpedícióival. A villányi-hegységi eredményeket KRETZOI (1956) monografikus részletességgel foglalta össze, több más e tárgyról szóló publikációja mellett. JÁNOSSY (1979) az egész magyarországi pleisztocént tagolta a gerinces faunák alapján.

← 2. ábra. A vizsgált DK-dunántúli szelvények rétegsora, mágneses polaritása, korrelációjuk egymással és a polaritás–idő skálával. Az Üveghuta-2 fúrás szelvénye technikai okokból 80 m-rel lejjebb helyezve, a fúrás 280,7 m tszf. magasságból indult. A polaritás–idő skála BERGGREN et al. (1995) munkájából. (in: KOLOSZÁR & LANTOS 2001). Jelmagyarázat: 1. lösz, 2. homokos lösz, 3. agyagos lösz, 4. agyag, 5. agyagos homok, 6. homok, 7. a Mende–basaharci lösz-összlet paleotalajsintjei, 8. a Paksi lösz-összlet paleotalajsintjei, 9. a Tengelici Formáció és a dunaföldvári összlet paleotalajsintjei, 10. normál polaritású szakasz, 11. fordított polaritású szakasz, 12. nem történt paleomágneses mintavétel, 13. lösz-összlet, 14. Tengelici Formáció, 15. dunaföldvári összlet, 16. felső-pannoniai képződmények, 17. a *Trichia hispida* első előfordulása a rétegsorokban

Fig. 2. Lithology and magnetic polarity zones of six profiles in the SE Transdanubia and their correlations with each other and the polarity time scale. The section of the Üveghuta-2 borehole has been shifted downward by 80 m; the top of the borehole is at 280,7 m asl. Polarity time scale is from BERGGREN et al. (1995). (Based on KOLOSZÁR & LANTOS 2001). Legend: 1: loess, 2: sandy loess, 3: clayey loess, 4: clay, 5: clayey sand, 6: sand, 7: palaeosol horizons of the Mende–Basaharc loess sequence, 8: palaeosol horizons of the Paks loess sequence, 9: palaeosol horizons of the Tengelic Red Clay Formation and the Dunaföldvár complex, 10: normal polarity, 11: reversed polarity, 12: no samples, 13: loess complex, 14: Tengelic Red Clay Formation, 15: Dunaföldvár sequence, 16: Upper Pannonian sediments, 17: first occurrence of the *Trichia hispida* in the sections

Az elmúlt évtizedekben néhány alkalmi gyűjtés volt a beremendi bányában a Magyar Állami Földtani Intézet és a Természettudományi Múzeum munkatársai részéről. Ezek eredményeként KORDOS (1992b) ismertette röviden a beremendi lelőhelyeket, illetve JÁNOSSY (1987, 1992, 1996) közölte a begyűjtött ősgérces fauna feldolgozási eredményeit.

A formáció hegyvidéki kifejlődési területén, a Villányi-hegységben vörösagyag, kőzettörmelékves vörösagyag alkotja az összletet, gazdag ősgérces faunával.

A hegységben három elkülönült területrészen összesen 39 db gérces lelőhelyet tartanak nyilván. Mindenhol mezozoos mészkövek karsztosodott repedéseiben, üregeiben, barlangroncsaiban található a terra rossa szerű vörösagyagos kitöltések, településük diszkordáns. A vörösagyag fedője szintén diszkordánsan a lösz, illetve valamilyen lejtőüledék, esetleg recens talaj.

A hegység Ny-i részén a Csarnótától D-re fekvő Cser-hegyen (1. ábra) található azok a vörösagyag kitöltések, melyek a csarnótai faunasztintet – a Csarnotanum sztratotípusát – tartalmazzák. A Csarnotanumot az MN 16a zónával, a középső-felső-pliocén határával lehet korrelálni (KORDOS 1992a). Ez a Villányi-hegységben talált legidősebb faunaegyüttes, kora kb. 3,5–3,0 millió év.

A hegység D-i részén a beremendi Szőlő-hegy (1. ábra) hasadékait, karsztos üregeit az ősgérces fauna alapján pontosan datálható, késő-pliocén–pleisztocén korú vörösagyagos összlet tölti ki. A képződmény a mezozoos kőzetek utáni legidősebb felszínen is nyomozható üledék a területen. CSÁSZÁR & FARKAS (1984) szerint a vörös színű pelites kitöltések gibbsittal és kaolinittal jellemezhető bauxit indukációk. A bauxitos kitöltés korára vonatkozóan fedőképződmény hiányában nem foglaltak állást.

A beremendi Szőlő-hegy karsztüreg kitöltéseiben talált gérces faunák az MN 16 zónába tartoznak, késő-pliocén korúak, kb. 3,0 és 2,4 millió évek között keletkeztek (KORDOS 1992b), illetve a legújabb vizsgálatok szerint a vörösagyag beremendi képződése már 3,3 millió évvel ezelőtt elkezdődött (MARSJ & KOLOSZÁR 2004).

A hegység K-i részén három felhagyott kőfejtőben találhatóak a Villány környéki gérces faunát tartalmazó vörösagyagos üregkitöltések (1. ábra), melyek közül a templom-hegyi lelőhely a Villányium sztratotípusa. Ez a Villány környéki területrészt legidősebb faunasztintje, kora kb. 2 millió év. A Templom-hegyen található egy másik felszínig hatoló barlangkürtő, melyet a felső részen löszös, az alsó részen kalcitos rétegeket tartalmazó vörösagyag tölt ki. Az itt talált faunaegyüttes a Biharium neosztratotípus szelvénye. A fauna alapján detektált kor kb. 0,8–0,6 millió év (KORDOS 1992c). Ez az időszak már a löszképződés ideje a területen, melyet a közbetelepült löszrétegek bizonyítanak. Az itt található vörösagyag már valószínűleg valamelyik vörös paksi talajjal párhuzamosítható. Mindemellert a Villány környéki alsó- és részben középső-pleisztocén faunaegyüttes kb. 2,0–0,6 millió év közötti üledékképződést bizonyít a területen.

A villányi-hegységi lokális és speciális vörösagyag képződés deluviális–eluviális jellegű volt és faunával igazoltan kb. 3,5–0,6 millió évek között csaknem folyamatosan történt (kb. 2,4–2,0 millió évek közötti üledékképződés faunisztikailag nem bizonyított. — 3. ábra).

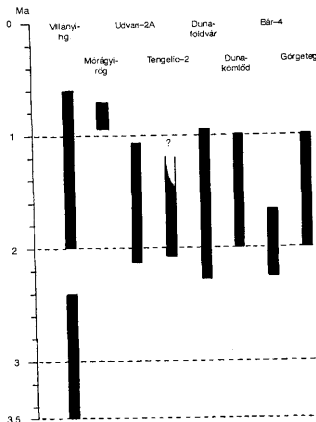
A Tengelici Formáció hegyvidéki tagozata sztratotípusának a beremendi Szőlő-hegyi bánya alsó művelési szintjén található 24 méter magas vörösagyag előfordulást javasolom, nevének pedig a Beremendi Tagozatot. 2001 évben a vörösagyag torony szelvényének részletes, leletmentő feldolgozását és vizsgálatát végeztük el. Ez a feldolgozás a terepi mintázáson, dokumentáción túl részletes szedimentológiai, őslénytani, kémiai, termikus, röntgendiffrakciós, mikrostruktúra és paleomágneses vizsgálatok elvégzéséből és kiértékeléséből állt (KOLOSZÁR & MARSJ 2001). A sztratotípus itteni kijelölését nehezíti, hogy a vörösagyag tornyot a feldolgozás óta részben letermelték, de egyrészt esély van rá, hogy alapszelvény szintű megóvásra kerüljön, másrészt a villányi-hegységi vörösagyag előfordulások közül egy sincs ilyen alaposan földtani tekintetben feldolgozva, ezen kívül az

alapadatok és a jelentés az Országos Földtani és Geofizikai Adattárban hozzáférhető és az eredményeinket publikáltuk (MARSJ & KOLOSZÁR 2004)

Síkvidéki (medencekitöltő) kifejlődés – Görgetegi Tagozat

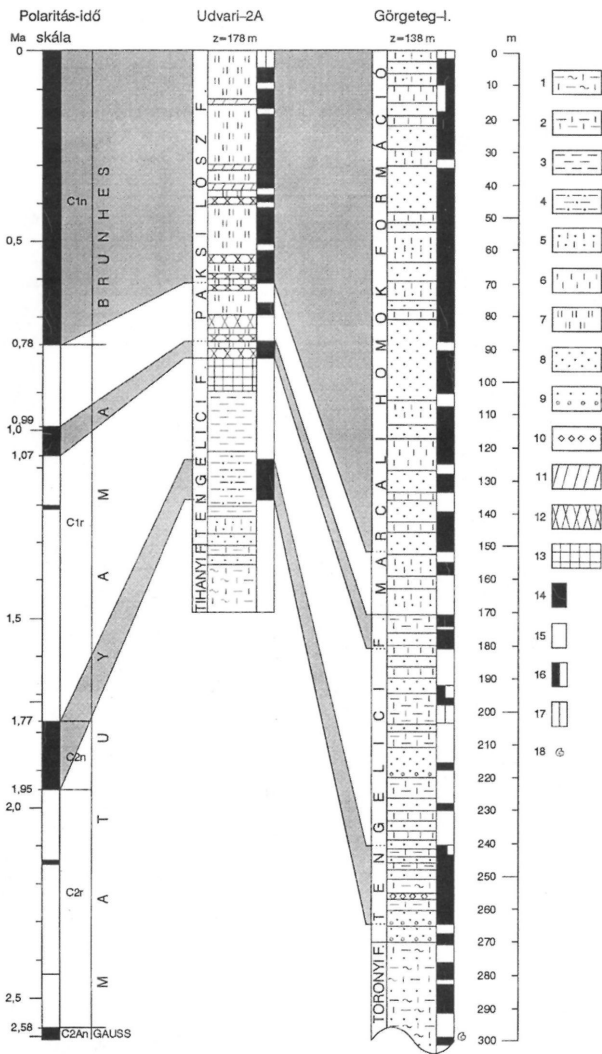
A medencekitöltő üledékegyüttes vastag kvarter, illetve levantei összetételről LÓCZY tesz említést a Nagyatád községi artézi kút szelvényének értékelése kapcsán (LÓCZY 1913). A 403 méter vastag rétegsorban a levantei rétegek talpát 90 méterre teszi. A közölt vázlatos rétegsor alapján a levantei rétegek alját maximum 169 méter mélységben, az első lignit betelepülésnél lehet kijelölni. A Dráva-medence számos teljes szelvényű kőolaj-, illetve vizkutató fúrása mellett mindössze az 1991-ben mélyített Görgeteg-I fúrás (1. ábra) volt magfúrás. A fúrás földtani eredményei 3 kötetben lettek dokumentálva (CHIKÁN & CHIKÁNNÉ 1993), az ezeken alapuló értékelés pedig 2001-ben került publikálásra (KOLOSZÁR et al. 2001). A cikkben két különböző fáciesű DK-dunántúli negyedidőszaki rétegsort hasonlítottunk össze a Dráva-medence (Görgeteg G-I fúrás), illetve a Tolnai Hegyhát (Udvari U-2A fúrás) területéről. A Görgeteg-I fúrás medencekitöltő, alluviális, az Udvari-2A fúrás dombvidéki, száraztérzsíni kvarter szelvényt tárt fel felső-pannoniai formációkra települve (4. ábra).

A Tengelici Formáció síkvidéki kifejlődési területén, a Dráva-medencében, folyóvízi szürke, sárga, tarka homok és agyagmárgás aleurit váltakozásából épül fel, az alsó részén bentonitos agyag betelepüléssel. Ez a medencebeli kifejlődés alapvetően különbözik a formáció dombvidéken képződött, túlnyomórészt



3. ábra. A Tengelici Formáció különböző kifejlődéseinek keletkezési ideje

Fig 3 The age of origin of different facies of the Tengelic Formation



eluviális–deluviális, és csak részben alluviális, főleg tarkaagyagot, vörösayagot és kőzetlisztet tartalmazó üledékeitől.

Biztos adatot a síkvidéki tagozatról a Görgeteg G–I fúrás szolgáltatott, de elterjedése tovább nyomozható a kőolajkutató fúrások, illetve a terület vízkutató fúrásai karotázs-szelvényeinek segítségével. A geofizikai szelvények tanulmányozásával kirajzolódik egy sáv a görgeteg–babócsai és a darányi kutatási területek között, ahol a formáció medencebeli- és dombvidéki kifejlődése összefogazódik. Felszíni előfordulása nincs, a Görgeteg G–I fúrás 270,2–170,5 m között harántolta (KOLOSZÁR et al. 2001 — 4. ábra).

A diszkordáns felszínű fekvő a felső-pannóniai Toronyi Formáció alkotja. A formáció alja éles litológiai határ: a zöldesszürke-sárgásszürke agyagmárgás kőzetliszt és finomszemű homok váltakozásából felépülő felső-pannóniai összletre kavicsos homok települ, mint a Tengelici Formáció legidősebb, cikluskezdő rétege. Mindkét réteg vízszintes településű, szögdiszkordancia nem látszik. A bázisréteget alkotó szürke, rosszul osztályozott, közép-, durvaszemű homokban közepesen kerekített, főleg kvarc, továbbá kvarcit és metamorfit anyagú kavicsok találhatók. A homokban feltűnően sok a színes elegyrész, és kevés a muszkovit. A kavicsanyag főként a réteg alján dúsul, maximális méretük 2–4 cm közötti.

A formáció felső határán az üledékképződés folyamatosnak tűnik, bár némi litológiai váltás itt is tapasztalható: a legfelső cikluszáró márgás kőzetliszt betelepülés fölött kőzetlisztes-homokos sorozat települ a fúrás felső szakaszán. Ez az összlet a Marcali Homok Formációnak feleltethető meg. A határ konkordáns.

A fúrás terepi feldolgozása során nem alakult ki egységes álláspont a felső-pannóniai–pleisztocén határt is meghatározó formációk közötti határ kérdésében. A fúrást terepen megtekintő geológusok a makroszkópos jellegek alapján a pleisztocén talpát egyrészt a 219,6 m-ben megfigyelhető intraform breccsa alatt (JÁMBOR et al. 1991), másrészt a 270,2 m-ben települő kavics rétegtaljánál vélték kijelölhetőnek (CHIKÁN & CHIKÁNNÉ 1993).

4. ábra. ← A Görgeteg–I. és az Udvari U–2A fúrások rétegsora, mágneses polaritása, korrelációjuk egymással és a polaritás–idő skálával. A polaritás–idő skála BERGGREN et al. (1995) munkájából. Az Udvari U–2A fúrás polaritása MÁRTON (1998) jelentése alapján (KOLOSZÁR et al. 2001). Jelmagyarázat: 1. kőzetlisztes agyagmárga, 2. agyagos kőzetliszt, 3. agyag, 4. agyagos homok, 5. homokos kőzetliszt, 6. kőzetliszt, 7. lösz, 8. homok, 9. homokos kavics, 10. bentonit, 11. a fiatal löszsorozat paleotalajhorizontjai, 12. az Idős löszsorozat paleotalajhorizontjai, 13. a Tengelici Formáció paleotalajhorizontjai, 14. normál polaritású szakasz, 15. fordított polaritású szakasz, 16. kevert polaritású szakasz, 17. nem történt paleomágneses mintavétel, 18. pleisztocénnél biztosan idősebb csigafauna első előfordulása

Fig. 4 Lithology and magnetic polarity zones of the Görgeteg–I. and the Udvari U–2A boreholes and their correlations with each other and the polarity time scale. Polarity time scale is from BERGGREN et al. (1995). The polarity of the Udvari U–2A borehole is based on the report of MÁRTON (1998), completed by the review of MÁRTON. (KOLOSZÁR et al. 2001). Legend: 1: silty clay and marl, 2: clayey silt, 3: clay, 4: clayey sand, 5: sandy silt, 6: silt, 7: loess, 8: sand, 9: sandy gravel, 10: bentonite, 11: palaeosol horizons of the young loess series, 12: palaeosol horizons of the old loess series, 13: palaeosol horizons of the Tengelic Formation, 14: normal polarity, 15: reversed polarity, 16: mixed polarity, 17: no samples, 18: first occurrence of the fauna surely older than Pleistocene

A röntgendiffrakciós és termoanalitikus vizsgálatok eredményei 270–280 m körül jeleznek anyagminőségbeli változást. A vastartalmú ásványok változása alapján 171,9–284,1 m között jól elkülöníthető egy szakasz, ahol goethit jellemző, kis mennyiségű sziderit és pirit társaságában. „A pirit és a goethit együttes megjelenése mindenképpen utólagos áthalmazásra utal, amely során az oxidatív (goethites) üledék redukív (pirites) – valószínűleg szerves anyaggal – keveredett” (BOGNÁR et al. 1993).

Az eltérő korú üledékképződési időszakok (késő-pannóniai és pleisztocén) hőmérsékletviszonyai közötti radikális különbséget jelzi az illit (001) bázisreflexiój féltértszélességének markáns változása is a szelvényben 272,3–280,0 m között (BOGNÁR et al. 1993).

Ezek az anyagvizsgálati eredmények is alátámasztják a 270,2 m-nél tapasztalható litológiai váltásnál meghúzott felső-pannóniai–pleisztocén határt, így ezt tekinthetjük a Tengelici Formáció aljának.

A vastartalmú ásványok változása alapján elkülönített 171,9–284,1 m közötti intervallum felső határa szintén jól egyezik a formáció litológiai alapon meghúzott felső határával (170,5 m).

A Tengelici Formáció 99,7 m vastag rétegsora üledékképződési szemnagysági félciklusokból épül fel. A szemcseeloszlás és a karotázs alapján négy nagyobb vastagságú félciklus különíthető el 270,2–251,4 m, 251,4–219,7 m, 219,7–194,5 m, 194,5–170,5 m között. Az első és a harmadik tovább nem tagolható, ezeknél a szemcseméret folyamatosan finomodik felfelé. A második félciklusnál a szemcseméret ingadozik, akár öt rövidebb félciklus is kijelölhető. Az utolsó félciklus is tovább tagolható három rövidebb szakaszra, 194,5–186,5 m; 186,5–180,2 m; 180,2–170,5 m között. A ciklusok kezdő rétege szürke, zöldesszürke, sárgásszürke homok, néhol kavicsos homok, gyakran a rétegen belül is felfelé finomodó szemcsenagysággal. A 219,7 m-ben kezdődő félciklus bázisrétegében agyag- és mészkonkrécio kavicsokból álló intraform konglomerátum települ. A homokrétegekre változó, felfelé finomodó szemnagyságú, szürke, zöldesszürke, ibolyászürke színeződésű, fehér mészfoltos, illetve sárga limonitfoltos homokos kőzetliszt, kőzetliszt, agyagos kőzetliszt rétegek települnek. A félciklusok zárórétege agyagos, agyagmárgás kőzetliszt, melyekben gyakran változó dőlésszögű, fényes felületű, atektonikus csúszási síkok figyelhetők meg. A mészcsomok feldúsulása is ezeknél a szakaszoknál gyakori.

Az összetlet homok és kőzetliszt rétegeire a mikrokeresztrétegzettség, lencsés keresztrétegzettség jellemző. A változó mennyiségű muszkovitlamezek általában párhuzamosan rendezettek, ritkábban bioturbált az anyag. A rétegsorra a szenezedett növényi törmelékeken kívül, az egyes szakaszokon összemosott, illetve ritkábban autochton helyzetű „*Unio wetzleri*” és *Pisidium* héjtöredékek is jellemzők.

255,8–257,1 méter között barnásszürke színű, kemény, szögletes törésű, bentonitos agyagréteg települ, mely egy egykori piroklasztikum szórás mállásterméke, és képződését a bári bazaltvulkanizmussal lehet korrelálni (KOLOSZÁR et al. 2001).

A Görgeteg G–I fúrásban harántolt Tengelici Formáció tipikus medencebelseji fluviolakusztikus fációs törmelékes üledékegyüttes, kiszáradó ártéri betelepülésekkel. Szél által megmunkált, jól vagy közepesen lekerekített, polírozott homokszemcséket csak 185 m fölött tartalmaz.

Az összlet ősmaradvány-tartalma a szegényes ostracoda és szervesvázú mikroplankton mellett viszonylag gazdag mollusca és pollen anyag. A malakológiai értékelés nemrégiben került publikálásra (KROLOPP 2002), és a palinológiai újrafeldolgozás is folyamatban van. Ennek a két vizsgálatnak az eredményei tovább pontosíthatják az összlet képződési környezetére vonatkozó elgondolásokat.

Az összlet kora kora-pleisztocén, a paleomágneses vizsgálatok szerint 0,99–2,0 Ma között képződött (KOLOSZÁR et al. 2001), (3. ábra).

A Tengelici Formáció síkvidéki tagozata sztratotípusának a Görgeteg G–I fúrás 270,2–170,5 m közötti szakaszát javaslom, nevének pedig a Görgetegi Tagozatot. A fúrómagok hozzáférhetőek a Földtani Intézet Pécs-vasasi magraktárában. A fúrás földtani vizsgálata részletes, az alapadatok az Országos Földtani és Geofizikai Adattárban hozzáférhetőek és a vizsgálatok eredményei is megjelentek nyomtatásban (KOLOSZÁR et al. 2001).

Dombvidéki (száraztér-színi) kifejlődés – Tengelici Tagozat

Az összlet elsősorban fúrasi szelvényekben tanulmányozható, felszíni előfordulása szórványos és kis vastagságú. Ennek ellenére az első utalás rá már ROTH Lajos 1870-es évekbeli földtani térképezésénél megtörténik, ahol a pannóniai rétegek közvetlen fedőjében – pontos rétegtani helyzetben –, mint babéres agyag szerepel (ROTH 1874–1876). A következő említése HORUSITZKY leírása a kistormási halastó melletti feltárásról (HORUSITZKY 1901 — 1. ábra). A DK-Dunántúl pleisztocén képződményeinek kifejlődését az 1950-es években MIHÁLTZ foglalta össze, az ún. síkvidéki földtani felvételezés lezárásaként és a pannóniai-pleisztocén határon települő mészkonkréciós mészkőpadok felett vörösgyagot említ, mint a kvarter összlet bázisképződményét (MIHÁLTZ 1953). Szintén az 1950-es évek első felében lezajlott gyors felvételezés eredményeinek felhasználásával és összegzésével a legalaposabb, a vizsgált terület É-i részének földtanával foglalkozó munka ERDÉLYI nevéhez fűződik, ahol szintén pontos rétegtani helyzetben kerülnek említésre a formáció képződményei (ERDÉLYI 1961–1962). ERDÉLYI szerint a pleisztocén rétegsorban elkülöníthető vörös agyag szintek közül a legelső, a felső-pannóniai összlet közvetlen fedőjében települő a legvastagabb és legvörösebb, aljában vastag mészkő- és mészkonkréciós paddal és elterjedését tekintve már korábban megállapítja, hogy a Solt–Nagykanizsa vonaltól D-re fordul elő (ERDÉLYI 1955).

Fúrásokkal először PÉCSI és munkatársai tárták fel Dunaföldváron és Duna-ömlődön (1. ábra) az 1970-es években, eredményeiket az évtized végén foglalták össze (PÉCSI et al. 1979a, b). Az általuk dunaföldvári összletnek nevezett rétegsor a Duna magasparti területein maximálisan 40 méter vastagságú és folyóvízi agyagos homokon, homokos agyagon kialakult vörösgyagos talajszorozatokkal jellemezhető. Összesen hat paleotalajszintet különítenek el – Dv1–6 elnevezéssel –, melyek hol egymásra települnek, hol vékony homokos agyagrétegek tagolják a rétegsort.

A formációnak nevet adó Tengelic T–2 fúrás (1. ábra) 1978-ban mélyült a Tolnai Mezőföldön és 41,6 méter vastagságban tárta fel az összletet (HALMAI et al. 1982).

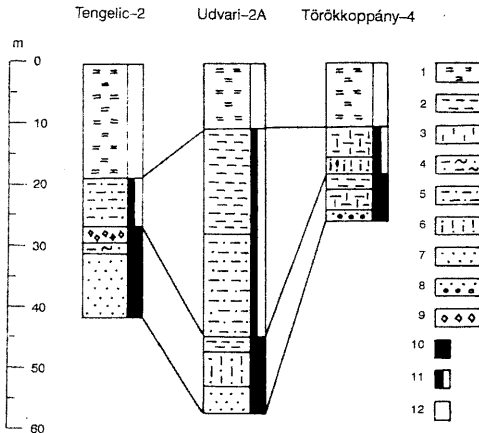
Ezekben kívül még két részletesen feldolgozott fúrás harántolta nagyobb vastagságban a formációt: a Somogy-Tolnai dombvidéken 1977-ben mélyült Török-

koppány Tkt-4 (CHIKÁN & TOMKA 1984), (1. ábra) 25,7 méteres vastagságban és a Tolnai Hegyháton 1996-ban mélyült Udvari U-2A (KOLOSZÁR 1997 — 1. ábra) 57 méter vastag szelvénye.

A Tengelic Formáció a dombvidéki kifejlődési területein igen változatos litológiájú. A legteljesebb szelvényeinél egy felfelé finomodó szemmagyságú, szürke, barna, vörösbarna, tarka sziliciklasztikus összlet, homok, kőzetlisztes homok, agyagos kőzetliszt, agyag rétegekkel. Jellegetes kőzettípusa a vörös, téglavörös színű agyag, mely a rétegsor felső részén gyakori, de közbetelepülésként is megtalálható. A finomabbszemű rétegek jellemzői az általában szórt elhelyezkedésű, de néhol rétegszerűen jelentkező sárgásfehér mészkonkréciók és a fekete limonit-pirroluzit pizoidok. Néhol bentonit betelepülés is található benne. A rétegsor aljára eolikusan jól kerekített homok is jellemző.

A fent említett három fúrás rétegsora a vastagságbeli különbségek figyelembevételével is igen hasonlít egymáshoz, és jól jellemzi a formáció dombvidéki kifejlődését (5. ábra).

A pleisztocén cikluskezdő homokos réteg mindhárom fúrásban diszkordánsan települ a felső-pannóniai képződményekre: a Tengelic T-2 fúrásban a Toronyi, a másik két fúrásban a Tihanyi Formáció nyesett felszínére. A formáció alsó szakaszán települő kezdő rétegsor egy folyóvízi szemmagysági félciklus, mely az



5. ábra. A Tengelic Tagozat három fúrási szelvényének korrelálása. Jelmagyarázat: 1. vörösgyag, 2. agyag, 3. agyagos kőzetliszt, 4. homokos agyagmárga, 5. homokos agyag, 6. homokos kőzetliszt, 7. homok, 8. homokos kavics, 9. bentonit, 10. alluviális fácies, 11. eluviális-deluviális és részben alluviális fácies, 12. eluviális-deluviális és reziduális fácies

Fig. 5 Correlation of three lithological columns of three borehole profile of the Tengelic Member. Legend: 1 red clay, 2 clay, 3 clayey silt, 4 sandy clay and marl, 5 sandy clay, 6 sandy silt, 7 sand, 8 sandy gravel, 9 bentonite, 10 alluvial facies, 11 eluviál-deluviál and partly alluvial facies, 12 eluviál-deluviál and residual facies

üledékképződés megindulását jelzi mindhárom területrészen. A félciklusok jellegzetes rajzolata a fúrások karotázis-szelvényein is jól korrelálható. A Tengelic T-2 fúrás pleisztocén rétegsora alsó 14 méterén elvégzett koptatottság vizsgálat azt mutatta ki, hogy a túlnyomórészt alig koptatott szemcsék közé kb. 10%-os arányban közepesen, illetve kiválóan koptatott szemcsék is találhatóak, ami a szél átülepítő hatására utal az üledékképződés kezdeti szakaszán.

A Tengelic T-2 fúrásban egy 2,7 méter vastag bentonitos agyagréteg települ 46,5–49,2 méter között, mely a bárri bazaltvulkanizmussal hozható kapcsolatba (HALMAI et al. 1982).

A folyóvízi összletre a középső szakaszon egy változatos genetikájú tarka-agyagos sorozat települ mindhárom fúrásban. A felfelé finomodó szemnagyságú törmelékes rétegsorok alsó részén átmeneti szint található, ahol a finomhomokfrakció még számottevően jelen van az agyag- és a kőzetliszt-tartalom mellett. Ezen a szakaszon agyag, kőzetlisztes agyag, finomhomokos agyag és kőzetlisztes finomszemű homok váltogatja egymást. A felső szakaszon viszonylag homogén agyag, kőzetlisztes agyag rétegsor található. Az összlet tarka, színe a világosbarnától-sárgásbarnától a vörösesbarnán át a sötétbarnaig változik. A sötétbarna-fekete, valamint a piszkosfehér foltosság végig jellemző. Az utóbbi a mállott, elmosódó körvonalú, szórt elhelyezkedésű mészkonkréciók eredménye. A sötétbarna színezettséget a diszperz limonit-mangándioxid tartalom helyenkénti feldúsulása okozza. Ez a szakasz az Udvari U-2A fúrásban a legvastagabb: 34,8 méter. Az összlet túlnyomórészt kiszáradó ártéri, esetenként mocsári képződmény, epizodikus folyóvízi anyagbeszállítódással. Eluviális-deluviális és alárendelten alluviális genetikájú rétegsor.

A formáció felső szakaszán mindhárom fúrásban a szárazföldi törmelékes összlet zárótárgja települ. Ez a szint egy fosszilis talajsorozat, a Tengelic T-2 fúrásban a legvastagabb: 18,7 méter. A kőzet élénkvörös-tégla-vörös, illetve barnás-vörös színű, homogén, rétegzetlen, szórtan limonit-mangándioxid pizoidos kőzetlisztes agyag. Néhol szürke-zöldesszürke foltosság figyelhető meg, szórt elhelyezkedésű mészkonkréciókkal. A vörösayagos rétegeket mészfelhalmozódási szintek tagolják, mint a paleotalajok cementációs szintjei. Az Udvari U-2A fúrásban két helyen, a Törökkoppány Tkt-4 fúrásban három helyen világosbarna, fehér foltos, összecementált mészkonkréciós szakasz található.

A formáció ezen zárórétegsora eluviális genetikájú, reziduálisan keletkezett mediterrán (terra rossa) típusú paleotalaj.

A formáció felső határa a Tengelic T-2 és a Törökkoppány Tkt-4 fúrásokban diszkordáns. A Tengelic T-2 fúrásban, egy zavart településű vegyesen lösz-, illetve tarkaagyag eredetű deluviális agyagos kőzetliszt települ a fedőben, a Törökkoppány Tkt-4 fúrásban a Paksi Löss Formáció Paks Dupla paleotalaj horizontja.

Az Udvari U-2A fúrásban a formáció felső határán az üledékképződés folyamatosnak tűnik, litológiai változás nem látszik, diszkordancia nem tapasztalható, a Paksi Löss Formáció legidősebb paleotalaja – Pv3 – a közvetlen fedő (KOLOSZÁR et al. 2001).

A két összlet közötti határ pontosításához az egyes minták agyagásványaihoz kötődő molekuláris víztartalom mennyisége használható fel, mely a termóanalitikai görbékből mérhető (FÖLDVÁRI & KOVÁCS-PÁLFFY 1998). Ezek alapján jól

elkülöníthetők a lösz eredetű és a tengelici genetikájú minták. Még lösz eredetű a 91,3 m-ben begyűjtött minta, az alatta következő – 93,3 m-ből – pedig már biztosan a Tengelici Formációba tartozik. A két összlet közötti kőzettani határ ebben a 2 méteres intervallumban található – melyet a montmorillonit, illit, plagioklász tartalom ugrásszerű változása is jellemez (FÖLDEVÁRI et al. 1999) – de biztos adatunk csak 93,3 m-ben van, úgyhogy ezt fogadható el a két összlet közötti határnak.

Ezek alapján a formációhatár a több mint 6 m vastagságú – 90,7–97,0 m között települő – fosszilis talajsorozat felső szakaszán jelölhető ki. A paleotalaj élénk-vörös–téglavörös színű, homogén, rétegzetlen, szórtan limonit–mangándioxid pizoidos kőzetlisztes agyag, alján 0,3 m vastag mészfelhalmozódási szinttel.

MÁRTON (1998) paleomágneses vizsgálatait figyelembe véve a 80 ezer évig tartó jaramillo szubkron (0,99–1,07 Ma) az Udvari U–2A fúrás 88,3–93,3 m közötti intervallumában jelölhető ki (4. ábra). A fenti vázolt anyagvizsgálati eredmények szerint a formáció határa ugyanennek a szintnek az alsó részében – 91,3–93,3 m – között húzható meg. Ezek alapján, ha esetleg van üledékhiány a formációhatáron, akkor sem lehet a mértéke néhány tízezer évnél több, ami egy szárazföldi törmelékes rétegsor minden réteghatárán elképzelhető.

A dombvidéki tagozat kora-pleisztocén korú: a paleomágneses vizsgálatok és az üledék-felhalmozódási sebességek extrapolálása alapján 0,95–2,28 Ma között képződött (3. ábra). Az üledékképződési sebességek kiszámításánál a paleomágneses vizsgálatok eredményeit használtam fel, mely szerint az Olduvai szubkron ideje alatt (1,95–1,77 Ma között) a dunaföldvári fúrásban paleotalaj keletkezett 3,3 cm/ky sebességgel, illetve az Udvari U–2A fúrásban tarkaagyagos üledék halmozódott fel 6,7 cm/ky sebességgel (KOLOSZÁR & LANTOS 2001).

A Tengelic T–2 fúrás esetében (ahol nem történt paleomágneses vizsgálat) az egyetlen adatot a 46,5–49,2 méter között települő bentonitos agyagrégteg kora szolgáltatja, elfogadva, hogy a bárni bazaltvulkanizmussal hozható kapcsolatba. A bárni piroklasztikum-szórás kora a Báron megfűrt bazalt radiometrikus mérése alapján 2,17±0,17 Ma (BALOGH et al. 1986) és a Görgeteg G–I fúrás magneto-sztratigráfiai vizsgálata alapján 1,9 My-re becsülhető (KOLOSZÁR et al. 2001).

A Tengelici Formáció dombvidéki tagozata sztratotípusának a Tengelic T–2 fúrás 19,9–61,5 m közötti szakaszát javaslom, nevének pedig a Tengelici Tagozat elnevezést. A fúrás rétegsorából és a szedimentológiai feldolgozásából – 41% homok, 29% agyag, 21% agyagos kőzetliszt tartalom – látszik, hogy a tagozatnak nem a vörösgyag a domináns kőzettípusa, így a jelző használatát nem javaslom.

A tagozat hivatkozási szelvényének (hiposztratotípusának) az Udvari U–2A fúrás 93,3–150,3 méter közötti szakaszát javaslom.

Mindkét fúrás fúrómagjai hozzáférhetőek, egyrészt a Földtani Intézet Pécsvasasi magraktárában, másrészt a Bábaapátiban lévő magraktárban. Mindkét fúrás földtani vizsgálata részletes, a különböző vizsgálati eredmények egymást kiegészítik, az alapadatok az Országos Földtani és Geofizikai Adattárban hozzáférhetőek és a vizsgálatok eredményei is megjelentek nyomtatásban (HALMAI et al. 1982; KOLOSZÁR 1997; KOLOSZÁR et al. 2001).

A tagozat elterjedésének vizsgálatánál, mint biztos fúrási adatot meg kell említeni a Diósberény Db–1A (MARSI 1997 – 1. ábra) és a Bár Bá–4 (HÖNIG 1971 – 1. ábra) fúrásokat. Az előbbiben 59,8–63,4 méter között tarkaagyag települ, a

tetején vörös paleotalajjal, az utóbbiban, vörösagyagba települ 16,6–32,2 méter között az a bazalt benyomulás, amelyik a terület fontos pleisztocén koradatát szolgáltatta.

Ezen kívül a vizkutató fúrások rétegsoraiból feltételezhető a tagozat általános elterjedése a DK-Dunántúl dombvidéki területein, túlnyomórészt a felső-pannóniai összlet és a Paksi Löss Formáció közötti rétegtani helyzetben.

A tagozat kifejlődése ősmaradványmentes.

A Tengelici Tagozat felszíni feltárása igen ritka. A Tolnai Hegyhát D-i részén, a Hidas-patak völgyének K-i oldalán találhatóak az egész vizsgált terület legjobb, legfontosabb pannóniai feltárásai, mert itt a felső-pannóniai képződmények fölött, a közvetlen fedőképződmények is megtalálhatók (KOLOSZÁR & MARSI 1997).

A területrezt legteljesebb feltárását Kistormástól D-re a halastó K-i domboldalába vágott felhagyott bányáscka nyújtja, az É-i gátnál (1. ábra). Itt a fejtő alsó, 6 m vastagságú szakaszán látható a pannóniai összlet épen maradt legfelső szintje, egy 20–30 cm vastag homokkópad, ennek hullámos felszíne a diszkordancia-felület. A posztpannóniai erózió eddig a rétegit pusztította le az idősebb összletet, mielőtt az újabb üledék felhalmozódás megkezdődött volna.

A feltárás e fölött található szakasza már a Tengelici Tagozatba tartozik. Legalul, mintegy 2 m vastagságban áthalmazott, finom- és középszemű, csillámos homok települ, mely elszórta 10–20 cm-es nagyságú homokkő- és mészkődarabokat tartalmaz. A homok rétegzetlen, tömeges, az alsó szakaszán saját anyagú homokkő-, a felsőn szürke színű, szilánkos törésű mészkődarabok a jellemzők, melyek egy idős vörösagyag mészfelhalmozódási szintjének lepusztulásából származtathatók. Ez az áthalmazott, homokos szakasz a pleisztocén cikluskezdő réteg. A homokos szakasz fölött egy mocsári ciklus üledékei találhatóak, kb. 1 m vastagságban. Alul 20 cm vastag mészpados szint települ, majd 20–40 cm vastag, enyhén zöldesszürke színű, agyagos finomhomok található, végül hasonló vastagságban szürkésbarna színű, nagy mangántartalmú tarkaagyag zárja a rétegsort. A zöldesszürke, agyagos finomhomokréteg röntgenelemzésének eredményei alapján részben bentonitos összetételű, ezért részben vulkanikus eredete valószínűsíthető. A bárni bazalt vulkanizmussal való korreláció a feltárt összlet korát 1,9 Ma év körül valószínűsíti.

Ennél feltehetően idősebb az a vörösagyag horizont, melyet a Tengelici Tagozat bázisképződményének tekinthetünk, a kistormási halastó K-i oldalán, a falutól D-re. A feltárás 15 m széles és 2 m magas. Alul, az idős vörösagyag mészfelhalmozódási szintjében kb. 1 m vastagságban mészkő található. A kőzet piszkosfehér színű, rózsaszín sávós, üreges, porózus, lyukacsos szerkezetű, kriptokristályos szövetű mészkő. A kőzet tiszta, törmelékanyag-mentes mészkő, csak a pórusaiba szivárgott felülről vörösagyag. A mészkőszint fölött élénkvörös színű agyag, agyagos málladék települ kb. 1 m vastagságban. Alsó fél méteres szakaszán még jelentős a mésztartalom, mészerek-mészkonkréciók formájában. Felső részén lecsökken a mésztartalom, a kőzet morzsalékos, gyúrható. A paleotalaj-horizontnak sajnos sem a fekéje, sem a fedője nem feltárt.

A Tengelici Formáció dombvidéki kifejlődésénél külön kell tárgyalni a Mórággyi-rög területén, kristályos alapkőzeten, illetve a DK-Dunántúl egyéb területein – pl. Tolnai Mezőföld, Tolnai Hegyhát – felső-pannóniai alapkőzeten

keletkezett összleteket. A különválasztást az eltérő kőzetkifejlődés, valamint a részben eltérő fácies és genetika indokolja.

Az alapvető különbség az, hogy a formáció Mórággyi-rögön képződött kifejlődése kizárólag eluviális–deluviális összlet, mállott, helyben maradt, illetve lejtőn való tömegmozgással részben áttelepített képződmény, idegen — nem helyi eredetű — anyagot nem tartalmaz. A Tengeliczi Tagozat keletkezésénél fontos szerepet játszó folyóvízi beszállítás az üledékgyűjtőbe itt nem játszhatott szerepet, lévén a Mórággyi-rög a tagozat képződésekor is kiemelt helyzetben volt.

A Tengeliczi Formáció helyi kifejlődésével, kőzettípusaival, képződési körülményeivel, korával a kéziratot jelentéseken kívül számos publikáció is foglalkozott (KOLOSZÁR & MARSÍ 1999; KOLOSZÁR et al. 2000; MARSÍ 2000; KOLOSZÁR & MARSÍ 2002).

A formáció fekéjét a Mórággyi-rög plató területein főként granitoid murva, vagy a Mórággyi Komplexum különböző mértékben bontott részei, néhol a granitoid kőzeteket áttörő kréta vulkanitok, a Mecsek-alja-övtől ÉNy-ra az Ófalui Fillit Formáció képződményei alkotják.

A tarkaagyag alapközete az alaphegységi granitoid különböző kőzettípusaiból fizikai aprózódással, kémiai mállással keletkezett murva. A formáció fedőképződménye legtöbb helyen a lösz valamelyik összlete, vagy lepusztulási terméke.

Anyaga dominánsan agyag, melybe mészcsonók, mészgöbcecsek keverednek. Általában csokoládébarna színű, fekete mangán- és fehér mészfoltos, illetve mogyoróbarna és nagyobb mészcsonókat tartalmaz. Ezek 1–2 cm-esek és többnyire erősen mállottak, szórt elhelyezkedésűek, elmosódó körvonalúak. Ezen kívül 1–2 mm-es mangándioxid-pizoidok is találhatóak benne szintén szórt elhelyezkedésben. A kőzet jól kötött, a nagy montmorillonit tartalmának köszönhetően erősen duzzadó. Rétegzetlen, szívós, ellenálló.

A tarkaagyagos alapközetű reziduális málladékon vörösesbarna színű talajtakaró alakult ki. Ez a talajtakaró a kiemeltebb részekről lehordódott és a mélyedésekben halmozódott fel. A fúrásokban a tarkaagyag felszíne többnyire nyesett, a talajosodott horizont erodálódott.

A formáció jellemző vastagsága a platófúrásokban 1,4–4,1 m közötti és a 10 m vastagságot egyikben sem éri el, kivéve az Ófalui Ó–4 fúrást (CHIKÁN et al. 1989 — 1. ábra), ahol 20,8 méter vastag. A felszínen általában csak nagyon kis foltokban, néhány völgyoldalban és egy-két mesterséges feltárásban nyomozható.

A képződmény kora a központi területre az Üveghuta Üh–2 (1. ábra) és Üh–5 fúrások magnetosztatográfiai adatai alapján 1,77–2,02 millió év között (FÖLDVÁRI et al. 1999) valószínűsíthető (2. ábra).

Az üveghutai terület 2003. évi kutatási fázisában azonban az Üveghuta–37 fúrás szelvényének magnetosztatográfiai korrelációjánál a polaritás-idő skálával az mutatkozott, hogy a fúrás mért szakaszának csak a felső része normál polaritású és az üveghutai területen meghatározott molluszka fauna alapján (KROLOPP 2003) a Brunhes kronnal párhuzamosítható, míg a Paks Dupla paleotalaj sorozat alsó részén, 53,1 és 53,4 méterben észlelt negatív inklinációk a fordított polaritású Matuyama kront jelzik (LANTOS 2003).

A fúrás ezen szakaszán – 48,43 és 53,93 méter között – egy dupla paleotalaj (Paks Dupla) települ, melyben a Matuyama–Brunhes határ az alsó paleotalajban 52,9 méternél húzható meg, a határ kora 0,78 Ma (BERGGREN et al. 1995). A DK-

dunántúli területen végzett paleomágneses vizsgálatoknál a polaritás váltás általában a Paks Dupla2 talajszint tetejénél van (KOLOSZÁR & LANTOS 2001), így módon a magnetosztatográfiai korreláció bebizonyította, hogy az Üveghuta-37 fúrásban települő legidősebb lösz alapkőzetű paleotalaj a Paks Dupla2-vel azonosítható, valamint hogy a fekéjét alkotó tengelici összlet fordított polaritással jellemezhető rétegsorának kora kb. 0,8 Ma-ra tehető.

Ezt az új adatot figyelembe véve az Üveghuta-2 és 5 fúrások magnetosztatográfiai adatai átértékelhetők oly módon, hogy a normál polaritású rétegsorok a Brunhes normál polaritású kronnal korrelálnak. Ebben az esetben az üveghutai terület tengelici összlete a magnetosztatográfiai korreláció alapján a mágneses polaritás váltás környékén (0,78 Ma) keletkezett, részben előtte (Üveghuta-37 fúrás), részben utána (Üveghuta-2-5-28A fúrások), és az összlet összefogazódik a Paksi Lösz Formáció legidősebb rétegeivel. A fúrási rétegsorokban a legkisebb üledékhianyul a Tengelici és a Paksi Lösz Formáció között ott számolhatunk, ahol a pleisztocén bázis összletet eredeti településű paleotalaj reprezentálja, pl. Üveghuta-37 fúrás.

A Tengelici Formáció kora az üveghutai területen a magnetosztatográfiai vizsgálatok legújabb eredményei alapján alsó-középső-pleisztocén (MARSI et al. 2004 — 6. ábra).

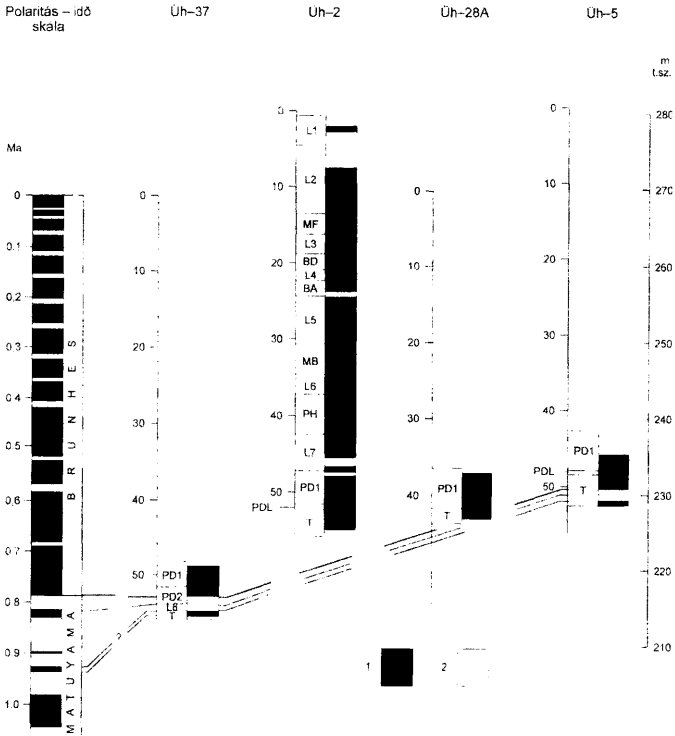
Fejlődéstörténeti következtetések

Még földtörténeti mércével mérve is számottevő az a kb. 3–4 millió éves üledékhézag, mely a felső-pannóniai képződmények keletkezése és a legidősebb posztpannóniai összlet a Tengelici Formáció képződése között tapasztalható a DK-Dunántúlon. A Tengelici Formáció legidősebb – egyedi genetikájú – üledékének, a Beremendi Tagozatnak képződése jelenlegi ismereteink szerint 3,5 millió évvel ezelőtt kezdődött a vizsgált terület egy speciális és lokális területrészen, miután a késő-pannóniai üledékképződés kb. 6,5 millió évvel ezelőtt befejeződött (MAGYAR et al. 1999).

A késő-pannóniai üledékképződés befejeződése után jelentős tektonikai mozgások zajlottak le a Pannóniai-medencében. Ezt követően az egész Dunántúl kiemelkedett, aminek következtében nagy, bár szerkezeti egységenként eltérő mértékű lepusztulás zajlott le a Tengelici Formáció, illetve a pleisztocén üledékképződés megindulása előtt.

E lepusztulás során, illetve eredményeként üledékek eleinte csak a villányi-hegységi mezozoos mészkövek karsztos üregeibe halmozódtak fel, illetve maradtak meg. A késő-pannóniai utáni legidősebb üledék a Dél-Dunántúlon a Villányi-hegység területéről – a csarnótai Cser-hegyről (3,5 millió év) és a beremendi Szőlő-hegyről (3,3 millió év) – ismert. A hegység karsztos üregeiben, repedéseiben felhalmozódott vörösgyag számos helyi tényező, folyamat együttes hatására akkumulálódhatott:

1. A röntgen és a DTA vizsgálatok tanúsága szerint a vörösgyag kétféle összetevőből épül fel. Túlnyomórészt az egykor a területet borító felső-pannóniai üledékek agyagos kőzeteinek mállási termékeiből, kisebb részt a kora-kréta korú Harsányhegyi Bauxit áthalmazódásából származik.



6. ábra. Az Üh-37, Üh-2, Üh-28A és Üh-5 fúrások paleomágnesesen értékelt pleisztocén szakaszainak rétegsora, mágneses polaritása és korrelációja a polaritás-idő skálával. A polaritás-idő skála SINGER et al. (2002) alapján (MARSÍ et al. 2004). Jelmagyarázat: Üh-28A: kutatófúrás jele és száma, horizontok, alhorizontok (talaj): MF = Mende Felső Talajkomplexum, BD = Basaharc Dupla Talajkomplexum, BA = Basaharc Alsó Talajkomplexum, MB = Mende Bázis Talajkomplexum, Ph = Paksi Homokos Talajkomplexum, PD1 = Paksi Dupla 1 alhorizont, PD2 = Paksi Dupla 2 alhorizont, horizontok, alhorizontok (löss): L1-L8, PDL = Paksi Dupla Talajkomplexumot tagoló lösz, T = Tengelic Formáció, 1: normál polaritású szakasz, 2: fordított polaritású szakasz

Fig. 6 The paleomagnetically measured sequences of the Üh-37, Üh-2, Üh-28A and the Üh-5 boreholes, their magnetic polarity, and correlations with the polarity time scale. Polarity time scale is from SINGER et al. (2002). (MARSÍ et al. 2004). Legend: Üh-28A: name and number of a borehole, horizons, subhorizons (soil): MF = Mende Upper soil complex, BD = Basaharc Double soil complex, BA = Basaharc Lower soil complex, MB = Mende Basal soil complex, Ph = Paks sandy soil complex, PD1 = Paks Double 1 soil subhorizon, PD2 = Paks Double 2 soil subhorizon, horizons, subhorizons (loess): L1-L8, PDL = Loess dividing Paks Double soil complex, T = Tengelic Formation, 1: normal polarity, 2: reversed polarity

2. Paleoklíma – a kémiai–biológiai mállás, mely a színes elegyrészekből különböző agyagásványokat hoz létre – montmorillonit, szmektit, illit, paligorszkít, kaolin –, továbbá a megismert fiatal-pliocén gerinces fauna együttesek a terület egykori monszun, illetve nedves mediterrán éghajlati viszonyait bizonyítják.

3. Az üledékgyűjtő „csapdák” keletkezése – a beremendi Szőlő-hegyet felépítő Nagyharsányi Mészkövet dilatációs hasadékrendszer járja át. A hasadékok kialakulásának kezdetét az idős kainozoikumra datálhatjuk, ezek karsztos kioldásos kitágulása azonban a felső-pannóniai üledékösszlet lepusztulását követően ment végbe, majd ezt követte az üregek vörösagyagos üledékekkel való részbeni kitöltődése.

4. Paleomorfológiai viszonyok – a vörösagyag areális eróziós áthalmazódással jutott el a Szőlő-hegy „csapdáiba”. Ehhez a folyamathoz egy olyan hegyláb-felszínnek kellett kialakulnia az áthalmazódás idejére – a Villányi-hegység fő tömege és a Szőlő-hegy között –, mely még a felső-pannóniai üledékekből épült fel, és azok málladékaival volt borítva. A Szőlő-hegy egykori relatív magassága ennél a térszínnél alacsonyabb volt, mert a karsztos üregek részbeni feltöltődése is csak így képzelhető el.

A Beremendi Tagozat a fent vázolt környezeti körülményeknek megfelelően kb. 3,5–0,6 millió év között képződött. A tagozat legfiatalabb, már a középső-pleisztocénben keletkezett része, ebben az időszakban már összefogazódott a Paksi Löss Formációval.

A DK-Dunántúl másik kiemelt területéről – a Mórági-rög platóterületeiről – nyom nélkül pusztult le a felső-pannóniai összlet, az itteni tengelici kifejlődés alapköze kizárólag a kristályos alaphegység. A tengelici rétegsor itt eluviális-deluviális összlet, mállott, helyben maradt, illetve lejtőn való tömegmozgással részben áttelepített képződmény, idegen – nem helyi eredetű – anyagot nem tartalmaz. A Tengelici Tagozat képződése már feltehetően az idős-pleisztocénben megkezdődött, kb. 0,8–1,0 millió éve, így itt a felső-pannóniai összlet lepusztulását legkésőbb a kora-pleisztocén fiatal szakaszára tehetjük.

A DK-Dunántúl egyéb dombvidéki, illetve medencebeli tengelici kifejlődéseit tekintve valamivel kisebb az üledékhány. A Tolnai Mezőföldet, a Tolnai Hegyhátat és a Dráva-medencét vizsgálva egy nagyjából egyidejű – kora-pleisztocén – üledékképződési ciklus-kezdet valószínűsíthető. Ezeken a területrészeken a formáció kiindulási alapköze mindenhol a felső-pannóniai összlet valamelyik helyi formációja, és a réteghiány kb. 4,5 millió évre tehető.

Ez túl hosszú időnek tűnik ahhoz, hogy csak lepusztulással számoljunk, felhalmozódás, üledékképződés nélkül és feltételezhető, egy a posztpannon kiemelkedés utáni és a Tengelici Formáció képződése előtti – „pretengelici” – újabb szerkezeti kiemelkedés, melynek következtében lepusztultak a területről azok a regionális, vagy helyi szárazföldi üledékek, melyek akár évmilliók alatt keletkeztek. A szerkezeti mozgás kora a pliocén–pleisztocén határ környékén valószínűsíthető, ennek eredményeképpen kezdődhetett egy újabb regionális lepusztulás és később a helyi üledékgyűjtők kialakulása után a Tengelici Formáció képződése. Természetesen nem zárható ki a terület földtani ismeretességét (ismeretlenségét) tekintve, hogy lokális helyeken fellelhetők ilyen korú – a hiátust legalább részben kitöltő – üledékek.

Jelenlegi ismereteink szerint a Tolnai Mezőföldet, a Tolnai Hegyhátat és a Dráva-medencét vizsgálva a felső-pannóniai összletre több millió éves üledékhiánnyal települnek a negyedidőszaki üledékek. A kora-pleisztocénben kezdődött meg a DK-dunántúli terület süllyedése, melynek hatására ezek a területek is üledékfelhalmozási térszínre váltak. A magnetosztatográfiai korreláció alapján valószínűsíthető, hogy mind a dombvidéki, mind a medencebeli területre szén nagyjából egyidőben, kb. 2,0–2,1 millió évvel ezelőtt kezdődött a negyedidőszaki üledékképződés.

A bázis összlet megegyező genetikájú és felépítésű folyóvízi félciklus mindkét területrész Tengelici Formációjában. Az e fölött tapasztalható különbségek valószínűleg a két területrész differenciált süllyedésének, illetve eltérő morfológiai felépítésének köszönhetőek.

A medenceterületen tovább folytatódott a folyóvízi üledékképződés, fluvio-lakusztrikus fáciesű üledéksor rakódott le, elsőkélyesedő–kiszáradó ártéri betelepülésekkel. A folyóvízi félciklusok keletkezése a terület folyamatos és nagyjából egyenletes süllyedésének az eredménye.

A Tolnai–Hegyhát területén az üledékgyűjtő fokozatos feltöltődése zajlott ez idő alatt. A terület süllyedése a bázisösszlet lerakódása után lépést tartott az üledékfelhalmozódással és túlnyomórészt kiszáradó ártéri, időnként pangóvízi-mocsári összlet rakódott le, esetenkénti folyóvízi elöntéssel. A Tengelici Formáció felső részén keletkezett vastag fosszilis talajszint az üledékgyűjtő feltöltődésének végső szakaszát jelzi, amikor már csak a közvetlen környékről történhetett deluviális anyagbeszállítás, és az üledékegyüttes helyben, reziduálisan vastag talajsorozattá alakult.

A medenceterületen a Tengelici Formáció fölött üledékfolytonosan települő Marcali Homok Formáció zömében szintén folyóvízi eredetű, alárendelten szél által áttelepített törmelékeny összlet, melynek keletkezése kb. 1 millió évvel ezelőtt kezdődött. Ezt a formációt nem jellemzik mocsári-kiszáradó periódusok (mint a feküjét), a zavart belső felépítésű, vastag félciklusokat homokos, közetlisztes rétegek váltakozása építi fel. A zavart belső felépítésű félciklusok keletkezésének oka az ősföldrajzi helyzetben keresendő. A terület valószínűleg az üledékgyűjtő peremén helyezkedett el. A medencebelső hordalékkúp összletét jellemző szabályos félciklusok itt az átmeneti helyzet miatt nem, vagy csak részben alakulhattak ki. A terület mindezek mellett végig, a középső-, késő-pleisztocén folyamán is süllyedő térszín volt, melyet az összlet viszonylag nagy – 170,5 m-es – vastagsága is alátámaszt.

A dombvidéki területen a Paksi Löss Formáció települ a Tengelici Formációra. A Tengelici Tagozat képződése a Paksi Löss Formáció keletkezésének idejéig – kb. 1–1,2 millió évig – tartott, de a két formáció közötti üledékfolytonosság csak az Udvari területen és a Mórágyi-rög egyes részén valószínűsíthető, míg a többi területre szén 100–600 ezer éves üledékhézaggal számolhatunk.

A magnetosztatográfiai korreláció alapján az Udvari–2A fúrásban feltárt löszszelvénynek – az eddig ismert legvastagabb és legteljesebb hazai szelvénynek – kb. 1,07 Ma évvel ezelőttre tehető képződésének kezdete, míg a Diósberény–1A fúrásban települ a legidősebb hazai lösz alapú talajsorozat (~1,2 Ma).

Véleményem szerint a Tolnai Hegyhát e két igen közeli területén valószínűleg egyidőben indult meg a hullópor leülepedése. Az Udvari–2A fúrás terepi

feldolgozása során a Tengelici és a Paksi Löss Formáció közötti határt 97 méterben lehetett meghúzni egy 6 méter vastag mediterrán típusú paleotalaj-sorozat alapján (KOLOSZÁR 1997). A műszeres anyagvizsgálati kiértékelések viszont arra mutatnak, hogy a határ 93,3 méterben van, a nagy vastagságú vörösagyagos fosszilis talaj felső részén (FÖLDVÁRI & KOVÁCS-PALFFY 1998). Véleményem szerint ennek a jól kifejtett paleotalaj-sorozatnak az alsó- és középső részén keletkezett vörösagyag kiindulási kőzete a hullóporon kívül még dominánsan a deluviálisan beszállított tengelici anyag, és a lösz alapközetű dominancia 93,3 méter fölött válik jellemzővé. A kiindulási kőzetekben mutatkozó különbség vizuálisan nem észlelhető, de valószínűsíthető, hogy 93,3–96,7 méter között a Tengelici és a Paksi Löss Formáció összefogazódik és az üledékképződés folyamatos. Ez a 3,4 méter vastag vörösagyagos rétegsor az üledékképződési sebességek figyelembevételével kb. 0,1 millió év alatt keletkezett, azaz az alja kb. 1,2 millió évre datálható, ami megegyezik a Diósberény–1A fúrás lösz alapú bázisrétegsorának korával. Ezek alapján a hullópor-beszállítódás nagyjából egyidejű mindkét területen, csak az üledékgyűjtő helyzetben lévő udvari területrészen még egyéb anyagbeszállítódás is folyt, míg a kiemelt helyzetű diósberényi területrészen ez hiányzott és itt kizárólag a lösz az alapközete a paleotalaj-sorozatnak.

A löszformáció nagy vastagsága – 93,3 m – és nyugodt települése azt jelzi, hogy Udvari közvetlen környéke változatlanul üledékgyűjtő terület maradt a pleisztocén további részében is. A rétegsort nem jellemzik áttelepített talajok, zavart belső felépítésű löszrétegek (a löszpizoidos szinteket leszámítva), diszkordanciára utaló folyóvízi homokos betelepülések. Mindemellett üledékhiányok, rövid idejű lepusztulási szakaszok előfordulását nem zárhatjuk ki, de ezt is figyelembe véve a rétegsor „folyamatosnak” tekinthető.

A Tengelici Formáció fedőjében a dombvidéki, illetve a medencebeli területrészen települő két eltérő fáciesű, folyamatosnak tekinthető pleisztocén összetett finomrétegtani párhuzamosítására az Udvari–2A, illetve a Görgeteg–I fúrások rétegsora alapján nincs meg a lehetőség. JÁMBOR (1998) szerint: „A dombvidéki és a medencebeli rétegsorok korrelációjának nehézségeit az okozza, hogy a lösz rétegek, mint a glaciális szakaszok üledékei a cikluskezdő kavics, illetve homokrétegekkel keletkeztek egyidőben. A fosszilis talajok pedig az üledékképződési félciklusok felső vastagabb részével vethetők egybe. Sokkal több azonban a lösz és a fosszilis talajréteg a dombvidéki rétegsorokban, mint ahány félciklus van a medencesorozatokban.” A megállapítást alátámasztja, hogy az Udvari U–2A fúrás löszrétegsorában 13 db fosszilis talajszintet lehetett elkülöníteni, szemben a Görgeteg G–I fúrás négy félciklusával. Az átmeneti fácieshelyzetnek köszönhetően a félciklusok felépítése is fordított, a cikluskezdő homokszintek mindenhol a vastagabbak, és ezekre települnek, illetve ezeket tagolják a vékonyabb finomabbszemű közbetelepülések.

A dombvidéki löszrétegsorok felépítéséről, szerkezetéről, rétegtanáról – a számos alaposan feldolgozott szelvénynek köszönhetően – jóval több adat áll a rendelkezésünkre, mint a medencebeli üledékképződésről. A Görgeteg G–I fúrás a Dráva-medence egyetlen részletesen kiértékelt magfúrása, a számos teljes szelvényű vízkutató és egyéb célú fúrás mellett. Ezek alapján azonban csak a medencebeli üledékgyűjtő főbb törvényszerűségei, tendenciái rögzíthetők, a

pontos rétegtani felépítés megismeréséhez még számos magfúrásra és azok részletes feldolgozására lenne szükség.

Köszönetnyilvánítás

Közei munkatársamnak, dr. MARSIS Istvánnak köszönöm a már hosszú ideje tartó együttműködést, együtt gondolkozást, a mindig építő jellegű eszmecseréket. Ezen kívül LANTOS Miklósnak szeretnék köszönetet mondani, hogy korábbi munkáinkban elvégezte az összes lehetséges DK–dunántúli szelvény magnetosztatográfiai korrelációját, mely talán a legfontosabb támpontot adta jelen munkához.

Irodalom – References

- BALOGH K., ÁRVA-SÓS E., PÉCSKAY Z. & RAVASZ-BARANYAI L. 1986: K/Ar dating of post Sarmatian of alkali basaltic rocks in Hungary. – *Acta Miner. Petr.* **28**, 75–93.
- BERGGREN, W. A., KENT, D. V., SWISHER III, C. C. & AUBRY, M.–P. 1995: A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. – In: BERGGREN, W. A., KENT, D. V., AUBRY, M.–P. & HARDENBOL, J. (eds): Geochronology, time scales and global stratigraphic correlation. SEPM Special Publication 54, 129–212.
- BOGNÁR L., KOVÁCS-PÁLFFY P. & VARGÁNÉ BARNA Zs. 1993: Jelentés a Görgeteg-I. sz. fúrás anyagának termoanalitikai és röntgendiffrakciós fázisanalitikai vizsgálati eredményeiről. – Kézirat. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest. Sík és dombvidéki térképező Osztály Jelentéstára, 2 p.
- CHIKÁN G. & CHIKÁN G.-NÉ 1993: A Görgeteg G–I fúrás földtani eredményei. – Kézirat. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest. Sík és dombvidéki térképező Osztály Jelentéstára, 14 p.
- CHIKÁN G., LELKESNÉ FELVÁRI Gy., FÖLDVÁRI M., RISCHÁK G. & SALLAY M. 1989: Jelentés az Ófalu–4. és 4/a. sz. fúrás földtani vizsgálatának eredményeiről. – Kézirat, Országos Földtani és Geofizikai Adattár, Budapest, 293 p.
- CHIKÁN G. & TOMKA Gy. 1984: A törökkoppányi durvakerámiai nyersanyag földtani–technológiai vizsgálata. – *Földt. Int. Évi Jel.* **1982**, 217–225.
- CSÁSZÁR G. (ed.) 1997: Basic lithostratigraphic units of Hungary, Charts and short descriptions. Magyarország Litosztratográfiai Alapegységei, Táblázatok és rövid leírások. – Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, Budapest, 114 p.
- CSÁSZÁR G. & FARKAS L. 1984: Újabb bauxitszintre utaló indikációk a Villányi-hegységben. – *Földt. Int. Évi Jel.* **1982**, 237–243.
- ERDÉLYI M. 1955: A Dunavölgy nagyalföldi szakaszának víztároló üledékei. – *Hidrológiai Közlöny* **35/5–6**, 159–169.
- ERDÉLYI M. 1961: Külső-Somogy vízföldtana. 1. – *Hidrológiai Közlöny* **41/6**, 445–458.
- ERDÉLYI M. 1962: Külső-Somogy vízföldtana. 2. – *Hidrológiai Közlöny* **42/1**, 56–65.
- FÖLDVÁRI M. & KOVÁCS-PÁLFFY P. 1998: Kiegészítések az Udvari–2A fúrás szelvényének fázisanalitikai vizsgálataihoz. – Kézirat. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest. Sík és dombvidéki térképező Osztály Jelentéstára, 14 p.
- FÖLDVÁRI M., KOVÁCS-PÁLFFY P. & LANTOS M. 1999: Tanulmány a Tengelici Formáció és a lösz-összlet műszeres ásványtani vizsgálatának eredményeiről és magnetosztatográfiai értékeléséről. – Kézirat, Országos Földtani és Geofizikai Adattár, Budapest, 18 p.
- FÜLÖP J., CSÁSZÁR G., HAAS J. & JOCHÁNÉ EDELÉNYI E. 1975: A rétegtani osztályozás, nevezéktan és gyakorlati alkalmazásuk irányelvei. – A Magyar Rétegtani Bizottság alkalmi kiadványa, 32 p.
- GYALOG L. (szerk.) 1996: A földtani térképek jelkulcsa és a rétegtani egységek rövid leírása. – A Magyar Állami Földtani Intézet alkalmi kiadványa 187, 171 p.
- HALMAI J., JÁMBOR Á., RAVASZNÉ BARANYAI L. & VETŐ I. 1982: A Tengelici 2. sz. fúrás földtani eredményei. – *MÁFI Évkönyve* **59**, 325 p.

- HORUSITZKY H. 1901: Adatok a vörösagyag kérdéséhez. – *Földt. Közl.* **31**, 35–39.
- HÖNIG Gy. 1971: A Bár Bá-4 fúrás rétegsora. – *Kézirat. Országos Földtani és Geofizikai Adattár, Budapest*, 5 p.
- JÁMBOR Á. 1993: A magyarországi negyedidőszaki képződmények geológiájának vázlata és rétegtanuk. – *Kézirat. Országos Földtani és Geofizikai Adattár, Budapest*, 80 p.
- JÁMBOR Á. 1997: Tengelici Vörösagyag Formáció. – In: CSÁSÁR G. (ed.) 1997: Basic lithostratigraphic units of Hungary, Charts and short descriptions. Magyarország Litosztratógráfiai Alapegységei, Táblázatok és rövid leírások. – Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, Budapest, 114 p.
- JÁMBOR Á. 1998: A magyarországi kvarter (negyedidőszaki) képződmények rétegtanának áttekintése. – In: BÉRCZI I. & JÁMBOR Á. (szerk.): Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana. Budapest, 495–517.
- JÁMBOR Á., CHIKÁN G., FRANYÓ E., HÁMOR T. & TANÁCS J. 1991: A Görgeteg–I. sz. fúrás vázlatos rétegsora. – *Kézirat, Országos Földtani és Geofizikai Adattár, Budapest*, 5 p.
- JÁNOSSY D. 1979: A magyarországi pleisztocén tagolása gerinces faunák alapján. – *Akadémiai Kiadó, Budapest*, 207 p.
- JÁNOSSY D. 1987: Altestpleistozane Vertebratenfauna von Beremend 15 (Süd-Ungarn). – *Fragm. Min. et Pal.* **13**, 89–96.
- JÁNOSSY D. 1992: Lower pleistocene bird remains from Beremend, S-Hungary, Loc. 15. And 16. – *Aquila* **99**, 9–25.
- JÁNOSSY D. 1996: Lower pleistocene vertebrate faunas from the localities 16 and 17 of Beremend (Southern Hungary). – *Fragm. Min. et Pal.* **18**, 91–102.
- KOLOSZÁR L. 1997: Geological evaluation of the Udvari-2A borehole. (Az Udvari-2A fúrás földtani értékelése). – *Földt. Int. Évi Jel.* **1996/II**, 149–158.
- KOLOSZÁR L. & LANTOS M. 2001: DK-dunántúli negyedidőszaki szelvények magnetosztratógráfiai korrelációja. – *Földt. Közl.* **131/1–2**, 221–231.
- KOLOSZÁR, L. & MARSI, I. 1997: Stratigraphy of the neogene and quaternary sequences of the Tolna Hegyhát hills. (A Tolnai Hegyhát neogén és kvarter képződményeinek rétegtana). – *Földt. Int. Évi Jel.* **1996/II**, 173–190.
- KOLOSZÁR L. & MARSI I. 1999: Az Üveghuta melletti dombvidék (Mórággyi-rög K-i része) negyedidőszaki képződményei. – *Földt. Közl.* **129/4**, 521–540.
- KOLOSZÁR L. & MARSI I. (szerk.) 2001: A beremendi kőbánya pliocén és pleisztocén rétegeinek leletmentése és földtani dokumentációja. – *Kézirat, Országos Földtani és Geofizikai Adattár, Budapest*, 195 p.
- KOLOSZÁR L. & MARSI I. 2002: Posztpannon képződmények rétegtani korrelációja a Mórággyi-rög térségében. – *Földt. Közl.* **132**, 133–149.
- KOLOSZÁR, L., MARSI, I. & CHIKÁN, G. 2000: Cainozoic sedimentary cover of the eastern part of Mórággy Hills. (A Mórággyi-rög keleti részének kainozoos fedőképződményei). – *Földt. Int. Évi Jel.* **1999**, 117–149.
- KOLOSZÁR L., LANTOS M. & CHIKÁN G. 2001: A Görgeteg G–I és az Udvari U–2A fúrások negyedidőszaki képződményeinek párhuzamosítása. – *Földt. Közl.* **131/3–4**, 443–460.
- KORDOS L. 1992a: Magyarország geológiai alapszelvényei. Villányi-hegység, Csarnóta, pliocén ősserincses lelőhelyek. – Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, Budapest.
- KORDOS L. 1992b: Magyarország geológiai alapszelvényei. Villányi-hegység, Beremend, felső-pliocén ősserincses lelőhelyek. – Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, Budapest.
- KORDOS L. 1992c: Magyarország geológiai alapszelvényei. Villányi-hegység, Villány, alsó-pleisztocén ősserincses lelőhelyek. – Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, Budapest.
- KORMOS T. 1911–12: *Canis (Cerdocony) Petényii* n. sp. és egyéb érdekes leletek Baranya megyéből. – *MÁFI Évkönyv* **19/4**, 151–178.
- KORMOS T. 1937: A Villányi-hegység felsőpliocénkori csontbreccsáinak földtani viszonyai és a lelőhelyek története. – *Matematikai és Természettudományi Értesítő* **57**, 1061–1100.
- KRETZOI M. 1956: A Villányi-hegység alsó-pleisztocén gerinces-faunái. – *Geologica Hungarica, Ser. Palaeont.* **27**, 7–123.
- KROLOPP E. 2002: Alsó-pleisztocén Mollusca-fauna a Görgeteg–I fúrásból. – *Földt. Közl.* **132/1**, 89–94.
- KROLOPP E. 2003: Az üveghutai felszíni kutatás három ásványi kútjából származó minták malakológiai anyagának értékelése. – *Kézirat. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest. Tektonikai Osztály Jelentéstára. TEKT 926*, 26 p.

- LANTOS M. 2003: Az üveghutai fúrásokból származó minták paleomágneses mérésének értékelése. – Kézirat, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest. Tektonikai Osztály Jelentéstára. TEKT 952, 20 p.
- LÓCZY L. ID. 1913: A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése. – *A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei VI*, 617 p.
- MAGYAR, I., GEARY, D. H. & MÜLLER, P. 1999: Paleogeographic evolution of the Late Miocene Lake Pannon in Central Europe. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **147**, 151–167.
- MARSI, I. 1997: Geological evaluation of the Diósberény–1A borehole. (A Diósberény–1A fúrás földtani értékelése). – *Földt. Int. Évi Jel.* **1996/II**, 159–171.
- MARSI, I. 2000: Geology of overlying beds of granites in the eastern part of Mórággy Hills (A gránit fedőüledékeinek földtana a Mórággyi-rög K-i részén.). – *Földt. Int. Évi Jel.* **1999**, 149–170.
- MARSI I. & KOLOSZÁR L. 2004: A beremendi Szőlő-hegy pliocén és kvarter képződményei. – *Földt. Közl.* **134/1**, 75–94.
- MARSI I., DON Gy., FÖLDVÁRI M., KOLOSZÁR L., KOVÁCS-PÁLFFY P., KROLOPP E., LANTOS M., NAGYNÉ BODOR E., & ZILAHÍ-SIBESS L. 2004: A Mórággyi-rög ÉK-i részének negyedidőszaki üledékei. – *Földt. Int. Évi Jel.* **2004**.
- MÁRTON P. 1998: Jelentés az Udvari–2A és a Diósberény–1A fúrási szelvények paleomágneses méréseinek eredményeiről. – Kézirat. ELTE Geofizikai Tanszék 15 p.
- MÉHELY L. 1908: *Prospalax priscus* (Nhr.) a mai Spalaxok őse. – *Mathematikai és Természettudományi Közölyny* **30**, 243–258.
- MÉHELY K. 1909: A földi kutyák fajai származás- és rendszertani tekintetben. – Budapest, 353 p.
- MÉHELY K. 1914: *Fibrinae Hungariae*. Magyarország harmad- és negyedkori gyökerefogú poczkai, különös tekintettel a fajformálódás tényezőire és időszakaira. – *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici* **12**, 155–243.
- MIHÁLTZ I. 1953: Dél-Dunántúl keleti részének földtani felépítése. – *Földt. Int. Évi Jel.* **1951**, 53–56.
- NEHRING A. 1879: Fossil reste kleine Säugethiere aus dem Diluvium von Nussdorf bei Wien. – *Jahrbuch der der Geologischen Reichsanstalt* **29**, 475–492.
- PÉCSI, M., SZEBÉNYI, E., SCHEUER, Gy., PEVZNER, M. A. & MÁRTON, P. 1979a: Lithological, pedological and paleomagnetic analysis of the Dunakömlöd 1977/1 borehole. – *Acta Geol. Hung.* **22/1–4**, 467–476.
- PÉCSI, M., SZEBÉNYI, E., SCHWEITZER, F., PÉCSI-DONÁTH, É., WAGNER, M. & PEVZNER, M. A. 1979b: Complex evaluation of Dunaföldvár loesses and fossil soils (Bio- and lithostratigraphical, paleopedological, thermal and paleomagnetic investigation). – *Acta Geol. Hung.* **22/1–4**, 513–537.
- PETÉNYI S. J. 1864: A beremendi mészkőbánya természetrajz- és őslénytanilag leírva. – Hátrahagyott munkái, 35–81.
- RÓNAI A. 1983: A negyedidőszaki képződmények litosztratigráfiai táblázata. – In: CSÁSZÁR G. & Haas J. (szerk.): Magyarország litosztratigráfiai formációi. Földtani Intézeti kiadványa.
- ROTH, L. 1874: Umgebung von Simontornya und Káloz, M=1:144.000. – In: Magyarország dunántúli kerületének részletes földtani térképe. – Kiadja a Magyar Királyi Földtani Intézet.
- ROTH, L. 1875: Umgebung von Dunaföldvár und Szabadszállás, M=1:144 000. – In: Magyarország dunántúli kerületének részletes földtani térképe. – Kiadja a Magyar Királyi Földtani Intézet.
- ROTH, L. 1876: Umgebung von Tolna und Tamási, M=1:144 000. – In: Magyarország dunántúli kerületének részletes földtani térképe. – Kiadja a Magyar Királyi Földtani Intézet.
- SINGER, B. S., RELLE, M. K., HOFFMANN, K. A., BATTLE, A., LAJ, C., GUILLOU, H. & CARRACEDO, J. C. 2002: Ar/Ar ages from transitionally magnetized lavas on La Palma, Canary Islands, and the geomagnetic instability timescale. – *Journal of Geophysical Research* **107/B11**, EPM 7, 1–20.

Kézirat beérkezett: 2002. 03. 04.

Tanulságok a hazai pannóniai puhatestű-rétegtan történetéből

What lessons can we learn from the hundred-year history of Lake Pannon mollusc biostratigraphy in Hungary?

MAGYAR Imre¹

(10 ábra)

Tárgyszavak: neogén, Pannóniai-medence, Pannon-tó, puhatestűek, biostratigráfia
Keywords: Neogene, Pannonian Basin, Lake Pannon, molluscs, biostratigraphy

Abstract

In the Late Miocene and Early Pliocene, much of the Pannonian Basin was covered by the saline lacustrine water body of Lake Pannon. The sedimentary deposits of this lake are thick and widespread within the basin. The first attempts to establish a comprehensive biostratigraphic subdivision based on the endemic mollusc fauna of these deposits appeared in the Hungarian literature about a hundred years ago. The early biostratigraphic systems proposed the distinction and correlation of 4 to 10 stratigraphic units (more or less similar to modern biozones). By the middle of the 20th century, however, the validity of these units was seriously challenged, and most geologists held the view that the Lake Pannon sequence consists of only two biostratigraphic units: the "Lower Pannonian" and "Upper Pannonian". The next step in the reduction of mollusc biozones followed in the 1970s and 1980s, when the palaeoenvironmentally determined nature of the "Lower Pannonian" and "Upper Pannonian" mollusc associations (and thus their diachronous boundary) were recognized. Many geologists and stratigraphers are convinced even today that the endemic molluscs of Lake Pannon are completely useless for chronostratigraphic purposes, and that their appearance in any given place and time was simply controlled by environmental factors.

The causes of this retrograde development of Lake Pannon mollusc biostratigraphy in Hungary were manifold, but the major reason that mislead stratigraphers both within and outside this country was the unusual geometry of the sediment bodies. The basin was filled by progradation, and subsequent sedimentary packages followed each other horizontally rather than vertically. This paper analyses the hundred-year history of Lake Pannon mollusc biostratigraphy in Hungary and discusses the lessons that we can learn from its mistakes. Considering the fact that the endemic radiation of molluscs in Lake Pannon resulted in hundreds of species which became immediately widespread in the entire basin, the author is positive that the first appearances of Lake Pannon molluscs in fact offer excellent stratigraphic markers.

Összefoglalás

Mintegy száz éve jelentek meg a magyarországi szakirodalomban az első komoly kísérletek a pannóniai rétegeknek az egész Kárpát-medencére kiterjedő érvényességű biostratigráfiai tagolására. A tagolás eszköze az endemikus tavi puhatestű fauna volt. A száz évvel ezelőtti biostratigráfiai rendszerek 4–10 rétegtani egység (mai fogalommal biozóna) elkülönítését és korrelációját javasolták. A 20. század közepére azonban – jelentős részben a mélyfúrással feltárt rétegsorok vizsgálata alapján – kialakult és elterjedt Magyarországon az a gyakorlat, hogy a pannóniai rétegeket legfeljebb két biostratigráfiai egységre („alsó” és „felső” pannóniai) bontották. Az 1970-es és 1980-as években aztán kiderült, hogy ezeknek az egységeknek a faunája elsősorban különböző üledékképződési környezeteket jelez, korhatározásra – úgy, ahogy azt addig használták – nem alkalmas. A meggyőződés, hogy általában a pannóniai puhatestűek korhatározásra alkalmatlanok, a mai napig

¹MOL Rt., H-1039 Budapest, Batthyány u. 45. E-mail: immagyar@mol.hu

jelen van számos szakember gondolkodásában és fel-felbukkan szakmai publikációkban is. A pannóniai puhatestű-rétegtannak ez a vesszőfutása nagyon tanulságos történet. Ma már jól láthatók az okok, amelyek vakvágányra futtatták a tudományterületet. A legfontosabb ilyen ok az üledékes testek szokatlan geometriája és a térben és időben szélsőségesen változó üledékfelhalmozódási sebesség volt. A medencefeltöltődés folyamatának, a Pannon-tó élővilágának, és az egyes puhatestű-csoportokban megfigyelhető morfológiai változások természetének mai pontosabb ismeretében a sztratigráfusok ismét kísérletezhetnek azzal, hogy – a különböző üledékképződési környezetek gondos megkülönböztetését követően – az egész Pannóniai-medencére kiterjedő érvényességű, nagy felbontású biokronozónákból felépülő puhatestű- rétegtani rendszert alakítsanak ki.

Bevezetés

A késő-miocén Pannon-tó üledékeinek rétegtani tagolására a tengeri mikroflóra és mikrofauna hiányában kezdettől fogva a puhatestűek látszottak a legalkalmasabbnak. A pannóniai képződmények rendkívül nagy felszíni és felszín alatti elterjedése, jelentős vastagsága és számottevő gazdasági potenciálja miatt a rétegtani tagolás fejlődése nem egy szűk szakértői csoport szívügye volt csupán, hanem a földtudományokkal hivatásból vagy érdeklődésből foglalkozók közügye. A hazai pannóniai biosztratigráfia elmúlt száz évében azonban semmiképpen sem lehet egyenes vonalú fejlődésről beszélni. Ez a kutatási terület nem csak helyben topogott időnként, hanem kifejezetten rossz irányba is haladt, rossz alapon építkezett, így aztán frusztrációt frusztrációra halmozott. Egy olyan tómedencében, amely távolabbról nézve az evolúciós kutatásokra kiemelten alkalmasnak, „evolúciós laboratóriumnak” tűnt (vö. pl. STANLEY 1979; HOFFMAN 1989; COWEN 1990; SEPKOSKI 1993), eljutottunk oda, hogy „a pannóniai mollusca faunának kronosztratigráfiai értelmezése nagymértékben szubjektív” (KORPÁS-HÓDI 1983), „az endemikus, tavi pannóniai fauna inkább ülepedési környezet-, mintsem korjelző” (POGÁCSÁS et al. 1994), és hogy „bebizonyosodott, hogy a fossziliáknak minimális rétegtani értékük van a késő neogénben” (ELSTON et al. 1994).

Hogyan és miért történhetett mindez? A mai ismeretek tükrében meglehetősen biztonsággal kimutathatók azok a pontok, ahol a kutatás iránya félresiklott, illetve ahol a korrekcióra való lehetőségek kimaradtak. Ezek az esetek olyan általános tanulságokkal szolgálnak, amelyek szélesebb szakmai közönség érdeklődésére tarthatnak számot.

A kezdetek

A Pannon-tó üledékes közeteiben található endemikus puhatestű-ösmaradványok rendszertani és rétegtani értékelését kezdetektől fogva heves viták kísérték. Az első magyar nyelvű tudományos őslénytani vita éppen a balatoni kecskekörmök származásáról zajlott 1820-ban a Tudományos Gyűjtemény hasábjain (GÉCZY 1995). A következő évtizedekben tucatjával kerültek leírásra ezek az új, a világ más tájain ismeretlen kagyló- és csigafajok.

Az új fajok lázas leírásának periódusa a századforduló környékén többekévé lezárult, és előtérbe került a rétegtani értelmezés kérdése. Mekkora az egyes fajok fajöltője? Melyik faj jellemzi az idősebb, melyik a fiatalabb

rétegeket? Hány egymásra települő rétegcsoporthoz különböztethető meg ősmaradványok alapján? Megannyi érdekes és sürgető kérdés – a válaszok mégis lassan, és sok ellentmondással fogalmazódtak meg. Miért? Az ok ma már nyilvánvalónak tűnik, akkoriban azonban egyáltalán nem volt az. A törmelékes eredetű pannóniai rétegek felszíni feltárásai ugyanis általában igen rövid időt képviselnek, így a különböző korú ősmaradványegyüttesek egymásra következése, rétegtani sorrendje nem, vagy csak ritkán figyelhető meg egy-egy feltárásban. Egy 20 m magas partfal egy mélytengeri jura rétegsor esetében több „hiánytalan” emeletet is tartalmazhat, és több tízmillió évet is reprezentálhat. Egy ilyen feltárásban, szerencsés esetben, nem jelent különösebb gondot az egymásra következő biozónák meghatározása vagy azonosítása. A gyors üledékképződésű tavi vagy delta környezetekben azonban egy ugyanekkora feltárás ritkán képvisel néhány tízezer évnél nagyobb időt. A feltárásban esetleg látható sűrű rétegzés, és a különböző rétegekre jellemző, esetenként igen eltérő ősmaradványegyüttesek természetesen időbeli egymásutánosság kifejezői, de elsősorban az adott hely őskörnyezetének gyakori változását tükrözik, ezért az ilyen jellegű faunaváltások általában nem alkalmasak medence méretű biosztratigráfiai tagolás kialakítására. Ha kissé felemás módon is, de ez a felismerés jelen van már az előző századforduló pannóniai irodalmában. A szerzők sokszor azonosítanak egész lelőhelyeket egy-egy faunával, és aztán magukat a lelőhelyeket próbálják meg rétegtani sorrendbe helyezni, nem pedig egyes rétegeiket.

A sok nehézség és ellentmondás ellenére is a századforduló környékén megjelennek az első, az egész medencére vonatkoztatott biosztratigráfiai beosztások, táblázatok. A legkedveltebb „index-fossilium” a *Congeria*. Gyakorisága, nagy mérete, meghökkentő diverzitása (sokféle faj jelenléte a különböző korú rétegekben) szinte predestinálja erre a szerepre. Példaként három rétegtani táblázatot mutatunk be.

Rudolf HÖRNES (1901) négy részre tagolta azt a rétegsort, amelyet ma a Pannontó üledékeinek tartunk (nála részben „meóti”, részben „pontusi” emelet), és külön oszlopban tüntette fel a Bécsi-medencére és a Közép-dunai-medencére vonatkozó beosztásokat (I. táblázat). Ez a rétegtani tagolás elsősorban a két terület korrelációja miatt vitatható. A Bécsi-medence *C. subglobosus*, *C. spathulatus* rétegei ugyanis jóval idősebbek, mint Kúp, Radmanyest, vagy Tihany rétegei, nem

I. táblázat. R. HOERNES (1901) rétegtani beosztása. Itt és a további táblázatokban is a ma használatos nemzetség- és fajneveket tüntettem fel (az „*Urnio wetzleri*” kivételével)

Table I. Biostratigraphic subdivision of Lake Pannon sediments according to R. HOERNES (1901)

	Bécsi-medence	Közép-dunai-medence
pontusi	Belvedere-kavics	<i>Congeria rhomboidea</i> (Okrugljak, Árpád, Kurd, Nagymányok, Szekszárd)
	<i>Congeria subglobosa</i> <i>Congeria spathulata</i>	<i>Congeria triangularis</i> (Markusevec, Kúp, Tihany, Radmanyest)
	<i>Congeria partschi</i>	<i>Paradacna lenzii</i> <i>Congeria banatica</i>
meóti	<i>Melanopsis impressa</i>	fehér márga (Horvátország, Szlavónia)

II. táblázat. HALAVÁTS (1902) rétegtani beosztása

Table II The stratigraphic system of HALAVÁTS (1902)

felső-pontusi emelet	<i>Prosodacnomya vutskitsi</i> <i>Congeria rhomboidea</i>
középső-pontusi emelet	<i>Congeria balatonica</i> , <i>Viviparus lóczyi</i> <i>Congeria balatonica</i> , <i>Viviparus cyrtomaphorus</i> <i>C. balatonica</i> , <i>V. cyrtomaphorus</i> , <i>V. sadleri</i> <i>Congeria balatonica</i> , <i>Viviparus sadleri</i> <i>Congeria ungalacprae</i>
alsó-pontusi emelet	<i>Congeria partschi</i> , <i>Congeria subglobosa</i> , <i>Congeria hoernesii</i> , <i>Melanopsis martiniana</i> , <i>Melanopsis vindobonensis</i> <i>Congeria banatica</i> <i>Congeria zsigmondyi</i>

beszélve arról, hogy Kúpon és Markusevecen nem is fordul elő *C. triangularis*. A horvátországi fehér márgák rétegtani elkülönítése sem indokolt a *Paradacna lenzii* és a *C. banatica* előfordulásaitól, hiszen ezek a fajok igen gyakoriak a fehér márgában.

HALAVÁTS Gyula (1902) megkülönböztette az „elegyes vízi” (brakvízi) és az édesvízi fácieseket. Az egyszerűség kedvéért itt csak a brakvízi fáciesre kidolgozott rétegtanát tüntetjük fel (II. táblázat). A Pannon-tó üledékeit HALAVÁTS három emeletre osztotta: alsó-, középső-, és felső-pontusira. Az alsó-pontusin belüli három szint elkülönítése mai ismereteink szerint nem megfelelő, hiszen a *C. zsigmondyi* valójában a *C. subglobosa* és a *C. hoernesii* kortársa volt, azoktól rétegtani szempontból nem különíthető el. A középső-pontusin belül a *Viviparus*okkal végzett finom tagolást már LÓRENTHEY is vitatta három évvel később megjelent munkájában. Végül a felső-pontusin belül sem látszik indokoltnak a *C. rhomboidea* rétegtani elterjedését szembeállítani a *Prosodacnomya vutskitsi*ével.

felső-pannóniai emelet	" <i>Unio wetzleri</i> "
	<i>Congeria spinicrista</i> , <i>Congeria rhomboidea</i> , <i>Prosodacnomya vutskitsi</i>
	<i>Congeria triangularis</i> , <i>Congeria balatonica</i>
	<i>Congeria ungalacprae</i>
alsó-pannóniai emelet	<i>Congeria ornithopsis</i> , <i>Congeria banatica</i> , <i>Congeria martonfii</i> , <i>Congeria scrobiculata</i> , "Lymnocardium" <i>andrusovi spinosum</i> , <i>Melanopsis impressa</i> , <i>Melanopsis martiniana</i> , <i>Melanopsis vindobonensis</i> , etc.

III. táblázat. LÓRENTHEY (1905) rétegtani beosztása

Table III The stratigraphic system of LÓRENTHEY (1902)

LÖRENTHEY Imre (1905) öt részre osztotta a Pannon-tó üledékeit (a legmagasabb, „*Unio wetzleri*” (= *Margaritifera flabellatiformis*) jellemezte egység valójában már folyóvízi; III. táblázat). Az idősebb, „alsó” pannóniaiak belül nem végzett további felosztást. A „felső pannóniai” emeletet viszont négy szintre osztotta, de hangsúlyozta, hogy ennél a felosztásnál nem egyes alakok jelenléte vagy hiánya, hanem a teljes fauna a mérvadó. Tudatában volt annak, hogy szintjelző *Congeriának* egy része hosszabb fajlétűjű, mint a velük jellemzett szint. LÖRENTHEYNÉK a fossziliák segítségével kijelölt alsó/felső-pannóniai határa a mai napig jelen van a geológusok gondolkodásában.

Elvész egy zseniális ötlet

HALAVÁTS (1902) volt az első sztratigráfus, akinek feltűnt a különböző rétegtani szintek kora és földrajzi elterjedése közötti kapcsolat. Ennek alapján a következőképpen jellemezte a Pannon-tó fejlődését:

„Az a kontinentális emelkedés, mely nyugaton elzárta teljesen a tengerekkel való összeköttetést s létrehozta az Alpok és Kárpátok övezte medenczében az elegyes vizű pontusi tavat: az alsó-pontusi emelet lerakódása után ismét erősebben megnyilatkozott és a stájer és wieni öbölből, valamint Szilágymegye egy részéből és a temesi öbölből szárazföld lett, hol még csak egyes édesvízi medenczékben s a folyóvizek árterein rakódnak le újabb képződmények, de maga a tó itt nyugaton és keleten jóval kisebb lesz, térfogatából veszt. Ezt legszebben bizonyítja az a tény, hogy itt nyugaton és keleten hiányoznak azok a rétegek, melyek tovább keleten pl. már a Balaton környékén oly szépen ki vannak fejlődve. De bizonyítja az is, hogy e rétegcsoport fedőjében, a wieni öbölben hatalmas kavics-lerakódás jelenik meg a szárazföld folyójának munkája gyanánt...”

A főleg nyugaton, de a keleti szélén is terjedelmében megkisebbedett elegyes vizű tóban tovább képződnek a pontusi kor rétegei s benne olyan társasága a molluskáknak él, mely az előbbentől különbözik, bár benne találkozik olyan hosszú életű, mely már ott is megvolt...”

A rétegeknek ezt a csoportját a középső-pontusi emeletnek tekintem azon okoknál fogva, melyeket az elébb kifejtettem. A középső-pontusi időszak után ugyanis, ismét főleg nyugaton és északon a pontusi elegyes vizű tó terjedelméből ismét vesztik...

A nyugaton és északon lefolyó kontinentális emelkedés következménye – a mint láttuk – nemcsak e rész vízének a kiédesedése, de az is, hogy lassanként e részben mind nagyobb területek szárazzá váltak, hol már a folyamrendszer kezdett kifejlődni, a folyó vizek a pontusi tóba ömlöttek, ennek vizét torkolatuk közelében erősen kiédesítették, sőt egyes – magával az elegyes vizű tóval csak keskeny csatornával összefüggő – partszéli öblök vizét is teljesen kiédesítették...”

Eltekintve attól, hogy HALAVÁTS a tó összehúzódásának okát tektonikus emelkedésben látta, nem pedig a tó medencéjének feltöltődésében, az általa száz évvel ezelőtt leírt ősföldrajzi változás mai ismereteink szerint teljesen megállja a helyét. Furcsa sorsa lett ennek az érdekes és eredeti gondolatnak. Magyarországon a fűrészes kutatás felfutása után elvetették HALAVÁTS (és LÖRENTHEY) rétegtani beosz-

tását, így a belőle következő ősföldrajzi kép is elhomályosult, összezavarodott. Több külföldi szerző ezzel ellentétben evidenciaként kezelte, hogy a Pannon-tó fiatalabb rétegeinek földrajzi elterjedése a medence északnyugati részén jóval behatároltabb, mint az idősebb rétegeké, és ennek megfelelően rajzolták meg ősföldrajzi térképeiket is (GILLET 1943, STEVANOVIC 1990). HALAVÁTS még aránylag kevés lelőhely faunáját ismerte, így semmiképpen nem hibáztatható azért, hogy a tó összehúzódsására vonatkozó hipotézisét nem tudta meggyőzőbben igazolni, illetve hogy ennek a modellnek a rétegtani következményeit nem gondolta tovább. Utódai viszont nagy hibát követtek el azzal, hogy meg sem próbálták az egyre szaporodó adatokkal tesztelni HALAVÁTS modelljét. Később nagy ára lett ennek a mulasztásnak.

Mélyfúrások: kialakul a biosztratigráfiai kétosztatúság dogmája

A mélyfúrásos szénhidrogénkutatás megindulása a trianoni országhatárokon belül az 1910-es évek végén tudományos szempontból azzal a reménnyel kecsegtetett, hogy végre fény derül a pannóniai puhatestűek valódi rétegtani, kronológiai jelentőségére is, és lezárulhatnak a szűnni nem akaró, időnként személyeskedésbe árcsapó viták. Ha egy-egy felszíni feltárásból nem is lehet az egész medencére érvényes biosztratigráfiát kialakítani, mert túl kevés a feltárásban képviselt idő, az ezer méter körüli mélységűre tervezett fúrások nyilván az egész pannóniai rétegsort átfúrják majd, és egyértelművé teszik a különböző faunák rétegtani és így kronológiai sorrendjét. A mélyfúrási anyagok értelmezése azonban egész mást hozott; nem csak hogy nem oldotta meg a még meglevő problémákat, hanem több évtizedre vakvágányra futtatta a pannóniai rétegtant. Hogyan történhetett mindez?

Bárhol is mélyültek fúrások a medencében, a pannóniai rétegsoron belül gyakorlatilag mindenütt jelen volt egy többé-kevésbé határozott kőzettani és őslénytani határ. A határ alatt finomszemű kőzetek uralkodtak, csak vékony és esetleges homok-betelepülésekkel, míg fölötte, egy változatosabb rétegsorban, a homok aránya ugrásszerűen megnőtt. A határ alatti üledékekben egy szegényes, vékonyhéjú formákból álló kagyló-együtttest találtak, leggyakoribb formája a *Paradacna* volt. A határ feletti homokból, illetve a homok közé települt finomabb szemű üledékekből viszont felváltva hol a *Congeria subglobosás*, hol a *C. ungulacpraés*, hol a *C. balatonicás*, hol pedig a *C. rhomboidéas* rétegek vagy szintek jellemző faunája került elő, így kézenfekvő volt a következtetés, hogy ezek a HALAVÁTS által még egymást követőnek tekintett egységek (I. II. táblázat) valójában egymással egyidejűek.

Az első, már tekintélyes részben mélyfúrási anyagokra alapozott pannóniai biosztratigráfiai rendszert SÜMEGHY József (1939) dolgozta ki (IV. táblázat). Ez egy vegyes, részben ősmaradványokra, részben kőzettani jellemzőkre épített rendszer volt. SÜMEGHY világosan megkülönböztethetőnek tartotta az alsó-pannóniai és a felső-pannóniai elemeket, és mindkettőn belül külön-külön jellemezte a medenceperemi és a medencebelseji kifejlődéseket. Utóbbi jelzők azonban nem a fáciesre és így az eredeti öskörnyezetre utalnak, hanem az üledékek mai elhelyezkedésére. Így történhetett, hogy a medencebelső „alsó

IV. táblázat. SÜMEGHY (1939) leírása alapján készült rétegtani táblázat

Table IV Stratigraphic chart based on SÜMEGHY's description (1939)

	medence perem		medence belső	
felső alemelet	<i>Congeria unguilacprae</i> , <i>Congeria balatonica</i>	<i>Congeria rhomboidea</i>	<i>Viviparus</i> , <i>Unio</i> , <i>Planorbis</i> , <i>Valvata</i> , <i>Theodoxus</i>	<i>Lymnocardium</i>
			(Prosodacnomya vutskitsis) szint	
alsó alemelet	Lyrcaea (+ <i>Congeria</i> , <i>Lymnocardium</i> , <i>Prosothenia</i> , <i>Gyraulus</i> , <i>Theodoxus</i>)		<i>Congeria banatica</i> , <i>C. ornithopsis</i> , <i>C. czjzeki</i> , <i>C. zagrabiensis</i> , <i>Paradacna lenzi</i> , <i>P. syrmienne</i> , <i>Pseudocatillus simplex</i> , <i>Lymnocardium ochetophorum</i> , <i>L. baraci</i> , <i>L. schedelianum</i> , <i>Gyraulus</i> sp., <i>Theodoxus</i> sp.	
	<i>Congeria banatica</i> , <i>Congeria ornithopsis</i> , <i>Congeria czjzeki</i> , <i>Paradacna lenzi</i> , <i>Paradacna syrmienne</i> , <i>Lymnaea</i> sp., <i>Orygoceras</i>		<i>Pseudocatillus simplex</i> , <i>Congeria czjzeki</i> , <i>C. cf. ornithopsis</i> , <i>Theodoxus</i> , <i>Unio</i> , <i>Planorbis</i> , <i>Melanopsis</i> , <i>Pisidium</i> , <i>Hydrobia</i> , <i>Gyraulus</i> , <i>Pyrgula</i>	
	szarmata-pannon vegyes fauna	<i>Planorbis</i> , <i>Hydrobia</i> , apró, csökevényes <i>Lymnocardium</i>	konglomerátum <i>Congeria czjzeki</i> , <i>Planorbis</i>	

pannóniaiájában” is megkülönböztetésre került egy konglomerátumos szint, vagy hogy a *Prosodacnomya* lagúna üledékek is a medencebelső kategóriába soroltattak. SÜMEGHY mind az alsó-, mind a felső-pannóniai alemeleteket további szintekre bontotta, de ez a felbontás megint csak leírás, „osztályozás” volt, az általános érvényű biosztratigráfiai következtetések igénye nélkül. „Szintjeit” főleg nemzetségekkel, nem pedig fajokkal jellemezte, ahol azonban mégis említi fajnevet, az adott faj a valóságban gyakran több, egymást követő szintre is jellemző. Számtalan egyéb pontatlanság és hiba is van rendszerében. Pl. az általa jellemző „alsó pannóniai” formáknak tartott *Congeria zagrabiensis*, *Pseudocatillus simplex*, *Lymnocardium baraci*, *L. ochetophorum* mind-mind a „felső pannóniai” magasabb szintjébe sorolt *Congeria rhomboidea*ával együtt fordulnak elő a Dél-Dunántúlon. A *Congeria unguilacprae* nem sorolható más szintbe, mint a kúpi fauna, és a *C. balatonica* sem állítható szembe a radmanyesti faunával, hiszen éppen ezek a *Congeria* fajok az adott faunák leggyakoribb nagy *Congeriái*. Alapos kritika után alig marad több SÜMEGHY pannóniai rétegtanából, mint a közölt adatokkal is megtámogatott kétosztatúság.

A 40-es és 50-es években a kétosztatúság elve erős támogatást kapott felszíni adatokból is. STRAUZ László sorra írt le olyan lelőhelyeket, amelyek benne azt a meggyőződést erősítették, hogy a hagyományos *Congeria* index-fossziliák nem igazán alkalmasak rétegtani tagolásra: Dernán *C. subglobosát* talált a *C. unguilacprae*s rétegek jellegzetes kísérőfaunájával, Nyárádon *C. rhomboidea var.-t* *C. balatonica*ával, Kötcsén *C. balatonica*t a *C. rhomboidea*s rétegek jellemző kísérőfaunájával, végül pedig egy bajcsai fúrásban *C. rhomboidea*t a *C. unguilacprae*s

V. táblázat. STRAUZ (1971) rétegtani beosztása

Table V The stratigraphic system of STRAUZ (1971)

	parti fácies	medence fácies
felső-pannóniai	<i>Unio wetzleri</i>	<i>Prosodacnomya vutskitsi</i>
	— <i>P. vutskitsi</i> —	
	<i>Congeria balatonica</i>	<i>Congeria rhomboidea</i>
alsó-pannóniai	<i>Congeria ungulacprae</i> <i>Congeria subglobosa</i>	<i>Paradacna abichi</i>
	<i>Congeria partschi</i>	<i>Paradacna abichi</i> <i>Paradacna lenzi</i> <i>Congeria banatica</i>

rétegek jellemző kísérőfaunájával. Megállapította, hogy „a rhomboideás rétegek alsó része párhuzamos az ungulacprae-szinttel” (STRAUSZ 1958, p. 238); hogy „a *C. ungulacprae*s és a *C. subglobosa*s rétegeknek egykorúságát kétségtelennek tarthatjuk” (STRAUSZ 1942b, p. 196); és hogy „gazdag kövület-leletekkel sikerült bizonyítanom a *C. balatonica*-s, *C. rhomboidea*-s és *Limnocardium vutskitsi*-s rétegek egykorúságát” (STRAUSZ 1942a, p. 102). Ebből a gondolatsorból logikusan az következne, hogy a korábban a felső*pannóniai rétegtani tagolására használt jellemző ősmaradványok mind egykorúak egymással, sőt még a kora-pannóniai *C. subglobosa*val is, tehát a magyarországi pannóniai összlet puhatestűekkel tagolhatatlan, szintezhetetlen. STRAUZ így foglalja össze a pannóniai puhatestű-rétegtannal kapcsolatos nézeteit: „A pannóniai rétegösszlet határozottan két nagy tagra bontható, az alsó és a felső pannóniai faunák alig tartalmaznak közös fajokat. ... Az alsó és felső pannonikumban egyaránt lehet szintek elválasztásával kísérletezni, de ezeknek a szinteknek az állandósága kevésbé bizonyított, inkább csak a fácieseknek területenként különböző elrendezéséből származhat” (STRAUSZ 1954, p. 304). Rétegtani táblázataiban (V. táblázat) STRAUZ is megkülönböztette a parti és a medence fáciest, de ez az elkülönítés nála sem volt szerencsésebb, mint SÜMEGHYNél: a medence fáciesbe egyaránt sorolt mélyvízi, sekély szublitorális, és lagúnáris együtteseket, a parti fáciesbe pedig folyóvízi faunát.

SÜMEGHY és STRAUZ munkássága nyomán tehát Magyarországon kialakult a pannóniai rétegek litosztratigráfiával támogatott biosztratigráfiai kétosztatúsága („alsó és felső pannon”), amelyet főleg az ipari kutatások területén használtak ilyen leegyszerűsítő módon. Igen célszerűnek bizonyult ez a felosztás, hiszen egyszerre jelentett kőzetminőséget, kőzetszerkezetet, és vélt kort. Ez az osztályozás dogmaszerűen rögzült mind a szakirodalomban, mind az operatív ásványi nyersanyagkutatási munkában, és évtizedekre visszavetette a pannóniai rétegek biosztratigráfiájának fejlődését.

Szomszédaink másképp gondolkodnak

A kronológiai sorrend betartása érdekében itt egy rövid kitekintést kell tennünk külföldre. Az 1950-es évek elején ugyanis két olyan jelentős publikáció is napvilágot látott Bécsben, illetve Belgrádban, amelyeknek témája a pannóniai rétegek puhatestű-rétegtana volt. Műfajukat tekintve ezek a dolgozatok leginkább HALAVÁTS (1902) és LŐRENTHEY (1905) fél évszázaddal korábbi balatoni leírásaihoz, illetve STRAUZS (1942a) munkájához hasonlítottak: egy-egy régió felszíni feltárásainak és puhatestű-faunájának alapos feldolgozása alapján tettek kísérletet az egész medencére kiterjedő érvényességű rétegtani beosztásra, de legalábbis az általuk felállított rétegtani egységek párhuzamosítására távolabbi területekkel.

Adolf PAPP (1951, 1953) a Bécsi-medence felszíni feltárásainak puhatestű faunáját dolgozta fel. A zónákat azonban nem definiálta szabatosan, egy-egy faj fellépésével, hanem csak felsorolta őket, és leírta jellegzetes fajukat. Így a latin nagybetűkkel (A-H) jelölt zónák határainak értelmezése igencsak önkényes lett. PAPP zonációja (VI. táblázat) lényegében Theodor FUCHS (1875) rétegtani beosztására alapult, annak pontosítása, finomítása volt. Hogy FUCHS rendszere nem működik a Bécsi-medencén kívül, azt már HALAVÁTS (1902) konstataulta. Nem csoda, hogy egyre zűrzavarosabb értelmezések láttak napvilágot, amikor PAPP zonációját Magyarországon, Romániában, az egykori Jugoszláviában, vagy akár csak Burgenlandban próbálták alkalmazni. Magyarországon nem is terjedt el a használata. Igaz, a Bécsi-medencére jellemző pannóniai kagylók és csigák Magyarországon aránylag kevés helyről voltak ismertek; a legjobban feldolgozott közép-dunántúli területeken és a medencében mélyült fúrásokban gyakorlatilag

VI. táblázat. PAPP (1953) rétegtani beosztása; az „A” zóna kijelölése közettani alapon történt

Table VI The stratigraphic system of PAPP (1953)

		peremi fácies	csendesvízi és medence fácies
Pontusi		édesvízi fauna	édesvízi fauna
			<i>Congeria zahalkai</i> , <i>C. neumayri</i> <i>Dreissena</i>
Pannóniai	E	<i>Congeria pancici</i> <i>Congeria subglobosa</i> <i>Melanopsis vindobonensis</i>	<i>Congeria zsigmondyi</i> <i>Congeria subglobosa</i>
	D	<i>Melanopsis vindobonensis</i> <i>Melanopsis fossilis constricta</i>	<i>Congeria partschi partschi</i>
	C	<i>Congeria hoernesii</i> <i>C. partschi leobersdorfensis</i> <i>Melanopsis fossilis</i>	kis <i>Lymnocardium</i> ok
	B	<i>Congeria ornithopsis</i> <i>Melanopsis impressa</i>	
	A	-	

VII. táblázat. STEVANOVIC (1951) rétegtani beosztása, STEVANOVIC későbbi munkái alapján egyszerűsítve

Table VII The stratigraphic system of STEVANOVIC (based on STEVANOVIC [1951] and simplified according to this later stratigraphic charts

		sekélyvízi és litorális (főleg homokos) fácies		mélyebb vízi (főleg agyagos) fácies
Pontusi	Portaferrai	<i>Prosodacna carbonifera</i> <i>Prosodacna vodopici</i>	<i>Dreissena auricularis</i> <i>Congeria triangularis</i>	<i>Budmania histiophora</i> <i>Congeria rhomboidea</i> <i>Congeria croatica</i> <i>Paradacna okrugici</i> <i>Valenciennius reussi</i>
	Novorosszjai	radmanyesti rétegek <i>Congeria unguilacaprae</i> <i>Lymnocardium banaticum</i> <i>Congeria balatonica</i> <i>Melanopsis martiniana rugosa</i>		<i>Paradacna abichi</i> <i>Congeria digitifera</i> <i>Congeria praerhomboida</i> <i>Valenciennius</i>
Pannóniai	Szerbiai	<i>Congeria partschi</i> <i>Congeria zsigmondyi</i> <i>Congeria subglobosa</i> <i>Congeria pancici</i>		<i>Paradacna lenzi</i> <i>Paradacna syrmiense</i> <i>Provalenciennestia pauli</i> <i>Congeria czizeki</i>
	Szlavóniai	<i>Orygoceras</i> <i>Papyrotheca</i> <i>Melanopsis impressa</i> <i>Congeria subglobosa</i>		<i>Congeria banatica</i> <i>Undulotheca pancici</i> <i>Cardium cekusi</i>

hiányoztak. Mindezek ellenére PAPP arra a meggyőződésre jutott, hogy rétegtana jól alkalmazható az egész Pannóniai-medencében (PAPP 1985 p. 29).

Petar M. STEVANOVIC (1951) az észak-szerbiai és szomszédos területek fiatal pannóniai feltárásait és azok faunáját tanulmányozta. Különösen nagy hangsúlyt fektetett a Kárpátokon kívüli területekkel való biosztratigráfiai korrelációra. Számos helyálló rétegtani megfigyelést tett. Ilyen szempontból előnyösebb helyzetben is volt, mint a Dunántúlon dolgozó magyar kollégái. A Pannóniai-medence déli peremén ugyanis sokkal gyakrabban figyelhető meg az eltérő korú pannóniai üledékek és ősmaradványegyüttesek egymásra települése, mint nálunk, és kevésbé számottevő a „zavaró” édesvízi rétegek jelenléte, mint a Balaton környékén. STEVANOVIC is megkülönböztetett peremi és medence-fáciest (VII. táblázat), és ez az elkülönítés nála sem működött hiba nélkül: a mélyvízi és sekély szublitorális együttesek ugyanabba a „medence” kategóriába kerültek, és elő is idézték azt a zavart, amely ilyenkor rendre bekövetkezik. Előbbit ugyanis rétegtanilag mélyebb helyzetűnek értékelte STEVANOVIC, mint az utóbbit. A Magyarországon „felső pannóniainak” nevezett összetlet a Keleti-Paratethys pontusi emeletével párhuzamosította, és így is nevezte. Két további egységre

(alsó-pontusi, vagy novorosszai és felső-pontusi, vagy portaferrai) bontotta; ezeknek az egységeknek a világos és egyértelmű, egyetlen faj fellépéséhez vagy más földtörténeti eseményhez kötődő definícióját azonban nem adta meg. Ez azonban csak ez egyik oka lehetett annak, hogy Magyarországon nem terjedt el ez a rendszer sem. Még ha lett is volna rá fogadókészség, az alkalmazást megnehezítette volna, hogy nálunk nem ismert, vagy igen-igen ritka ősmaradványokat használt STEVANOVIC több esetben is az egyes szintek jellemzésére.

Egy elszalasztott lehetőség

Térjünk vissza a hazai rétegtani nézetek fejlődésére. Ahogy gyűltek a mélyfúrás adatok, kiderült, hogy egyes, a „felső pannonban” gyakori fajok megjelennek már az „alsó pannon” tetején. Erre a részben „felső pannon” faunájú, de „alsó pannon” litológiájú összletre SZÉLES Margit (1966) bevezette az „átmeneti rétegek” fogalmát (VIII. táblázat). Az „átmeneti rétegek” koncepciója jelentette az egyetlen kiutat abból a kutyaszorítóból, amelybe a kétosztatú pannóniai biosztratigráfia került az 1960-as évek elején. Ekkor mélyültek a battonyai fúrások. Soha vissza nem térő lehetőség adódott a biosztratigráfiai rendszer átgondolására, a kabát újragombolására. SZÉLESnek saját bevallása szerint „jónéhány álmatlan éjszakát okozott” az anyag értelmezése. Az „alsó pannóniai” alapkonglomerátumból itt ugyanis olyan ősmaradványok kerültek elő, amelyeket addig kizárólag a felső pannóniaiból ismertek. Ilyen ősmaradvány volt pl. egy *Budmania*, amellyel STEVANOVIC (1951) a legfiatalabb pannóniai rétegtani szintet jellemezte (I. VII. táblázat). A fiatal fajok felett pedig tipikus „alsó pannon” kőzetkifejlődésben tipikus „alsó pannon” vezérvölvetek következtek.

A sokkoló lelet végül is nem tudta legyőzni a régi beidegződést; az anyag „átmeneti rétegek” minősítést kapott, tehát az alsó pannóniai felső részébe soroltatott. Hogy a döntés elfogadhatóbb legyen, SZÉLES (1971) feltételezte, hogy ezek a „fiatal” fajok itt alakultak ki, de elterjedésüket egy darabig (értsd: a késő-pannóniai korszak beköszöntéig) visszatartotta a battonyai kiemelkedést

VIII. táblázat. SZÉLES (1968) a mendence fáciesre vonatkozó rétegtani tagolása

Table VIII The stratigraphic subdivision of the basin facies according to SZÉLES (1968)

Legfelső-pannóniai	<i>Unio wetzleri</i> <i>Prosodacnomya vutskitsi</i>
Felső-pannóniai	<i>Prosodacnomya vutskitsi</i> <i>Congeria rhomboidea</i> <i>Congeria balatonica</i> <i>Caladacna steindachneri</i>
Átmeneti	<i>Caladacna steindachneri</i> <i>Paradacna abichi</i> var. <i>Lymnocardium ochetophorum</i> <i>Pseudocatillus simplex</i>
Alsó-pannóniai	<i>Paradacna abichi</i> <i>Paradacna lenzi</i> <i>Congeria partschi maorti</i> <i>Congeria banatica</i> "Paradacna" maorti

körülvevő mély medence. Hogy ez a magyarázat mennyire elfogadhatatlan, azt mi sem mutatja jobban, mint STRAUZSNAK, SZÉLES közvetlen munkatársának kifakadása, amikor Josef Paul LUEGER 1980-ban hasonló magyarázattal állt elő a Nagyhöflány környékén felszínen gyűjtött, váratlanul fiatalnak tűnő fajok előfordulására a kora-pannoniai *C. subglobosus* faunában. STRAUZS szerint ugyanis a nagyhöflányi és a dunántúli-középhegységi fauna lényegében megegyezik. „Két azonos jellegű fauna közt korkülönbség feltételezéséhez igen erős bizonyítékok kellenének” – írta. Ha ezt az elvet ő maga és SZÉLES szigorúbban alkalmazta volna a battonyai anyagra, akkor már negyedszázaddal a szeizmikus rétegtani módszer felútása előtt, pusztán őslénytani alapon átértékelhették volna az egész medence-feltöltődés folyamatát. A ziccer azonban kimaradt, és az olajiparban egész a közelmúltig tovább élt a kétosztatú biosztratigráfiai tagolás.

Finomrétegtan: durva aránytévesztés

A fúrási szelvények vizsgálata nem maradt az olajkutatók privilégiuma. A medenceperemi területeken egyre több, folyamatos magvétellel történő fúrás mélyült a Magyar Állami Földtani Intézet megbízásából. Ezeknek a fúrásoknak a puhatestű-biosztratigráfiai feldolgozását elsősorban BARTHA Ferenc, majd később még nagyobb számban KORPÁSNÉ HÓDI Margit publikálta.

BARTHA fúrási és felszíni rétegsorokat egyaránt vizsgált. Finomrétegtani módszerének lényege, hogy a gyűjtést és az anyagvizsgálatokat rendkívüli részletességgel végezte, és a puhatestűek vizsgálatát összekötötte a rétegsor szedimentológiai elemzésével. Vajon milyen típusú eredményre vezethettek ezek a részletező paleoökológiai vizsgálatok egy olyan feltárásban, amelynek rétegsora néhány ezer vagy tízezer évet reprezentál csupán? A fáciesváltásokból kirajzolódhatott egy deltalebény áthelyeződése, vagy szezonális éghajlati változások, de medence léptékű környezeti változásokra és biosztratigráfiai tagolás kialakítására vonatkozóan ezek nem sok támpontot adhattak. BARTHA azonban ilyen jellegű vizsgálatokra építette rétegtani, ősföldrajzi, sőt tektonikai elképzeléseit. Biosztratigráfiai beosztása hűen tükrözi az egy adott pontban rendszerint megfigyelhető faciessorrendet: a nyíltvízi faunákra édesvízi és brakvízi együttesek váltakozásából álló sorozat következik („oszillációs szint”), majd pedig folyóvízi és szárazföldi faunák (*IX táblázat*). A nyíltvízi együttesek között csupán annyit differenciál, hogy szembeállítja az „alsó pannon” soproni típusú faunát a „felső pannon” középhegységi és mecseki típusúval, tehát egyidejűeknek tekinti a dunántúli-középhegységi *Congerina unguiculapraes* és a mecseki *Congerina rhomboideus* rétegeket. Őn. „oszillációs szintje” egyszerűen a sekélyvízi üledékképződési környezetre vagy delta síkságra jellemző gyakori faciés változásokat tükrözi, és aligha bír kronosztratigráfiai értelemmel.

Mivel BARTHA rendszere a faciések vertikális egymásutánosságára alapult, így természetesen nem tudta levezetni az egyes szintek faunáját a megelőző szintek faunájából. Az új típusú faunák megjelenését a Dáciai-medence felőli bevándorlással magyarázta. Elképzelése szerint időnként helyreállt az összeköttetés a Középső- és a Keleti-Paratethys között, és ilyenkor újabb és újabb „faunahullámok” érkeztek a Pannon-tóba. Kizártnak tartotta, hogy a gazdag pannóniai

IX. táblázat. BARTHA (1971) pannóniai biosztratigráfiai rendszere

Table IX The stratigraphic system of BARTHA (1971).

Felső-pannóniai	felső	<i>Tachaeocampylaea doederleini</i> (szárazföldi) <i>Unio wetzleri</i> (folyóvízi)	
	középső	"oszilláció": <i>Viviparusok</i> , <i>Theodoxusok</i> , <i>Melanopsis fuchsi</i> <i>Prosodacnomya vutskitsi</i> , <i>Lymnocardium secans</i> , <i>Congeria triangularis</i> , <i>Congeria balatonica</i>	
	alsó	medence belseji <i>Lymnocardium majeri</i> <i>Paradacna okrugici</i>	parti <i>Congeria unguilacprae</i> <i>Congeria rhomboidea</i> <i>Dreissena auricularis</i> <i>Lymnocardium pensilii</i> <i>Lymnocardium schmidti</i>
Alsó-pannóniai	<i>Paradacna lenzi</i> <i>Paradacna abichi</i> <i>Congeria banatica</i>	<i>Melanopsis fossilis</i> <i>Lymnocardium soproniense</i> <i>Congeria hoernesii</i> <i>Congeria czjzeki</i>	

puhatestű-fauna kizárólag endemikus fejlődés során, a medencében jött volna létre (BARTHA 1977).

Bármennyire is sok értékes rész-adatot szolgáltatott a finomrétegtani módszer, súlyos aránytévesztés volt ezeket az adatokat medence méretű kronosztratigráfiai korrelációra, ősföldrajzi és paleobiogeográfiai rekonstrukcióra, tektonikai következtetésekre használni.

Rosszul illeszkedő emeletek

Miután a magyarországi gyakorlat sem PAPP (1951), sem STEVANOVIĆ (1951) rendszerét nem vette át, érdekes dolog történt. A Bécsi-medence faunája és a Belgrád környéki „pontusi” faunák közötti szembeszökő különbség, a közös fajok szinte teljes hiánya azt a benyomást keltette, hogy a Pannon-tó sekélyvízi faunája szinte magától, mesterséges határvonás nélkül is, két különböző korú csoportra oszlik. Ezt felismerték Magyarországon is, és a két csoportot szinte automatikusan próbálták korrelálni a fúrásokból ismert „alsó- és felsőpannóniai” faunákkal. De PAPP és STEVANOVIĆ is felismerte ezt a különbséget, amelyre alapozva rövid időn belül, egymással egyetértésben kialakították a Pannon-tó addig egységesen kezelt üledékes rétegsorának két emeletre (pannóniai és pontusi) bontását, majd ezt a két emeletet az RCMNS 1975-ös kongresszusán hivatalosan is elfogadtatták, mint a Középső-Paratethys regionális emeletrendszerének tagjait (ld. PAPP et al. 1985, STEVANOVIĆ et al. 1990).

Ha PAPP és STEVANOVIĆ, vagy a magyar sztratigráfusok ekkor elővették volna HALAVÁTS rétegtani-ősföldrajzi modelljét, hamar kiderült volna, hogy valami

hibádzik itt. A Dunántúl ugyanis nem csak földrajzilag fekszik a Bécsi-medence és Belgrád között, hanem a Pannon-tó északnyugat felől történő összehúzódása miatt a kisalföldi, középhegységi, és Balaton környéki sekélyvízi faunák korban is köztes helyzetet foglalnak el az idősebb bécsi és a fiatalabb belgrádi faunák között. Ha beillesztjük őket a megfelelő rétegtani helyükre, olyan fokozatos, finom átmenetet kapunk az eddig erősen különbözőnek tűnt „pannóniai” és „pontusi” faunák között, hogy a korábban oly magától értetődő határ megvonása a két emelet között csak erőltetetten, mesterséges definícióval lenne lehetséges. Mivel ilyen definíció azóta sem született, a pannóniai és pontusi rétegeket egymástól elválasztani – úgy, ahogy azt PAPP et al. (1985) és STEVANOVIC et al. (1990) sugallja – nem lehetséges. Így aztán természetszerűleg vetődött fel a kérdés: ha nem akarjuk a „pannóniai emelet” nevet immár egy legújabb, harmadik változatban használni, nem kellene-e erre a köztes rétegtani helyzetű képződményre, tehát HALAVÁTS „középső pontusijára”, egy új emelet- vagy alemelet-nevet bevezetni (SACCHI et al. 1997)?

A kétosztatúság megkérdőjelezése szkepticizmust eredményez

Az 1970-es évek közepétől kezdve egyre gyakrabban jelentek meg olyan publikációk, amelyek nyíltan vagy burkoltan arra utaltak, hogy valami alapvetően nincs rendben a magyarországi pannóniai biosztratigráfiával. Az első ilyen tanulmány MAGYAR László és RÉVÉSZ István (1976) tollából jelent meg. Szerzők célja a pannóniai rétegsor tagolása volt a sűrűn feltárt algyői kőolajmezőben. Azt tapasztalták, hogy tipikus „alsó pannon” fossziliák, mint pl. a *Paradacna abichi*, nyílttavi rétegekben fordulnak elő, míg a „felső pannonba” – sőt annak is a fiatalabb részébe – sorolt ősmaradványok, mint pl. a *Prosodacnomya vutskitsi*, szenes lagúna-üledékekhez kötődnek. Amennyiben ez utóbbi rétegek fölött visszatér a normális tavi fácies, az ősmaradványok is a szokásoshoz képest fordított sorrendben jelentkeznek. A következtetés megkerülhetetlen volt: ezek a fossziliák a különböző fáciesekhez (öskörnyezetekhez) kötődnek, korok elkülönítésére azon a módon, ahogy azt korábban képzelték, nem alkalmasak. Ennek ellenére a szerzők halvány kísérletet tesznek az egyes algyői szintek és a medencék peremén abban az időben használatos biosztratigráfiai egységek korrelációjára.

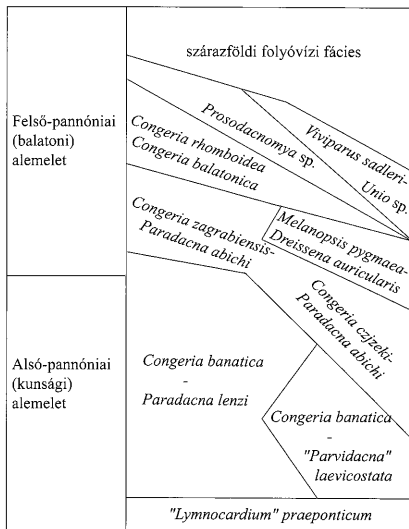
KORPÁS-HÓDI 1983-ban publikált nagyszerű tanulmányának egyik fő következtetése, hogy a Dunántúli-középhegység északnyugati előterében a korábban különböző korúaknak tartott puhatestű-együttesek valójában ökozonákat jelölnek ki, és határuk nem izokon: „... a Mollusca zónák épp úgy, mint a litosztratigráfiai határok, időben és térben eltolódnak.” KORPÁS-NÉ később megjelent, az egész pannóniai emeletre vonatkozó rétegtani beosztásában (X. táblázat) a biozonákat nem kronozóna értelemben használta, hanem táblázataiban földrajzi dimenziót is megjelenített. A biozonákat elválasztó vonalak ferde és hajlított lefutása azt szemlélteti, hogy a korábban különböző korok jelzésére használt faunák valójában egyidőben, de különböző környezetekben éltek.

Ha valakinek még kétségei maradtak volna afelől, hogy a korábbi „alsó/felső pannon határ” csupán egy „időtranszgresszív” fácies-határ, azt meggyőzhették

BÉRCZI és PHILLIPS (1985) szedimentológiai megfigyelései és modellje. E modell szerint Magyarország délkeleti mélymedencéit döntően egy északnyugati irányból progradáló delta-rendszer töltötte fel a pannóniai korszak folyamán. Az „alsó/felső pannon” határ tulajdonképpen nem más, mint a delta lejtő és a delta front határa. Bár a modell széles körben elfogadásra és alkalmazásra talált, egy ideig mindenki ódzkodott attól, hogy legalább hipotézis szintjén felvesse a következő gondolatot: ha Délkelet-Magyarországra északnyugat felől érkezett a pro-gradáció, akkor valószínű, hogy ez a folyamat visszavetíthető a medence északnyugati pereméig, tehát az egész medencére (vagy túlnyomó részére) ez a feltöltődési irány lesz a jellemző. Ha viszont ez így van, akkor pl. a delta front

X. táblázat.. A magyarországi pannóniai emelet provizorikus puhatestű ökozónái KÖRPÁS-HÓDI (1987) szerint

Table X The provisory mollusc ecozones of the Pannonian Stage in Hungary by KÖRPÁS-HÓDI (1987)



üledékek (és velük a sekélyvízi ösमारadványok is) ÉNy-Magyarország felől DK felé fokozatosan fiatalodnak. Bármennyire is kézenfekvő lett volna ez a felvetés, és bármennyire is egybecsengett volna HALAVÁTS nyolc évtizeddel korábbi megfigyeléseivel, csak a feltöltődési irányok és az üledékes kőzettestek szeizmikus kitérképezése (amely elsősorban POGÁCSÁS és munkatársai és VAKARCS és munkatársai nevéhez fűződik) után jelentek meg ilyen jellegű következtetések az irodalomban.

Ekkorra azonban a puhatestű-biosztratigráfia már kikerült az érdeklődés középpontjából. A figyelem az új módszerek: a mágnésrétegtan, a radiometrikus korhatározások, a dinoflagellata-sztratigráfia, és a szeizmikus szekvencia-sztratigráfia felé fordult (ld. pl. TELEKI et al. 1994). MAGYAR & RÉVÉSZ (1976), illetve KÖRPÁS-HÓDI (1983) következtetéseit eltűzve az a felfogás terjedt el, hogy „a pannóniai puhatestűek jó környezetjelzők, de rossz korjelzők”. A régi, alapvetően kétosztatú életregegtani rendszer egyre nyilvánvalóbb kudarcra bizonytalanságot és kételkedést eredményezett a biosztratigráfiai tagolás potenciális felhasználói körében. Valójában azonban éppen ez a kudarc és az új rétegtani módszerek alkalmazása együttesen teremtette meg a feltételt annak, hogy végre pontosabb kép bontakozhasson ki a Pannon-tó faunájának és magának a tónak a

történetéről, és hogy a korábbi kétosztatúnál lényegesen nagyobb felbontású biosztratigráfiai tagolás alakulhasson ki.

A problémák gyökere: az üledékes testek geometriája

A mai ismeretek birtokában elég világosan látszik, hogy végső soron a pannóniai üledékes testek geometriája volt az, ami évtizedeken keresztül „megtréfálta” a magyarországi biosztratigráfusokat, mert a megszokott, klasszikus rétegtani alapelveket majdhogynem kifordítva kellett volna alkalmazniuk a megfelelő eredmény eléréséhez. Természetesnek tűnt számukra, hogy egy fúrással átharantolt pannóniai rétegsor az egész pannóniai korszakot reprezentálja (később ugyan felismerték, hogy alulról hiányos is lehet ez a rétegsor). Ennek alapján az is természetes volt, hogy az adott fúrásban elvileg kijelölhető az összes biosztratigráfiai határ (ha jelen vannak megfelelő minőségű és megtartású ősmaradványok). És végül sokáig azon sem volt vita, hogy az egymás melletti, vagy akár egymástól távolabbi feltárásokban vagy fúrásokban észlelt hasonló jellegű faunaváltás – főleg ha kőzettani határral is párosul – kiváló kronosztratigráfiai korrelációs eszköz.

Mindez azonban csak akkor lehetett volna igaz, ha a pannóniai rétegek szabályosan, vízszintesen települtek volna egymásra, és ha az üledékképződés sebessége mindenütt kiegyenlített lett volna az egész medencében. Egy ilyen modell (vízszintesen települő, nagy laterális kiterjedésű, egyenletes vastagságú rétegek) jól alkalmazható mélytengeri rétegsoroknál vagy platformkarbonátoknál. Ma már azonban tudjuk – elsősorban szeizmikus vizsgálatokból –, hogy ez a modell nem működik a pannóniai rétegekre. A Pannon-tó medrére úgy töltődött fel, hogy a belépő folyók üledékük zömét a torkolat közelében rakták le, és így a feltöltődés lépésről lépésre haladt a medence belseje felé, ahol viszont igen lassú, jelentős részben karbonátgazdag és nem uralkodóan törmelékes üledékképződés folyt. Az egymást követő üledékes testek tehát nem egyszerűen egymás fölé, hanem részben egymás mellé települtek. Az időben egymást követő üledécsomagokban egymáshoz hasonló módon fejlődtek ki a különböző fáciesű egységek, így az „alsó/felső pannon határ”, azaz a lejtő és a delta front határa is. Ha ilyen progradációs modellben gondolkodunk, akkor – erősen leegyszerűsítve – azt mondhatjuk, hogy az időben egymást követő, tehát különböző korú egységeket egymás mellett kell keresnünk, míg az egy-egy feltárásban egymás fölött jelentkező, akár igen különböző fáciesű egységeket jó közelítéssel egykorúaknak tekinthetjük.

Ha az egymás mellé települő üledékes testek valóban korban eltérő faunát tartalmaznak, hogy nem vették ezt észre korábban a paleontológusok? Észrevették, de másképp értelmezték. Főleg STRAUZS és BARTHA úgy gondolták, hogy az egyes területek puhatestűi között észlelhető, sokszor csekély mértékű alaktani eltérések fajon belüli földrajzi változékonyság következményei, és nem korbeli különbséget tükröznek. Kétségtelenül igazuk volt abban, hogy a Pannon-tó endemikus fajainak leírásánál sok korábbi szerző nem vette figyelembe ezeknek a fajoknak a változékonyságát, így bizonyos csoportok esetében kétszer-háromszor annyi fajnév született, mint amennyi valójában indokolt lett volna. Az

evolúciónak azonban éppen ez a változékonyság biztosít „alapanyagot”; az időben lezajló evolúciós változások a földrajzi változékonysághoz hasonló, kicsi lépésekben mennek végbe. A kettőt nem könnyű megkülönböztetni az őslénytani anyagban, de nem is lehetetlen feladat, különösen ha a biosztratigráfiától független módszerek segítik az egyes lelőhelyek relatív korának meghatározását.

Hogyan tovább?

A progradációs medencefeltöltődési modell fényében a korábbi biosztratigráfiai megfigyelések egységes rendszerré álltak össze. Világossá vált, hogy miért csökkent a tó területe északnyugat felől a feltöltődés folyamán (HALAVÁTS 1902), hogy miért olyan fiatalok a délkelet-magyarországi „alsó pannon” faunák (SZÉLES 1971), vagy hogy miért „időtranszgresszív” az alsó/felső-pannon határ (KORPÁS-HÓDI 1983).

Vannak ugyanakkor újabb őslénytani megfigyelések is, amelyek a paleontológusok és sztratigráfusok által több, mint 100 év alatt leírt és múzeumi gyűjteményekben megőrzött hatalmas ősmaradványagyon alapulnak, és a biosztratigráfia szempontjából fontosak. Az első ilyen megfigyelés az, hogy a Pannon-tó puhatestű faunája mindig igen egységes volt, azaz az újonnan kialakult fajok gyorsan elterjedtek az egész medencében (ez különösen a planktonikus lárvával rendelkező Dreissenidae és Cardiidae családok esetében kézenfekvő). A másik fontos észrevétel, hogy meglehetősen gyakori jelenség a puhatestű-vázak lassú, fokozatos, évmilliókon átívelő morfológiai változása (a kagylók vonatkozásában az első ilyen, részletesen dokumentált és evolúciós folyamatnak értelmezett változást MÜLLER Pállal ismertettük — MÜLLER & MAGYAR 1992). A korábbi és újabb megfigyelések ötvözésével — véleményem szerint — csaknem száz év után visszajutottunk oda, hogy egy nagy felbontású biokronozóna-rendszer kialakításával kísérletezhessünk a Pannon-tó üledékes közeteinek rétegtani tagolása céljából

Milyen elvi lépéseket kell követnie egy ilyen kísérletnek?

Először is külön kell fésülnünk az egyes fáciesek faunáját. Ehhez a korábbi ökológiai, társulási kutatások eredményei jó alapot szolgáltatnak. Minél többféle fácieset tudunk megkülönböztetni, annál kisebb az esélye, hogy biosztratigráfiai határainkat téves módon heteropikus fáciesek határain jelöljük ki. Ilyen fáciesek lehetnek a mélyvízi (profundális), szublitóralis, litorális, lagúna fáciesek. Az üledékanyag szempontjából megkülönböztethetjük a sziliciklasztos anyag behordásától távoli vagy kiemelt területeket, amelyekre mészmárga képződött, azoktól a területektől, amelyekre sziliciklasztos anyagbehordás és gyors üledékképződés volt jellemző.

A különböző korú, de azonos (izopikus) fáciesű rétegeken belül kell megkeresnünk a biosztratigráfiai határok kijelölésére alkalmas fogódzókat. Pl. a pannóniai agyagon működő téglagyárak feltárásaiban medenceszerte nagyon hasonló, kékesszürke, szublitóralis közetliszt- és agyagrétegeket találunk. Ezeknek a feltárásoknak (pl. Bécs, Sopron, Tata, Bátaszék) a faunáját egymással kell összehasonlítani és megpróbálni rétegtani sorrendbe állítani, nem pedig az adott feltárásban található más (litorális vagy folyóvízi) fáciesű fedőrétegekével. Milyen

eszközeink vannak erre a munkára, ha már a réteg-egymásutániság közvetlen megfigyelésére nincs módunk? Fel kell használnunk mindazokat az ismereteket, amelyek egyéb ősmaradványok (pl. emlőscsontok, szervesvázú ostoros moszatok) vizsgálatából, vulkáni közbetelepülések radiometrikus korméréseiből, magnetosztatográfiai és szedimentológiai vizsgálatokból, és szeizmikus szelvényezésből rendelkezésünkre állnak.

Ha van elképzelésünk arról, hogy egy-egy környezettípusban („fáciesben”) hogyan változott a fauna az idő függvényében, és hogy ennek alapján milyen tagolást tudunk végezni, akkor harmadik lépésként elvégezhetjük az egyes fáciesekre vonatkozó rétegtani egységkérdéseket. Ebben az esetben az egyes feltárásokban megfigyelhető réteg-egymásutániságot megint csak a „klasszikus” módszertől eltérően kell kezelni. Fel kell tételeznünk ugyanis (ha csak nyomós érv nem szól ellene), hogy a közvetlen egymás fölött, de különböző fáciesben található faunák egymás mellett, egyidőben éltek (heteropikus fáciesek). A bécsi téglagyári agyaggal pl. a fedőjében levő littorális *Lymnocardium conjugens* homokot, a tataival a fedőjében levő *L. pensiliis* homokot stb. kell korrelálni, azaz egyidősnek tekinteni.

A fenti logikai sorrendet persze nehéz a gyakorlatban következetesen alkalmazni, mert az ismereteink túlságosan hiányosak, és mert a rétegtani adataink értelmezése kölcsönösen függ egymástól. Így elkerülhetetlen, hogy bizonyos szubjektivitás kerüljön az értelmezésbe, és hogy a szigorú logikai sorrend sérüljön. A pannóniai puhatestű-fauna fejlődésének megértésére, és így megbízható biosztratigrafiai tagolás kialakítására azonban még így is ez tűnik a legmegfelelőbb módszernek.

Egy döntően ezekre az elvekre épülő korai kísérletnek tekinthető az a biosztratigrafiai tagolás, amelyet munkatársaimmal együtt néhány évvel ezelőtt tettünk közzé (MAGYAR et al. 1999). Nem a korábbi kutatók eredményeinek megkérdőjelezésére, hanem azok szintézisére törekedtünk. A Pannon-tó littorális fáciesű üledékeiben 10, a szublittorálisban 6, a mélyvízben 2 biokronozónát különítettünk el. Hogy a folyamatosan szaporodó rétegtani adatok tükrében mennyire bizonyul helytállónak és a gyakorlatban is használhatónak ez a rendszer, azt a következő évek fogják megmutatni; ez ma még nem képezi részét a puhatestű-rétegtan történetének.

Tanulságok

Végigtekintve egy évszázad pannóniai puhatestű-rétegtani kutatásain megállapíthatjuk, hogy azok évtizedeken keresztül egy rossz modellt követtek. A tómedence feltöltődésének mechanizmusa, az üledékes testek geometriája merőben szokatlan és újszerű volt egy, a mezozoos karbonátokon iskolázott – egyébként elsőrangú – sztratigrafusi gárda számára. Annymira erős volt a kötődés ehhez a rossz modellhez, hogy a potenciális kiterjesztési pontok (pl. HALAVÁTS csökkenő tófelszín-elmélete, a szerencsés battonyai leletek) kihasználatlanul maradtak, amikor pedig a régi modell összeomlott, mert kiderült, hogy a korábban izokron rétegtani határnak tekintett felületek csupán „időtranszgresszív” fácieshatárok, sokan teljesen elvesztették a bizalmukat a pannóniai puhatestűekre alapozott

rétegtan lehetőségében. Tovább nehezítették a helyzetet a Pannon-tó puhatestűinek endemizmusa és rendkívüli változékonysága miatt felgyülemelő taxonómiai és határozási problémák.

Melyek azok a legfontosabb általános, már nem csak a pannóniaira vonatkozatható tanulságok, amelyeket a fenti történetből leszűrhetünk? A modern szedimentológián és szekvencia-sztratigráfián nevelkedett generáció számára ezek egy része közhelynek tűnhet, de meggyőződésem, hogy szemléletformáló hatásuk miatt érdemes őket megfogalmazni és leírni.

1. Ahol a biosztratigráfiai határ megvonására alkalmasnak látszó faunaváltás közzetani határral esik egybe, igen körültekintő mérlegelésre van szükség. A közzetani változást az őskörnyezet valamilyen megváltozása idézte elő. Vajon ez a változás egyidejű volt az egész medencében (vagy a vizsgált területen, legyen az akár a teljes glóbusz), vagy pedig különböző területeket különböző időpontban ért el? Előbbi esetben nyilván jól fog működni az erre az eseményre alapozott biosztratigráfiai határ, utóbbi esetben azonban rossz, „időtranszgresszív” határunk lesz, amely csak igen korlátozottan, vagy egyáltalán nem lesz alkalmas kronológiai értelmezésre. Ilyen esetben a Walther-féle fációs-szabály értelmében az egymásra következő faunákat inkább egyidejűeknek, de különböző környezetben élőeknek kell tekintenünk, mintsem korban egymástól élesen elkülönülőeknek.

2. Az időben közvetlenül egymás után képződött üledékes kőzetek nem mindig és nem feltétlenül települnek egymásra. Települhetnek egymás mellé is, sőt, települhetnek úgy is, hogy nem is érintkeznek egymással, és a fiatalabb üledék morfológiailag mélyebb helyzetben is képződhet, mint az idősebb. Például a selfen folyó üledékképződés után az üledékképződés helye áttevődhet a medencelejtő lábához, tehát a self „alá”. Ilyenkor a két üledékes test között valójában üledékihiány volt, de ez a gyakorlatban nagyon sokszor csak – nem is olyan éles – réteghatárként mutatkozik, és így az üledékhézag nem ismerhető fel. Óvatosan kell tehát eljárni minden olyan üledékképződési rendszer biosztratigráfiai vizsgálatánál, amelynél megvan a lehetősége annak, hogy a legintenzívebb üledékképződés helye időben gyorsan változott.

3. A rétegtan nyelve és fogalomrendszere ma már nemzetközileg szabályozott. Ha a magyar geológusok egy ettől eltérő „tolvajnyelvet” beszélnek, az gyakorlati szempontból esetleg nem okoz problémát, de csak míg magunk között vagyunk. Amint nemzetközi nyilvánosság elé lépünk (publikációval, előadással, szakmai levelezéssel, vagy esetleg egy farm-out ajánlattal), zavarba kerülünk. Az az állítás, hogy „az alsó/felső pannóniai határa időtranszgresszív”, értetlenséget vagy mosolyt fog kiváltani egy jól képzett külföldi sztratigráfusnál. Az alsó-pannóniai alemelet és a felső-pannóniai alemelet határa ugyanis definíciójánál fogva nem lehet időtranszgresszív, mert az alsó-pannóniai alemeletbe kizárólag a kora pannóniai korszakban, míg a felső-pannóniai alemeletbe kizárólag a késő pannóniai korszakban képződött kőzetek tartoznak, anyagi minőségüktől és fációsüktől függetlenül. Amit ma a magyarországi szaknyelv „alsó/felső pannon határként” emleget, az a Peremartoni Formációcsoport és a Dunántúli Formációcsoport határa, és valóban nem izokron, mert a litosztratigráfiai határok sokszor nem azok. Az igazi alsó- és felső-pannóniai alemeletek elkülönítéséhez pedig vagy a hagyományos LŐRENTHEY-féle puhatestű-zonációt kell alapul venni,

vagy KÖRPÁS-HÓDI (1998) javaslatát, amely szerint legyen ez a határ a C5n mágnesezés polaritás zóna teteje, vagy pedig újabb definíciót kell alkotni. Semmi sem zárja ki, hogy egy ilyen újabb definíció háromsztatúvá tegye a pannóniai emeletet (alsó-, középső-, és felső-pannóniai). Az „alsó pannon” és „felső pannon” időrétegtani terminusok köztrétegtani értelemben való használatával azonban sürgősen fel kell hagyni.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány az OTKA T037724 és T035168 sz. projektjeinek keretében készült; a támogatásért köszönet SZTANÓ Orsolyának és JUHÁSZ Györgyinek. Köszönöm a lektorok, KÖRPÁS Lászlóné és JÁMBOR Áron gondos munkáját; észrevételeik lényeges segítséget nyújtottak mondanivalóm pontosabb megfogalmazásához.

Irodalom – References

- BARTHA F. 1971: A magyarországi pannon biosztratigráfiai vizsgálata. – In: GÓCZÁN F. & BENKŐ J. (eds): A magyarországi pannonkori képződmények kutatásai. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 9–172.
- BARTHA F. 1977: Gondolatok a hazai pannonra vonatkozó kutatások szemlélet-fejlődéséről és az adatok korszerű feldolgozásáról. – *Földtani Közlöny* 107, 17–26.
- BÉRCZI, I. & PHILLIPS, R. L. 1985: Process and depositional environments within Neogene deltaic-lacustrine sediments, Pannonian Basin, Southeast Hungary. – *Geophysical Transactions* 31, 55–74.
- COWEN, R. 1990: History of Life. – Blackwell Scientific Publications, 470 p.
- ELSTON, D. P., LANTOS, M. & HÁMOR, T. 1994: High resolution polarity records and the stratigraphic and magnetostratigraphic correlation of Late Miocene and Pliocene (Pannonian s.l.) deposits of Hungary. – In: TELEKI, P. G., MATTICK, R. E. & KÓKAY, J. (eds): Basin Analysis in Petroleum Exploration. A case study from the Békés basin, Hungary. – Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 111–142.
- FUCHS, Th. 1875: Neue Brunnengrabungen in Wien und Umgebung. – *Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt* 25, p. 19.
- GÉCZY B. 1995: A magyarországi őslénytan története. – Akadémiai székfoglaló. Akadémiai Kiadó, Budapest, 66 p.
- GILLET, S. 1943: Les limnocardiidés des couches á Congéries de Roumanie. – *Memoriele Institutului Geologic al Romaniei* 4
- HALAVÁTS Gy. 1902: A balatonmelléki pontusi korú rétegek faunája. – In: *A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei* 1/1, *Őslénytani függelék* 4/2, Budapest, 74 p.
- HOFFMAN, A. 1989: Arguments on evolution. A paleontologist's perspective. – Oxford University Press, New York, 274 p.
- HOERNES, R. 1901: Congeria Oppenheimeri und Hilbereri, zwei neue Formen der Rhomboidea-Gruppe aus den oberen pontischen Schichte von Königsgnad (Királykegye). – *Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften* 110, Abtheilung I, 206–235.
- KÖRPÁS-HÓDI M. 1983: A Dunántúli-középhegység északi előtere pannóniai mollusca faunájának paleoökológiai és biosztratigráfiai vizsgálata. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 66, 163 p.
- KÖRPÁS-HÓDI M. 1987: A magyarországi fiatal neogén képződmények korrelációs lehetőségei. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 69, 435–452.
- KÖRPÁS-HÓDI M. 1988: Medenceperemi pannóniai s.l. üledékes formációk rétegtana. – In: BÉRCZI I. & JÁMBOR Á. (eds) 1998: Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana. – A MOL Rt. és a MÁFI kiadványa, Budapest, 453–468.
- LÓRENTHEY I. 1905: Adatok a Balaton melléki pannóniai korú rétegek faunájához és stratigráfiai helyzetéhez. – In: *A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei* 1/1, *Őslénytani függelék* 4/3, Budapest, 193 p.

- LUEGER, J. P. 1980: Die Molluskenfauna aus dem Pannon (Obermiozän) des Fölligberges (Eisenstadter Bucht) im Burgenland (Österreich). – *Mitteilungen der österreichischen geologischen Gesellschaft* 73, 95–134.
- MAGYAR I., GEARY, D. H., SÜTÖ-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, L. & RÉVÉSZ, I. 1976: Data on the classification of Pannonian sediments of the Algyó area. – *Acta Mineralogica-Petrographica, Szeged* 22, 267–283.
- MÜLLER, P. & MAGYAR, I. 1992: Continuous record of the evolution of lacustrine cardiid bivalves in the late Miocene Pannonian Lake. – *Acta Palaeontologica Polonica* 36, 353–372.
- PAPP, A. 1951: Das Pannon des Wiener Beckens. – *Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien* 39–41, 99–193.
- PAPP, A. 1953: Die Molluskenfauna des Pannon im Wiener Becken. – *Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien* 44, 85–222.
- PAPP, A. 1985: Die Gliederung des Pannonien. – In: PAPP, A., JÁMBOR, Á. & STEININGER, F. F. (eds) 1985: Chronostratigraphie und Neostatotypen, Miozän der Zentralen Paratethys 7, Pannonien. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 28–29.
- PAPP, A., JÁMBOR, Á. & STEININGER, F. F. (eds) 1985: Chronostratigraphie und Neostatotypen, Miozän der Zentralen Paratethys 7, Pannonien. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 636 p.
- POGÁCSÁS Gy., MATTICK, R. E., ELSTON, D. P., HÁMOR, T., JÁMBOR, Á., LAKATOS, L., LANTOS, M., SIMON, E., VAKARCS, G., VÁRKONYI, L., & VÁRNAL, P. 1994: Correlation of Seismo- and Magnetostratigraphy in Southeastern Hungary. – In: TELEKI, P. G., MATTICK, R. E. & KÓKAY, J. (eds): Basin Analysis in Petroleum Exploration. A case study from the Békés basin, Hungary. – Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 143–160.
- SACCHI, M., HORVÁTH, F., MAGYAR, I. & MÜLLER, P. 1997: Problems and progress in establishing a Late Neogene Chronostratigraphy for the Central Paratethys. – *Neogene Newsletter* 4, 37–46, Padova.
- SEPKOSKI, J. J. Jr. 1993: Foundations: Life in the oceans. – In: GOULD, S. J. (ed): The Book of Life. – W. W. Norton & Company, New York – London, 37–63.
- STANLEY, S. M. 1979: Macroevolution: Pattern and Process. – W. H. Freeman and Company, New York, 332 p.
- STEVANOVIĆ, P. M. 1951: Pontische Stufe im engeren Sinne – obere Congerienschichten Serbiens und der angrenzenden Gebiete. – *Serbische Akademie der Wissenschaften, Sonderausgabe* 187, *Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse* 2, Beograd, 361 p.
- STEVANOVIĆ, P. M. 1990: Rückschau auf pontische Stufe in Griechenland. – In: STEVANOVIĆ, P. M., NEVESSKAJA, L. A., MARINESCU, FL., SOKAC, A. & JÁMBOR, Á. (eds): Chronostratigraphie und Neostatotypen, Neogen der Westlichen ("Zentrale") Paratethys VIII, P11, Pontien. – JAZU and SANU, Zagreb-Beograd, 339–352.
- STEVANOVIĆ, P. M., NEVESSKAJA, L. A., MARINESCU, FL., SOKAC, A. & JÁMBOR, Á. (eds) 1990: Chronostratigraphie und Neostatotypen, Neogen der Westlichen ("Zentrale") Paratethys VIII, P11, Pontien. – JAZU and SANU, Zagreb-Beograd, 952 p.
- STRAUSZ, L. 1942a: Das Pannon des mittleren Westungarns. – *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici, pars Mineralogica, Geologica et Palaeontologica* 5, 1–102.
- STRAUSZ L. 1942b: Pannóniai fauna Darnáról és Tatarosról. – *Beszámoló a m. kir. Földtani Intézet vitaüléseinek munkálatairól. A m. kir. Földtani Intézet 1941. évi jelentésének függeléke*, 5. füzet, 192–199.
- STRAUSZ L. 1954: A magyar medence miocén rétegeinek beosztása. – *Földtani Közlöny* 84, 297–308.
- STRAUSZ L. 1958: Ungula caprae-szint DNY-dunántúli fúrásban. – *Földtani Közlöny* 88, 237–239.
- STRAUSZ L. 1971: A pannóniai emelet (pliocén). – *Földtani Közlöny* 101, 114–119.
- SÜMEGHY J. 1939: A Győri-medence, a Dunántúl és az Alföld pannóniai üledékeinek összefoglaló ismertetése. – *A magyar királyi Földtani Intézet Évkönyve* 32/2, 67–254.
- SZÉLES M. 1966: Óslénytani adatok az alsó- és felsőpannon alemeletek elhatárolásához. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése* 1964, 559–568.
- SZÉLES M. 1968: Az Alföld déli részének pliocén képződményei. – *Földtani Közlöny* 98, 55–66.
- SZÉLES M. 1971: A Nagyalföld medencebeli pannon képződményei. – In: GÓCZÁN F. & BENKÓ J. (eds): A magyarországi pannonkori képződmények kutatásai. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 253–344.

TELEKI, P. G., MATTICK, R. E. & KÓKAY, J. (eds) 1994: Basin Analysis in Petroleum Exploration. A case study from the Békés basin, Hungary. – Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 330 p.

Kézirat beérkezett: 2004. 02. 20.

A gyöngyösvisontai lignit fedőjében megjelenő kristályos, paleotalaj eredetű karbonátkonkréciók vizsgálata

Euhedral calcite in carbonatic concretions from a Quaternary palaeosol environment, Gyöngyösvisonta, Hungary

SZINGER Balázs¹ – SZILÁGYI Veronika¹ – WEISZBURG Tamás¹ – HORVÁTH Zoltán² – MINDSZENTY Andrea²

(4 ábra, 3 táblázat, 13 fotó)

Tárgyszavak: másodlagos, talaj eredetű karbonátok, konkréciók, kalcit, kristálymorfológia, zónás lumineszkálás, a Mátra előtere, Gyöngyösvisonta

Keywords: secondary (pedogenic) carbonate concretions, calcite, crystal morphology, luminescence in zones, pediment of the Mátra Mountains, Gyöngyösvisonta

Abstract

One of the largest open cast mines in Hungary is the Gyöngyösvisonta lignite quarry of the Mátra Power Station at the foothills of the Mátra Mts, North Hungary (Fig. 1). The subject of the present study was the peculiar carbonate concretions in the Quaternary cover of the Late Pannonian (Miocene) lignite beds exposed by the mining operations.

General geological environment

On the pediment of the Mátra Mts earlier-existing after the deposition of the lignitiferous complex, alluviation gradually filled up the shores of the Pannonian Lake. During this process a complex sequence of meandering distributaries formed with flood-plain muds, cross-bedded levee sands and sediments (subject to incipient pedogenesis). These sediments constitute the lower part of the section (Fig. 2). Unconformably overlying these strata there is a thick "red clay" bed containing different types of CaCO₃ precipitations mainly in the form of white mottles or nodules. This "red clay" has been interpreted as a resedimented palaeovertisol (HORVÁTH 1999; NÉMETH et al. 1999) with smectite (beidellite) as the major clay mineral, abundant slicken-sides, and small ferriferous nodules. As shown by HORVÁTH (1999) and HORVÁTH et al. (2001b), this 8 to 10 metres thick palaeosol has formed as a result of pedogenesis; this pedogenesis was interrupted several times by the deposition of soil-derived sediments eroded from the elevated backgrounds of the area of the present Mátra Mts. Textural features of the palaeosol suggest periodic freezing (HORVÁTH et al. 2002) and the mineral composition relates to semiarid pedogenesis where dry and humid climatic periods alternate with each other (SCHWEITZER & SZŐÖR 1997). The carbonate concretions are embedded in this "red clay" (Photo 1).

Carbonate concretions occurring in the zone of pedogenesis were extensively studied by WRIGHT & TUCKER (1991), BECZE-DEÁK et al. (1997), RAISWELL & FISHER (2000), WIEDER & YAALON (1974, 1982), BREWER (1972) and others. However, none of the above cited authors described concretions as complex as those, which occur in the Gyöngyösvisonta quarry.

Samples and methods

The concretions are 10–15 centimetres in diameter as a maximum and contain large closed cavities. In these cavities fine-grained, euhedral crystals of calcite formed (Photo 2). The wall of the concretions is a homogeneous, sometimes brecciated, light brown, micritic material which contains dendrites and

¹ ELTE Ásványtani Tanszék, H-1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c

E-mail: szinger.balazs@freemail.hu

² ELTE Alkalmazott és Környezetföldtani Tanszék, H-1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c

feriferous nodules (1–2 millimetres in diameter). The concretions are built up by three distinctly different zones: 1) the micritic wall, 2) the root zone of fine crystalline calcite and 3) the “coronal” zone of euhedral calcite. Calcite crystals like these are very common in hydrothermal environments, whereas concretions of a similar structure (though of slightly different composition) were described from marine to marginal marine settings, as well as in lacustrine and fluvial flood-plain sedimentary settings, as well (e.g. PRATT 2001). They attracted our attention because they seemed to be unusual in a soil-related environment. We know only one other occurrence of cracked and filled septarian concretions from a soil profile – i.e. the one mentioned from Oligocene silcretes by LECKIE & CHEEL (1990).

The aim of the present study is to document the details of the morphology and chemistry of crystalline calcite encountered in the concretions and thus to contribute to the understanding of concretion formation in the above outlined near-surface, continental environment.

The methods used to obtain crystal morphological data were stereomicroscopy, scanning electron microscopy and two-circle reflection goniometer measurements. Additional mineralogical-chemical information was collected by optical emission spectroscopy (OES), X-ray powder diffraction (XPD), cathode luminescence studies (CL), electron microprobe (SEM+EDX) and stable isotope analyses.

Results

Two main morphological types of calcite were identified. The rhombohedral type (1) is built up of a combination of different rhombohedra, while the scalenohedral type (2) is built up of a combination of rhombohedra and scalenohedra. Three subtypes could be separated within the rhombohedral type: the obtuse-angled (1/a) (Photo 3), the acute-angled rhombohedral (1/b) (Photo 4, 5, 6) and the tabular (1/c) (Photo 7, 8, 9) subtypes.

OES of the fine and the euhedral crystalline calcite detected calcium as major element with only 1 to 3% of manganese substituting for the calcium (Table I).

XPD showed two types of calcite. The micritic wall of the concretions and the root zone of the euhedral crystals consisted of pure calcite. In the “coronal” zone of the crystals, beside pure calcite, another type of calcite (slightly substituted, shorter lattice parameter: $d_{4041} = 2.98 \text{ \AA}$) could also be detected (Fig. 3) This showed that in this zone, alternating with pure calcite, manganese-bearing calcite crystallized, too.

Mn-bearing calcite was subject to further detailed study by CL microscopy and by SEM+EDX. The chemical substitution is clearly visible on the CL photographs (Photos 10–11) in the form of zones with sharp boundaries. Mn-bearing calcite is very strongly luminescent while pure calcite does not show any luminescence at all. The width of the individual zones varies between 50 μm and 150 μm . EDX data confirmed that the subsequent zones have different concentrations of manganese (Photos 12–13) (Table II).

In order to obtain more information about the successive calcite generations carbon and oxygen stable isotope analyses were carried out on three concretions. From each of them a set of three calcite generations was separated: 1) the micritic wall of the concretions, 2) the root zone and 3) the “coronal” zone of the euhedral calcite crystals. A significant trend was detected on each set of samples: the first precipitate (micrite) showed an enrichment in the heavy isotopes, while the subsequent phases (the root and the coronal zones) became gradually rich in lighter ones (Fig. 4 and Table III).

There are black, 1–2 millimetres sized nodules both in the “red clay” palaeosol environment of the concretions and encapsulated in the micritic wall of the concretions themselves. The appearance of these micro-nodules in the two different environments raised questions about the origin of these phases.

For a better understanding of the conditions of formation of the observed paragenesis we studied also the chemistry of the micro-nodules. They proved to be made up of iron, silicon and aluminium as major elements and calcium, magnesium, manganese and sodium as accessory elements (for more details see Table I). Based on XPD they consist of poorly crystalline oxides and oxy-hydroxides of iron (goethite and haematite) and of (detrital) quartz and some phyllosilicates (smectite-type clay minerals). In the surrounding “red clay” palaeosol there are detrital mineral grains (quartz, clay minerals) similar to those identified in the micritic wall. Notwithstanding their jet-black colour the manganese content of the micro-nodules is in the 1000–10000 $\mu\text{g/g}$ range — i.e. low.

Conclusion

Concretions appear in the sequence randomly. Only exceptionally do they show any relationship to one or another of the structural elements of the former soil. Obviously, nucleation-points developed randomly within the clay and crystallization of calcite from carbonate-saturated solutions began around these nuclei. Concretion growth must have been replacive, at the expense of the "red clay". Since the OES and XPD measurements have not proved any significant difference between black micro-nodules, quartz grains and clay minerals separated from the "red clay" palaeosol environment and from the micritic wall of the concretions, we suggest that the former are relics of the "red clay" environment accidentally preserved in the concretions.

As the first step of concretion-formation small mottles with diffuse boundaries appeared and they gradually evolved into nodules consisting of micritic calcite. As a result of seasonally alternating wet and dry conditions the volume of these bodies has changed so much as to result in the development of radial, concentric and/or tangential cracks. Solutions entering the space provided by the cracks were able to precipitate the carbonate phase cementing the micrite. This process might have led to eventual isolation of the interior of the nodule from its environment. Thus the finely crystalline and, at the end, also the large euhedral crystalline calcite could be precipitated from the solutions enclosed in the sealed nodule-interior.

Changing chemical properties of the last generations of the euhedral crystals (CL-image, Mn-content, stable isotopes) suggest that environmental parameters were fluctuating during crystallization. According to the results of the XPD, cathode luminescence and electron microprobe investigations the amount of manganese substituting Ca in the calcite lattice was changing cyclically, probably within a relatively short period of time. If we suppose that crystal growth took place in an open system then changing manganese content could have been the result of the changing concentration of the solutions entering the growing concretion from the outside environment. If – on the other hand, we suppose that the concretion evolved as a closed system (i.e. given that either the cracks did not reach the surface of the concretion or else they were sealed early in the history of concretion growth) then the fluctuating Mn-content can only be explained by also supposing fluctuating physico-chemical environmental parameters within the concretion itself. With regard to the controlling parameters of such changes, in our case it might have been directly the temperature (perhaps in connection with climatic changes in the Pleistocene) which influenced the soil/sediment temperature in the near surface zone. Another alternative could be that the redox conditions (related for example to biological activity in the soil/sedimentary complex and also controlled by temperature in an indirect way) either permitted or did not permit the entry of manganese into the calcite lattice. The choice is difficult. The result of the stable isotope analyses may very well be interpreted as a result of fractionation in a closed system: the later the phase of crystallization, the lighter the isotope composition would be (JÄGER & HUNZIKER 1997). On the contrary, the stable isotope trend may also indicate simply the mixing of phreatic and vadose waters in an open system. This latter interpretation, however, cannot explain why the delta values of the three different concretions – sampled from different levels of the sequence – showed essentially identical trends. Likewise the lack of Mn in the outermost zone of the concretions as opposed to the Mn-rich interior cannot be explained, either, by supposing the formation of the concretions in an open system. Therefore we suggest that calcite in the interior of the concretions formed when the system had already been closed.

In conclusion, the studied concretions may very well be qualified as secondary (i.e. pedogenic, s.l.) carbonate precipitates. This corroborates the preliminary suggestion of BAJNÓCZI et al. 2002, who, based on stable isotope data of a larger set of differently evolved carbonate precipitates (from mottles to concretions) collected in the section, proposed a secondary (pedogenic) carbonate (calcrete) origin. Furthermore, assuming equilibrium precipitation conditions, he suggested that contemporary groundwater was a result of the interaction between vegetation and meteoric water. Based on their carbon isotope composition the analysed samples can be classified as pedogenic carbonates formed in a soil covered by a C₃-type flora (CERLING 1987; BAJNÓCZI et al. 2002), indicating a relatively wet and cool climate.

Összefoglalás

A gyöngyösvisontai külszíni fejtés lignitösszletének negyedidőszaki fedőjében található „vörös agyag” feltűnően nagy mennyiségben tartalmaz akár 35–40 cm méretet is elérő, uralkodóan gömbölyded, meszes konkréciókat. Talaj eredetű karbonátokról eddig számos publikáció jelent meg, amelyek

morfológiai, szöveti és képződésbeli jellegeik alapján osztályozták e képződményeket. A gyöngyösvontait konkréciók azonban nem illeszthetők be e rendszerekbe, részben – a löszbabákhoz hasonló – kemény, vastag falú alakzatokként való megjelenésük, részben a belső üregekben kifejlődött fenn-nőtt kristályos kalcit miatt. Utóbbi formagazdagsága akár a hidrotermás környezetek geodáinak kalcitjához is hasonlítható. Ilyen jellegzetes, egyedi megjelenésű fenn-nőtt kristályokat talajos környezetben térségünkben eddig még nem publikáltak. Ez az újszerű megjelenés tette szükségessé a részletes, a morfológiától a kémiai-szerkezeti jellemzőkön át a genetikáig nyúló ásványtani vizsgálatot, amely hagyományos és modern anyagvizsgálati módszerek kombinálásával készült (sztereomikroszkóp, kétkörös reflexiós goniométer, OES, XPD, SEM+EDX, CL, stabil izotóp).

Vizsgálataink eredményeképpen megállapítottuk, hogy a kalcit két fő morfológiai típusba és azon belül – a kristálylapok kifejlődése alapján – több altípusba sorolható. A romboédes típusba azok a kristályok tartoznak, melyeken csak a romboéder lapok jelennek meg; míg a szkaloenoédes típus kristályai romboéder és szkaloenoéder formák kombinálódásával épülnek fel.

A legutolsó, a legnagyobb kristályokat képező kalcitgeneráció kiválasztása oszcillációs folyamat eredménye, amely során a tiszta kalcit és a katódluminoszkópos (CL) vizsgálat során erősen lumineszkáló, mangántartalmú kalcit váltakozva kristályosodott. A konkréciók falát alkotó mikrites anyagban, illetve a környező agyagban található vasborsókról megállapítható, hogy a környező „vörös agyag” karbonát általi kiszorítása után visszamaradt reliktumok. A texturális és a stabilizotópos vizsgálatok alapján a fenn-nőtt kalcit zárt rendszerű kristályosodása valószínűsíthető.

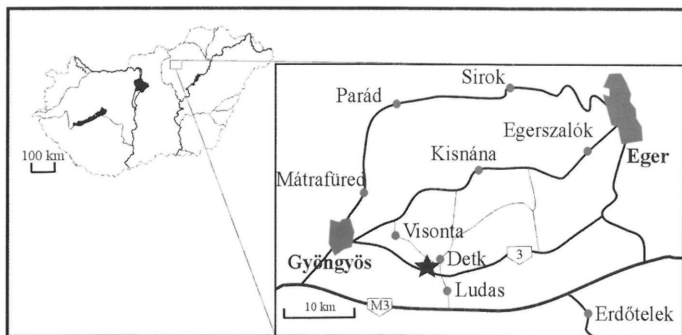
Vizsgálataink alapján úgy gondoljuk, hogy a talajon belül a meszes konkréciókban a pleisztocén során szárazabb-csapadékosabb időszakok váltakozásának hatására végbemenő térfogatváltozás repedéseket hozhatott létre, amelyekben lehetőség adódott az üregek falától befelé haladva egyre nagyobb kristályok kialakulására. A konkréciók ezzel egyidejűleg kívülről is növekedtek, és a környezet oldatainak hatására váltak vastag falú, nagyméretű alakzatokká.

A konkréciók képződésének megismerése a tágabb talajos környezet folyamatainak és a paleokörnyezetnek a rekonstrukciójában is segítséget nyújthat.

Bevezetés

A Mátra déli előterében működik hazánk egyik legnagyobb külszíni fejtésű bányája, amely felső-pannóniai lignitösszletet tár fel (1. ábra). E képződmény negyedidőszaki fedőjében található a kutatásunk témáját képező karbonát-konkréciók (HORVÁTH 1999). A Mátra előterének és a konkréciók képződési környezetének megismeréséhez CSILLING et al. (1985); HORVÁTH & CLOETHING (1996); SCHWEITZER & SZÓÓR (1997); NÉMETH et al. (1999), HORVÁTH et al. (2001a, b, 2002) eredményei nyújtották a kiindulási állapot.

A konkréciók vizsgálata során azt a látszólagos ellentmondást kellett mindenképp előtt feloldanunk, amely ezen alakzatok megjelenésében rejtőzött. A több tíz cm átmérőjű, kemény és vaskos falú testek láthatóan repedések mentén felnyílt belső üregekkel a löszbabákhoz hasonlítanak leginkább, a belterükben szépen kifejlődött, fenn-nőtt kalcitkristályok viszont sokkal inkább emlékeztetnek a hidrotermás környezetekben képződő geodák kristályaira. A konkréciók környezetében – a paleotalajként értelmezett „vörös agyagban” – azonban sehol sem találtunk hidrotermás elváltozásra utaló jeleket. Ez alapján a meszes képződmények eredetét egyértelműen el tudtuk határolni a Mátra már ismert és részletesen leírt hidrotermás folyamataitól. A gyöngyösvontait karbonátos képződményekhez hasonló megjelenésű konkréciókat tengeri, parti és folyóvízi mocsári üledékes környezetekből írtak le (pl. PRATT 2001), azonban paleotalaj környezetben képződött, szeptáriás, kristályos belső terű konkréciókról szóló leírást csak egyetlen (oligocén szilkrét) esetben találtunk (LECKIE & CHEEL 1990). Ezen megfontolások



1. ábra. A gyöngyösvisontai külszíni lignittelep földrajzi elhelyezkedése. A csillag a bánya helyét jelöli.

Fig. 1 Geographical location of the Mátra Power Station, Gyöngyösvisonta, Northern Hungary. The star shows the location of the mine

alapján fordultunk a talaj eredetű karbonátokat feldolgozó irodalmakhoz (WRIGHT & TUCKER 1991; BECZE-DEÁK et al. 1997; RAISWELL & FISHER 2000; WIEDER & YAALON 1974, 1982; BREWER 1972). Az általunk ismert áttekintő és osztályozó jelleggel íródott publikációk azonban nem foglalkoznak olyan megjelenésű talaj eredetű karbonátokkal, amilyenekkel mi találkoztunk Visontán. A részletes, a karbonátos képződmények morfológiai, (mikro- és makro-) szöveti, ásványtani és végső soron képződési jellegeinek ismertetésén alapuló osztályozási rendszerek szinte egyikébe sem tudtuk besorolni ezeket a karbonátkonkréciókat.

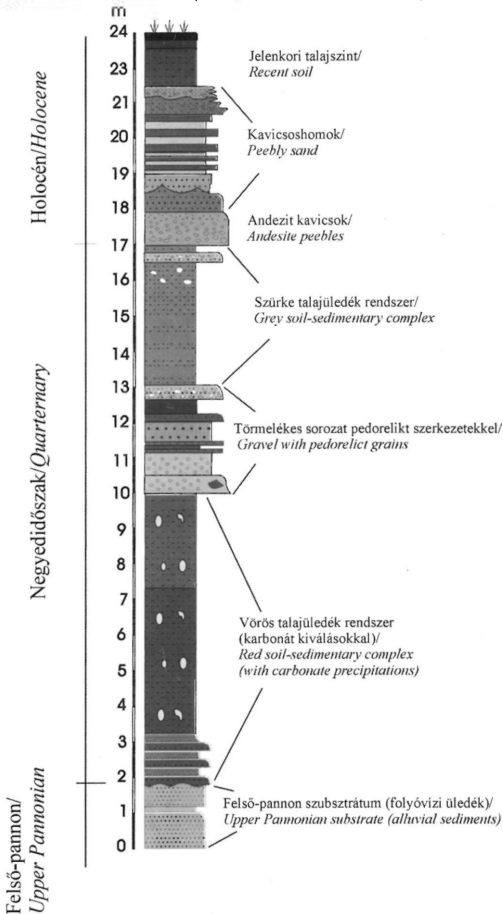
Ezeknek az alapvető ismereteknek a birtokában kezdtünk kutató munkánkhoz, amely során a célunk a kristályok és a konkréciók átfogó ásványtani és genetikai célú vizsgálata volt, hogy azután a konkrécióknak a talajos környezetbe való „visszahelyezésével” a paleotalaj képződési körülményeire, folyamataira vonatkozóan is megpróbáljunk következtetést levonni.

Földtani keret

A Mátra előterének kialakulása egy, a miocén kor badeni korszakától máig zajló, ismétlődő, jelentős vertikális helyzetváltoztatással járó tektonikai mozgássorozat és az azzal párhuzamosan zajló üledékképződés és talajosodás (pedimentáció, PÉCSI 1991) eredménye. Így alakult ki a Mátra déli hegylábi süllyedéke.

A felső-pannóniai lignittelek keletkezését a parti régió feltöltődésével járó alluviális üledékképződés követte, mely során a meanderező folyók komplex rétegsora alakult ki. A felső-pannóniai ártéri, zöldesszürke kőszéncsikos agyagok az övzátony keresztirétegzett homokteteivel váltakoztak, és ezt az üledékfelhalmozódást időről időre talajosodási események szakították meg. Ez az alluviális üledékösszlet képezi az általunk vizsgált szelvény (2. ábra) legalsó tagját. A pannóniaira diszkordánsan települ a „vörös agyag”, amelyben fehér foltokként jelennek meg a vizsgált karbonátos testek.

A „vörös agyag” a negyedidőszakban a kiemelt háttér felől szállított üledék felhalmozódását többször megszakító talajosodási esemény terméke (HORVÁTH 1999; HORVÁTH et al. 2001b), szemkites összetételű, csúszási felületekkel jellemzett és vasborsókat tartalmazó, áthalmozott, vertisol típusú paleotalaj (1. fotó – HORVÁTH 1999; NÉMETH et al. 1999). Ezek a tulajdonságok a talajosodás szemiarid, száraz és nedves időszakokkal váltakozó éghajlaton való végbemenetelére utalnak (SCHWEITZER & SZŐÖR 1997). Emellett fagyásos-olvadásos



2. ábra. Elvi rétegsor a gyöngyösvisontai plio-pleisztocén lignittelep fedősszletének fiatal, felső-pannoniai és negyedidőszaki képződményeiről (HORVÁTH et al. 2001a)

Fig. 2 Lithological column of the Upper Pannonian and Quarternary cover of the Plio-Pleistocene lignite beds, Gyöngyösvisonta (HORVÁTH et al. 2001a)



1. fotó. A bányaudvar falában messziről is láthatók a „vörös agyag” felső szintjében megjelenő világos színű karbonátos testek és foltok (nyilak jelölik)

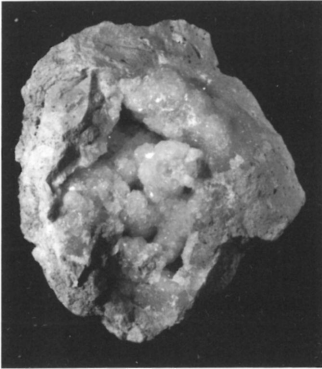
Photo 1 Light-coloured carbonate concretions (marked with arrows) in the upper part of the “red clay”

folyamatokra utaló jelenségek is megfigyelhetők benne (HORVÁTH et al. 2002). Ebbe a „vörös agyagba” települnek a másodlagos karbonátos testek.

A konkréciók megjelenése

A karbonátkonkréciók a részletes terepi felvételezés alapján a negyedidőszaki vörös, vörösbarna kőzetlisztes agyagban szórtan, véletlenszerűen, vagy ritkán az egykori talaj szerkezeti elemeihez (repedések, csúszási felületek) és életnyomaihoz (gyökércsatornák, állatjáratok) kapcsolódóan jelennek meg (HORVÁTH 1999). Az 5–35 cm-es, vagy ritkán ezt is meghaladó átmérőjű, gyakran gömbölyded, esetenként megnyúlt alakú képződmények vastag falát legtöbbször sztereo-mikroszkóp alatt egységesnek látszó, világosabb-sötétebb barna, vörös vagy szürke mikrites anyag alkotja, de előfordulnak olyan példányok is, melyekben breccsásodott vagy morzsás szövétű fragmentumok jelennek meg (2. fotó). A homogén meszes anyagban fekete dendrites sávok és 1–2 mm-es fekete-rozsdabarna vas borsók lehetnek. Utóbbi, koncentrikus szerkezetű szemcsék a környező „vörös agyagban” is megtalálhatóak.

A konkréciók között akadnak olyanok, amelyekben még alig repedezett fel a cementálatlan mikrites anyag és nem alakultak ki a fenn-nőtt kristályok (ezeket nevezzük „korai” képződési stádiumú testeknek), míg másoknál a mikrites anyag kemény fallá cementálódik, a repedések tágas belső üregekké alakulnak, s ezekben megjelennek a fenn-nőtt kalcitkristályok (ezeket a „fejlődés magasabb fokán” álló testeknek tekintjük).



2. fotó Kristályos konkreció vastag falakkal (képszélesség 19 cm)

Photo 2 Typical carbonate concretion of thick wall (width of picture 19 cm)

felmérésen alapuló, szisztematikus mintavételezés szolgált.

A morfológiai leírást sztereomikroszkóp és pásztázó elektronmikroszkóp (AMRAY 1830i, ELTE Kőzettani és Geokémiai Tanszék) segítségével, a kristálylapok meghatározását kétkörös goniométerrel végeztük (Carl Zeiss – Fena No. 1141, ELTE Ásványtani Tanszék).

A kalcitba történő mangánbeépülést 14 db vékonycsiszolaton (ELTE Ásvány-Kőzettár I. sz.: 88033–88045) katódlumineszcenciás vizsgálattal nyomoztuk (MAAS–NUCLIDE ELM–3 hideg-katódos luminoszóóp, ELTE Alkalmazott és Környezetföldtani Tanszék).

Röntgen pordiffrakció (XPD), optikai emissziós színképelemzési (OES) és mikroszondás (SEM+EDX) vizsgálatokat végeztünk a fenn-nőtt kalcit, a konkreciók falát alkotó mikrites anyag és az abban, illetve a környező agyagban található vasborsók ásványfázisainak és nyomelemeiknek meghatározására. Az XPD felvételek az ELTE Ásványtani Tanszékén másodlagos grafit monokromátorral és szcintillációs detektorral felszerelt Siemens D-5000 típusú röntgen pordiffraktométeres berendezésen készültek (Bragg-Bentano geometria, theta-theta üzemmód, Cu $K\alpha$ -sugárzás). Az OES vizsgálatokhoz a 0,063 milliméter alá porított mintákat nagy tisztaságú alumínium-elektrodból váltakozó áramú ívgerjesztéssel párologtatták el, a felbontás Zeiss Q-24 kvarcspektrográffal, a színképek rögzítése ORWO WU-3 színképlemezre történt az ELTE Kőzettani és Geokémiai Tanszékén. A mikroszondás mérések EDAX PV 9800 típusú energia-diszperzív spektrométerrel felszerelt AMRAY 1830 I/T6-os pásztázó elektronmikroszkópon készültek 20 kV gyorsítófeszültség és 1–2 nA elektronsugár áram mellett (ELTE Kőzettani és Geokémiai Tanszék és Miskolci Egyetem, Fém-tani Tanszék).

A konkreciók falától befelé haladva a mikrites anyag határán egy 200–400 μm vastag, átmeneti sáv látható, amelyet egy átlagosan 200–2000 μm vastagságú finomkristályos zóna követ, legbelül pedig nagyméretű, 500–5000 μm -es, fenn-nőtt kristályok hatolnak a belső üregbe. A kristályok legtöbbször színtelenek és víztiszta, de előfordul, hogy fehér vagy sárgás bevonat fedi őket.

A kutatás megtervezése, vizsgálati módszerek

Az előzetes célkitűzéseknek megfelelően a kutatás két irányban folyt: a konkreciók komplex ásványtani feldolgozása mellett részletesen elvégeztük a kalcit morfológiai vizsgálatát is. Mindkét irányú vizsgálódás alapjául a többszöri terepbejárás és a részletes terep-

A stabilizotópos vizsgálatok a Magyar Tudományos Akadémia Geokémiai Kutatólaboratóriumában készültek. Itt a mintákat porítás és reakciócsőbe való bemérés (kb. 20 mg mintánként) után vákuumvonalon egyenként 3 ml foszfor-savval reagáltatták. A felszabadított CO₂-t tisztítás után palackokba fagyaszották. A kinyert CO₂ gáz izotópos elemzését Finnigan delta S tömegspektrométerrel végezték el. A szén-dioxidban a δ¹³C értékek a PDB (Pee Dee Belemnite), a δ¹⁸O értékek a V-SMOW (Vienna Standard Mean Ocean Water) standardokhoz viszonyítva, ‰-ben lettek megadva.

A kristályok morfológiai leírása

A vizsgált konkréciókra általában jellemző, hogy átmetszett falukon kívülről befelé haladva előbb átitatódás, majd erezttség jelenik meg s ez folytatódik a kitáguló repedésekben, melyeknek hullámos, szabálytalan lefutású falát követve alakultak ki a kristályhalmazok. A kristályos kalcit előbb finom, majd az üreg falától befelé haladva egyre nagyobb kristályokat képez. A konkréciókon belül az átmenet elég hirtelen, az egyes rétegek gyakran igen vékonyak. Az is megfigyelhető, hogy a belső tér növekedésével a kristályhalmazok is egyre rendezettebb képet öltöttek. Ezek a megállapítások valamennyi, a következőkben leírt kalcit-típusra igazak.

A fenn-nőtt kristályokat tartalmazó konkréciók kalcitjait a sztereomikroszkópos vizsgálatok során két csoportra osztottuk (romboédes, szkalenoédes), a kristályok lapindexeit reflexiós goniométeres mérésekkel határoztuk meg.

Romboédes típus (1)

Az ebbe a csoportba tartozó konkréciók kristályain a pozitív romboéder gyakran önállóan van jelen, ritkábban éleit negatív romboéder lapjai tompítják. A kristályok általában víztiszták. A romboédes kalcitok közt három altípust különítettünk el: 1/a tompaszögű romboédes, 1/b hegyesszögű romboédes, 1/c táblás.

Tompaszögű romboédes altípus (1/a)

(3. fotó; ELTE Ásvány-Kőzettár l.sz.: 88076–88077)

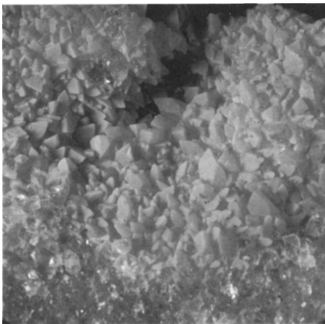
E típusba tartozó kristályok felső romboéder lapjai tompaszöget zárnak be egymással. A sztereomikroszkópban e lapok alsó pereme rendszerint szabálytalan lefutású, ám az sem ritka, hogy ez a felület finom, rombusz alakú fogacskákból áll össze. A kristálylapok igen jól tükrözők és hasadási nyomvonalak láthatóak rajtuk. Gyakori, hogy a nagy forma apró, lépcsőfokszerű formákból áll össze, ez a kristálycsírák továbbnövekedésének eredménye. A kristályok erőteljesen egymásba hatolva nőhetnek. A kristályok csirái gyakran egy pontból indulnak kifelé, s úgy tűnik, mintha sugaras szerkezetet alakítanának ki, ennek köszönhető a „dombocskás, kristályhalmos” megjelenés.

A goniométeres mérések alapján meghatározott kristálylapok a következő lapindex értékek közé esnek: 0112 és 0335.



3. fotó. Tompaszögű romboéderes kalcit pásztázó elektronmikroszkópos képe (képszélesség: 0,8 mm)

Photo 3 Scanning electron micrograph of the obtuse-angled rhombohedral type calcite (width of photo: 0.8 mm)



4. fotó. Hegyesszögű romboéderek (képszélesség 2 cm)

Photo 4 Acute-angled rhombohedral calcite crystals (width of picture 2 cm)

Hegyesszögű romboéderes altípus (1/b) (4, 5, 6. fotó; ELTE Ásvány-Kőzettár l.sz.: 88071–88075)

A hegyesszögű romboédernek is csak a három tetőző lapja jelenik meg. Az előbbi típusnál is említett, apró kristálycsírákból való felépülés itt sokkal gyakoribb. Ez a megjelenés rontja a kristályok átlátszóságát és a lapok tükrözőképességét is. A hegyesszögű formákon belül akár egészen megnyúlt kristályok is képződhetnek, melyek már a szkalenoéderes típusra emlékeztetnek vagy afelé mutatnak átmenetet.

Ezen kristályok esetében a mért adatok az 5052 romboéder számolt adataihoz esnek közel.

Táblás altípus (1/c)
(ELTE Ásvány-Kőzettár l.sz.: 88048)

Ezen kristályok erőteljesen ellapított romboéderek, melyeknek minden lapja kifejlődik és tompító lapok is megjelennek rajtuk. A tompító lapok a lapos romboéder lapjaival egyező előjelű, de annál jóval meredekebb romboéderhez tartoznak. Ez az altípus csak az igazán nagy „belterű” konkréciókban fordul elő. Ez az egyetlen altípus, amelynél egyértelműen megállapítható, hogy a legutolsó ásványképződési generációba tartozik, ugyanis kristályai a korábbi, 1/a és 1/b altípusok romboédereire települve jelennek meg. A táblás altípus goniométeres mérésekre való szeparálását a kristályok törekeny volta miatt nem tudtuk megvalósítani.

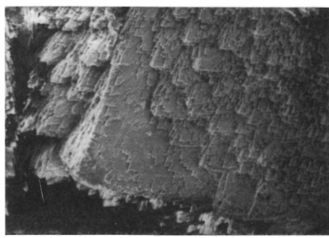
Szkalenoéderes típus (2)
(7, 8, 9. fotó; ELTE Ásvány-Kőzettár l.sz.: 88069–88070, 88078)

A szkalenoéderes típusú kristályok közé igen sokféle forma tartozik, azonban megegyeznek abban, hogy bennük



5. fotó. Hegyesszögű romboéderez calcit pász-tázó elektronmikroszkópos képe (képszélesség: 4,5 mm)

Photo 5 Scanning electron micrograph of acute-angled rhombohedral type (width of photo: 4.5 mm)



6. fotó. Hegyesszögű romboéderez calcit apró továbbnövekedő kristálykezdeményeinek pász-tázó elektronmikroszkópos képe (képszélesség: 1,2 mm)

Photo 6 Scanning electron micrograph of overgrowth as crystallites on the surface of the crystal faces of the acute-angled rhombohedral type calcite (width of photo: 1.2 mm)

a szkaloéderez és a romboéderez formák kombinálódnak (a tetőző forma mindig a romboéder). Az azonban, hogy ezek milyen arányban jelennek meg, igen erősen hat a kristály alkatára. Így lehetséges, hogy a karscú, túszerű kristályoktól a zömökekig sokféle kristály tartozik ebbe a típusba. A határozottabb alakkal rendelkező, vastos kristályokon – szemben a „ceruzaszzerű”, tűhegyes formákkal – a tetőző romboéderlapok helyett az oldalsó romboédereknek és szkaloédereknek jut domináns szerep, s ez az egész termetnek vastos jelleget ad. Tetőző formája is szinte teljesen vízszintesre lapulól, tompaszögű romboéder. Sztereomikroszkóp alatt is észlelhetők, de igazán a SEM képein láthatók jól a tükröző lapok felületein megjelenő, továbbnövekvő vázkristályok.

A goniométeres mérések alapján a szkaloéderez típus tetőző romboéderlapjai a 0335, 0223 vagy 0445 indexelésnek megfelelő, de pozitív romboéderlapok. A kristályokon megjelenő oldalsó romboéderlapok 5052 indexű vagy 0772 indexelésnek megfelelő pozitív romboéderlapok, míg a közöttük található szkaloéderlapokról az bizonyosan elmondható, hogy a romboéderekkel párhuzamos élűek és azonos meredekségűek, tehát azokkal azonos főkörre kell esniük.

Optikai emissziós szinképelemzés

Az optikai emissziós szinképelemzés (OES) során kiderült, hogy a konkréciók kalcitja főelemként a Ca mellett csak Si-t és Al-t tartalmaz (a két utóbbi feltehetőleg a minták szeparálása során bekerült agyagásványokból). Mellékelemként a Mg jelent meg, de mennyisége elhanyagolható. A Ca-ot helyettesítő kationok közül a Mn szerepelt százalékos mennyiségben (1–3%), ami akár egy Mn-tartalmú karbonát fázis jelenlétére is utalhat. Az azonban érdekes, hogy ekkora Mn mennyiség már okozhatná az ásvány elszíneződését, esetünkben azonban a kalcit teljesen színtelen. A nyomelem tartalomról az I. táblázat tájékoztat.



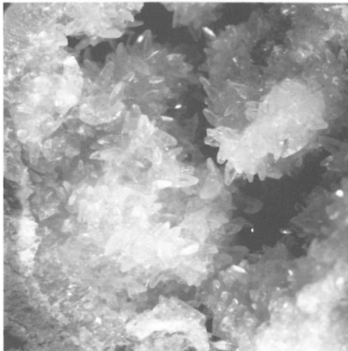
7. fotó. Egymásba növéő szkalenoédereš kalcit kristályok pásztázó elektronmikroszkópos képe (képszélesség: 3,25 mm)

Photo 7 Scanning electron micrograph of the scalenohedral type crystals growing into the inner space of the concretion (width of photo: 3.25 mm)



8. fotó. Tetőző romboéderlapokból és szkalenoéderlapokkal kombinálódó oldalsó romboéderlapokból felépülő kristály pásztázó elektronmikroszkópos képe. Az előző mintarészlet kinagyított részlete (képszélesség: 2,4 mm)

Photo 8 Scanning electron micrograph of the scalenohedral type calcite (built up of the combination of rhombohedra and scalenohedra). A selected part of the previous picture (width of picture: 2.4 mm)



9. fotó. A konkréción belül növéő szkalenoédereš kristályok. (képszélesség 2 cm)

Photo 9 Scalenohedral crystals growing into the inner space of a concretion (width of picture 2 cm)

I. táblázat. A gyöngyösvisontai karbonátkonkréciókban található kalcittípusok és különböző vasborsók optikai emissziós tájékoztató szinképelemzésének eredményei (µg/g)

Table I. Optical emission spectroscopy data of calcite types and ferriferous nodules from Gyöngyösvisonta (µg/g)

Elemek/ Elements Kimutatási határ/ Limit of detection		B	Ba	Co	Cr	Cu	Ga	Fe	Mn	Ni	Pb	Sr	Ti	V	Zn	Ca	Si	Al	Mg	Na	
		10	100	16	10	10	10		100	10	16	100	100	16	100						
A mintavétel típusa/ Samples																					
Fe borsók Ferriferous nodules	Pannóniai/negyedid. határ At the Pannonian/Quaternary boundary	16	<160	<10	60	10	6	>5%	1000	60	25	<100	600	<16	<100	0,1-3%	>5%	>5%	0,1-3%	0,1-3%	
	„Vörös agyag” alján At the bottom of the „red clay”	25	1600	160	40	40	6	>5%	~ 1%	25	250	100	600	100	<100	0,1-3%	>5%	>5%	0,1-3%	0,1-3%	
	Konkrécióban In the concretion	16	2500	250	<10	25	10	>5%	1-3%	25	160	100	600	160	<100	0,1-3%	>5%	>5%	0,1-3%	0,1-3%	
Kalcitok Calcites	Tompá szögű romboédere(s)(1/a) Obtuse-angled rhombohedral type	<10	<100	<16	<10	<10	<10	<0,1%	1-3%	<10	<16	<100	100	<16	<100	>5%	>5%	>5%	0,1-3%		
	Hegyes szögű romboédere(s)(1/b) Acute-angled rhombohedral type	<10	<100	<16	<10	16	<10	<0,1%	1-3%	<10	<16	<100	<100	<16	<100	>5%	>5%	>5%	0,1-3%		
	Szkalenoédere(s)(2) Scalenoedral type	<10	<100	<16	<10	16	<10	<0,1%	1600	<10	<16	<100	<100	<16	<100	>5%	>5%	>5%	0,1-3%		
Üledékek átlaga Average for sediments	Vinogradov (1962):	100	800	20	100	57	30		670	95	20	450		130	80						
	Turekian és Wedepohl (1961):	88	700	20	47	66	13		1000	69	25	600		62	66						

A konkréciók falában, valamint a környező „vörös agyagban” és az annak a fekvőjében található felső-pannóniai alluviális üledékben is előfordulnak fekete-rozsda színű, koncentrikus szerkezetű borsók (esetenként kavicsok). A borsókbán főelemként Fe, Si és Al, míg melléelemként Ca, Mg, Mn és Na jelent meg. Nyomelem tartalmukat szintén az 1. táblázatban foglaltuk össze.

Röntgen pordiffrakciós vizsgálatok

A röntgenpordiffrakciós vizsgálatok célja a konkréciók különböző zónáiban megjelenő ásványok azonosítása volt. A fő ásványként megjelenő kalcitnál a rácsba esetleg beépülő kationok okozta rácsállandóváltozást is vizsgáltuk. Összehasonlító pordiffrakciós vizsgálat készült a konkréciókat befogadó „vörös agyagban” található vasborsókról is.

A fenn-nőtt kristályok vizsgálata

A konkréciók belsejében fenn-nőtt kalciton elvégzett vizsgálat megmutatta, hogy a tiszta fő fázis csúcsai mellett a kisebb d_{hkl} oldalon minden esetben kísérő csúcs jelenik meg. Ez arra utal, hogy a tiszta kalcit mellett, egy hozzá szerkezetben és összetételben közel álló, másik önálló karbonát fázis is jelen van kisebb mennyiségben. E második fázisban a domináns kalcium mellett, azt helyettesítve, kisebb rádiuszú kation belépése várható. (A kalcit-sor meghatározó d_{104} reflexiójának helye 3,03 Å-ről 2,98–2,99 Å-re tolódik el (3. ábra). Az OES és a mikroszkopos vizsgálatokat is figyelembe véve megállapítható, hogy ez a kation a mangán.

A konkréciók falának vizsgálata

A konkréciók falát vizsgálva csak egy karbonát fázis jelent meg, amelynek csúcsai a rutin felvételek hibahatárán belül egyeznek a tiszta kalcitével ($d_{104}=3,02-3,03$ Å). A kalcit ecetsavas eltávolítása utáni pordiffrakciós mérés kvarc és agyagásvány (szmektit) jelenlétét is igazolta.

Az oldási maradékban a kvarc már szabad szemmel is látható, tized-fél milliméteres, kerekített, fénytelen szemcsék formájában. Ez a megállapítás azért fontos, mert a „vörös agyagban” hasonló megjelenésű kvarc szemcséket találtunk, tehát joggal tételezhető fel, hogy a konkréciók falában található kvarc szemcsék a „vörös agyagból” maradtak vissza reliktumként.

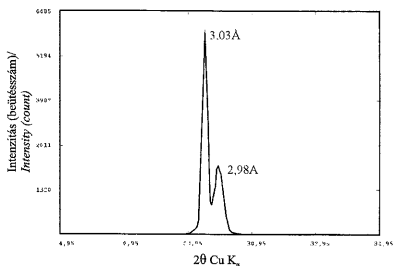
A vasborsók vizsgálata

A borsók vizsgálatára azért volt szükség, hogy kiderüljön, milyen ásványok formájában kristályosodott a főelem mennyiségben megjelenő vas. A diffrakciós görbék kiértékelésekor nehézséget okozott, hogy a csúcsok túlnyomó részét az a detritális eredetű kvarc foglalta el, amely valószínűleg a koncentrikus szerkezet magját képezte. Mind a konkréciókban cementáltan, mind a „vörös agyagban” szabadon található borsókat vizsgáltuk.

A „vörös agyagban” megjelenő borsókban a vas rosszul kristályosodott hematit és goethit formájában van jelen (diffúz csúcsok). A konkréciók falában és a „vörös agyag” felső részén előforduló minták pordiffrakciós felvételein rétegszilikátok (szmektit típusú agyagásványok) azonosíthatók, vas-oxid(-hidroxid) kristályos

3. ábra. A szkalenoédéres típus röntgen porrdiffrakciós felvételének részlete a kalcit 100-as intenzitású d_{104} reflexiójának megkettőződését mutatja, amely két önálló, kémiaileg kissé eltérő kalcitfázis jelenlétét igazolja

Fig. 3 Part of the XPD pattern of the scalenohedral type calcite shows a duplication of the most intense d_{104} peak of calcite that indicates the presence of two separate calcite phase of slightly different chemical composition



fázisok azonban nem. Mangán-oxid(-hidroxid) kristályos fázis még nyomként se volt kimutatható egyik esetben sem. Ez, a mangán-oxid ásványok természetét ismerve nem mond ellent annak, hogy az OES vizsgálat által jelzett kis mennyiségű (1–3%-nyi; lásd: I. táblázat) mangán – amely a borsók fekete színéhez is hozzájárulhat – oxidos formában legyen jelen a mintában.

Katódlumineszkópos vizsgálatok

A kalcit katódlumineszcenciás vizsgálatával a kimutatott Mn-tartalom és a Mn-tartalmú kalcit fázis térbeli megjelenését kívántuk meghatározni. Amint az a bemutatott fotókon (10–13) is megfigyelhető, a karbonát fázis egyes zónái rendkívüli módon és intenzitással lumineszkálnak. A kialakuló növekedési zónáságra éles határok jellemzőek. Általában az összes csiszolat esetében elmondható, hogy a mikrites fal nem lumineszkál, és az első, erősebben-gyengébben lumineszkáló sáv a mikrit és a kristályos rész határán jelenik meg. Maga a kristályos kalcit eleinte szélesebb és halványabb, majd egyre sűrűbb és erősebb intenzitással lumineszkáló zónákból áll. A legtöbb esetben a legutolsó zóna intenzitása – szembeötlően – a legerősebb.

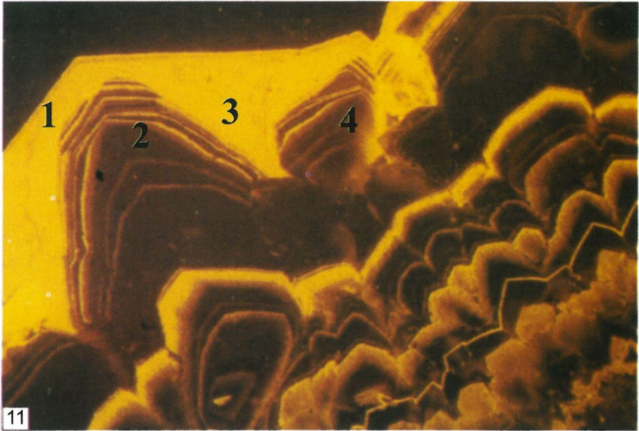
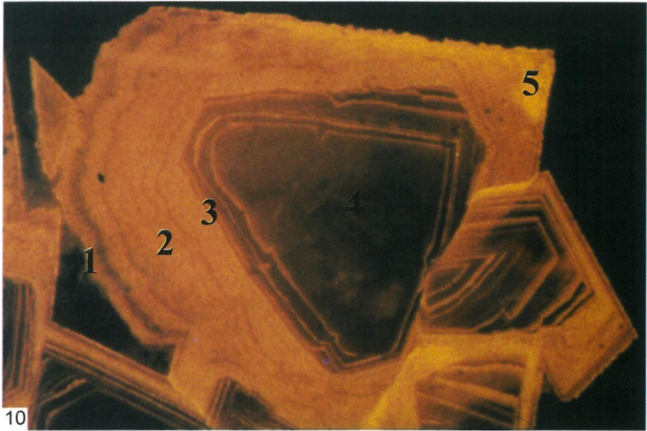
A katódlumineszkópos vizsgálatoknál rutinszerűen alkalmazott csiszolat-festéssel (alizarinvörös oldattal) nem tudtunk vasat kimutatni, ami esetleg zavarhatta volna a lumineszkálás jelenségét.

Elektronmikroszondás vizsgálatok

A mikroszondás mérések megerősítették és számszerűsítették, a katódlumineszcenciás vizsgálatok eredményét. A lumineszkáló zónák kiválóan korreláltak a mikroszondás vizsgálatnál megjelent Mn-tartalombeli zónássággal (II. táblázat, 12, 13. fotó).

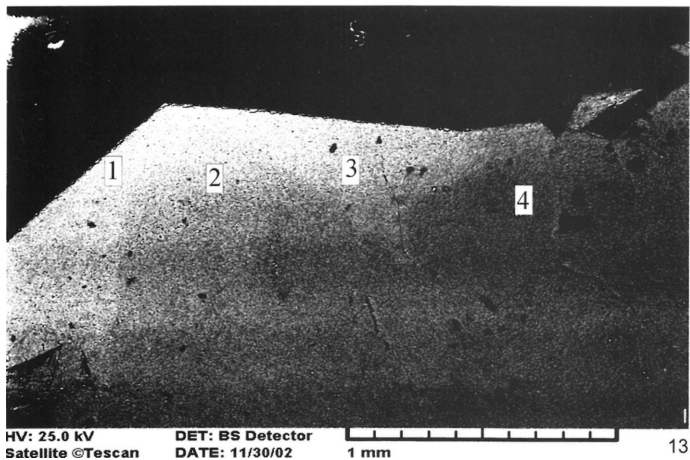
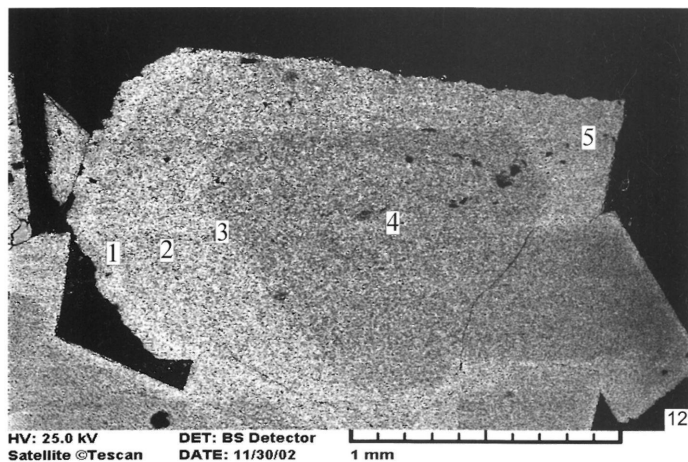
Stabil izotópos vizsgálatok

A stabilizotópos vizsgálatokra azért volt szükség, mert a karbonátok esetében mind a szén-, mind az oxigénizotóp-összetétel alakulása árulkodhat a képződési környezetben lejátszódó folyamatokról. Három, a fenn-nőtt kalcitok morfoló-



10, 11. fotó. Kalcitónák vékonycsiszolatos képe katódluminoszkópban. A sárgán lumineszkáló zónák mangántartalmúak. A növekedési zónásság alapján jól nyomon követhető a kalcitkristályok morfológiai fejlődése a mikrites faltól az utolsó, záró fázisig (képszélesség 2,5 mm)

Photos 10, 11. CL photographs of calcite zones in thin sections. The zones characterized by yellow luminescence contain Mn. Morphological evolution of the calcite crystals from the micritic wall to the grown-up crystals can be followed by the growth zones (width of picture 2,5 mm)



12, 13. fotó. A 8, 9. fotón szereplő kalcit zónák visszaszórt elektronképe. A 8, 9. fotón erősen lumineszkáló területek világosabbak, nagyobb átlagrendszámúak. A számok az EDX pontelemzések helyét jelölik (ld. II. táblázat). A világosabb zónákra a mangán beépülése jellemző

Photos 12, 13 are scattered electron image of the calcite zones show on the Plate V Figs. 1 and 2. The zones characterized by strong luminescence on Plate V are brighter, indicating the substitution of an element of larger atomic number than Ca. The numbers show the spots analysed by EDX. (For data see Table II). The brighter zones contain variable amount of Mn

gája szerint eltérő konkrétíót vizsgáltunk. A konkrétíókban belül úgy vettük a mintákat, hogy azok az egymást befelé követő részeket reprezentálják, így elkülönítettük a mikrites falat, a finomkristályos részt és végül a fenn-nőtt kalcitot. Az eredményeket a 4. ábra és a III. táblázat mutatja (a környező képződmények és az azokban található egyéb karbonátkiválások vizsgálati adatait és azok értelmezését BAJNÓCZI et al. [2002] tartalmazza). Az így vizsgált minták stabilizotóp-összetételében határozott trend mutatkozott: a korábban kivált finomszemcsés karbonát nehéziontópban dúsabb, mint az utolsó kiválású kalcit. Ez a trend mind a három vizsgált konkrétíó esetében jellemző.

II. táblázat. A kalcit zónáinak összetételére vonatkozó mikroszondás vizsgálatok eredményei (százalékos kationmegoszlás a kalcitrács kationpozíciójában). A mérési pontok helyét a 12, 13. fotó mutatja

Table II. Results of electron microprobe investigation of zones of the calcite. (Percentage cation distribution in cation position of the calcite lattice). The location of the analyzed points are given on Photos 12, 13.

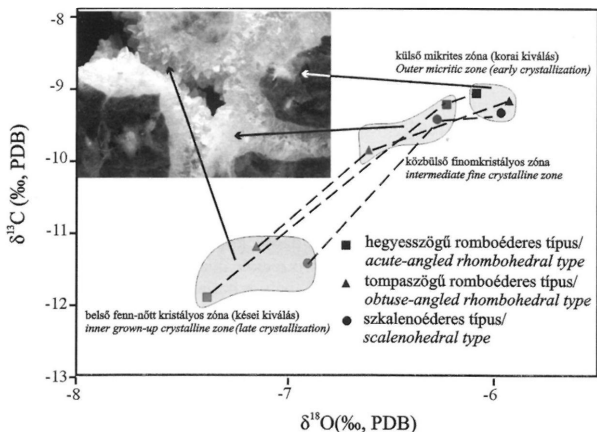
Tábla száma Number of the Plate and Figure	A mérési pont száma Number of the analyzed point	Ca (atom%) Ca (atomic%)	Mn (atom%) Mn (atomic %)
12. fotó Photo 12	1	92,8	7,2
	2	94,9	5,1
	3	96,2	3,8
	4	99,6	0,4
	5	94,1	5,9
13. fotó Photo 13	1	94,1	5,9
	2	99,8	0,2
	3	95,5	4,5
	4	99,8	0,2

Az eredmények értelmezése, a konkrétíók kialakulása

A szelvényen belül a konkrétíók általában szórtan, véletlenszerűen, vagy ritkán az egykori talaj szerkezeti elemeihez kapcsolódóan jelennek meg. Ez az elrendeződés azt sejteti, hogy elsősorban a véletlen nukleációs központok (diszkrét felületek, makro-, mikropórusok, életnyomok, üregek, repedések) körül tudtak az oldott karbonátot tartalmazó oldatok olyan mértékben betöményedni, hogy belőlük a kristályos karbonát kiválása megindulhatott.

Ezzel a folyamattal párhuzamosan megindult a „vörös agyag” kiszorítása is ezekből az apró térrészekből. A röntgenporfrakció és OES vizsgálatok szerint, a „vörös agyagban” található vasborsók a konkrétíók falában megjelenő borsókkal azonos ásványos összetételt mutatnak, azaz kvarc, vas-oxid(-hidroxid) és agyagásvány (szmektit) építi fel őket. Ez alapján valószínűsíthető, hogy a borsók már a konkrétíóképződés előtt jelen voltak, és a karbonát kristályosodása során a finom szemcsés agyagásvány (részben) kiszorult, míg a 2–3 milliméteres átmérőjű vasborsók és a detritális kvarc- és agyag-ásványok az eredeti talaj reliktumaként megőrződtek a később cementálódó konkrétíófalban is.

Kezdetben a mikrites kalcit kristályosodásával valószínűleg meszes foltok és göbcecsek keletkeztek, majd a porszerű anyag egyre határozottabb alakot öltött. A talajos környezetre ható, váltakozóan nedvesebb-szárazabb időszakok a meszes alakzatokban többször ismétlődő térfogatváltozást idéztek elő, ami végső soron felrepszette az egységesnek tekinthető – eredetileg nedves – porhalmazokat. A repedések mentén felnyíló térbe behatoló újabb oldatokból indulhatott meg az a kiválási folyamat, amely a mikrites anyag cementálódását okozta. Az ilyen



4. ábra. A karbonátkonkréciók belsejében kialakult kalcit zónák stabil szén- és oxigénizotópos összetétele. A három adatsor három különböző morfológiai típusú konkréciót jellemez. A konkréciófalakról befelé haladva az egyes zónák izotóposan egyre könnyebb összetételt mutatnak. A nyílak egy minta esetén mutatják példaként a zónák sorrendjét

Fig. 4 Carbon and oxygen stable isotope composition of the subsequent calcite zones in the interior of the carbonate concretions. The three data sets represent three different concretions of different crystal morphological types. Zones from concretion walls to the crystalline calcite are enriched in the lighter isotopes. The arrows show on one sample only as example, the sequence of the zones

III. táblázat. Három, eltérő morfológiájú fenn-nőtt kalcitot tartalmazó konkréció egymást követő zónáinak stabil oxigén- és szénizotópos ($\delta^{18}\text{O}^{\text{PDB}}/\delta^{13}\text{C}^{\text{PDB}}$) összetétele ‰-ben megadva

Table III. Oxygen and carbon stable isotope ($\delta^{18}\text{O}^{\text{PDB}}/\delta^{13}\text{C}^{\text{PDB}}$) composition given in ‰ value of the subsequent zones of the three concretions containing different morphological calcite types

	Mikrites fal Micritic wall $\delta^{18}\text{O}^{\text{PDB}}/\delta^{13}\text{C}^{\text{PDB}}$	Középső finomkristályos kalcit Intermediar fine crystalline calcite $\delta^{18}\text{O}^{\text{PDB}}/\delta^{13}\text{C}^{\text{PDB}}$	Fenn-nőtt kalcit kristály Grown-up calcite crystal $\delta^{18}\text{O}^{\text{PDB}}/\delta^{13}\text{C}^{\text{PDB}}$
Tompaszögű romboéderes típus Obtuse-angled rhombohedral type	-5,92/-9,36	-6,70/-10,02	-7,31/-11,54
Hegyesszögű romboéderes típus Acute-angled rhombohedral type	-6,11/-9,11	-6,22/-9,30	-7,59/-12,34
Szkalenoéderes típus Scalenohedral type	-5,97/-9,42	-6,30/-9,51	-7,03/-11,79

módon bejutó oldatokból pedig a finomkristályos, majd az egyre durvuló szemcseméretű és végül a fenn-nőtt kalcit kiválása történhetett meg.

Az utolsó kalcitgenerációk esetében észlelhető ritmikus növekedési zónásság valamely helyi környezeti paraméter oszcilláló változására utal. E paraméterek közül jelen esetben a nyomás nyilván kizárható. A kalcit elem- és izotópösszetétel változásai függetlenek a kristályok morfológiai kifejlődésétől. A röntgenpordiffrakció, a katódlumineszcens mikroszkópia és az elektronmikroszkopos adatok szerint a kalcitba beépülő mangán mennyisége többször, földtani értelemben minden bizonnyal rövid periodusidővel megváltozott, és az egyes mangántartalmú zónákban eltérő is lehetett. Nyitott rendszerben a mangán kalcitrácsba való belépését akár egyszerűen a külső oldatok koncentrációjának változása is okozhatja. Zárt rendszer esetén (ha a konkréciók falán nem voltak közlekedő repedések) e folyamatot olyan feltételek szabályozhatják, mint például a hőmérséklet változása (esetleges összefüggésben a hűvös pleisztocén klíma évszakos változásaival, amelyek a felszíntől nem túl távoli képződményekre is hathattak) vagy a redox potenciál változása (akár pl. szerves anyag aktivitásához/bomlásához kapcsolódóan). Azt, hogy pontosan melyik paraméter határozta meg a folyamatot – az eddig elvégzett vizsgálatok alapján – nem tudtuk megállapítani, arra azonban, hogy a kristályosodás zárt vagy nyílt rendszerben zajlott, már tehetünk feltételezéseket.

A konkréciók belső zónáinak izotópos eredményei lehetővé teszik a kristályosodás zárt rendszerűként való leírását, hiszen zárt rendszer esetén a maradék oldat, így a később kiváló generációk is izotóposan egyre könnyebbek lesznek (JÄGER & HUNZIKER 1997). Ha a kristályosodás során mégis volt kapcsolata a konkréciók belső terének a környezet oldataival, akkor a freatikus és vadózus vizek keveredését tükrözhetné ez az izotóp-összetétel. Ebben az esetben azonban arra a kérdésre, hogy a szelvényből különböző helyekről vizsgált három konkréció belső zónáiban az izotópos viselkedés miért azonosan jelenik meg, nem tudnánk magyarázatot találni.

Ugyancsak fontos, hogy a konkréciók külső oldalán nem találtunk a kalcitban mangánbeépülést. Ha a fenn-nőtt kristályoknál zárt rendszerű képződést tételezünk fel, akkor az üregek bezáródása után a konkréciók falainak további külső vastagodását, akkréciós továbbnövekedését, a kívülről érkező oldatok határozták meg. Így a belső és a külső oldalon a kalcit képződése párhuzamosan, de eltérő körülmények között zajlott. Nyílt rendszer esetében nehéz indokolni, hogy miért csak az üregek belsejében változtak úgy a körülmények, hogy a mangán beléphetett a kalcit rácsába.

Mindezek alapján a belső zónákra a zárt rendszerű kristályosodást tartjuk valószínűbbnek.

A konkréciók képződési környezete

A visontai karbonátkonkrécióknak a „vörös agyag” paleotalajos környezetben való megjelenése már eleve valószínűsíti talaj eredetű (pedogén vagy felszín alatti víz – elsősorban talajvíz – eredetű), másodlagos karbonáttestekként való képződésüket. A szeparált, fejlett konkréciókból származó minták, valamint a szelvény teljes vastagságában begyűjtött meszes csomók átlagos izotóp-

összetételét jellemző minták (BAJNÓCZI et al. 2002) $-9,0$ és $-6,0$ ‰ közötti oxigén és $-1,9$ és $-8,9$ ‰ közötti szénizotóp-összetétele szintén megengedi a talaj eredetű képződés feltételezését. Ebben az esetben az izotópos adatok még a talaj felszínén megtelepedett növényzetet és ezen keresztül a klímát is jelezhetik. A mért értékek – pedogén eredetű karbonátot feltételezve – a C_3 -domináns növénytársulásokra utaló szénizotóp-összetéti tartomány felső határára esnek (BAJNÓCZI et al. 2002). A C_3 típusú flóra a nedvesebb és hűvösebb éghajlat jellemző eleme.

Következtetések

A gyöngyösvisontai pannon homokot fedő „vörös agyag” gyakran jelentős méretű karbonátkonkrécióit és a bennük található formagazdag, fenn-nőtt kalcitkristályokat a pleisztocén során az üledékben és az eltemetett talajban cirkuláló oldatok termékeinek tekintjük. A kalcitkristályokba történt ritmikus mangán-beépülés az egykori felszíni/felszínközeli folyamatok finom léptékű változásainak lehet érzékeny jelzője. E folyamatok pontosabb megfejtése azonban csak további kutatásokkal lehetséges.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetünket fejezzük ki a műszeres vizsgálatokat elvégző és azok eredményeinek értékelésében segítséget nyújtó szakembereknek: NAGY Bélánénak az optikai emissziós színképelemző, LOVAS Györgynek a röntgen pordiffrakciós, GÁLNÉ SOLYMOS Kamillának és KOVÁCS Árpádnak a pásztázó elektronmikroszkópos és mikroszondás, végül DEMÉNY Attilának és BAJNÓCZI Bernadettnek a stabilizotópos vizsgálatok során nyújtott segítségért.

Köszönjük a Mátrai Erőmű Rt. dolgozóinak, hogy több ízben is lehetővé tették a terepbejárást és mintagyűjtést a külfejtés területén.

A munkánk részét képező stabil izotópos vizsgálatokat a HORVÁTH Zoltán által elnyert IAS GRANT (2002) pályázat támogatásával végeztük el.

A makroszkópos fotók elkészítéséért PEKKER Péternek vagyunk hálásak.

Irodalom – References

- BAJNÓCZI, B., HORVÁTH, Z., DEMÉNY, A. & MINDSZENTY, A. 2002: Preliminary isotope results on carbonate segregations in red clay on the pediment of the Mátra Hills (NE-Hungary). – Abstracts volume of the VI Isotope Workshop of the European Society for Isotope Research, Tallinn, Estonia, 29 June – 4 July 2002, Abstract, 5–6.
- BECEZ-DEAK, J., LANGOHR, R. & VERRECCHIA, E. P. 1997: Small scale $CaCO_3$ accumulations in selected sections of the European loess belt. – *Geoderma* 76, 221–252.
- BREWER, R. 1972: The basis of interpretation of soil micromorphological data. – *Geoderma* 8, 81–94.
- CSILLING L., JAKUS P., JASKÓ S., MADAI L., RADÓCZ GY. & SZOKOLAI GY. 1985: Magyarázó a Cserhát-Mátra-Bükkalji lignitterület áttekintő gazdaságföldrajzi térképéhez (1:200 000). – MÁFI, Budapest, 19–44.
- HORVÁTH, F. & CLOETHING, S. 1996: Stress-induced late-stage subsidence anomalies in the Pannonian Basin. – *Tectonophysics* 287–300.
- HORVÁTH Z. 1999: Plio-pleisztocén felszínfejlődési rekonstrukció pontosítása a Mátra előterében (Visonta). – Szakdolgozat. – ELTE, Alkalmazott és Környezetföldtani Tanszék.

- HORVÁTH, Z., MINDSZENTY, A., MICHELL, E. & BERÉNYI-ÜVEGES, J. 2001a: Soft-sediment deformations in the Plio-Pleistocene sediments on the pediment of the Matra Hills. – Abstracts volume of the St. Mueller Topical Conference, European Geophysical Society, Balatonfüred, 09 2002, 22–26, Abstract, p. 50.
- HORVÁTH, Z., MINDSZENTY, A., MICHELL, E. & BERÉNYI-ÜVEGES, J. 2001b: Large-scale early Quarternary soil erosion and resedimentation along the uplifting northern margin of the Pannonian Basin. – Abstracts volume of the 21st IAS Meeting of Sedimentology, Davos, 3–5. September 2001, Abstract, 153 p.
- HORVÁTH, Z., MICHELL, E., MINDSZENTY, A. & BERÉNYI-ÜVEGES, J. 2002: Posztpannóniai környezetváltozásra utaló terepi és mikromorfológiai sajátosságok a visontai lignitösszlet fedőrétegsorában (Visonta, Észak-Magyarország). – *Földtani Közöny* **132/különszám**, 53–69.
- JÁGER, E. & HUNZIKER, J. C. 1997: Lectures in isotope geology. – Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 265–273.
- LECKIE, D. A. & CHEEL, R. J. 1990: Nodular silcretes of the Cypress Hills Formation (upper Eocene to middle Miocene) of southern Saskatchewan, Canada. – *Sedimentology* **37**, 445–454.
- NÉMETH, T., BERÉNYI-ÜVEGES, J., MICHELL, E. & TÓTH, M. 1999: Clay minerals in paleosols at Visonta, Hungary. – *Acta Mineralogica-Petrographica* **11**, 11–20.
- PÉCSI, M. 1991: Geomorfológia és domborzatminősítés. – MTA, Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest, 139–157.
- PRATT, B. R. 2001: Septarian concretions: internal cracking caused by synsedimentary earthquakes. – *Sedimentology* **48**, 189–213.
- RAISWELL, R. & FISHER, Q. J. 2000: Mudrock-hosted carbonate concretions: a review of growth mechanisms and their influence on chemical and isotopic composition. – *Journal of the Geological Society* **157**, 239–251.
- SCHWEITZER, F. & SZÓÓR, Gy. 1997: Geomorphological and stratigraphical significance of Pliocene red clay in Hungary. – *Z. Geomorph. N. F.* **110**, 95–105.
- WIEDER, M. & YAALON, D. H. 1974: Effect of matrix composition on carbonate nodule crystallization. – *Geoderma* **11**, 95–121.
- WIEDER, M. & YAALON, D. H. 1982: Micromorphological fabrics and developmental stages of carbonate nodular forms related to soil characteristics. – *Geoderma* **28**, 203–220.
- WRIGHT, V. P. & TUCKER, M. E. 1991: Calcretes: An Introduction. – In: WRIGHT, V. P. & TUCKER, M. E. (eds.): Calcretes, Reprint Series Volume 2 of the IAS, Blackwell Scientific Publications.
- Kézirat beérkezett: 2004. 01. 19.

Enyhe klímán képződött löszök a Dunántúl déli részén

Loesses accumulated under mild climate at the southern part of Transdanubia

ÚJVÁRI Gábor¹

(3 ábra, 1 táblázat)

Tárgyszavak: lösz, felső-pleisztocén, paleoklíma, kvartermalakovológia
Keywords: loess, Upper-Pleistocene, palaeoclimate, quartermalacology

Abstract

The malacological examination of the 10 loess profiles indicates that the loess settled in the most southern part of Hungary led to important results in understanding the conditions, of the loess formation in the Carpathian Basin.

The mean July temperature values (t_{July}°) have been calculated with the malacothermometer method, and they range from 15.2 °C and 20.1 °C. These values are couple of degree Celsius higher than those revealed from the northern part of the Carpathian Basin.

It is evident that the palaeoclimate was mild –in fact, very mild in most parts of the phases of loess formation. Therefore the examined deposits are not loesses that were accumulated under cold-dry loess steppe conditions, as had been assumed in earlier decades.

Összefoglalás

Magyarország legdélibb 10 löszszelvényének malakovológiai vizsgálata fontos eredményeket hozott a Kárpát-medence löszkeletkezési körülményeinek megértésében.

A malako-hőmérő módszerrel számított júliusi középhőmérsékleti értékek (t_{July}°) 15,2 °C és 20,1 °C közöttinek adódtak. Ezek az értékek több fokkal magasabbak a hazánk északabbi területeiről származó értékeknél.

Kiderült, hogy a löszképződési fázisok nagy részében a paleoklíma enyhe, illetve nagyon enyhe volt, tehát a vizsgált üledékek nem hideg-száraz löszsytyep viszonyok között keletkezett löszök, mint azt a korábbi évtizedekben feltételezték.

Bevezetés

A pleisztocén lösz a Föld szárazföldi területeinek 10%-át fedi be, nagy területeket borít szerte Európában, így a Kárpát-medencében is. A lösz sárga, sárgásbar-na színű, szárazföldi üledék, alapanyaga kvarc, földpát, rétegszilikátok, nehézásványok és különböző mennyiségű karbonát. Szemcseösszetétele sajátos, abban a durva kőzetliszt frakció (10–50, mások szerint 20–60 mikron) nagy arányú. A lösz különböző genetikai folyamatok révén halmozódott fel és meghatározott földrajzi környezetben (az északi féltekén az 55–24°, a délin a 45–24° szélességek között) sajátos klimatikus feltételek mellett (hideg, száraz sytyepp) diagenezissel jött létre (HAHN 1977).

¹H-7783 Majs, Károlyi Mihály út 117.

A löszök eredetére vonatkozóan a 19. század '70-es éveinek végétől több mint 50 elmélet született. A teóriák SCHNETGER (1992) szerint alapvetően az alábbi fő csoportokba sorolhatók:

1. eolikus származás, glaciális környezetből,
2. eolikus származás, sivatagi környezetből,
3. szubakvatikus (fluviatilis) eredet,
4. poligenetikus eredet.

A löszök alapanyaga, a döntően durvaközvetliszt frakció (0,02–0,06 mm), tehát felhalmozódhatott eolikus, eluviális, deluviális, proluviális, sőt fluviatilis, fluvio-glaciális, limnikus és tengeri úton is (LOZEK 1965).

A Kárpát-medence, s azon belül is Magyarország területe a würm eljegesedés során a periglaciális, szubperiglaciális területek közé (a würmben É.sz. 51–45° között) tartozott, ugyanis a jégtakaró lassú előnyomulásával az állat- és a növényvilág zonáisan áttelepült északról délre (PÉCSI et al. 2002). Mivel a jégkorszaki +10,5 °C-os júliusi izoterma mentén – amely egyébként BÜDEL szerint megfelelt a poláris fahatárnak –, de annak egyenlítő felőli oldalán helyezkedett el ez a terület, ezért nem a lösztundrák, hanem a löszsytyepek klímazónájába esett (BÜDEL 1951).

PÉCSI (1965) szerint a Közép-Duna-medence orográfiai helyzete révén sajátos, önálló periglaciális provincia volt az el nem jegesedett Eurázsia periglaciális zónáján belül. A würm paleogeográfiai képének rekonstruálása során PÉCSI (1965) a löszök és egyes genetikusan származó löszfajták (pl. deluviális lejtőlöszök, homokos lejtőlöszök) képződésének idején hideg-száraz, kontinentális jellegű löszsytyepp klímát és hideg-nedves tundra-klímát említ. BARISS (1991) hasonlóképpen hűvös-hideg, erősen kontinentális sytyeppklímát feltételez a würm glaciális mindhárom stadiális fázisában Közép-Európa periglaciális zónáján.

Munkám célja volt, hogy a Mollusca-fauna vizsgálata révén további információkat nyerjek a lösz-paleotalaj sorozatok képződésekor a Kárpát-medence déli részének őskörnyezeti, őségajlati viszonyairól, ugyanis a csigák házai jól megőrződnek a löszökben és azok faji szinten határozhatók. Mivel a negyedidőszaki Mollusca-fauna jó részét ma is élő fajok adják, melyeknek ökológiai igénye, tűrőképessége és elterjedése SOÓS (1943), LOZEK (1964, 1965), KERNEY et al. (1983), KROLOPP (1983), FÜKÖH et al. (1995) és mások munkája révén jól ismert, ezért a Mollusca-faunának összetételéből rekonstruálhatók a bezáró üledék keletkezésének őskörnyezeti és paleogeográfiai viszonyai. Tehát a molluskák meglehetősen jó paleoökológiai indikátorok, ugyanakkor pedig esetükben kevésbé valószínű, hogy tafonómiai problémák merülnek fel (pl.: hosszú távú szállítás vagy átdolgozás) (ROUSSEAU 1991).

Módszerek és az értékelés alapelvei

Munkám során a rétegsorokon 40 cm-enkénti mintázást végeztem. A malakológiai anyag mindig azonos mennyiségű (5–6 kg) üledékből származott (KROLOPP 1973). Az üledéket 0,8 mm lyukátmérőjű szitán mostam át (FÜKÖH 1997). A Mollusca-fauna meghatározásához KERNEY et al. (1983), LOZEK (1964) és SOÓS (1943) munkáit, valamint fosszilis összehasonlító anyagokat használtam. A

fajok ökológiai besorolásánál KROLOPP & SÜMEGI (1992), FÜKÖH et al. (1995), SÜMEGI & KROLOPP (1995) munkáit, ill. LOJTEK (1964) és KERNEY et al. (1983) műveit vettem figyelembe.

Munkám egy nemzetközi viszonylatban is új, őségajlati rekonstrukciós módszerre, a SÜMEGI által kidolgozott (SZŐÖR et al. 1992; SÜMEGI 2001) „malakohőmérő” módszerre épül, melynek felhasználásával a napjainkban különböző magassági övekben és eltérő éghajlati területeken élő csigafajok negyedidőszaki rétegekben kimutatott aránya alapján lehet az egykori tenyészidőszak júliusi középhőmérsékleti (t_{july}°) viszonyait rekonstruálni.

A számított júliusi középhőmérséklet értékeit (t_{july}°) azoknál a mintáknál, amelyeknél a fauna egyedszáma 50–100 közé esik, mint kevésbé megbízható adatokat kezelem, a 100-at meghaladó egyedszámot tartalmazó minták értékeit tekintem megbízható adatoknak. Az 50 alatti egyedszám esetén nem közlök adatokat.

A vizsgált terület

A vizsgálat alá vont terület feltárásai a Baranya megye középső részén lévő Dél-Baranyai-dombság és a déli részén található Nyárad–Harkányi-löszvidéken helyezkednek el (1. ábra). Ez utóbbi kistáj délen Horvátországgal határos. A kutatások során feldolgozott lösz-paleotalaj sorozatok tehát a Magyarországon található legdélebben elhelyezkedő negyedidőszaki üledékek.

A vizsgált terület ma az óceáni (meleg-mérsékelt) és az erdőssztyep klíma-területek átmeneti övezetébe tartozik, mérsékelt meleg, mérsékelt nedves éghajlatú táj, mediterrán napfénytartamú és csapadékeloszlású terület (SÜMEGI & KROLOPP 1995).

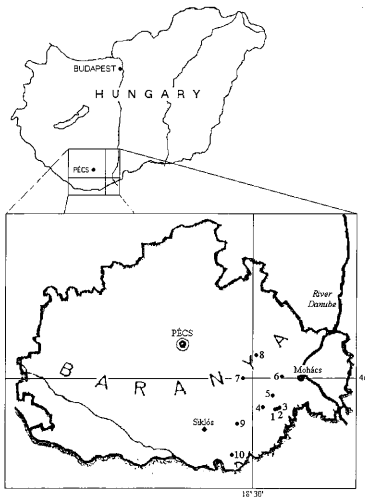
Eredmények

Munkám során a 10 szelvény által feltárt lösz-paleotalaj sorozatokból 168 minta, 18 593 egyedét határoztam meg.

Az elmúlt években elvégzett vizsgálatok szembevető eredményeket hoztak. A faunákban az esetek nagy részében a melegkedvelő, szárazságtűrő fajok (*Granaria frumentum*, *Chondrula tridens*, *Helicopsis striata*, *Pupilla triplicata*) csoportja dominált, más esetekben a nagy ökológiai tűrőképességű fajok (*Vallonia costata*, *Pupilla muscorum*). A két ökológiai csoportba tartozó elemek együttesen általában a faunák egyedszámának 70–90%-át adják, természetesen egy-egy extrém eset kivételével. A faunák további 5–30%-át a higrófil, hidegtűrő, a szubhigrófil, nyílt területen élő és a nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő elemek teszik ki.

Fontos kiemelni, hogy a lehűlési periódusokat jelző, kriofil fajok (*Vallonia tenuilabris*, *Pupilla sterri*, *Columella columella*) csupán 4 feltárás (Töttös, Nagy-nyárad, Liptód, Bácsfapuszta) üledéksorában voltak kimutathatók, s ott is csupán néhány példányuk fordult elő.

A rétegsorokban néhol vízi fajok (a leggyakrabban *Anisus spirorbis*, *Bithynia leachi*) is előfordulnak, amelyek egykori időszakos állóvizek lakói lehettek (HUM 2001).



1. ábra. A vizsgált terület és a feltárások elhelyezkedése. Jelmagyarázat: 1. Majs 1. feltárás, 2. Majs 2. feltárás, 3. Majs 3. feltárás, 4. Töttös, 5. Nagynyárád, 6. Bácsfapuszta, 7. Monyoródi Téglagyár, 8. Liptód, 9. Villánykövesdi Téglagyár, 10. Beremend

Fig. 1 The studied area and the location of the outcrops. Legend: 1 Majs 1 profile, 2 Majs 2 profile, 3 Majs 3 profile, 4 Töttös profile, 5 Nagynyárád profile, 6 Bácsfapuszta profile, 7 Monyoródi profile, 8 Liptód profile, 9 Villánykövesd profile, 10 Beremend profile

A malakosztratigráfiai besorolásokat a faunák jellegzetességeire és korjelző fajokra (*Catinella arenaria*, *Punctum pygmaeum*) alapozva végeztem el. Az üledékek kora ezek alapján 70 000–18 000 BP évek közé tehető.

Már a kutatások első szakaszában a faunák összetételének vizsgálata során feltűnt, hogy – nem csupán a paleotalaj rétegekből, hanem a löszből származó mintáknál is – a faunák igen enyhe éghajlati viszonyokra utalnak. Ezt követően a „malako-hőmérő” módszer (SZŐÖR et al. 1992; SÜMEGI 2001) segítségével kalkulált júliusi középhőmérsékleti értékek (t_{july}°) adatai mutattak rá egyértelműen arra, hogy át kell gondolni a vizsgált terület löszképződési ciklusainak őskörnyezeti viszonyaival kapcsolatos eddigi feltételezéseket. A vizsgált területtől 20–30 kilométerrel északra, a Délkelet-Dunántúlon egyébként már elzolt is több vizsgálat (HUM & SÜMEGI 2001; HUM 2001) hasonló jellegzetességeket mutatott ki.

A faunák alapján számolt őshőmérsékleti értékek (t_{july}°) 15,2 °C és 20,1 °C között, ezen belül a löszökből kimutatott értékek 15,6 és 19,8 °C között változnak, amelyek több fokkal magasabbak a Magyarország északabbi területeiről SÜMEGI (SZŐÖR et al. 1992) által kimutatott értékeknél. Ezt a törvényszerűséget egyébként már korábban is felismerték és értelmezték klíma- és történeti, valamint dinamikusan biogeográfiai szempontból is (SÜMEGI & KROLOPP 1995, SÜMEGI & KROLOPP 2002). Különösen érdekes ez a jelenség a löszök esetében, amelyek mint tudjuk stadiális, mikrostadiális fázisokban keletkezett üledékek (1. táblázat).

A Magyarország északabbi területein felismert jelentősebb lehülési fázisok (SÜMEGI & KROLOPP 1995) sokkal kevésbé intenzíven (sőt 6 rétegsorban egyáltalán nem) mutathatók ki. Ez itt arra utal, hogy a vizsgált területen ma meglévő szub-

mediterrán klímahatás az elmúlt évezredekben, évtízezredekben is meghatározhatta és befolyásolhatta a terület éghajlatát.

A faunisztikai vizsgálatok adataiból következik, hogy a vizsgált területen a növényzeti borítottság is nagyobb lehetett a löszképződés fázisaiban, mint az északabbi nyílt löszsztyeppeken. Ezt mutatták a területtől északabbra, a Délkelet-Dunántúlon végzett korábbi vizsgálatok adatai is (FUM 1999; FARKAS 2000). Tehát itt az interstadiálisokra jellemző erdőssztyep zártabb növényzete egy-egy sta-

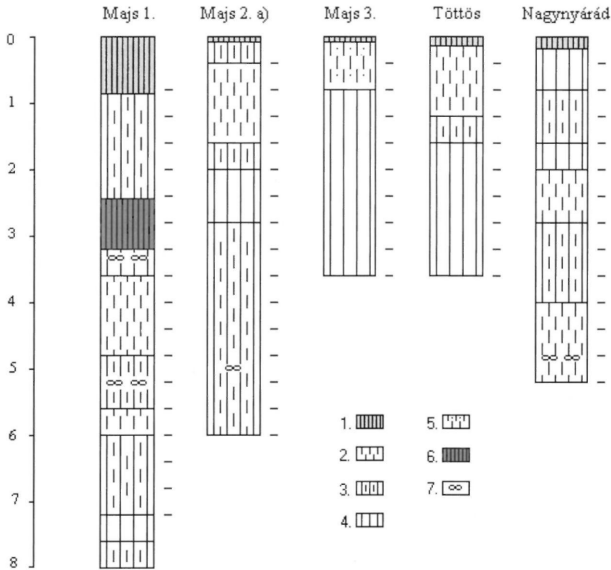
1. táblázat. A löszből és paleotalajokból származó faunák alapján számolt júliusi középhőmérsékleti értékek (tjuly°)

Table 1 The mean July temperature values (tjuly°) are calculated from the faunas deriving from loess and palaeosols

Mintasám	Majs 1.	Majs 2/a.	Majs 3.	Töttös	Nagy-nyárád	Beremend	Villány-kövesd	Monyoród	Bácsfapuszta	Liptód
	Öshőmérsékleti értékek (C°)									
1. minta		16.5	17.2	17.2	17.2*			17.5	17.8*	15.6
2. minta	18.3*	17.0	17.5	17.0			16.2	18.7		16.7
3. minta		18.0	18.3*	16.6		17.3*	16.0	19.7	16.5*	17.5*
4. minta			18.5	17.9		16.6*	16.2	19.1	16.7	
5. minta			18.1*	16.5	17.3*		16.1	19.0		
6. minta			18.3		16.7		18.0	18.7*		16.6*
7. minta		19.2*			16.9					16.2*
8. minta	17.5*	17.3*			18.4*	17.3*				
9. minta	20.1*	17.8*	19.5*	19.7*		17.3				15.2*
10. minta						17.0	17.1			
11. minta	19.1*	16.5				17.2	17.0			
12. minta		17.8*			16.0	17.1	17.3	18.5*		
13. minta		16.3*			16.4*		17.6	17.6		
14. minta		16.4*					17.2	17.7		
15. minta		16.0					16.9			
16. minta										
17. minta	16.9									
18. minta	17.1									
19. minta						17.3*				
20. minta										
21. minta							16.6*			
22. minta							17.0			
23. minta							16.6*			
24. minta										
25. minta						17.3*				
26. minta										
27. minta						17.0*	17.3*			
28. minta										
29. minta						17.1*				

A *-gal jelölt értékek 50–100 közötti egyedszámú, a jelöletlen adatok 100 feletti egyedszámú mintákból számított adatok

The values marked with* originate from samples producing 50–100 specimen each, and the unmarked data originate from samples producing more than 100 specimen each



2. ábra. A feltárások szelvényrajzai (I.). Jelmagyarázat: 1. recens talajszint, 2. lösz, gyengén mállott lösz, 3. mállott lösz, 4. erősen mállott lösz, 5. homokos lösz, 6. paleotalaj, 7. mészkonkréciók. A geokémiai adatok alapján. A szelvények melletti vonalak a mintavételi helyeket jelölik

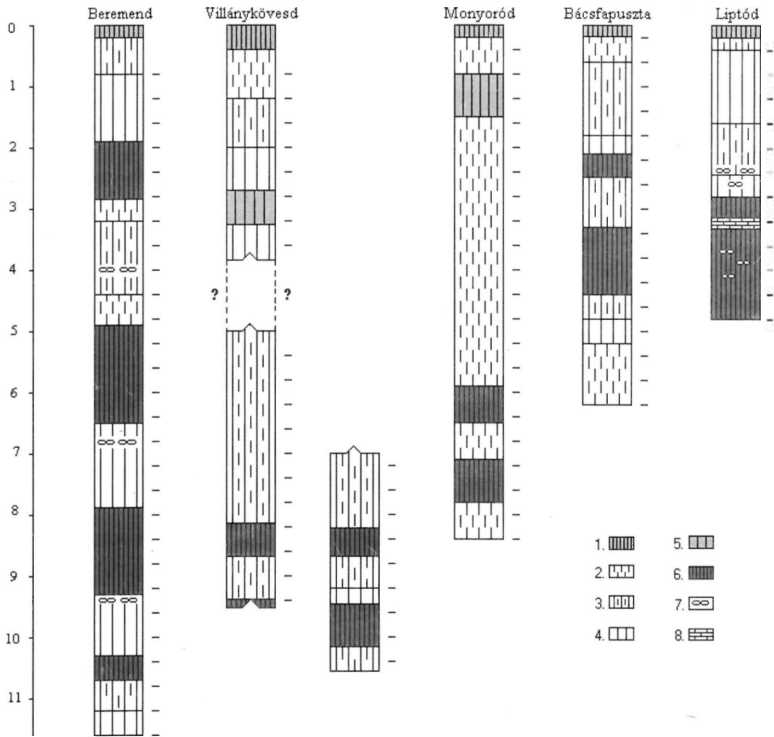
Fig. 2. The profiles of the outcrops (I.). Legend: 1 recent soilhorizon, 2 loess, weakly weathered loess, 3 weathered loess, 4 strongly weathered loess, 5 sandy loess, 6 palaeosol, 7. concretions. On the basis of the geochemical examinations. The lines beside the sections sign the sampling points

diális és mikrostadialis fázisban mozaikszerűen továbbra is megmaradt. Ilyen szempontból tehát ezek újabb bizonyítékai annak, hogy a Kárpát-medence paleoökológiai, paleoklimatológiai viszonyai korántsem voltak egységesek (SÜMEGI & KROLOPP 1995; SÜMEGI & KROLOPP 2002; SÜMEGI et al. 2002).

A „hideg-meleg” lösz kérdésköre

OBRUCSEV (1945) a lepusztulás miliője alapján úgynevezett „meleg” és „hideg” löszöket különböztetett meg. Elmélete szerint a „meleg” lösz övezetben a port a szelek a sivatagokból szállították és szélárnyékban halmozták fel, míg a „hideg” lösz ásványi anyagát a hajdani jégtakarók peremterületeinek üledékeiből ugyancsak a szelek szállították a felhalmozódás helyére. A „meleg” löszet sivatagi vagy kontinentális, a „hideg” löszet periglaciális lösznek is nevezik (SMALLEY 1966).

A klasszikus, OBRUCSEVI felfogás tehát a lepusztulási környezet viszonyai alapján különböztet meg „hideg” és „meleg” löszet. Az adott elnevezések azonban



3. ábra. A feltárások szelvényrajza (II.). Jelmagyarázat: 1. recens talajsztíz, 2. lösz, gyengén mállott lösz, 3. mállott lösz, 4. erősen mállott lösz, 5. humuszos horizont, 6. paleotalaj, 7. mészkonkréciók, 8. mészpad. A geokémiai adatok alapján. A szelvények melletti vonalak a mintavételi helyeket jelölik

Fig. 3. The profiles of the outcrops (II.). Legend: 1 recent soil horizon, 2 loess, weakly weathered loess, 3 weathered loess, 4 strongly weathered loess, 5 humic loess horizon, 6 palaeosol, 7 concretions, 8 limestone bench/calcified layer. On the basis of geochemical investigations. The lines beside the sections sign the sampling points

a felhalmozódási környezet viszonyai alapján is értelmezhetőek és helytállóak lehetnek. Ilyen szempontból tehát nem csupán a tradicionális értelmezésben vett denudációs „hideg” és „meleg” löszökről, hanem új szemszögből nézve akkumulációs „hideg” és „meleg” löszökről is beszélhetünk.

Akkumulációs „hideg” löszről abban az esetben beszélhetünk, amikor az anyag felhalmozódása, lösszé válása (diagenézise) hideg-száraz lösztundra vagy lösz-

sztyepp környezetben megy végbe. Akkumulációs „meleg” löszről pedig abban az esetben, amikor az előzőtől eltérően enyhe klímán, sztyepp-erdőssztyepp környezetben illetőleg meleg klímán, sivatagok peremén megy az adott folyamat végbe.

Tehát a lösz vagy löszszerű üledékek vizsgálata kapcsán mindkét szempontot figyelembe véve, komplexebb módon adhatjuk meg az üledék genetikáját.

A fent részletezett vizsgálati eredmények egyértelműen arra mutatnak, hogy a lösz képződése a Dunántúl déli részén a stadiális és mikro-stadiális fázisokban nem hideg-száraz, esetleg hideg-nedves körülmények között ment végbe a felső-pleisztocén során – amint azt korábban közismertnek vették. A faunák alapján az üledékek felhalmozódási környezete viszonylag enyhe éghajlatú sztyepp-erdőssztyepp lehetett.

Az OBRUCSEVI teória szerint a vizsgált üledékek egyértelműen „hideg” löszöknek tekinthetők, mert anyaguk a jégtakarók melletti peremterületek (periglaciális, mérsékelt övi sivatagok), másfelől pedig feltehetően a Kárpát-medence hordalékkúpjainak üledékeiből származik. Klasszikus értelemben tehát denudációs „hideg” löszök.

Amennyiben azonban a felhalmozódási környezet viszonyait tekintjük, az enyhe, nagyon enyhe éghajlatra utaló őshőmérsékleti adatok a „meleg” lösz megnevezés helyességét támasztják alá. Az új nézőpont szerint tehát a vizsgált üledékek inkább az akkumulációs „meleg” löszök kategóriájába tartoznak.

Összefoglalás

A késő-pleisztocén korúnak tartott dél-baranyai lösz-paleotalaj sorozatokból kinyert faunákon végzett malakológiai vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a faunákban jelentős szerep jut a melegkedvelő, szárazságtűrő fajoknak, valamint bizonyos esetekben a nagy ökológiai tűrőképességű fajoknak. Emellett több szakaszban megjelennek a higrofil, hidegtűrő, a szubhigrofil és a nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő elemek. Igen lényeges kiemelni, hogy a hideghullámokat jelző fajok csupán 4 feltárás rétegsorában voltak kimutathatók, s ott is csupán elvétve, néhány példány erejéig.

A számított júliusi középhőmérsékleti értékek (t_{July}°) 15,2 és 20,1 °C között, a löszből származó minták esetén 15,6 °C és 19,8 °C között változnak. Ezek az értékek több fokkal magasabbak a Kárpát-medence északabbi területeiről származó értékeknél.

A kevésbé pregnánsan, sőt néhol egyáltalán ki sem mutatható lehűlési periódusok feltehetően a nagyobb növényzeti borítottság (HUM 2001), valamint a ma is egykor is ható szubmediterrán klímahatás kiegyenlítő hatásának köszönhetőek (HUM & SÜMEGI 2001).

A löszképződési fázisok nagy részében a paleoklíma enyhe, nagyon enyhe volt, tehát a vizsgált üledékek nem hideg-száraz löszsztyepp viszonyok, hanem viszonylag enyhe éghajlatú sztyepp-erdőssztyepp viszonyok között keletkeztek.

Mivel a löszrétegek anyaga feltehetően a jégerem előtti területekről, valamint a Kárpát-medence hordalékkúpjaiból származhat, azok az OBRUCSEVI „hideg” lösz (denudációs „hideg” lösz) kategóriába sorolhatóak. Az üledékek, a felhalmo-

zódási környezetet (viszonylag enyhe éghajlatú sztyepp-erdőssztyepp) tekintetbe véve, új értelmezésben, akkumulációs „meleg” löszök lehetnek.

Köszönetnyilvánítás

Öszinte hálával tartozom dr. KROLOPP Endrének és dr. FÜKÖH Levenetének a faunisztikai vizsgálatoknál nyújtott szakmai iránymutatásért és dr. SÜMEGI Pálnak bizonyos értelmezési problémákkal kapcsolatos segítségért.

Irodalom – References

- BÜDEL, J. 1951: Die Klimazonen des Eiszeitalters. – *Eiszeitalter u. Gegenwart* 1, 16–26, Öhringen.
- BARESS, N. 1991: The changing climates during and since the Riss/Würm interglacial. – In: PÉCSI, M. & SCHWEITZER, F. (eds.): *Quaternary environment in Hungary. Studies in Geography in Hungary*, 26, Budapest, Akadémiai Kiadó, 27–34.
- FARKAS SZ. 2000: A Bátaszéki Téglagyár pleisztocén képződményei. – *Malakológiai Tájékoztató* 18, 21–27.
- FÜKÖH L. 1997: A malakológiai vizsgálatok szerepe a régészetben. – *Agria* 33, 109–123.
- FÜKÖH, L., SÜMEGI, P. & KROLOPP, E. 1995: Quaternary Malacostratigraphy in Hungary. – *Malacological Newsletter Suppl.* 1, p. 213.
- HAHN G. 1977: A magyarországi löszök litológiája, genetikája, geomorfológiai és kronológiai tagolása. – *Földrajzi Értesítő* 26/1, 1–28.
- HUM L. 1999: Moháctól délre fekvő fiatal löszszelvények paleoökológiai vizsgálatai. – *Malakológiai Tájékoztató* 17, 37–52.
- HUM L. & SÜMEGI P. 2001: Dunaszekcsői pleisztocén rétegsorok malakológiai vizsgálatai. – *Malakológiai Tájékoztató* 19, 17–27.
- HUM L. 2001: Délkelet-dunántúli lösz-paleotalaj sorozatok keletkezésének rekonstrukciója öslénytani vizsgálatok alapján. – *Földtani Közlöny* 131/1–2, 233–251.
- KERNEY, M. P., CAMERON, R. A. D. & JUNGBLUTH, J. H. 1983: Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropas. – Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 384 p.
- KROLOPP E. 1973: Negyedkori malakológia Magyarországon. – *Földrajzi Közlemények* 21/2, 161–171.
- KROLOPP E. 1983: A magyarországi pleisztocén képződmények malakológiai tagolása. – Kandidátusi Disszertáció Bp. 160 p.
- KROLOPP E. & SÜMEGI P. 1992: A magyarországi löszök képződésének paleoökológiai rekonstrukciója Mollusca-fauna alapján. – In: SZÓÓR, Gy. (ed.): *Fáciesanalitikai, paleobiogeokémiai és paleoökológiai kutatások*. MTA Debr. Akad. Biz. 247–263, Debrecen.
- LOŮEK, V. 1964: Quartermollusken der Tschechoslowakei. – *Rozprawy Ústředního Ústavu Geologického* 31, 374 p.
- LOŮEK, V. 1965: Das Problem der Lössbildung und die Lössmollusken. – *Eiszeitalter und Gegenwart* 16, 61–75.
- OBRUCSEV, V. A. 1945: Loess Types and Their Origin. – *Amer. J. Sci.* 243, 256–262.
- PÉCSI M. 1965: A Kárpát-medencebeli löszök, löszszerű üledékek típusai és litosztratiográfiai beosztásuk. – *Földrajzi Közlemények* 13/4, 305–356.
- PÉCSI M., NEMECZ E., HARTYÁNI Zs., HORVÁTH T. & SZILÁGYI V. 2002: Negyedidőszaki éghajlatváltozások, talajok-löszök képződése a Kárpát-medence térségében. – *Földtani Közlöny* 132/különszám, 23–41.
- ROUSSEAU, D. D. 1991: Climatic transfer function from Quaternary Molluscs in European Loess deposits. – *Quaternary Research* 36, 195–209.
- SCHNETGER, B. 1992: Chemical composition of loess from a local and worldwide view. – *N. Jb. Miner. Mh.* 1, Stuttgart, 29–47.
- SMALLEY, I. J. 1966: The properties of glacial loess and the formation of loess deposits. – *Journal of Sedimentary Petrology* 36/3, 669–676.
- SOÓS L. 1943: A Kárpát-medence Mollusca-faunája. – Akadémiai Kiadó, Bp. 478 p.
- SÜMEGI P. & KROLOPP E. 1995: A magyarországi würm korú löszök képződésének paleoökológiai rekonstrukciója Mollusca-fauna alapján. – *Földtani Közlöny* 125/1–2, 125–148.

- SÜMEGI P. 2001: A negyedidőszak földtani és öskörnyezeti alapjai. – JATEPress, Szeged, 262 p.
- SÜMEGI, P. & KROLOPP, E. 2002: Quaternary malacological analyses for modeling of the Upper Weichselian palaeoenvironmental changes in the Carpathian Basin. – *Quaternary International* **91**, 53–63.
- SÜMEGI P., KROLOPP E. & RUDNER E. 2002: Negyedidőszak végi öskörnyezeti változások a Kárpát-medencében térben és időben. – *Földtani Közlöny* **132/különszám**, 5–22.
- SZŐÖR G., SÜMEGI P. & HERTELENDI E. 1992: Őshőmérsékleti adatok meghatározása a malakohőmérő módszerrel az Alföld felső pleisztocén-holocén klímaváltozásaival kapcsolatban. – In: SZŐÖR, Gy. (ed.): Fáciesanalitikai, paleobiogeokémiai és paleoökológiai kutatások. MTA Debr. Akad. Biz., 183–192, Debrecen

Kézirat beérkezett: 2004. 03. 26.

Statisztikai vetőnyomozás egy szénhidrogén kutatási területen

*Statistical investigation for structural elements –
a case study on a hydrocarbon acreage*

UNGER Zoltán¹

(21 ábra, 11 táblázat)

Tárgyszavak: vetőstatisztika, hatványfüggvény eloszlás, vetők számának becslése
Keywords: fault-statistics, power law distribution, fault number prediction

Abstract

The use of statistical tools in order to determine fault-free perimeters while planning the exploitation blocks is a frequent practice in ore and coal mining. This can be seen in the reference literature. For reasons of safety and for economic considerations such information is important mining activities.

The question arises: why is so little attention paid to this in the hydrocarbon industry.

One of the successful exploration and production keys in hydrocarbon industry is to know the pattern of the faults, i.e. where and which are the fault-free or faulted blocks. This is strongly highlighted in the case of fractured reservoirs which have diagenetic sandstone with quartzite overgrowths; these reduce the effective porosities. If this kind of reservoir is fractured, the permeability increases, and this facilitates hydrocarbon production but at the same time creates the danger of reservoir leakage.

This is why a statistical fault investigation method is presented in this paper, such a method starts from a structural map from the top-reservoir, showing isolines and tectonic elements. Through a case history it is possible to develop the method through trial and error. Earlier, this kind of method was used exclusively in ore and coal mining. It is possible to predict a range for the number of faults and fractures, but not their location. The method is a statistical one suitable for the prediction the number of faults. Other methods represent fault-location prediction.

Összefoglalás

A bányaművelés tervezéséhez meghatározzák az ún. vetőmentes terület nagyságát, amely többnyire statisztikai eljárásokkal történik.

Tanulmányunk kísérletet tesz a korábban csak szilárdásvány bányászatban alkalmazott vetőstatisztikai módszerek alkalmazására a szénhidrogén iparban. Itt ugyanilyen fontos lehet a vetőmentes területek körvonalazása, sőt térképezése is.

Bemutatjuk, hogy ebben az esetben is létezik a korábban kimutatott hatvány függvény összefüggés a törésvonalak gyakorisága és a hosszúsága, illetve elvetési magassága között. A becslött hatvány függvényekkel előrejelezhető az egyes szerkezeti zónákban megjelenő vetők száma, a tároló jellege (repedezett/nem repedezett). Bár ez a módszer nem valószínűsíti a vetők térbeli helyzetét, jelentősége abban áll, hogy eldönthetővé válik egy szénhidrogén tároló esetében, hogy mennyire repedezett vagy nem repedezett, ami a szénhidrogén kutatás és termelés egyik fontos információja.

¹Magyar Állami Földtani Intézet, H-1143 Budapest, Stefánia út. 14

Bevezetés

A szilárd ásványbányászati szakirodalomból ismeretes, hogy a fejtési mezők kijelöléséhez, vagyis a bányaművelés tervezéséhez meghatározzák az ún. vetőmentes terület nagyságát (FÜST 1982). Ez a szén-, illetve bauxittelepek vágatokban történő fejtése miatt fontos. Minél nagyobb a vetőmentes terület, annál biztonságosabban és gazdaságosabban végezhető a művelés.

Ugyanilyen fontos lehet a vetőmentes területek körvonalazása, sőt térképezése a szénhidrogén kutatásban is. Jelen esettanulmányban a vetőmentes területek körvonalazására statisztikai módszerrel próbálkoztam. Abból indultam ki, hogy adott kőzettest – szénhidrogén rezervoár – feldaraboltsága statisztikai összefüggésben van a terület többszöri tektonikai igénybevételével. Például, egy mereven viselkedő paleozoos diagenizált kvarchomokkőben, egész törés- és repedéshálózat-rendszer alakulhat ki az időben többször is ismétlődő, jellegükben és irányukban azonos, vagy egymástól eltérő feszültségterek hatására. Ennek egy része térképezhető a hagyományos szeizmikus módszerekkel, de nagyon sok vető és törés marad rejtve a szeizmikus hullámok előtt, főként, ha több ezer méternyi mélységekről van szó, és ha a vetők- és a repedéshálózat mérete a szeizmikus felbontóképesség alatti. A rezervoár feldaraboltsága, amely a repedezettséggel is közvetlen kapcsolatban áll, egyszerre előnyös és hátrányos is a szénhidrogén-bányászat szempontjából. Előnyös lehet a termelésnél, mert az összekapcsolódó repedések által megnövekedett permeabilitás és könnyebbé válik a termelő kutakba az olajbeáramlás, ugyanakkor veszélyt is jelenthet a mező természetes lecsapolódása miatt.

Vizsgálatom tárgya egy rezervoártető időmélység térképe (1. ábra) volt (MOL belső tanulmány). A területen számos, vetőkből álló törészóna került azonosításra; a nyomon követés miatt ezeket V1–V27-ig terjedő névvel jelöltem. A V28 és V29 jelű törészónák a szintvonalas térkép peremére estek és így ezek korlátozott mértékben kerültek felhasználásra. A szintvonalak értékei időmélységek, ms-ban vannak feltüntetve. A világosabb tónus a mélyebb-, a sötétebb a magasabb szerkezeti helyzetet szemlélteti.

A vetőstatisztikai elemzésnél felhasznált bemenő adatokat a törésvonalak tulajdonságairól kialakított adathalmaz jelentette, így a törések hosszát, a hosszúság mentén az elvetési magasságokat, valamint a vetőszakaszok csapásirányát tartalmazzák. A vetők hosszát lemértem az eredeti M = 1:50 000-es térképről. A vetők elvetési magasságát a vetőknek szaladó szintvonalértékek különbsége jelenti.

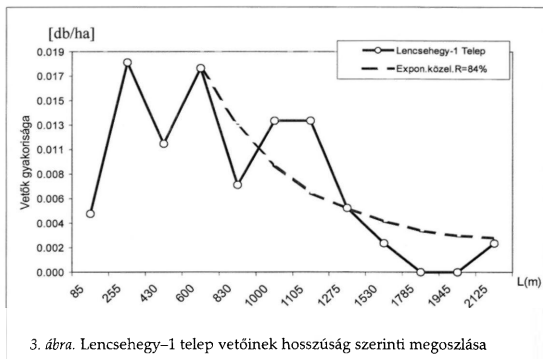
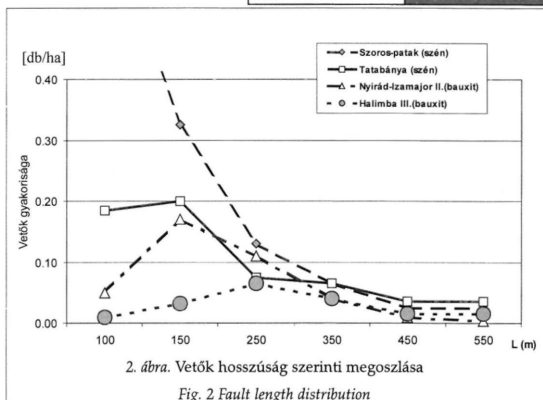
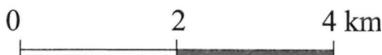
A hazai szén-, és bauxit-előfordulásokra végzett vetőstatisztikai vizsgálatok szerint a vetők hossza és az adott területre eső vetők száma közötti kapcsolat hatványfüggvény szerint változik (2, 3. ábra – FÜST 1997).

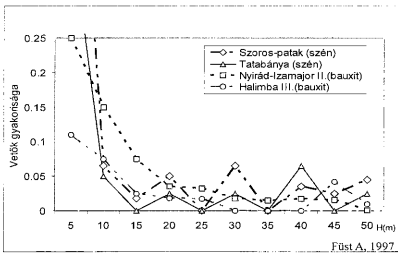
A hazai szakirodalom a 2. ábrán, a szorospataki, tatabányai, nyirádi és Halimba III. bányászterek területén található vetők számát szemlélteti a hosszúság-függvényében.

A 3. ábra a Lencsehegy-1 telep fekvésére vonatkoztatott vetők számát mutatja, hatványfüggvény közelítésével. Mindkét ábrán észlelhető, hogy a rövid vetők gyakorisága alul marad az illeszthető görbe alapján várt értéknél, vagyis sokkal könnyebb megtalálni és térképezni a nagyobb szerkezeti elemeket, míg a rövidebb vetők – éppen a repedezett térrészek – rejtve maradnak az adott kuta-

1. ábra. Egy rezervoártető időmélység térképe az azonosított tektonikai elemekkel

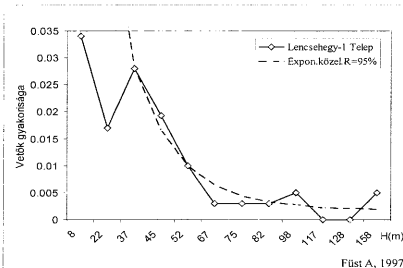
Fig. 1 A top reservoir time-depth map with the identified tectonic elements





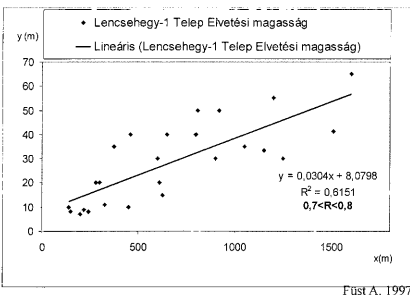
4. ábra. Vetők elvetési magasság szerinti megoszlása

Fig. 4 Fault offset distribution



5. ábra. Lencsehegy 1 telep vetőinek elvetési magasság szerinti megoszlása

Fig. 5 Fault offset distribution from Lencsehegy-1 coal mine



6. ábra. Lineáris kapcsolat a vetőhossz és elvetési magasság között

Fig. 6 Linear regression between fault length and fault offset

tási módszer felbontása előtt, legyen az hálóban felfúrt terület, vagy szeizmikus mérésekkel lefedett kutatási terület.

Figyelembe kell venni, hogy a fenti példák diagramjai hálóban megfúrt terület értelmezéseit tartalmazzák, vagyis a választott fúrási háló mérete és az értelmező szubjektivitása előtt rejtve maradnak a görbe alatti – többnyire rövidebb – vetők, ezek így nem kerülhettek be a statisztikai vizsgálatba, ezek számát becsüljük meg ezzel a módszerrel.

Az előbbiekhöz hasonlóan a vetők elvetési magassága és a vetők száma között szintén hatványfüggvény kapcsolat mutatható ki (4, 5. ábra – FÜST 1997). A fenti szakirodalmi szén- és bauxittelepek példái-nál maradvá, a végkövetkeztetés azonos. Az elvetési magasságértéknek a görbéhez viszonyított helyzete mutatja meg az esetleges további kutatás szükségességét, illetve a várható és azonosított vetők viszonyát.

Végül a vetők hossza és elvetési magassága közötti korreláció a rövidebb szakaszokon a többnyire egyenessel közelíthető, míg nagyobb kiterjedésű területek esetében az illeszkedő másod-, sőt harmadfokú polinom is lehet (FÜST 1997). A fent említett Lencsehegy-1 telepnél maradvá a 6. ábra egy ilyen lineáris regressziót mutat.

A fentiek alapján jogosan merül fel a kérdés:

Vajon a szénhidrogén kutatás tudja-e hasznosítani a vetőstatisztikai ismereteiket; milyen összefüggést mutat az 1. ábra szeizmikus mérések alapján kiterképezett vetők száma a hosszúság és elvetési magasság függvényében.

Esetleg előrejelezhető a vetők száma, amelyek ismerete a szénhidrogén kutatás kulcsa lehet egy repedezett tároló esetében?

Elképzeléseinkhez mérten a mélyben elhelyezkedő szeizmikusan megkutatott olajtárolóra hasonlóan alkalmazhatók az említett vetőstatisztikai eljárások, amint ezt láttuk a szilárd ásványbányászatban a felszín közeli képződményekre.

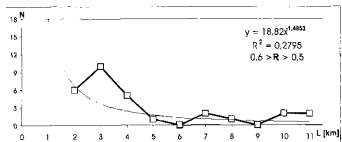
A szerkezeti vonalak száma és hosszúságuk viszonya

Megmérve és adatbázisba rögzítve az 1. ábra törésvonalainak hosszúságát, a 7., 8., és a 9. ábrákon szemléltetem a V1–V29-ig terjedő vetők hosszúságát. A bemenő adatokat az 1. táblázatban tüntettem fel:

A 7. ábra 2000-es intervallum-felbontással szemlélteti az 1. táblázatban feltüntetett vetők hosszúságát, amelyet hatványfüggvénnyel ($y = ax^{-b}$), $0,7 > R > 0,6$ -os korrelációs együtthatóval sikerült közelíteni (a függvényt a diagramon feltüntetjük), ez gyenge kapcsolatot mutat a vetők hosszúsága és száma között.

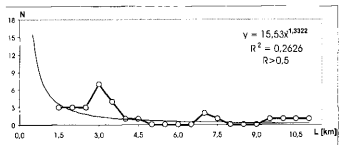
7. ábra. A vetők hosszúság szerinti megoszlása 2000 m-es felbontással

Fig. 7 Fault length distribution at 2000 m resolution



8. ábra. A vetők hosszúság szerinti megoszlása 1000 m-es felbontással

Fig. 8 Fault length distribution at 1000 m resolution



9. ábra. A vetők hosszúság szerinti megoszlása 500 m-es felbontással

Fig. 9 Fault length distribution at 500 m resolution

A korrelációs kapcsolat növelése érdekében finomítva a felbontást, a 8. ábra az 1000 m-es felosztási intervallumokba eső vetők számát tünteti fel. A közelítő hatványfüggvény majdnem azonos együtthatója és kitevője (~ -1,4) ellenére, az előbbihez képest romló korrelációt mutat: $0,6 > R > 0,5$.

I. táblázat. Vetők hossza, mint bemenő adatok
Table I Fault length, as input data

Hosszúság [m]	Hosszúság [m]	Hosszúság [m]
V01 6700	V11 3500	V21 15000
V02 2900	V12 2600	V22 2600
V03 2100	V13 3300	V23 1400
V04 9400	V14 7300	V24 1800
V05 1500	V15 1800	V25 3200
V06 1400	V16 11000	V26 3500
V07 4500	V17 3000	V27 2500
V08 2000	V18 3000	V28 4000
V09 10000	V19 2100	V29 2900
V10 3000	V20 6800	

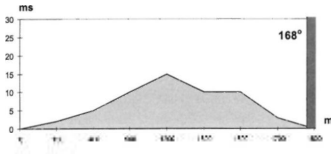
Várakozásunkkal ellentétben tovább romlott a korreláció ($R \sim 0,5$) az 500 m-es felbontás esetében is, amelyet a 9. ábra szemléltet.

Tehát, az a együttható 19 és 15 között található, a b kitevő pedig $-1,4$ körül mozog.

Tekintettel arra, hogy az 1. ábrán szemléltetett szeizmikus értelmezés alapján néhány térképezett szerkezeti zóna több tektonikus elemből áll, így azokat egyedi vetőkre szedtük szét, melyek hosszúságát a 2. táblázatban gyűjtöttük össze

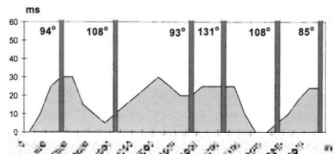
2. táblázat. A szétszedett vetők hossza
Table 2 Individual fault length

	Hosszúság [m]		Hosszúság [m]		Hosszúság [m]
V01_1	2250	V10_3	750	V21_1	950
V01_2	1350	V10_4	500	V21_10	600
V01_3	900	V11_1	2300	V21_11	300
V01_4	600	V11_2	1200	V21_12	400
V01_5	200	V12_1	1600	V21_13	400
V01_6	200	V12_2	1000	V21_14	800
V01_7	1200	V13	3400	V21_15	400
V02_1	1500	V14_1	750	V21_16	2800
V02_2	1400	V14_2	1050	V21_2	1700
V03	1900	V14_3	1700	V21_3	1400
V04_1	3200	V14_4	1700	V21_4	600
V04_2	500	V14_5	700	V21_5	1500
V04_3	800	V14_6	1400	V21_6	550
V04_4	1350	V15	1800	V21_7	900
V04_5	3050	V16_1	1100	V21_8	700
V04_6	500	V16_2	2900	V21_9	1000
V05	1500	V16_3	1600	V22	2600
V06	1400	V16_4	1100	V23	1400
V07_1	2500	V16_5	2200	V24	1800
V07_2	800	V16_6	2100	V25	3200
V07_3	1200	V17	3000	V26_1	1200
V08	2000	V18	3000	V26_2	800
V09_1	1000	V19_1	1000	V26_3	300
V09_2	1800	V19_2	1100	V26_4	1200
V09_3	500	V20_1	1400	V27_1	1400
V09_4	1200	V20_2	1100	V27_2	1100
V09_5	3500	V20_3	250	V28_1	2000
V09_6	2000	V20_4	750	V28_2	4100
V10_1	850	V20_5	300	V29_1	1300
V10_2	900	V20_6	1300	V29_2	2900
		V20_7	1700		



10. ábra. A V15-es vető elvetési magassága és csapása

Fig. 10 The offset and the direction of the V15 fault

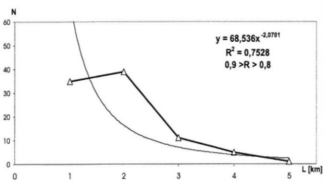


11. ábra. A V16-os vető elvetési magasságai és csapásirányai

Fig. 11 The offset and the fault directions of V16 fault

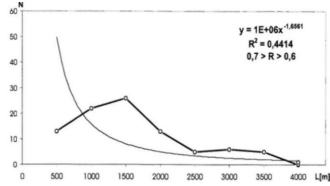
(10, és 11. ábrák). Így, az ugyanerre a területre eső, a számításban felhasználható vetők száma megháromszorozódott.

Az ily módon szétszedett vetők számát a 12, 13, 14. és 15. ábrák szemléltetik a hosszúságuk függvényében. Ebben az esetben is a kisebb felbontás felől a nagyobb felé haladtunk. A 12. ábra 1000 m-es felbontásban mutatja a vetők eloszlását, hatványfüggvénnyel történt közelítése ezúttal már elfogadható korrelációt mutat ($R \sim 0,87$). A 13–15. ábrák nagyobb felbontás esetén, az 500 m-es intervallum felosztás mellett mutatja a 2. táblázat vetőit. Itt valamivel kisebb



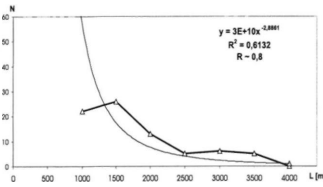
12. ábra. Az egyes vetők hosszúság szerinti megoszlása 1000 m-es felbontással

Fig. 12 Individual fault length distribution at 1000 m resolution



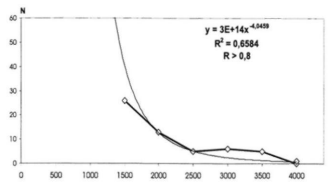
13. ábra. Az egyes vetők hosszúság szerinti eloszlása 500 m-es felbontással

Fig. 13 Individual fault length distribution at 500 m resolution



14. ábra. Az egyes vetők hosszúság szerinti eloszlása 500 m-es felbontással

Fig. 14 Individual fault length distribution at 500 m resolution



15. ábra. Az egyes vetők hosszúság szerinti eloszlása 500 m-es felbontással

Fig. 15 Individual fault length distribution at 500 m resolution

korrelációs együtttható értékek mellett ($0,81 > R > 0,67$) szintén hatványfüggvénnyel közelítettük a vetők számának gyakoriságát a hosszúságuk függvényében.

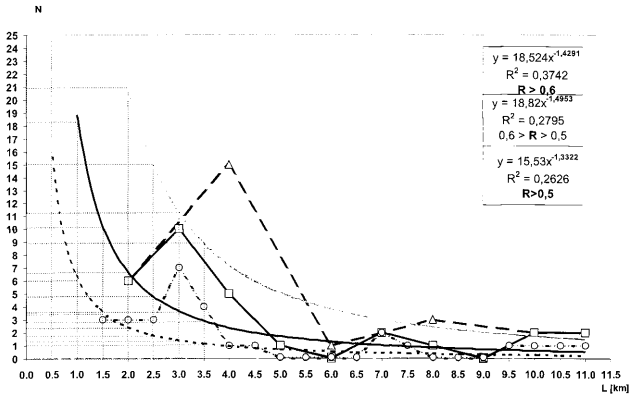
A grafikonok a 0 közeli értékek közelében leszálló jelleget mutatnak, annak ellenére, hogy a kisebb vetők, töredezett felületek száma lényegesen nagyobb a

3. táblázat. A becsült vetők száma (I.)

Table 3 Predicted number of faults (I.)

7. ábra	alapján		Vetők hosszúsága	Vetők száma	Becs.v. száma	Eltérés				
	Felbontás	Korrel. egyh.								
	2000 m	$R \sim 0,6$	0-2000	6	7	1				
			2000-4000	15	3	-12				
			4000-6000	1	1	0				
			6000-8000	3	1	-2				
			8000-10000	2	1	-1				
			>10000	2	1	-1				
8. ábra	alapján		Vetők hosszúsága	Vetők száma	Becs.v. száma	Eltérés				
	Felbontás	Korrel. egyh.								
	1000 m	$0,6 > R > 0,5$					0-10000	6	19	13
							1000-2000	10	7	-3
							2000-3000	5	4	-1
							3000-4000	1	2	1
							4000-5000	0	2	2
							5000-6000	2	1	-1
							6000-7000	1	1	0
							7000-8000	0	1	1
							8000-9000	2	1	-1
							9000-10000	2	1	-1
		>11000		1	1					
9. ábra	alapján		Vetők hosszúsága	Vetők száma	Becs.v. száma	Eltérés				
	Felbontás	Korrel. egyh.								
	500 m	$R > 0,5$					0-500		39	39
							500-1000		16	16
							1000-1500	3	9	6
							1500-2000	3	6	3
							2000-2500	3	5	2
							2500-3000	7	4	-3
							3000-3500	4	3	-1
							3500-4000	1	2	1
							4000-4500	1	2	1
							4500-5000	0	2	2
							5000-5500	0	2	2
							5500-6000	0	1	1
							6000-6500	0	1	1
							6500-7000	2	1	-1
							7000-7500	1	1	0
							7500-8000	0	1	1
							8000-8500	0	1	1
							8500-9000	0	1	1
							9000-9500	1	1	0
		9500-10000	1	1	0					
		10500-11000	1	1	0					
		>11000	1	1	0					

jelentősebb szerkezeti elemekénél. Ez a jelenség annak tulajdonítható, hogy a kisebb méretű vetők az adott kutatási módszerrel rejtve maradtak.



16. ábra. A vetők hosszúság szerinti megoszlásai a számított vetők számának feltüntetésével

Fig. 16 Fault length distribution highlighting the calculated number of faults

A vetők számának előrejelzése hosszúságuk alapján

Behelyettesítve a vetők méretét az illesztett hiperbola görbék egyenleteibe, megkapjuk a várható vetők számát. Tekintettel a többféle illesztett görbére, természetesen nem egyetlen érték lesz a megoldás, hanem a görbék által meghatározott tartomány. A 3. táblázat összesíti az első illesztések eredményeit, feltüntetve a becsült vetők számát. Ezt hivatott szemléltetni a 16. ábra, ahol a szaggatott/pontozott vonalak görbékkel való metszéspontjai adják az y tengely mentén a vetők számát. Az említett, fenti táblázat Eltérés oszlopa mutatja a térképezett és a becsült vetők száma közötti különbséget. A pozitív értékek a továbbiakban várható, keresendő vetők számát jelölik, míg a negatív számok nagy valószínűséggel olyan vetők számát mutatják, amelyek a részletesebb kutatási fázisban „szétesnek” kisebb, más intervallumokba sorolandó vetőkre.

A 4. táblázatban összesítettük a 3. táblázatból az adott intervallumokra vonatkozó előrejelzett vetők számát. Azaz, a 2000 m-es felbontásból meghatározott becsült vetők számát (4. táblázat „7. ábra” oszlopa), a további görbék (4. táblázat „8. ábra” és „9. ábra” oszlop) által meghatározott vetők száma követi a 2000 m-es intervallumra összegezve. Hasonlóan jártunk el az 1000 m-es felbontás esetében. Ennek alapján 4. táblázatból kiolvasható információk a következők:

4. táblázat. A becült vetők száma (II.)
Table 4 Predicted number of faults (II.)

	Vetők		7.ábra	8.ábra	9.ábra	Átlag
	száma	2000m	1000m	500m	74,84,94	
0-2000	6	7	25	70	34	
2000-4000	15	3	6	14	8	
4000-6000	1	1	3	7	4	
6000-8000	3	1	2	4	2	
8000-10000	2	1	2	4	2	
>10000	2	1	1	2	1	

	Vetők		8. ábra	9. ábra	Átlag
	száma	1000m	500m	84,94	
0-10000	6	19	55	37	
1000-2000	10	7	15	11	
2000-3000	5	4	9	6	
3000-4000	1	2	5	4	
4000-5000	0	2	4	3	
5000-6000	2	1	3	2	
6000-7000	1	1	2	2	
7000-8000	0	1	2	1	
8000-9000	2	1	2	1	
9000-10000	2	1	2	1	
>11000		1	2	2	

5. táblázat. A becült vetők száma (III.)
Table 5 Predicted number of faults (III.)

12. ábra	Vetők	Becs. vetők	Eltérés
0,9>R>0,8	száma	száma	
0-10000	35	69	34
1000-2000	39	16	-23
2000-3000	11	7	-4
3000-4000	5	4	-1
4000-5000	1	3	2

- 0-2000 m-es hosszúságú vetők minimális száma 7 és 70 között várható 34-es átlagértékkel, amelyből a 0-1000 közé eső vetők/törések minimális száma: több mint 19 és 55 között lesz (legalább 37-es átlagértékkel), valamint az 1000-2000 közötti vetők száma 7 és 15 közé esik, 11-es átlagértékkel.

Ugyanezt a gondolatmentet, ha végigvisszük a 12-15. ábrán feltüntetett esetekben is előállíthatók a 3. és 4. táblázathoz hasonló adatok (1. 5, 6 és 7. táblázatok).

Ha teszünk egy olyan kísérleti számítást, amelyben a hatványfüggvény illesztést csak az 1000 m-t meghaladó vetőkre (14. ábra) és ezt követően az 1500 m-nél nagyobb vetőkre (15. ábra) végezzük, akkor az így kapott két görbe alapján egyre több, kisebb méretű vetőt jelezhetünk előre (6-7. táblázatok).

A fenti táblázatokból kiolvasható például:

- A 0-1000 m hosszúságú várható vetők minimális előfordulási gyakorisága 34 és 4254 közé esik 2709-es átlagértékkel, amelyből 0-500 m-ig terjedő vetők minimálisan 34-3747 közöttiek (legalább 2463-as átlaggal), és az 500-1000 m-ig terjedők száma 11 és 507 közé esnek 245-ös átlaggal.

6. táblázat. A becült vetők száma (IV.)
Table 6 Predicted number of faults (IV.)

	Vetők sz	Becs. v.sz.	Eltérés	Becs. v.sz.	Eltérés	Becs. v.sz.	Eltérés
		13. ábra	R=0,67	14. ábra	R=0,78	15. ábra	R=0,81
0-500	13	34	21	3747		3609	
500-1000	22	11	-11	507	485	218	
1000-1500	26	5	-21	16	-10	42	16
1500-2000	13	3	-10	7	-6	13	0
2000-2500	5	2	-3	4	-1	5	0
2500-3000	6	2	-4	2	-4	3	-3
3000-3500	5	1	-4	1	-4	1	-4
3500-4000	0	1	1	1	1	1	1
>4000	1	1	0	1	0	0	-1

A kísérleti számításunkban, szembetűnő a rövidebb vetők számának nagyságrendi megugrása, ami alapján, akár előzetes ismeretek nélkül is (csak a vetők hosszúságát ismerve), levonhatnánk a következtetést, hogy esttanulmányunkban csakis repedezett tárolóról lehet szó. (A kutatás során megismerve a területen lemélyült fúrások magkihozatalának mértékét és a több kútból felszínre került magok töredezettségét, előzetes elméleti következtetésünk igaznak bizonyult.)

A fentiek alapján elmondható, hogy a vetők hosszúságának statisztikai elemzése alkalmazható a szénhidrogén iparban, segítségével megbecsülhető a vetők száma, a tároló jellege, jelen esetben az, hogy töredezett.

7. táblázat. A becsült vetők száma (V)
Table 7 Predicted number of faults (V.)

	Becs.v. sz.	Becs.v. sz.	Becs.v. sz.	Átlag
	13. á	14.á	15.á	
0-500	34	3747	3609	2463
500-1000	11	507	218	245
1000-1500	5	16	42	21
1500-2000	3	7	13	8
2000-2500	2	4	5	4
2500-3000	2	2	3	2
3000-3500	1	1	1	1
3500-4000	1	1	1	1
>4000	1	1	0	1
	13.á	14.á	15.á	
0-10000	45	4254	3827	2709
1000-2000	8	23	56	29
2000-3000	4	6	8	6
3000-4000	2	2	2	2
4000-5000	1	1	1	1

A törésvonalak elvetési magasság szerinti megoszlása

Az 1. ábra térképéről leolvassa a törésvonalak elvetési magasságát, azaz a vetőknek támaszkodó szintvonalak értékkülönbségét, az adatokat a 8. táblázatban gyűjtöttük össze. Az első adatoszlop (átlag1) a vetők teljes hosszúságában leolvasott elvetési értékek átlagát mutatja. A második „Átlag” oszlop a tényleges, azaz számított elvetések átlagát foglalja magába. Ismeretes, hogy nem mindegy milyen vetőhosszon oszlik el az elvetési magasság, ezért számítottuk ki a II-es adatoszlopot, a „Távolsággal súlyozott átlag” értékeket.

A 9. táblázatban sűrítettük a szétszedett vetők szakaszonkénti adatait: az átlagos- és a távolsággal súlyozott átlagos elvetéseket. Az egyes vetők szakaszlagát és az ahhoz tartozó távolságokkal súlyozott átlagokból képzett átlagokat szintén a 8. táblázat III. és IV. adatoszlópa tartalmazza.

Ezek jelentették a kiinduló adathalmazt, amelyre a 4. 5. ábrákon bemutattakhoz hasonlóan, hatványfüggvény kapcsolatot kerestünk.

Legelőször 20 ms-os felbontásban rajzoltuk ki (17. ábra) 8. táblázat adatait (0.-IV.), és hatványfüggvény ($y = ax-b$) közelítéssel feltüntettük a becsült egyenletet és a korrelációs együtthatókat. Megállapítható, hogy a közelítő függvények mindegyike nagyon hasonló lefutású és az a együtthatók 13 és 23 közöttiek, a kitevők pedig -2,07-től -2,67-ig terjednek, a korreláció többnyire szorosnak mondható, kivéve a II. esetet, amikor is „csak” jó a korreláció: $0,8 > R > 0,7$, az együttható alapján.

8. táblázat. A törésvonalak elvetési magassága, mint bemenő adatok
 Table 8 The offset of the faults, as input data

Vetők	Elvetési magasság [ms]				
	átlag1	átlag	távolsággal súlyozott átlag	szakaszok átlaga	távolsággal súlyozott átlagos átlaga
17-ábrán:	0.	I.	II.	III.	IV.
V1	15,1	15,9	17,3	16,3	16,9
V2	4,46	2,3	2,8	3,7	3,6
V3	5	5,8	6,5	5,8	6,5
V4	47,6	26,5	24,4	28,1	25,6
V5	3	2,5	2,6	2,5	2,6
V6	2,3	2,8	2,7	2,8	2,7
V7	2	2,2	2,4	1,5	1,6
V8	4,2	3,1	2,4	1,5	1,6
V9	18,2	19,2	16,6	14,4	14
V10	46,5	43,3	48,1	46,3	45,3
V11	4,67	4,6	5,1	4,3	4,5
V12	14,9	17	17,9	15,7	22
V13	20,4	21,9	23,1	21,9	23,1
V14	8,8	9,3	9,3	9,6	9,2
V15	5,6	6,4	8	6,4	8
V16	17,8	18	18,4	17,8	18,6
V17	23,2	18	18,4	17,8	18,6
V18	2,5	18	18,4	17,8	18,6
V19	61,1	64,4	64,8	64,4	64,3
V20	45	45	39,1	39,7	41
V21	105	107	105,9	120,6	120,7
V22	8	9,1	9,9	9,1	9,9
V23	13,7	16	16,3	16,0	16,3
V24	3	3,8	3,7	3,8	3,6
V25	23,1	26,4	24,3	26,4	24,3
V26	6,6	7,2	7,1	6,7	6,6
V27	35,9	23,8	23,9	26,1	24
V28	15	8,9	8,8	8,9	8,9
V29	92,5	71,3	73,4	71,3	71,3

A vetők számának előrejelzése elvetési magasság alapján

Ezekből a becsült függvényekből a korábbi behelyettesítéssel szintén előrejelezhető a kis méretű vetők száma is. A 10. táblázat szemlélteti az előrejelzett vetők számát a becslési függvények segítségével:

A táblázatból kiolvasható, hogy az apró, kisméretű szeizmikus felbontó képesség határa alatti vetők száma: pl. a 0–5 ms intervallumban legalább 400–1400 közötti. Az alacsonyabb értékek a távolsággal súlyozott átlagos elvetések becslési függvényekkel előrejelzett értékek.

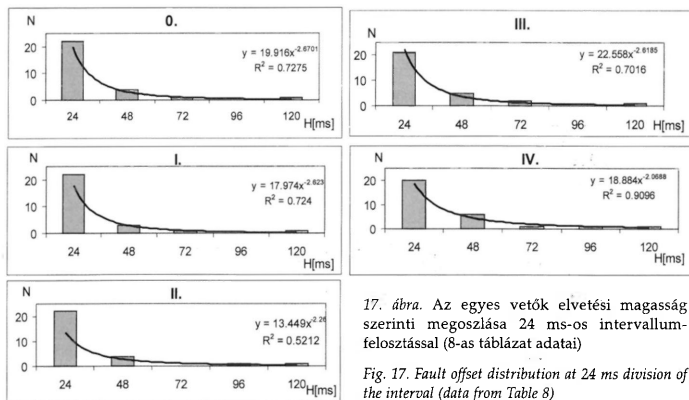
A fentebb említett, hosszúságeloszlás vizsgálatához hasonlóan, a szétszedett vetőket az elvetés statisztikai vizsgálatában is külön-külön elemeztük. Ebben az esetben is, a 20 ms-os felbontásból kiindulva folytattuk a statisztikai vizsgálatot

9. táblázat. A szétszedett vetők elvetési magassága
Table 9 The offset of the individual faults

Vetők	Átlag	Távols. súlyozott átlag	Vetők	Átlag	Távols. súlyozott átlag	Vetők	Átlag	Távols. súlyozott átlag
V1 1	14,3	16,2	V11 1	6,0	6,5	V21 1	10,7	10,7
V1 2	13,2	12,9	V11 2	2,5	2,5	V21 2	59,6	59,1
V1 3	21,5	21,6	V12 1	17,5	27,1	V21 3	142,4	139,3
V1 4	22,0	22,0	V12 2	13,8	16,8	V21 4	159,3	159,4
V1 5	15,0	15,0	V13	21,9	23,1	V21 5	169,0	173,1
V1 6	10,5	10,5	V14 1	8,8	8,5	V21 6	144,5	143,0
V1 7	17,4	20,4	V14 2	12,5	12,0	V21 7	133,8	134,1
V2 1	3,1	6,2	V14 3	10,0	10,0	V21 8	144,0	143,6
V2 2	1,2	1,4	V14 4	10,0	10,0	V21 9	164,1	165,7
V3	5,8	6,5	V14 5	10,0	7,5	V21 10	175,5	175,5
V4 1	32,8	29,1	V14 6	6,7	7,0	V21 11	157,5	157,5
V4 2	61,5	61,5	V15	6,4	8,0	V21 12	136,3	136,3
V4 3	32,5	16,7	V16 1	16,7	14,8	V21 13	122,5	122,5
V4 4	16,7	18,2	V16 2	16,0	21,0	V21 14	103,5	105,4
V4 5	15,1	18,5	V16 3	21,4	22,7	V21 15	73,8	73,8
V4 6	10,0	10,0	V16 4	24,2	24,1	V21 16	33,6	32,9
V5	2,5	2,6	V16 5	10,0	9,3	V22	9,1	9,9
V6	2,8	2,7	V16 6	18,7	19,7	V23	16,0	16,3
V7 1	2,1	2,4	V17	17,5	17,5	V24 1	3,3	2,9
V7 2	0,0	0,0	V18 1	4,2	4,8	V24 2	4,3	4,3
V7 3	2,5	2,5	V18 2	1,7	1,4	V25	26,4	24,3
V8	3,8	3,1	V19 1	46,6	52,9	V26 1	9,5	9,2
V9 1	5,3	4,7	V19 2	82,1	75,6	V26 2	5,5	5,5
V9 2	6,7	7,0	V20 1	24,0	28,6	V26 3	5,0	5,0
V9 3	6,0	6,0	V20 2	86,6	85,5	V26 4	6,7	6,5
V9 4	32,6	30,6	V20 3	83,3	79,8	V27 1	19,4	23,4
V9 5	25,2	25,4	V20 4	33,8	32,2	V27 2	32,8	24,5
V9 6	10,8	10,2	V20 5	8,5	8,3	V28 1	2,5	2,5
V10 1	46,5	40,1	V20 6	8,3	9,9	V28 2	15,0	15,0
V10 2	65,0	65,0	V20 7	33,3	42,6	V29 1	50,0	50,0
V10 3	55,0	55,0				V29 2	92,5	92,5
V10 4	18,8	21,0						

10. táblázat. A becsült vetők száma (VI.)
Table 10 Predicted number of faults (VI.)

H[ms]	0	I	II	III	IV
0-5	1313	1100	466	1371	444
5-10	206	179	97	223	106
10-15	70	62	39	77	46
15-20	32	29	20	36	25
20-25	18	16	12	20	16
25-30	11	10	8	13	11



17. ábra. Az egyes vetők elvetési magasság szerinti megoszlása 24 ms-os intervallum-felosztással (8-as táblázat adatai)

Fig. 17. Fault offset distribution at 24 ms division of the interval (data from Table 8)

nagyobb felbontás felé haladva a 15 ms-os és 10 ms-os (18. és 19. ábra) felbontás esetében is.

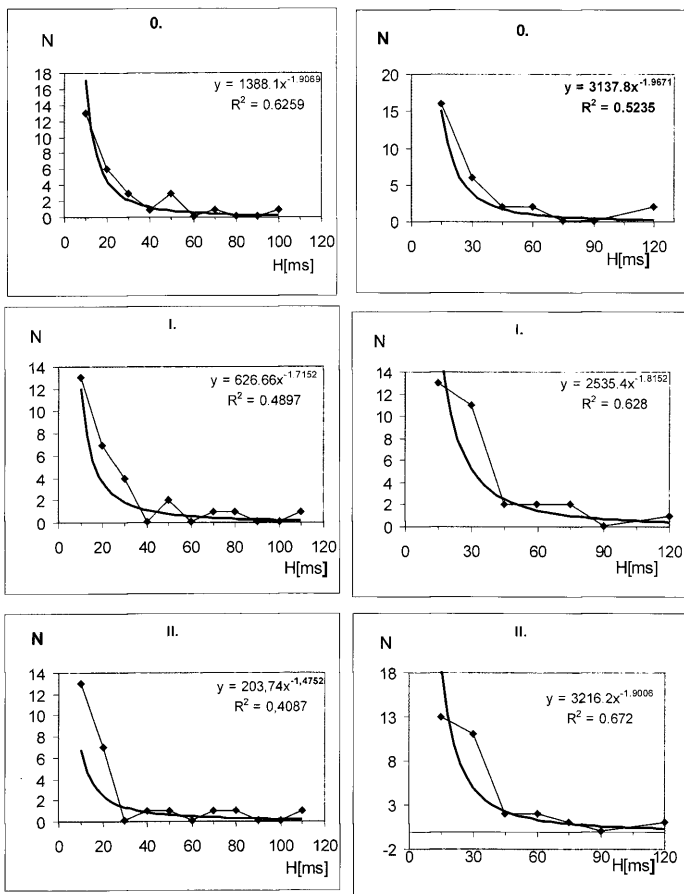
Ezek alapján megállapítható, hogy a fenti intervallumokra a becsült vetők átlagos gyakorisága előrejelezhető. Az elvetések értékpontjait hatványfüggvénnyel közelítettük. Az Excel beépített hisztogram készítő algoritmus először adott elfogadható ($R > 0,8$) közelítésű görbét (20. ábra), ami korábbi esetekben (vetők hosszúsága) nem fordult elő. Ennek és a többi ($R > 0,7$) a függvénynek a felhasználásával becsültük meg az adott intervallumba eső vetők számát. Abban az esetben, ha a $R < 0,7$ akkor eltekintettünk az előrejelzéstől (20. ábra).

A két módszerrel előrejelzett vetők számát, végül is a 11. táblázat foglalja össze.

Ebből a táblázatból is kiolvasható, hogy a 0–5 ms tartományba eső vetők száma legalább 30 és 286 közé esik. Szembetűnő, hogy a szétszedett vetők 20ms felbontásban egy nagyságrenddel nagyobb értéket mutatnak. A becsült függvények nagyon hasonló lefutásúak, az a egyúthatóak százaz/ezres nagyságrendűek és szembetűnő a kitevők tizedesre pontos azonosságá ($b \sim -1,4$; századnyi eltéréseket mutatnak csupán), a korrelációs egyúthatók mértékétől függetlenül (20. ábra).

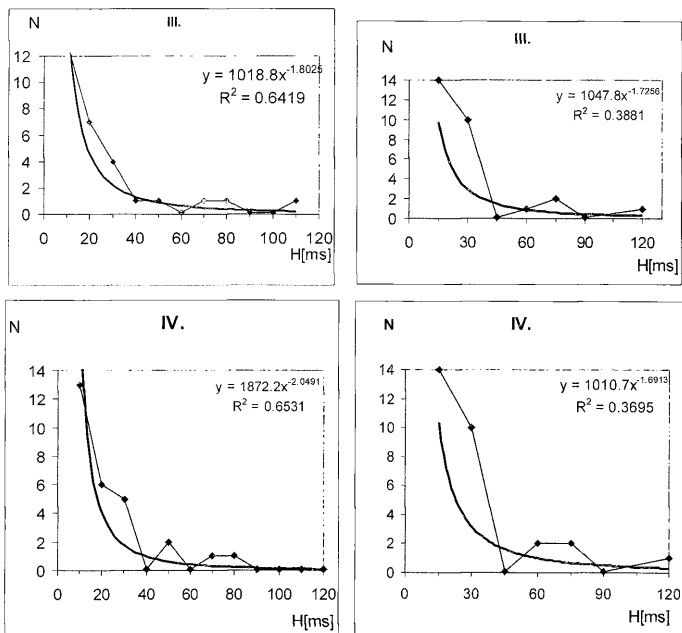
A törésvonalak hossza és elvetési magassága közti összefüggés:

Az azonosított törésvonalak hosszát és az átlagos elvetési magasságokat a 21. ábrán jelöltem. Az első diagramon a regressziós egyútható is alátámasztotta a pontfelhő sejtette korreláció hiányát. Ezért a nagy töréseket kivéve az adathalmazból újra rajzoltuk a cross-plotot (második diagram) és így $R \sim 0,7$ -es gyenge korrelációt találtunk. A 21. ábra harmadik diagramja alapján, a korábbiakhoz hasonlóan, ebben az esetben is szétszedve a nagyméretű törésvonalakat, az azokat alkotó vetőkre, egyértelműen tagadható a korreláció.



18. ábra. Az elvetési magasságok eloszlása 10 ms és 15 ms-os felbontásban

Fig. 18 Offset of the faults at 10 ms and 15 ms resolution



19. ábra. Az elvetési magasságok eloszlása 10 ms és 15 ms-os felbontásban

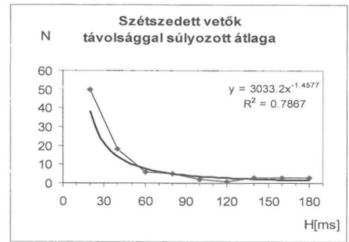
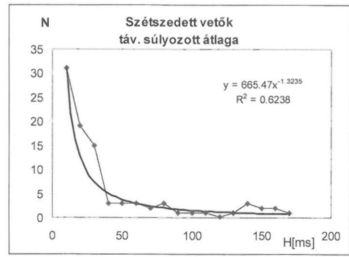
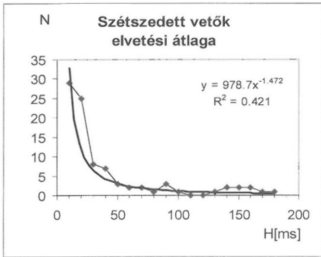
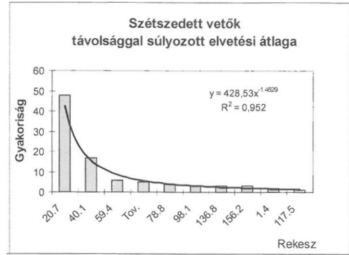
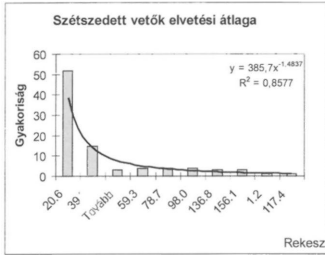
Fig. 19 Offset of the faults at 10 ms and 15 ms resolution

Eredmények és következtetések

Elemeztük a törésvonalak és az őket alkotó vetők hosszának és elvetési magasságának gyakoriságát, amely a szakirodalomban hatványfüggvény kapcsolatot mutat és vizsgálataink során ez számunkra is beigazolódott. A közelítő görbék egyenletei előrejelzik a nem azonosított vetők számát, többnyire a kisebbeket, amelyek az adott (szeizmikus) kutatási módszer elől rejtve maradnak.

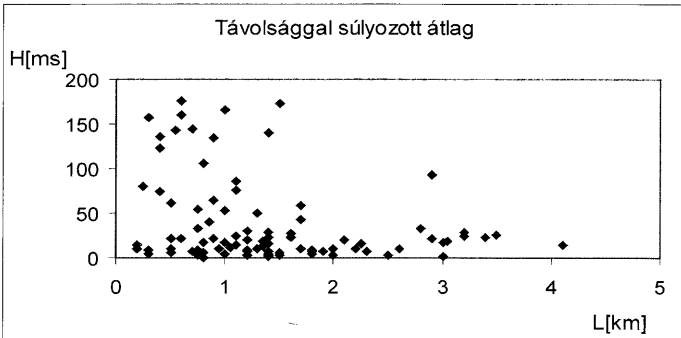
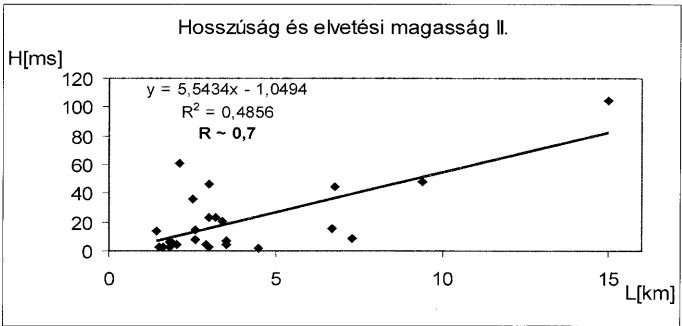
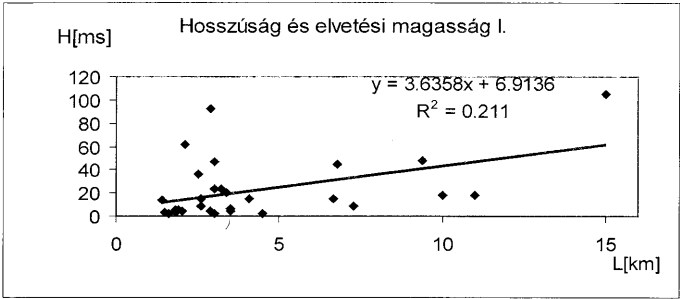
Az azonos jellegű görbék egyenletei kísérletieszen hasonlóan egymásra, úgy az együttthatók, mind a kitevők (pl.:~ 1,4) értékeit tekintve.

Nem találtunk összefüggést a törésvonalak, illetve a vetők és azok elvetési magassága között, csak akkor, ha az adathalmazból kivettük a szélsőértékeket. Csak ebben az esetben közelítettük meg a gyenge kapcsolat követelményét az $R \sim 0,7$ -el. A többféle átlagok értékeire kinyomtatott keresztábrák pontfelhői mind-mind hasonló szórt jelleget mutattak, az átlag típusától függetlenül.



20. ábra. A távolsággal súlyozott elvetési magasságok eloszlása a beépített (Excel) algoritmus, a 10 ms és 20 ms-os felbontásban

Fig. 20 The weighted average offset of the faults at the automatic (Excel) 10 ms and 20 ms resolution



21. ábra. A törésvonalak hosszúság- és elvetési magasság keresztábrái szemléltetik, hogy a két paraméter között nincs, vagy csak gyenge korreláció

Fig. 21 The cross-plots of the fault length and their offset shows the lack, or the existence of a slight correlation

11. táblázat. A becstelt vetők számának összesítése

Table 11 The predicted number of faults - summary

ms	Á_10 ms	Á_15 ms	Á_Sz_20 ms	Á_Alg_Ex
0-5	73	122	286	38
5-10	22	33	104	14
10-15	11	16	57	8
15-20	7	9	38	5
20-25	5	6	27	4
25-30	4	4	21	3
30-35	3	3	17	2
35-40	2	3	14	2
40-45	2	2	12	1
45-50	2	2	10	1

Ez a vizsgálat, mint statisztikai számítás, tisztán a vetők számának becslésével foglalkozik. Bár ezzel a számítással a vetők helye nem jelezhető előre, ugyanakkor, előzetes ismeretek nélkül is meggyőződhetünk arról, hogy a kutatási terület rezervoárja mennyire töredezett.

Köszönetnyilvánítás

Ez úton is szeretnék köszönetet mondani dr. VÉGH Sándorné tanárnőnek, aki a Geomatematikai továbbképzőt kibővítette, dr. KOVÁCS Józsefnek, aki megszervezte. Hála tanárainknak, akik felnyitották szemünket egy csodálatos interdiszciplináris világra. Köszönet illeti GERECS László igazgatót urat a MOL Rt. egykori Külföldi Kutatás-Termelési üzletág igazgatóját, aki nemcsak engedélyezte, de bátorított és támogatott a kutatásaim publikálásában.

Irodalom – References

- CSONTOS L. 1998: Szerkezetföldtan. – Egyetemi jegyzet, ELTE Eötvös Kiadó, 27–104.
- FÜST A. 1997: Geostatistika. – Egyetemi jegyzet, Eötvös Kiadó, 298–315.
- FÜST A. 1982: Geostatistika (Nógrádi Szénbányánál tartott mérnöktovábbképző tanfolyam segédlete). Kézirat – sokszorosított.
- FÜST A., FÉLEGYHÁZI Zs. & SZÓLLÓSY J. 1983: Halimba III. bányászati fejtési rendszerének fejlesztése. – Tanulmány, Aluterv-FKI, Budapest.
- FÜST A., FODOR B. & SOMOS L. 1986: Geostatistikai értelmező szótár. – MÁFI, Budapest
- GUTTMAN Gy., JANOSITS F., TAKÁCS T., FÜST A., MOLNÁR S., KOCKA Gy. 1990: Geostatistikai vizsgálatok a dorogi medence lencsehegyi területén. – BKL-Bányászat, 123/2 110–114.
- MOL Rt. KKTÜ. 1997: Belső tanulmány – bizalmas. Budapest
- Kézirat beérkezett: 2003. 12. 05.

Száz éve jelent meg Selmecbányán dr. BÖCKH Hugó Geológia (I. Általános geológia) című kötete*

*The Centenary of Hugó BÖCKH's Geológia (Geology I), published at
Schemnitz (Selmecbánya/Banská Štiavnica)*

VITÁLIS György¹

(1 ábra)

Tárgyszavak: emlékezés, általános geológia, felsőoktatás
Keywords: centenary, geology, education

Abstract

The main goal of H. BÖCKH's book on geology was to satisfy the needs of the author's students but at the same time the book shows a widespread versatility with various subjects being dealt with in different chapter. He used foreign and Hungarian examples to enlighten to reader and deepen knowledge on the particular subjects. Rich and carefully selected figures illustrate the message of the text very well. Today the book is still an enjoyable piece of reading. It was one of the most important handbooks of specialists in geology until the publishing of A. VENDL's Geology I. in 1951. This paper surveys the circumstances under which the book was written and the appreciations it received following its publication.

Összefoglalás

BÖCKH Hugó Geológiája elsősorban hallgatói igényét elégíti ki, de a könyvből kiténik az a mindenre kiterjedő sokoldalúság, melyet az egyes fejezetek tárgyalása során követ. Az egyes fejezetekben külföldi és magyarországi példákkal érzékelteti, illetve elmélyíti az ismereteket. A gondosan válogatott gazdag ábraanyag igen jól szemlélteti a szövegrész mondanivalóját. A könyv ma is élvezetes olvasmány. VENDL Aladár geológia-tankönyve I. kötetének 1951. évi megjelenéséig a földtannal foglalkozó szakemberek egyik legfontosabb kézikönyvévé emelkedett. A tanulmány ismerteti a könyv megírásának körülményeit és a megjelenést követő méltatásokat.

Dr. SZABÓ Józsefnek az „Ásványtan” (Bp. 1875, 614 p. 3. kiadás!), „Geologia kiváló tekintettel a petrografiára” (Bp. 1883, 745 p.) és az „Előadások a geológia köréből” című műveit (SZABÓ 1885, 1883, 1893) követően 1903-ban, száz évvel ezelőtt jelent meg Selmecbányán dr. BÖCKH Hugó m. kir. bányatanácsos, a selmecbányai m. kir. bányászati és erdészeti akadémián az ásvány-, föld- és őslénytan rendes tanára tollából a „Geológia. Tankönyv főiskolai hallgatók számára. I. kötet. Általános geológia” című könyve, JORGES Ágost Özvegye és Fia kiadásában 459 oldalon, 180 ábrával és 8 táblával (BÖCKH 1903).

BÖCKH Hugó a „Geológia” című könyvét semsei dr. SEMSEY Andor főrendiházi tagnak, a magyar természettudományok lelkes támogatójának és dr. SCHMIDT Sándor műegyetemi tanárnak, szeretett tanárának hálás tisztelettel ajánlotta.

A könyvről dr. PAPP Károly írt kimerítő részletességű ismertetést (PAPP 1904a, b).

*Előadásként elhangzott a MFT Tudománytörténeti Szakosztály 2003. december 8-i előadójánál.

¹ Magyar Állami Földtani Intézet H-1143 Budapest Stefánia út 14.



Az 1874-ben született BÖCKH Hugó a budapesti királyi magyar tudományegyetem Bölcsészeti Karán SZABÓ József, KOCH Antal és KRENNER József előadásait hallgatta. Szakismereti alapjainak bővítéséhez SCHMIDT Sándor, SCHAFARZIK Ferenc, id. LÓCZY Lajos és EÖTVÖS Loránd szelleme is hozzájárult. 1896-tól 1898-ig a budapesti József Műegyetemen SCHMIDT Sándor mellett az ásványtan és a földtan tanársegédeként működött, 1898-ban középiskolai tanári oklevelet szerzett, majd tanulmányai kiegészítése végett Münchenben töltött egy évet, ahol különösen R. HERTWIG, P. GROTH, K. ZITTEL és E. WEINSCHENK előadásait hallgatta, majd ugyanott kitüntetéssel doktorált.

1899. szeptember 5-től a selmecbányai Bányászati és Erdészeti Akadémián rendkívüli tanár, 1900-tól pedig, bányatanácsosi címmel, az ásvány-, föld-, őslénytan és a telepísimertan rendes tanára.

A fiatal (huszonöt éves!) professzor a magával hozott tudással felvértezve, a selmeci Alma Mater és a selmeci táj varázsától és ihletésétől átszellemülve, sajátos hittel és lelkesedéssel kezdi meg küldetését.

Oktatói munkássága során először a rábízott Ásványtani és Földtani Tanszék gyűjteményeit és könyvtárát szerelte fel a kor európai színvonalának megfelelően. Már e tanszékgyarapító munkája során kitűnt nagyszerű szervezőkészsége, amellyel a felszerelés anyagi alapjait biztosította.

Az oktatás színvonalának emelése érdekében végzett fáradhatatlan tevékenységének egyik nagyszabású dokumentuma a Geológia című tankönyv, amelynek az általános geológiáról szóló első kötete, 1903-ban jelent meg.

Ha azt vizsgáljuk, hogy ezt a (földtudományunkban korszakalkotó és minden tekintetben magasan a kor színvonalán álló) művet mennyi idő alatt írta meg, akkor az 1899. szeptember 5-i kinevezésétől a könyv 1903. június 30-i megjelenéséig terjedő időszakot számítva maximálisan három évet vehetünk figyelembe! Ebből azonban az 1899, 1900 és az 1901 évek (legalábbis részben) kiesnek, mivel például a nyári szabadsága idején SCHAFARZIK Ferencsel együtt a svájci Alpokat tanulmányozta; közös kutatásuk eredményeiről a társulati közlönyben számoltak be (BÖCKH & SCHAFARZIK 1902).

Két évvel Selmecre kerülését követően a környék földtani megismerésében már olyan tájékozottságra tett szert, hogy SZONTAGH Tamással együtt indítványozta, majd – a kor legkiválóbb geológusainak jelenlétében – vezette a Magyarhoni Földtani Társulatnak 1901. szeptember 22–29-i, Selmecbánya- és Körmöcbányára tett „tanulmányozó kirándulását”. Kirándulásvezető írása nyomtatásban is megjelent (BÖCKH 1901). Ezen a kiránduláson határozta el – BÖCKH János javaslatára – a Geletneki-völgy riolitszklájának SZABÓ Józsefről történő elnevezését és ott egy emléktábla állítását, melyet azután 1908-ban avattak fel.

A könyv megjelenésekor 29 éves tanár már fiatalon olyan sokoldalú alap- és összehasonlító tudással rendelkezett, hogy műve megírására – véleményem szerint – egy-másfél esztendőre lehetett szüksége.

Könyve előszavában megírta, hogy „Tanítványaim iránt tartozást rovak le, amikor ezt a könyvet a nyilvánosságnak átadom. Teljes tudatában vagyok a feladat nehézségének, melyet magam elé tűztem. Tudom, hogy tökéleteset nem nyújthattam. De már húsz év telt el azóta, hogy dr. SZABÓ József geológiája megjelent, és égető szükség volt oly könyvre, mely a tudomány haladásával számolva, annak jelenlegi álláspontját édes anyanyelvünkön adja elő.”

„Nem kézikönyvet, csak tankönyvet óhajtottam írni s ezért a dolog természeténél fogva e tankönyvben, a hol a tudomány mai álláspontjának a feltüntetése a cél, sok önállót ne várjon az olvasó.”

„Ami a könyv irányát illeti, elsősorban hallgatóim igényeit tartottam szem előtt.”

Az egyes főfejezetek pedig a következők:

- I. Geogéniai és geofizikai rész,
- II. Kőzettani, petrográfiai rész,
- III. Dinamikai és petrogenetikai rész,
- IV. Tektonikai rész

A könyvből nyomban kitűnik az a mindenre kiterjedő sokoldalúság, melyet az egyes fejezetek tárgyalása során követ. Ezekben külföldi és magyarországi példákkal érzékelteti, illetve elmélyíti az ismereteket. A gondosan válogatott gazdag ábraanyag igen jól szemlélteti a szövegrész mondanivalóját. Az egyes fejezetek végén szereplő szakirodalom felsorolása további elmélyedésre ösztönzi a hallgatót, illetve az olvasót. Ez a szakkönyv ma is élvezetes olvasmány!

A BÖCKH Hugó Geológiáját méltató levelek közül idézem KOCH Antal professzornak 1903. december 21-én keltezett levelét:

„Kedves Öcsém Uram!

Geológiájának első részét, melyet szíves sorai kíséretében a múlt napokban vettem, nagy érdeklődéssel kezdtem olvasni és az eddigiekből is látom már, hogy egészen önálló, a tudomány mai színvonalát megütő, igen érdemes munkát végzett, amikor könyvét megírta. Őszinte baráti szívből gratulálok fáradhatatlan, komoly tudományos munkálkodásának ezen legújabb érett gyümölcsehez, melyet természetesen melegen fogok hallgatóim figyelmébe is ajánlani.

Őszinte barátja: Dr. KOCH Antal”

PAPP Károly a fentebb említett könyvismertetésében (PAPP 1904) írja:

„Tankönyvirodalmunk nem minden évtizedben mutathat föl olyan művet, aminő BÖCKH Hugó Geológiája. Nem csupán tankönyv ez, hanem valósággal a Geológia kézikönyve. Nem csak a főiskolai hallgatók tanulhatnak ebből, hanem haszonnal forgathatja ennek lapjait minden szakember.”

A főiskolai diákok számára írt kitűnő szakkönyvből a bánya-, kohó- és erdőmérnök hallgatók, valamint a fiatal geológusok sokasága gyakorlatilag öt évtizeden át merítette a földtani alapismereteket. BÖCKH Hugó tankönyvnek szánt munkája – VENDL Aladár geológia-tankönyve első kötetének megjelenéséig (VENDL 1951) – a földtannal foglalkozó hazai szakemberek egyik legfontosabb kézikönyvévé emelkedett. Éppen ennek, a magyar földtani irodalomban valóban

korszakalkotó Geológiának a megírása közben bontakozott ki a fiatal tanárban és tudósban a vágy: megismerni, felkutatni a föld hasznosítható ásványkincseit.

Így a könyv megjelenését követően már az 1903. év nyarán a M. Kir. Földtani Intézet megbízásából a Kelet-magyarországi Sziget-hegységben a Kodru- (Béli-) hegységet reambulálja (BÖCKH 1903).

Hazánknak a rétegtani viszonyait is – modern alapokon – először összefoglaló, második kötete ugyanennek a Geológiának pedig (szintén Selmezbányán) 1909-ben jelent meg (BÖCKH 1909). Erről majd hat év múlva emlékezik meg a Tudománytörténeti Szakosztály.

Irodalom – References

- BÖCKH H. 1899: Nagy-Maros környékének földtani viszonyai. – *Magyar Kir. Földtani Int. Évi Jelentése III/I*, 1–58.
- BÖCKH H. 1901: Előzetes jelentés a Selmezbánya vidékén előforduló eruptív kőzetek korviszonyairól. – *Földtani Közlöny* **31**, 289–328.
- BÖCKH H. 1903: Geológia. Tankönyv főiskolai hallgatók számára. I. kötet. Általános geológia Selmezbánya, 459 p., 180 ábrával és 8 táblával.
- BÖCKH H. 1904: Adatok a Kodru-hegység geológiájához. – *Magyar Kir. Földtani Int. Évi Jelentése 1903-ról*, 138–150.
- BÖCKH H. 1909: Geológia (Geológia II.) Selmezbánya, 897 p.
- BÖCKH H. & SCHAFARZIK F. 1902: A Windgälle quarzporphirjának koráról. – *Földtani Közlöny* **32**, 331–337.
- PAPP K. 1904a: Geologia. – *Bányászati és Kohászati Lapok* **38**, 412–414 és 668–671.
- PAPP K. 1904b: BÖCKH Hugó: Geologia. – *Földtani Közlöny* **34**, 415–418.
- SZABÓ J. 1875: Ásványtan. – 3. kiadás, Bp, 614 p.
- SZABÓ J. 1883: Geologia, kiváló tekintettel a petrografiára. – Bp, 745 p.
- SZABÓ J. 1893: Előadások a geologia köréből. – Bp, 375 p.
- VENDL A. 1951: Geológia I. – Bp, 655 p.

Vita

Hozzászólás M. TÓTH Tivadar, KEDVES Miklós, és SCHUBERT Félix: Az Alföld metamorf aljzatának exhumációja a Szeghalmi-hát környékén: palinológiai bizonyítékok című tanulmányához

(Földtani Közlöny 133, 547–562)

MAGYAR Imre¹ – SÜTÖNÉ SZENTAI Mária²

Lenyűgözően érdekes cikk jelent meg a Földtani Közlöny 133/4 számában M. TÓTH Tivadar, KEDVES Miklós és SCHUBERT Félix tollából, Az Alföld metamorf aljzatának exhumációja a Szeghalmi-hát környékén: palinológiai bizonyítékok címmel. A szerzők a szeghalmi metamorfitek repedéshálózatát kitöltő kalcitban szerves törmelékét és polleneket találtak. Vizsgálataik alapján a kalcit alacsony, 50 °C alatti hőmérsékleten keletkezett, míg az ezt megelőző ásványfázis, a kvarc, 130 °C körüli hőmérsékleten. Értelmezésük szerint a csökkenő hőmérséklet a metamorf test kiemelkedésével, a magkomplexum kialakulásával magyarázható. A kalcitban talált, zömében szárazföldi eredetű szerves anyag korát középső-miocénnek, azon belül is badeninek határozták meg, és arra következtettek, hogy a badeni korszakban – vagy annak egy részében – a Szeghalmi-hát elegyes erdővel borított szárazföld volt. Ez a kép ellenebbé abba a tektonikai modellbe, amely szerint a metamorf aljzat a kora- és középső-miocén során emelkedett nagy mélységből az akkori felszínre.

A Délkelet-Alföld középső-miocén és korai késő-miocén fejlődéstörténetéről valójában nagyon keveset tudunk. Ez azért különös, mert a hazai szénhidrogén-kutatás egyik legpreferáltabb területéről van szó: több ezer fúrás tárta fel a neogén rétegsort, és a szeizmikus kutatási háló is igen sűrű. Ennek ellenére csak elnagyolt modelljeink vannak, amelyek sokszor pontatlan anyagvizsgálati adatokon nyugszanak. Az 1987-ben kiadott Magyarország földtani atlasza szerint (Csíky G. et al. 1987) pl. a Délkelet-Alföldön néhány aljzati kiemelkedés tetőzónája kivételével általános elterjedésű a szarmata emelet; a valóságban azonban rendkívül ritka az olyan fúrás, amelyben kétséget kizáróan azonosítani lehet a szarmata jellemző ősmaradványait. A vörösalga-gumók megjelenését a rétegsorban sokszor automatikusan a badeni emelettel („Lithothamniumos mészkő”) azonosították, figyelmen kívül hagyva azt a lehetőséget, hogy ezek mészhomokkő formájában áthalmozódhattak fiatalabb üledékekbe. Az elmúlt években korszerű őslénytani vizsgálatok alapján számtalan fúrasi rétegsor korbeosztását kellett módosítanunk, mert kiderült, hogy a badeni ősmaradványok áthalmozott helyzetben vannak a pannóniai üledékekben. Ez történt például Magyarország legmélyebb fúrásával, a Hódmezővásárhely–I jelű kúttal is; kiderült, hogy a majdnem 6 km mélységű fúrás nem is érte el a pannóniai emelet talpát (SZUROMI-KOPECZ et al. 2004). A középső-miocénből és a felső-

¹MOL Rt., H-1039 Budapest, Batthyány u. 45., immagyar@mol.hu;

²Fermészettudományi Gyűjtemény, H-7300 Komló, Városház tér 1., sutone@dpg.hu

miocén aljából származó precíz, körültekintően értékelt biosztratigráfiai adatokra tehát rendkívül nagy szükségünk van; csakis ilyenekre lehet felépíteni a terület neogén fejlődési (tektonikai, szedimentológiai, ősföldrajzi) modelljét.

M. TÓTH Tivadar és munkatársai őslénytani leletei ilyen megkerülhetetlen sarokpontjai lesznek bármilyen későbbi rekonstrukciónak. Az adatok értelmezése azonban, amelyet cikkük Diskusszió fejezete tartalmaz, véleményünk szerint igen sok problémát és ellentmondást vet fel. A határozással és a rétegtani értelmezéssel kapcsolatos problémákat érdemben megvitatni sajnos már soha nem fogjuk, mert a szerzői csoport palinológusa, a mindannyiunk által tisztelt KEDVES Miklós még a tanulmány megjelenése előtt elhunyt. Úgy véljük azonban, hogy az eredményeiről való beszélgetés nem csak hogy nem kegyeletsértő, hanem pont ellenkezőleg: KEDVES Miklós munkájának jelentőségét mutatja, és érzékelhetővé teszi a hiányt, amelyet távozása okozott.

Induljunk ki tehát abból, hogy a kalcitban talált szerves maradványok egykorúak (amire egyébként a szerzők semmiféle bizonyítékot nem adnak, sőt a maradványok megtartási állapotának széles spektrumáról beszélnek), és ez a kor a középső-miocén badeni korszaka. Fogadjuk el azt az – egyébként vitatható – érvelést is, hogy a szárazföldi elemek túlsúlya helyben élt szárazföldi vegetációtól származhat csak. A kalcit kiválását a szerzők 1–2 km-es mélységbe helyezik, és lefelé áramló meteorikus vizekhez kötik; „ez a vertikális vízáramlás szállíthatta a felszíni szerves törmelékeket, illetve polleneket a repedések mentén, átlagos geotermikus viszonyok mellett kb. 1–2 km mélységre”. A szerzők ezt nem említik ugyan, de kalcitmintáik a metamorfítok felső néhányszor tíz (maximum 80) méteréből valók. A badeni szárazföldi maradványoknak tehát 1–2 km vastag kőzettesten keresztül kellett a bezáró kalcithoz eljutniuk. Ez pedig nem azt bizonyítja, hogy a mai metamorf felszín az elegendő létezésének idején a felszínen volt, hanem éppen hogy 1–2 km vastag (mezozoos?) kőzetburok takarta.

De vajon mennyire biztos az ősmaradványok badeni kora? A szerzők igen ellentmondásosan fogalmazznak. Szerintük „biztos korjelző a *Celtipollenites komloensis*, amely középső-miocén kort bizonyít”, továbbá „kora-, középső-miocén kort bizonyít a *Heliospermopsis hungaricus* algafaj” is. Ennek ellenére azt állítják, hogy „a teljes pollen anyagot együtt kezelve az egykori vegetáció legvalószínűbb korának a késő-miocén adható”, ugyanakkor úgy vélik, hogy „szedimentológiai bizonyítékok alapján tehát a középső-miocén kor, mint legfiatalabb határ fogadható el a vizsgált flóra korának.” Ha vannak biztos középső-miocén korjelzők az anyagban, akkor mi szükség van szedimentológiai bizonyítékokra? Az Összefoglalásban pedig már ez szerepel: „a szerves törmelékek és pollenek középső-miocén (badeni) szárazföldi flórára utalnak”. Hogy a középső-miocénen belül mi indokolja a badeni kort, azt nem fejtik ki.

A szerzők által korjelzőnek tekintett maradványok közül a *Celtipollenites komloensis* NAGY, 1969 fajt valójában NAGY Lászlóné a kárpátiban megjelenő fajtának jegyzi, amely még a pannóniai és a „pontusi” emeletekben, tehát az egész késő-miocénben is gyakori (NAGY 1992). Ami pedig a *Heliospermopsis hungaricus* illeti, véleményünk szerint a cikk I. tábla 6. ábráján közölt cf. *Heliospermopsis hungaricus* nem alga és nem sporomorpha. Ismeretlen eredetű alkotója a palynológiai preparátumokban található szerves anyagú törmelék szemcséknek. Semmiképpen sem hasonlít a NAGY Lászlóné által leírt *Heliospermopsis*

hungaricus)hoz. (Más probléma, hogy a *Heliospermopsis hungaricus* nem valószínű, hogy alga. Sokkal inkább hasonlít a terciér lignitkéből leírt Oudhkusumites SRIVASTAVA, 1967 nemzetség körére, amelyek növényi részek, trichomák.). A fenti két formával ellentétben azonban valódi korjelző a cikk I. tábla 5. ábráján bemutatott dinoflagellata, az *Impagidinium* 71. forma. Ez a pannóniai rétegekben általános jelenlétű, a középső-miocénben nem ismert. Vékony falú egyed, ilyenek vannak a *Spiniferites bentorii oblongus* és a *Galeacysta etrusca* zónákban is.

Térjünk ezek után vissza arra, hogy a szerzők szerint melyek is azok a szedimentológiai bizonyítékok, amelyek kizárják a minták késő-miocén (pannóniai) korát! Ezt írják: „Bára vizsgált területen a késő-miocén transzgresszió után is volt lehetőség meteorikus eredetű vizek mélybeáramlására, a teljes Pannon-medencében általános tengerelöntés alapján kizárható kizárólag teresztrikus eredetű növényi maradványoknak a medence belsejében történt felhalmozódása.” Az eddigi legidősebb pannóniai minta, amelyet Szeghalomról vizsgáltunk, a Sz-4 jelű fúrás 2022–2025 m-es szakasza volt, amelyben a *Spiniferites bentorii oblongus* zóna együttese volt jelen. Ennek az adatnak az alapján lehetséges, hogy a Szeghalmi-hát a pannóniai korszak legelején önmagában vagy más hátságokhoz kapcsolódóan szigetet alkotott, és a növénymaradványok ekkor kerülhettek a metamorf kőzet repedésrendszerébe. De bekerülhettek ezek a maradványok a pannóniai üledékekbe a környező nagyobb, és jóval tovább kiemelt helyzetben lévő hátságokról (Battonya, Algyő) is. Hogy a szerzők miért hivatkoznak kizárólag teresztrikus eredetű növényi maradványokra, az teljesen érthetetlen, hiszen maguk is elismerik „tengeri környezetre utaló formák” jelenlétét.

Ha elfogadjuk a szerves maradványok pannóniai korát, akkor nem is az a fő probléma, hogy hogyan és honnan kerülhettek ezek a repedezett metamorfitba, hanem az, hogy mikor és hogyan keletkezett az őket bezáró kalcit. Ha ugyanis ez csakugyan 1–2 km mélységben történt, akkor nyilván kizárólag a késő-miocén süllyedéshez köthető, nem pedig a kora- és középső-miocén exhumációhoz. Ennek a lehetőségnek az elemzése azonban már meghaladja a mi szakmai kompetenciánkat.

Véleményünk szerint tehát a dolgozat anyagvizsgálati eredményei kiemelkedően értékesek, de – a szerzők értelmezésével ellentétben – közvetlenül nem használhatók az alföldi metamorf magkomplexumok kialakulási modelljének tesztelésére. Ettől függetlenül persze még igaz lehet, hogy a badeni korszakban arnyas elegyes erdők borították a vörösalga-zátonyokkal szegélyezett szeghalmi metamorf-szigetet...

Irodalom

- CSÍKY G., ERDÉLYI Á., JÁMBOR Á., KÁRPÁTINÉ RADÓ D. & KÓRÖSSY L. 1987: Magyarország pannóniai (s.l.) képződményei. A Peremartoni Főcsoport (=alsópannóniai képződmények) talpmélység térképe. – In: Magyarország Földtani Atlasza, 5.3., Magyar Állami Földtani Intézet
- NAGY E. 1992: Magyarország neogén spóráinak értékelése. A comprehensive study of Neogene sporomorphs in Hungary. – *Geologica Hungarica ser. Palaeontologica* 53, 1–379.
- SZUROMI-KOPECZ A., SÜTŐ-SZENTAI M. & MAGYAR I. 2004: Biostratigraphic revision of the Hód-I well: Hungary's deepest borehole failed to reach the base of the Upper Miocene Pannonian Stage. – *Geologica Carpathica*, in press.

Nekrológ

NAGY István

1936–2003

NAGY István 1936. augusztus 1.-én Budapesten született. Apja, az 1905-ben Tácon született NAGY István szegényparaszt, aki 1982-ben halt meg, anyja a szintén Táci születésű (1911) KÁTAI Lídia napszámos, majd háztartásbeli, 1968-ban halt meg. Testvére, Margit 1940-ben született. 1969-ben házasságot kötött TATÁR Anikóval, akitől 1980-ban elvált.

Iskoláit 1942-ben Budapesten kezdte, majd a háború alatt a Fejér megyei Tác községben folytatta. az 1946/47. tanévre a székesfehérvári Táncsics Mihály Népi Kollégiumba nyert felvételt, ahonnan apja hadifogságból történő hazatérése után Budapesten a Református Gimnáziumban és a Vörösmarty Gimnáziumban folytatta tanulmányait, ahol 1954-ben érettségizett. Ugyanebben az évben felvették az Eötvös Loránd Tudományegyetem geológus szakára, ahol geológusi oklevelét 1959. januárjában kapta meg. Szakdolgozatát a váci Nagyszál triász képződményeiről írta. Mint önéletrajzában megírta, egyetemista korában katonai szolgálatot teljesített, ahonnan tizedesi rendfokozattal szerelték le. Iskolai tanulmányai közben dolgoznia kellett: „a mezőgazdaságban részaratóként, voltam temetői munkás, dolgoztam az építőiparban, tanácsnál, a Központi Statisztikai Hivatalban, 1955 nyarán pedig az Intézet [MÁFI] múzeumában”.

1959. február 1-vel minisztériumi ösztöndíjjal került a Magyar Állami Földtani Intézetbe, ahol előbb tudományos gyakornok, majd segédmunkatárs (1960), munkatárs (1962), és főmunkatárs (1974) lett. 1974. január 1-től 1987. június 30-ig a Gyűjteményi Osztály osztályvezetője, közben 1977. január 1-től 1983. december 31-ig a Dokumentációs Főosztály vezetője volt.

A Magyar Állami Földtani Intézetbe kerülésekor, 1959-ben beleszóppent a Nemzetközi Mezozoos Konferencia előkészítésébe, majd lebonyolításába. Feladata a Dunántúli-középhegység jura. és kréta időszaki képződményeinek vizsgálata volt. 1960 márciusában a Mecseki Osztályra került, ahol kezdetben a felső-jura alapszelvények felvétele, majd 1962-től a hegység felső-jura–berriasi képződményekkel jellemzett területeinek 10 000-es méretarányú földtani térképezése, valamint a mecseki felső-jura képződmények átfogó és részletes földtani vizsgálata volt a feladata. A munka eredményeként több térképlapot szerkesztett, kidolgozta a Cadosina-Stomiosphaera csoport biosztratigráfiai alkalmazásának módszerét, és elkészítette a felső-jura képződmények monografikus feldolgozását.

1968-tól bekapcsolódott a Déldunántúli Osztály gazdaságföldtani célú munkálataiba, a mecseki homok-prognózis, a dél-baranyai kőszén- és olaj-tartalmú karbon korú alaphegység vizsgálatába, majd 1969 és 1971 között jelentős részt vállalt a Villányi-hegység nemesítőprognózisának elkészítésében. A villányi triász képződményekről NAGY Elemér társszerzővel monografikus leírást publikált.

1969-ben részt vett a Nemzetközi Mediterrán Jura Kollokvium szakmai előkészítésében és lebonyolításában, és az Intézet centennáriumi központi rendezvényén a lebonyolításokért felelős vezető volt.

1974. január 1-től tudományos-vezetői életében jelentős változás következett be, mert megbízták az akkor Gyűjteményi Osztálynak nevezett Múzeum vezetésével. 1977. január 1-től 1983. december 31-ig a Dokumentációs Főosztály vezetője volt. Tíz évig tartó irányítói feladatai sorában megtörtént a Múzeum átépítése és költöztetése és megkezdődtek a számítógépes nyilvántartási rendszerre történő áttérés első kísérletei. Mint főosztályvezetőnek tíz szervezeti egység munkáját kellett összehangolnia, így az adattári mikrofilmtechnika bevezetését, az ásványvagyon-nyilvántartás számítógépes előállításának megszervezését, az egységes térképtár kialakítását, a számítástechnikai információs rendszer létrehozását stb.

1981 júliusában a Mecsekben, terepbejárás közben szívinfarktust kapott, amiből 10 hónap betegállomány után ugyan felgyógyult, de egészsége és munkaképessége megőrzése érdekében a vezetői feladatok csökkenésével 1984-től újult erővel folytatta a kutatómunkát. Megkezdte a mecseki jura–kréta Calpionellidae vizsgálatait, új taxonokat írt le, a biozónák számát megduplázta, kimutatta a „reverz reszedimentáció” jelenségét, kialakította a mecseki felső-jura–berriasi képződmények litosztatigráfiai tagolásának rendszerét, majd tanulmányait kiterjesztette a Mecseken kívüli területekre is.

1989-ben, egy veszélytelennek tűnő epekő-műtét alatt kapott agyvérzése megszakította tudományos kiteljesedését. 1990. februárjában, 31 évi, a Földtani Intézetben eltöltött első és utolsó munkahelyéről nyugdíjba kényszerül. Élete utolsó, több mint egy évtizedében már csak a gondoskodás és baráti kollégáinak támogatása élte. Sajtó alá rendezték a Földtani Intézet 2002-ben megjelent, az 1997–1998. évről szóló Jelentésében a mecseki új calpionellida taxon-leírásait tartalmazó dolgozatát.

NAGY István a Magyarhoni Földtani Társulatnak egyetemista kora óta tagja volt, 1982 és 1986 között a Fegyelmi Bizottság elnöki feladatát látta el. Tagja volt a Magyar Rétegtani Bizottság Jura albizottságának, 1977-ben delegálták a Központi Földtani Hivatal (KFH) Közművelődési Bizottságába. Elkötelezett közéleti emberként 1959-ben a Közalkalmazottak Szakszervezetének (1971–1980 Budapesti Bizottság tagja, 1980–1986 között ugyanitt a Munkaszervezési Bizottság tagja), 1966-ban az MSZMP tagja lett. A „Földtani Kutatás Kiváló Dolgozója” kitüntetését 1969-ben, a „Munka Érdemrend bronz fokozatát” 1974-ben kapta meg.

NAGY Istvánt a hozzátartozók, barátok és kollégák 2003. december 16.-án kísérték utolsó útjára a Farkasréti temetőben.

KORDOS László

Nagy István publikációi

Nyomtatásban megjelent tudományos közlemények

— 1964: A Zengővárkonyonál feltárt malm réteggöszlet mikrobiofációs-vizsgálata. – *Földtani Intézet Évi Jelentése 1961/1*, 97–108.

KNAUER J., — 1964: Lorenziella nov. gen. új Calpionellidea nemzetség (Lorenziella nov. gen., nouveau genre des Calpionellidés; Lorenziella nov. gen. – Novúj rod Calpionellidae). – *Földtani Intézet Évi Jelentése 1961/2*, 143–153.

- NAGY E., — 1965: Völgyirány-statisztikai vizsgálatok a Mecsekben. – *Földrajzi Értesítő* 14/1, 147–148.
- 1966: A mikrofácies vizsgálatok szerepe a mecseki felsőjura tagolásában. – *Földtani Intézet Évi Jelentése* 1964, 53–58.
- 1966: A Stomiosphaera és a Cadosina nemzetség rétegtani szerepe a mecseki felsőjúrában (Sur le rôle stratigraphique des genres Stomiosphaera et Cadosina dans le Jurassique supérieur de la Montagne Mecsek). – *Földtani Közöny* 96/1, 86–106.
- 1967: A felsőjura képződmények és a kréta vulkanitok viszonya a Mecsekben. – *Földtani Intézet Évi Jelentése* 1965, 149–168.
- HÁMOR G., HETÉNYI R., — 1967: Pécsvárad. Magyarázó a Mecsek hegység földtani térképéhez. 10 000-es sorozat. – MÁFI, Budapest, 57 p.
- HETÉNYI R., HÁMOR G., — 1968: Apátvarasd. Magyarázó a Mecsek hegység földtani térképéhez. 10 000-es sorozat. – MÁFI, Budapest, 55 p.
- HETÉNYI R., HÁMOR G., — 1969: Földtani alapadatok a Mecsek hegység 1:10 000-es földtani térképsorozatához. – MÁFI, Budapest, 319 p.
- 1970: On the Role of Planktonic Organisms in the Pelagic Upper Jurassic. – II. Planktonic Conference, Rome, Abstracts of papers p. 2.
- 1971: A Paleotrix kérdés. A fonalalságk rétegtani szerepe a mecseki felsőjúrában. – *Földtani Intézet Évi Jelentése* 1969, 299–325.
- 1971: Raszcslenenie verhnējurszkij otolozsenij gor Mecsek po iszkopaemum organizman (A Mecsek-hegység felsőjura képződményeinek tagolása mikrofoszília alapján). – *Földtani Intézet Évkönyve* 54/2, 319–332.
- HÁMOR G., FÖLDI M., BILIK I., HETÉNYI R., — 1974: Magyaregregy. Magyarázó a Mecsek hegység földtani térképéhez. 10 000-es sorozat. – MÁFI, Budapest, 51 p.
- HETÉNYI R., FÖLDI M., HÁMOR G., —, BILIK I., JANTSKY B. 1976: Ófalu. Magyarázó a Mecsek hegység földtani térképéhez. 10 000-es sorozat. – MÁFI, Budapest, 74 p.
- , NAGY E. 1976: A Villányi-hegység triász képződményei (Triasbildungun des Villanyer Gebirges). – *Geologica Hungarica ser. Geologica* 17, 111–230.
- FÖLDI M., HETÉNYI R., — BILIK I., HÁMOR G. 1977: Hosszúhetény-É. Magyarázó a Mecsek hegység földtani térképéhez. 10 000-es sorozat. – MÁFI, Budapest, 71 p.
- , HÁMOR G., HETÉNYI R., BILIK I., FÖLDI M. 1978: Kisújbánya. Magyarázó a Mecsek hegység földtani térképéhez. 10 000-es sorozat., MÁFI, Budapest, 88 p.
- BILIK I., HÁMOR G., HETÉNYI R., — 1978: Kisbattyán. Magyarázó a Mecsek hegység földtani térképéhez. 10 000-es sorozat. – MÁFI, Budapest, 82 p.
- NAGY, I. 1984: Oxfordian – Szársomlyó Limestone Formation. – *Int. Geol. Congr. XVII., Excurs.,* 104., Guidebook
- REMANE, J., BAKALOVA-IVANOVA, D., BORZA, K., KNAUER, J., —, POP, G., TARDI-FILÁČZ, E. 1986: Agreement on the subdivision of the standard calpionellid zones defined at the 11nd Planctonic Conference, Rome 1970. – *Acta Geologica Hungarica* 29/1–2, 5–13.
- 1986: Investigation of Calpionellides from the Mecsek Mountains (S. Hungary). – *Acta Geologica Hungarica* 29/1–2, 45–64.
- 1989: Micritinoidea nov. forma Superfam.: Rock-Forming Hypothetic Microfossil Group from the Upper Jurassic – Lower Cretaceous Formations of South Hungary. – *Acta Geologica Hungarica* 32/1–2, 85–105.
- 2002: Investigation of Calpionellides from the Mecsek Mountains (S Hungary), Part II.(Mecsek hegységi Calpionellideák vizsgálata – második rész). – *Földtani Intézet Évi Jelentése* 1997–1998, 211–234.
- Kézírtos munkák az Országos Földtani és Geofizikai Adattárban*
- (?) 1954: Conellák előfordulása Phyllocerasokban. – Egyéb. 82.
- 1960: Földtani megfigyelések a Mecsekhegység malmképződményein (Jelentés az 1960. évről). – 13 szelvény, 1 faunalista. Ter. 894.
- 1960: Előzetes jelentés a zengővárkonyi malm alapszelvény földtani vizsgálatáról. – 20 lap, 1 diagram, 1 szelvény. Ter. 895.
- NAGY E., — 1960: Völgyiránystatisztikai vizsgálatok a Mecsekhegységben. – 2 lap, 6 diagram. Ter. 893.

- 1965: A Stomiosphaera és Cadosina nemzetség rétegtani szerepe a felső-júrában. – 41 lap. Ter. 5321.
- CSALAGOVITS L., — 1967: Beszámoló a jugoszláviai tanulmányút tapasztalatairól 1967. október 1–5.), 18 lap, 2 térkép. Ter. 1982.
- 1967: A karbonátos kifejlődésű júra néhány faciológiai kérdése. – 4 lap. Ter. 11997.
- 1967: A planktonszervezetek rétegtani szerepe a pelágikus felsőjúrában. – 4 lap. Ter. 11998.
- 1968: A mecseki felsőjúra szintézese mikrofossziliáival. – 22 lap. Ter. 12007.
- 1968: Fontosabb litofációs típusok és fáciesviszonyok a mecseki felsőjúrában. – 6 lap. Ter. 11996.
- HETÉNYI R., FOLDI M., — 1968: A Keleti-Mecsek homokjainak prognózisa. – 6 füzet (1. füzet 251 lap, 1 térkép; 2. füzet 178 lap; 3. füzet 151 lap; 4. füzet 213 lap, 1 térkép; 5. füzet 178 lap; 6. füzet 143 lap. T. 2106.
- FOLDI M., HETÉNYI R., — 1969: A Villányi hegység nemes építőkő vizsgálata (mészkö, dolomit). – 29 lap., 10 táblázat, 5 melléklet. T. 18971.
- HETÉNYI R., HÁMOR G., — 1969: Pécsvárad. – Földtani alapadatok a Mecsek-hegység 1:10 000-es méretarányú térképsorozatához, 165 lap. Ter. 10436.
- 1970: Jelentés az 1969. évben végzett munkáról. – 8 lap. Ter. 2684.
- FOLDI M., HETÉNYI R., — 1970: A Villányi-hegység nemes-építőkő vizsgálata. – *A Villányi-hegység nemes-építőkő prognózismunkái I–IV*, 574 lap. Ter. 2546.
- FOLDI M., HETÉNYI R., — 1970: A Villányi-hegység nemes-építőkő típusai. – *A Villányi-hegység nemes-építőkő prognózismunkái I–IV*, 889 lap. Ter. 2547.
- FOLDI M., HETÉNYI R., — 1971: A Villányi-hegység nemes-építőkő típusai II. – *A Villányi-hegység nemes-építőkő prognózismunkái 2*, 230, ill. 235 lap. Ter. 3144.
- FOLDI M., HETÉNYI R., — 1971: A Villányi-hegység nemes-építőkő prognózisa III. – *A Villányi-hegység nemes-építőkő prognózismunkái 3*, 581 lap, 3 szelvény., Ter. 3195.
- FOLDI M., HETÉNYI R., — 1971: Zárójelentés a siklósi Rózsa-bánya környéki nemes-építőkő kutatásról. Felderítő fázis. – *A Villányi-hegység nemes-építőkő prognózismunkái 3*, Ter. 2871.
- FOLDI M., HETÉNYI R., — 1971: Zárójelentés a siklósi Zuhány-bánya környéki nemes-építőkő kutatástól. – *A Villányi-hegység nemes-építőkő prognózismunkái 3* lap., Ter. 2782.
- HÁMOR G., BILIK I., — FOLDI M., HETÉNYI R. 1971: Magyaregregy. – Földtani alapadatok a Mecsek-hegység 1:10 000-es méretarányú térképsorozatához, 132 lap. Ter. 4002.
- NAGY E., DETRE CS., FOLDI M., HETÉNYI R., — 1971: A Villányi hegység triász időszaki képződményei. – 40 lap. Ter. 5720.
- FOLDI M., HETÉNYI R., — TÓTH A. 1972: Zárójelentés a Siklós „Legelő-dűlő” területi felső-júra nemes építőkő kutatásról. Felderítő fázis. – *A Villányi-hegység nemes-építőkő prognózismunkái 3*, Ter. 3845.
- FOLDI M., HETÉNYI R., TÓTH A., — 1972: Zárójelentés a Nagytótfalu (Vokány) területi középső-triász nemes-építőkő-kutatásról. Felderítő fázis. – *A Villányi-hegység nemes-építőkő prognózismunkái 3*, 269+46 lap, 15 szelvény, 4 térkép, 2 diagram, 2 jelmagyarázat. Ter. 3846.
- FOLDI M., HETÉNYI R., —, BILIK I., HÁMOR G. 1972: Hosszúhetény É. – A Mecsek-hegység 1:10 000-es földtani térképei és mellékletei., 2 dosszié, 3 térkép, 3 szelvény, 4 jelkulcs, 88 lap magyarázó. Ter. 3959.
- FOLDI M., HETÉNYI R., —, BILIK I., HÁMOR G. 1972: Hosszúhetény É. – *Földtani alapadatok a Mecsek-hegység 1:10 000-es méretarányú térképsorozatához 5/10*, 1211 lap. Ter. 3960.
- FOLDI M., HÁMOR G., HETÉNYI R., — 1972: Szászvár. – *Földtani alapadatok a Mecsek-hegység 1:10 000-es méretarányú térképsorozatához 2*, 244 lap. Ter. 3970.
- FOLDI M., HÁMOR G., HETÉNYI R., — 1972: Kárász. – *Földtani alapadatok a Mecsek-hegység 1:10 000-es méretarányú térképsorozatához 3/6*, 573 lap. Ter. 3962.
- FOLDI M., HÁMOR G., HETÉNYI R., — 1973: Kárász. – *A Mecsek-hegység 1:10 000-es földtani térképei és mellékletei*, 3 térkép, 3 szelvény, 4 jelkulcs, 47 lap magyarázó. Ter. 3961.
- HETÉNYI R., BILIK I., HÁMOR G., — 1973: Zengővárkony. – *A Mecsek-hegység 1:10 000-es földtani térképei és mellékletei*, 3 térkép, 3 szelvény, 4 jelkulcs, 44 lap magyarázó. Ter. 3971.
- HETÉNYI R., FOLDI M., —, BILIK I., JANTSKY B. 1973: Ófalu. – *A Mecsek-hegység 1:10 000-es földtani térképei és mellékletei*, 3 térkép, 3 szelvény, 4 jelkulcs, 74 lap. Ter. 3967.
- FOLDI M., HÁMOR G., —, HETÉNYI R., BILIK I. 1973: Óbánya. – *A Mecsek-hegység 1:10 000-es földtani térképei és mellékletei*, 3 térkép, 3 szelvény, 4 jelkulcs, 34 lap magyarázó. Ter. 3965.
- FOLDI M., HÁMOR G., HETÉNYI R., — 1973: Szászvár. – *A Mecsek-hegység 1:10 000-es földtani térképei és mellékletei*, 3 térkép, 3 szelvény, 4 jelkulcs, 39 lap magyarázó. Ter. 3969.
- HETÉNYI R., BILIK I., —, HÁMOR G. 1973: Zengővárkony. – *Földtani alapadatok a Mecsek-hegység 1:10 000-es méretarányú térképsorozatához 3/6*, 803 lap. Ter. 3972.

- FÖLDI M., HÁMOR G., HETÉNYI R., BILIK I., — 1973: Komló. – *Földtani alapadatok a Mecsek-hegység 1:10 000-es méretarányú térképsorozatához 12*, Ter. 3999.
- BILIK I., HÁMOR G. HETÉNYI R., — 1973: Kisbattyán. – *Földtani alapadatok a Mecsek-hegység 1:10 000-es méretarányú térképsorozatához 2*, 506 lap. Ter. 4001.
- HÁMOR G., HETÉNYI R., —, BILIK I., FÖLDI M. 1973: Kisújványa. – *Földtani alapadatok a Mecsek-hegység 1:10 000-es méretarányú térképsorozatához 6*, Ter. 4000.
- FÖLDI M., HÁMOR G., HETÉNYI R., BILIK I., — 1973: Óbánya. – *Földtani alapadatok a Mecsek-hegység 1:10 000-es méretarányú térképsorozatához 4*, 122 lap, 1 szelvény. Ter. 3966.
- HETÉNYI R., HÁMOR G., —, FÖLDI M., JANTSKY B., BILIK I. 1973: Ófalu. – *Földtani alapadatok a Mecsek-hegység 1:10 000-es méretarányú térképsorozatához 6/11*, 1394 lap. Ter. 3968.
- 1973: A Mecsek hegység felső-júra képződményei. – 2 füzet, 200 lap, 3 fényképtábla, 1 térkép. Ter. 4841.
- 1974: Vélemény dr. LOVÁSZ György és dr. WEIN György: „Délkelet-Dunántúl geológiája és felszínfejlődése” c. munkájáról. – 26 lap. Ter. 12008.
- KONDA J., NAGY I. 1976: MÁFI újítási szabályzata. – 18 lap., Ter. 5528.
- 1977: Javaslát a Mecsek hegység felső-júra képződményeinek alapszelvényeire. 3 lap. Ter. 12005.
- 1978: A hárskúti Közöskúti-árok Ammonoidea-gazdag alsó-kréta szelvényének (Bakony, Hk-12(1-45)) áttekintő mikropaleontológiai vizsgálata. – 7 lap. Ter. 12006.
- 1978: Mít nyújt a földtani kutatás... – 18 lap. T. 19259.
- B. NAGY J., ERDÉLYI G.-né, — 1981: Utijelentés. – 24 lap. Ter. 12157.
- 1983: A sárospataki riolitufa mészkőzárványainak kora. – 5 lap. Ter. 11979.
- PAPP J., — 1983: A Villányi-hegységben 1970-ben végzett geoelektromos mérések szakmai tapasztalatai. – 13 lap. Ter. 11993.
- 1983: A nagybaracskai mélyfúrások (Mohács-sziget) júra-kréta rétegsorainak újraértékelése. – 10 lap. Ter. 11961.
- 1983: A Doboz-I. fúrásban harántolt alsókréta képződmények mikrofácies és mikropaleontológiai vizsgálata. – 8 lap. Ter. 12307.
- HETÉNYI R., KASSAI M., —, NAGY E. 1984: Szakmai útmutató a Magyarhoni Földtani Társulat Őslénytan-Rétegtani Szakosztályának mecsekhegységi terepbejárásához. – 27 lap. Ter. 12398.
- 1984: Vékonycsiszolatban észlelt gerinces maradványok (? áthalmazott „bone bed”) a Villányi-hegység felsőtriász-alsójúra (?) képződményeiből. – 19 lap. Ter. 12398.
- 1984: Calpionellidea-vizsgálatok a Mecsek-hegységből. – 5 füzet (1. füzet 8 lap; 2. füzet 4 lap, 3 táblázat, 9 ábra; 3. füzet 29 lap ábra; 4. füzet 5 lap.; 5. füzet 10 lap). Ter. 12590.
- 1984: Előzetes jelentés a Máványi Mészkő Formáció két alapszelvényének biosztratigráfiai vizsgálatáról. (OFKfV 1985: Földtani alapszelvények közetmintáinak laboratóriumi vizsgálata, Hosszúhetény XX. sz. fúrás, Magyaregregy, Barnakő, Mészkemence-horhos). – 6 lap. T. 19211.
- 1986: Jelentés a zirci márványbánya néhány mintája Calpionelliodea- és Cadosina vizsgálatáról. – 8 lap. Ter. 13400.
- HÁMOR G., — 1986: Utijelentés dr. Hámor Géza lengyelországi utjáról. Varsó, 1986. VI. 15–17. – 3 lap magyar, 4 lap orosz, 2 táblázat. – Ter. 13732.
- 1987: A Vékényi Marga Formáció földtani vizsgálatának problematikája. – 7 lap, 1 ábra. Ter. 14183.
- 1988: Jelentés az új gyűjtésű Olaszfalu eperkéshegyi szelvények anyagának áttekintő vékonycsiszolati vizsgálatáról. – 1 lap, 2 melléklet. Ter. 14441
- 1988: Máványi Mészkő Formáció. – 3 lap. Ter. 14545.
- CSÁSZÁR G., —, TARDINÉ FILÁCZ E. 1988: Jelentés az olaszfaluí Eperkés-hegy júra szelvényeinek vizsgálatáról. – 26 lap, 2 szelvény, 4 ábra. Ter. 14664.
- 1988: Calpionellidae-vizsgálatok a Mecsek-hegységből. – 17 lap, 2 táblázat, 4 fototábla. Ter. 14945.
- 1988: Micritinoidea nov. sepeferam.; új kőzetalkotó hypotheticus Protozoa inc. sed. csoport a délmagyarországi felső-júra – alsó-kréta képződményekből. (Bóly, Nagyharsány, Doboz, Hosszúhetény, Pécsvárad). – 29 lap, 1 táblázat, 6 fototábla, 1 ábra. Ter. 14947.
- 1988: A dél-dunántúli felső-júra formációk rövid leírása. Dorogói Mészmarga Formáció. – 3 lap. Ter. 14948.
- 1988: A dél-dunántúli felső-júra formációk rövid leírása. Várkonyi Mészkő Formáció. – 3 lap. Ter. 14949.
- 1988: A dél-dunántúli felső-júra formációk rövid leírása. Szársomlyói Mészkő Formáció. – 3 lap. Ter. 14950.

- 1988: A dél-dunántúli felső-júra formációk rövid leírása. Fonyászóti Mészkö Formáció. – 3 lap. Ter. 14951.
- 1988: A dél-dunántúli felső-júra formációk rövid leírása. Kisújányai Mészkö Formáció. – 3 lap. Ter. 14952.
- 1989: Calpionellidea-vizsgálatok a Mecsekből. – 10 lap., Ter. 14946.
- 1989: A dél-dunántúli felső-júra formációk rövid leírása. Császtói Mészkö Réteg. – 1 lap. Ter. 14953.
- 1989: Jelentés a mecseki felső-júra – alsó-kréta litosztratigráfiai egységek leírásának helyzetéről. – 3 lap. Ter. 14954.
- 1989: A Mecsek Északi Pikkelyöve harántirányú szerkezeti tagolhatósága. – 3 lap. Ter.: 14955.
- 1989: Jelentés a mecseki felső-júra/kréta reszedimentációs jelenségek vizsgálatáról. – 13 lap. Ter. 14956.
- 1989: Jelentés a mecseki felső-júra – alsó-kréta mészkő formációk sztratigráfiai tagolásának helyzetéről. – 3 lap, 7 táblázat, 6 ábra. Ter. 14957.
- 1989: Jelentés a spanyolországi Caravaca Formáció szelvényei és a bulgáriai S1-szelvények Calpionellidea-vizsgálatáról. – 2 lap. Ter.: 14958.

In memoriam Kedves Miklós

A hazai palinológia világszerte ismert kutatója, KEDVES Miklós professzor, a biológiai tudomány doktora, 2004. november 6-án váratlanul elhunyt szegedi otthonában.

Szegeden született, 1933. március 21-én, és itt is végezte tanulmányait. A Szegedi Tudományegyetem Természettudományi Karán 1955-ben szerzett biológia-kémia szakos középiskolai tanári oklevelet. Munkáját, még ebben az évben a siófoki Perczel Mór Általános Gimnáziumban kezdte meg, mint középiskolai tanár. Három év múlva, 1958-ban egyetemi doktori címet szerez „summa cum laude” minősítéssel, és ezután visszakérül a szegedi egyetemre, mint tanársegéd. 1963-ban adjunktusnak nevezik ki, majd két évre rá, 1965-ben amikor megszerzi a „biológiai tudomány kandidátusa” címet, docens lesz, egészen 1975-ig. Közben, 1974-ben megszerzi a legmagasabb tudományos fokozatot az MTA-n, a biológiai tudomány doktora lesz. Ettől kezdve, mint főállású minisztériumi kutató, tudományos tanácsadó kutató és oktat az egyetemen. Az egyetemre kényszerített létszámcsoökkentés miatt 1986. május 1-vel megszűnik munkaviszonya, nyugdíjazták. Ezt azonban a szakma sem itthon, sem külföldön szinte nem is érzékelik, hiszen továbbra is hatalmas lendülettel dolgozik, oktat, szervez, utazik Spanyolországtól Indiáig. Létrehoz egy laboratóriumot, amely Sejtbiológiai és Evolúciós Mikropaleontológiai laboratórium néven világszerte ismert lesz a szakmában. Pályázatok útján finanszírozott, rendszeres kiadványfüzetet jelentet meg „Plant Cell Biology and Development” néven. Közben az ELTE Őslénytan Tanszékén óraadóként palinológiát oktat, és 1996. március 7-én az ELTE rektora és Habilitációs Bizottsága habilitált doktorrá nyilvánítja.

Tudományos közéleti tevékenysége rendkívül szerteágazó. Tagja volt a Magyar Biológiai Társaságnak, a Magyarhoni Földtani Társulatnak, az American Association of Stratigraphic Palynologists-nek, az Association des Palynologues de Langue Française-nek, az Association Internationale de Palynologie Africaine-nek, a New York Academy of Science-nek, a Research Fellow of the American Biographical Institute USA-nak, valamint az ICSU International Geosphere – Biosphere Program Magyar Nemzeti Bizottságának az alábbi témák felelőseként: Techniques for Extracting Environmental Data of the Past; Evolutions of the biopolymer system of the cell walls; Adaption mechanisms of plants and the paleophytogeographical changes based on micro-and macro-remains.

Az egyes szervezetekben betöltött tisztség az ő esetében mindig aktív részvétellel, munkával párosult. A Magyar Tudományos Akadémia több tudományos bizottságának is tagja volt, így a Citológiai Bizottságnak, Botanikai Bizottságnak. Ez utóbbinak egy három éves ciklusban titkára is volt. A Botanikai Bizottság keretein belül működő Palaeobotanikai Albizottság vezetője, majd a Palaeontológiai Tudományos Bizottság alelnöke két ciklusban, 1996–1999-ig pedig a



bizottság elnöke volt. Haláláig tagja három tudományos MTA bizottságnak: Mikrobiológiai, Palaeontológiai, Geonómiai.

Szerkesztői munkájából a már korábban említett "Plant Cell Biology and Development" sorozatot ő hozta létre, és 1991–2003-ig 15 kötetet jelentetett meg. Szerkesztőbizottsági tagja volt az Acta Botanicának (MTA kiadvány, Budapest), a Geologijának (Ljubljana, Szlovénia), valamint a Taiwaniának (Taipei, Taiwan).

Külföldi tanulmányútjai, előadásai számosak, így közülük csak a legjelentősebbeket említjük. Pályája kezdetén, 1966–67-ben, egy évet töltött Párizsban CNRS ösztöndíjjal. 1969–1970-ben 3 hónapot kutatott Kairóban egyezményes tanulmányút keretében. 1973-ban az NSF és KKI közös kutatási program keretében 3 hónapot töltött az USA Georgia Állambeli Athens-ben. Hosszabb tanulmányútjain kívül évente több alkalommal 1–3 hetet töltött külföldön meghívással vagy MTA támogatással.

Nemzetközi rendezvényeken tartott előadásai közül három alkalommal volt meghívott, plenáris nyitó előadása. 1986-ban Salamancában (Spanyolország), a VI Simposio de Palinologia, APLE-n, "Dégradation expérimentale de la paroi pollinique", 1989-ben Madridban a II. European Palaeobotanical Conference-n „New trends in micropaleontological researches”, valamint 2000-ben Nanjingban (Kína), a 10th International Palynological Congressen „Trends and new aspects of the basic and applied palynology” c. előadásaival.

A „Savitri Sahní Smarak Lecture-Series” 1990. évi ünnepi rendezvényen Lucknow-ban (Uttar Pradesh, India) „Aspects and prospects in Palaeobotany” címmel tartotta meg előadását, mint meghívott előadó.

Tudományos teljesítményét kimagasló számú publikációja jellemzi. 474 nyomtatásban megjelent publikációjából 7 kötet angolul jelent meg az Akadémiai Kiadónál, 1 angol nyelvű monográfia Németországban, 4 angol monográfia hazai kiadásban OTKA támogatással, 2 könyvfejezet az Oxford University Press-nél jelent meg, valamint 1 könyvfejezet társszerzőjeként az American Association of Stratigraphic Palynologists Foundationnál is publikált. Hazai folyóiratokon kívül Argentínában, Ausztráliában, Belgiumban, a Cseh Köztársaságban, Dél-Afriában, Egyiptomban, az Egyesült Királyságban, Franciaországban, Hollandiában, Indiában, Japánban, Kanadában, a Kínai Köztársaságban (Taiwan), a Kínai Népköztársaságban, Kolumbiában, Kubában, Marokkóban, Németországban (volt NDK és NSZK), Olaszországban, Portugáliában, Spanyolországban, Svédországban, Szlovéniában, a volt Szovjetunióban, Tunéziában és az Egyesült Államokban jelentek meg tudományos dolgozatai.

Már a fenti felsorolás is jelzi, milyen intenzív volt tudományos együttműködése, milyen szélesek voltak külföldi kapcsolatai! A teljesség igénye nélkül felsoroljuk azokat az országokat és kutatókat, akikkel több évig, vagy akár évtizedig is együtt dolgozott. Egyiptomban: Aboul Ela, MOSTAFA, R. M., El SAADAWI, YOUSSEF, S. G. M., Franciaország: RUSSEL, D. E., Grúzia: KVAVADZE, E., Hollandia: BRINKHUIS, H., BURNETT, J. A., HERNGREEN, G. F. W., FELDER, W. E., MEESSEN, J. P. M. T., SCHURMAN, H. A. H. M., VERBEEK, J. W., India: TRIPATHI, S. K. M., MADHAV KUMAR, Németország: WINTER, J., Olaszország: PITTAU, P., Oroszország: ROVNINA, L. V., SMIRNOVA, S. B., Portugália: DINIZ, F., Spanyolország: ALVAREZ RAMIS, C., CIVIS, J., CLEMENTE BELMONTE, P., GOMEZ PORTER, P., DE PORTA, J., FERNÁNDEZ MÁRRÓN, M. T., Martín ALGARRA, SOLÉ DE PORTA, N., Szalvador: LAGOS, J.

A., Szlovénia: ANČIĆ, B., BREŽIGAR, A., BUSER, B., CIMERMAN, F., DROBNE, K., JELEN, B., PAVSIC, J., SKABERNE, D., Szovjetunió: ZAKLINSKAYA, E. D., USA: STANLEY, E. A.

Tudományos munkája elismerésül kétszer részesült külföldön kitüntetésben. Először 1986-ban Spanyolországban a Salamancai Egyetem „Medalla universitaria con el sello del estudio que se entrega en conmemoraciones o en atención a servicios distinguidos”, majd 1995-ben Indiában a Lucknowi intézet „Birbal Sahni Centenary Medal” kitüntetésében részesült.

KEDVES Miklós gazdag tudományos munkásságát nehéz lett volna összefoglalni segítség nélkül. Ezért köszönetemet fejezem ki GILYÉN Elemérnek és az OTKA iroda munkatársainak, akik készségesen rendelkezésemre bocsátottak tudományos életrajzi adatokat, és az utolsó tíz év publikációs listáját. Köszönet illeti JÁRMI Istvánnét a teljes publikációs lista elkészítésében nyújtott segítségével.

HABLY Lilla

Nemzetközi tudományos rendezvényeken meghívott előadó

1987. Berlin (Nyugat-), XIV. International Botanical Congress : Degradation of the sporoderm under natural and in vitro conditions.
1988. Reading (U. K.), Evolution Systematics and Fossil History of the Hamamelidae, An International Symposium: Evolution and Biology of the Normapolles.
1992. Aix-en-Provence (Franciaország), 8th International Palynological Congress. Upper Cretaceous Paleophytogeography on Palynological basis: Experimental investigations of the biopolymer organization of the sporoderm (recent and fossil). Társszerzők: TÓTH A. és FARKAS E.
1993. Yokohama (Japán), XVth International Botanical Congress, Sect. S 1. 8. 1., Contribution of Pollen and Spore Studies to Systematic and Evolutionary Biology (St. Blackmore, U. K. – M. Takahashi, Japán): Radial Fivefold Rotation: A New Method for the Study of the Biopolymer Organization of the Sporoderm. Társszerzők: TÓTH A. és VÉR, A.
1999. Buenos Aires, VII International Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems: Transmission electron microscopy of Mesozoic terrestrial microfloras.

KEDVES Miklós összegyűjtött tudományos publikációi

- 1955: Egy kovásodott fatörzsmaradvány xylotomiai vizsgálata. – Tudományos Diákköri Dolgozatok II/b. 3–7.
- SIMONCSICS, P. — 1957: Eine neue Sequoia-Reste aus dem Pannon der Balaton-See-Gegend. – *Acta Biologica (Szeged)* 3, 19–23.
- 1958
- 1958: Az Equisetum fajok epidermiszének vizsgálata. – Egyetemi doktori értekezés, Szeged.
- 1958: Untersuchung der Spaltöffnungsapparaten von Equisetum. – *Acta Biologica (Szeged)* 4, 149–155.
- 1959
- 1959: Xylitbestimmungen aus den Bohrungen bei Ganna und Herend. – *Acta Biologica (Szeged)* 5, 17–23.
- 1959: Morphologische Variationen der waagrecchten Wand des Längsparenhymys im Holz von *Taxodium ascendens* Brongn. – *Acta Biologica (Szeged)* 5, 161–165.
- 1959: Palynologische Untersuchungen der miozänen Braunkohlen der Herend 13 Bohrung. – *Acta Biologica (Szeged)* 5, 167–179.
- GREGUSS, P. — 1959: Adatok a hazai mezozoós fatörzsek ismeretéhez. – *MÁFI. Évi Jel.* 1957–58, 435–444.

1960

- 1960: Études palynologiques dans le Bassin de Dorog – I. – *Pollen et Spores* 2, 89–118.
- 1960: Palynologische Untersuchungen an der Braunkohlen von Várpalota. – *Acta Biologica (Szeged)* 6, 43–56.

1961

- 1961: Zur palynologischen Kenntnis des unteren Eozän von Halimba. – *Acta Biologica (Szeged)* 7, 25–41.
- 1961: Études palynologiques dans le bassin de Dorog – II. – *Pollen et Spores* 2, 101–153.
- 1961: Beobachtungen den Pollen des rezenten Ginkgo biloba L. mit besonderer Hinsicht auf die Fragen der Determination der fossilen Pollen der Ginkgoinae. – *Acta Biologica (Szeged)* 7, 31–37.
- GREGUSS, P., — 1961: Contributions à la connaissance des troncs d'arborescences mésozoïques de la Hongrie (en Hongrois résumé en Français et en Russe). – *MÁFI Évi Jel.* 1957–58, 435–444.
- SIMONCSICS, P., — 1961: Paleobotanical examinations on manganese series in Úrkút (Hungary, Transdanubia). – *Acta Miner.-Petr. Szeged.* 14, 27–57.

1962

- 1962: Palynological Investigations on the freshwater limestone layer of Lábatlan, and an attempt to divide the Hungarian Lower Eocene floras on palynologic basis. – *Acta Biologica (Szeged)* 8, 63–69.
- 1962: Palynologic investigations on the Lower Eocene layers in the surrounding country of Iszkaszentgyörgy I. – *Acta Biologica (Szeged)* 8, 71–75.
- 1962: Palynological investigations on coals of the Upper Pannonian I. – *Acta Biologica (Szeged)* 8, 77–81.
- 1962: NAGYIPOLLIS, a new pollen fgen. from the Hungarian Lower Eocene. – *Acta Biologica (Szeged)* 8, 83–84.
- 1962: Études palynologiques de quelques échantillons du bassin de Tatabánya. – *Pollen et Spores* 4, 155–168.
- 1962: Noremia, a new microfossil genus from the Hungarian Eocene, and systematical and stratigraphical problems about the Crassosphaeridae. – *Acta Miner.-Petr. Szeged.* 15, 19–27.
- SÍPOS É., — 1962: Einige Fragen betreffs des Bitumen- und Huminsäuregehaltes von ungarländischen tertiären Braunkohlen. (Ungarisch mit russische und deutsche Zusammenfassung). – *Szegedi Pedagógiai Főiskola Évkönyve* 229–238.

1963

- 1963: Complexes sporo-polliniques des couches tertiaires inférieures du sondage V. No. 133 de Várpalota (Rapport préalable). – *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* 9, 25–30.
- 1963: Contribution à la flore éocène inférieure de la Hongrie sur la base des examens palynologiques des couches houillères du puits III d'Oroszlány et du puits XV/b de Tatabánya. – *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* 9, 31–66.
- 1963: Stratigraphie palynologique des couches éocènes de Hongrie. – *Pollen et Spores* 5, 149–159.
- , SOLÉ DE PORTA, N. 1963: Comparación de las esporas del género Cicatricosisporites R. Pot. y Gell. 1933 de Hungría y Columbia. Algunos Problemas referente a su significado estratigráfico. – *Bol. de Geol. Univ. Ind. de Santander* 12, 51–76.
- SÍPOS, É., —, ENDRÉDI, L. 1963: Untersuchungen über den Bitumen- und Huminsäuregehalt der die aus dem unteren Eozän stammenden Kohlenhaltigen Deckschichten der Bauxitfelder bei Iszkaszentgyörgy bildenden Vegetationstypen. (Ungarisch mit russische und deutsche Zusammenfassung). – *Szegedi Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményeiből* 229–234.
- SÍPOS, É., —, SÍPOS, S. 1963: Komplexuntersuchungen an den Kohlenschichten aus dem unteren Eozän im III. Schacht des Bergwerkes Oroszlány. (Ungarisch mit russische und deutsche Zusammenfassung). – *Szegedi Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményeiből* 235–239.

1964

- 1964: Pollenstratigraphie der eocänen Schichten der Bohrung Nr. L-4. von Lábatlan. (Ungarisch mit russische und deutsche Zusammenfassung). – *MÁFI Évi Jel.* 1962, 251–255.
- 1964: Sporomorphes nouveaux des couches éocènes de Hongrie. – *Pollen et Spores* 6, 196–201.
- 1964: Présence des couches paléocènes en Hongrie d'après les résultats des études palynologiques. – *Pollen et Spores* 6, 203–207.
- 1964: Palinológiai vizsgálatok dunántúli paleogén rétegeken. – Kandidátusi Értekezés Tézisei, 3–5.

- , RÁKOSY, J. 1964: Intrabaculisporis n. fgen. du Pannonien supérieur de Hongrie. – *Pollen et Spores* 6, 593–596.
- , SIMONCSICS, P. 1964: Spores nouvelles extraites de minerai de manganèse jurassique de la Région d'Úrkút (Hongrie). – *Pollen et Spores* 6, 605–610.
- , SIMONCSICS, P. 1964: Microstratigraphy of the carbonate manganese ore layers of the Shaft III of Úrkút on the basis of palynological investigations. – *Acta Miner.-Petr. Szeged.* 16, 3–48.
- 1965
- 1965: A new Restionaceae pollen type from the Hungarian lower Tertiary layers. – *Advancing Frontiers of Plant Sciences* 13, 49–54.
- 1965: Contribution à la connaissance palynologique de l'Éocène Hongrois. – *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* 11, 325–360.
- 1965: Ein neuer retikulater Sporen-Typ aus dem Eozän des Braunkohlenbeckens von Dorog (Ungarn). – *Paläont. Z.* 39, 188–192.
- 1965: Palynological investigations on the Lower Eocene layers in the surrounding country of Iszkaszentgyörgy, III. – *Acta Biologica (Szeged)* 11, 33–50.
- 1965: Beiträge zur Kenntnis der oberpaläozoischen und untermesozoischen Sporenpollengesellschaften in Ungarn. – *Acta Miner.-Petr. Szeged.* 17, 19–27.
- , BOHONY, E. 1965: Kurzer Überblick über die palynologischen Ergebnisse aus dem Prae quartär Ungarns mit besonderer Berücksichtigung der stratigraphischen Stellung des urkuter Manganerze. – *Acta Miner.-Petr. Szeged.* 17, 115–122.
- , ENDRÉDI, L. 1965: Palynological investigations on the Lower Eocene layers in the surrounding country of Iszkaszentgyörgy, IV. – *Acta Biologica (Szeged)* 11, 229–231.
- , KOLOSVÁRY, G. 1965: Eozän-Korallen und faziesökologisch-biostratigraphisch bemerkenswerte Sporomorphen aus dem Bakony-Gebirge betrachtet. – *Acta Biologica (Szeged)* 12, 49–53.
- , RÁKOSY, J. 1965: Palynological investigations on the Eocene layers of boring 39. in Eplény. – *Acta Biologica (Szeged)* 11, 51–53.
- , RÁKOSY, J. 1965: Zonotrilete microspores from the Eocene bauxite layers of Gánt in Hungary. – *Acta Biologica (Szeged)* 11, 233–244.
- 1966
- 1966: Palynological data concerning the Eocene brown coal complex of Solymár (Buda-Mountain) (Hungarian, summary in English and in Russian). – *MÁFI Évi Jel.* 1964, 339–347.
- 1966: Palynologische Untersuchungen der Eozän-Braunkohlenschichten des Doroger Beckens im Gebiet von Csolnok. – *Grana Palynologica* 6, 290–296.
- 1966: Contributions sporo-polliniques à la connaissance paléobotanique des couches fossilifères de la marnière de Tatabánya. – *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* 12, 55–88.
- , ADORJÁN, A. M. 1966: Pollens fossiles de la famille des Onagraceae des couches paléogènes de la Hongrie. – *Acta Biologica (Szeged)* 12, 37–48.
- , BOHONY, E. 1966: Observations sur quelques pollens de palmiers provenant des couches tertiaires de Hongrie. – *Pollen et Spores* 8, 141–147.
- , BOHONY, E. 1966: Kurzer Überblick über die palynologischen Ergebnisse aus dem Prae quartär Ungarns mit besonderer Berücksichtigung der stratigraphischen Stellung der urkuter Manganerze. – *Acta Miner.-Petr.* 17, 115–122.
- , ENDRÉDI, L., SZELEY, Zs. 1966: Problèmes palynologiques concernant le remaniement des sédiments paléo- et mésozoïques dans des Bassins du Pannonien supérieur de Hongrie. – *Pollen et Spores* 8, 315–336.
- , JUHÁSZ, M. 1966: Spore-pollen data of the Eocene brown coal layers from the Bükk Mountain (Hungary). – *Advancing Frontiers of Plant Sciences* 17, 103–107.
- , KEREPECZKY, J. 1966: Variational-statistical examinations on Eocene trilete spores. – *Advancing Frontiers of Plant Sciences* 17, 108–114.
- , KOLOSVÁRY, J. 1966: Eozän-Korallen und faziesökologisch-biostratigraphisch bemerkenswerte Sporomorphen aus dem Bakony-Gebirge betrachtet. – *Acta Biologica (Szeged)* 12, 49–53.
- 1967
- 1967: Sur quelques problèmes de stratigraphie appliquée au Tertiaire inférieur en Europe. – *Pollen et Spores* 9, 321–334.

- 1967: Études palynologiques des couches de Tertiaire inférieur de la Région Parisienne. I. Spores. – *Pollen et Spores* 9, 521–552.
- 1967: Quelques types de sporomorphes du bassin lignitifère de Menat. – *Acta Biologica (Szeged)* 13, 11–23.
- 1967: Spore pollen data from the London Clay. – *Acta Biologica (Szeged)* 13, 25–30.
- , DINIZ, F. 1967: Quelques types de sporomorphes de sediments crétacés d'Aveiro, Portugal. – *Serv. Geol. de Portugal* 52, 17–27.
- , KARÁCSONYI, M. 1967: The recycled sporomorphs of the boring No. Ny-1 in Kecskemét. – *Acta Biologica (Szeged)* 13, 11–13.
- , RÁKOSY, J. 1967: Evaluation of the spore-pollen assemblage of the bauxite in Gánt. – *Acta Biologica (Szeged)* 13, 15–18.

1968

- 1968: Études palynologiques des couches de Tertiaire inférieur de la Région Parisienne. II. Tableau de quelques espèces et types de sporomorphes. – *Pollen et Spores* 10, 117–128.
- 1968: Études palynologiques des couches de Tertiaire inférieur de la Région Parisienne. III. Pollens inaperturés, à ballonnets, polypliqués, monocarpés, disulqués, trichotomosulqués, et proxaperturés. – *Pollen et Spores* 10, 315–334.
- 1968: Übersicht über die Fossil-Flora des Bakony-Gebirges auf Grund palynologischer Ergebnisse. (Ungarisch mit russische, französische und deutsche Zusammenfassung). – *Veszprém Megyei Múzeumok Közleményei* 7, 91–98.
- , ENDRÉDI, L. 1968: Palynologic investigations in the strata of "Buda Marl" with plant remains. – *Acta Biologica (Szeged)* 14, 11–18.
- , JURAY, M. 1968: L'importance de la sculpture et des dimensions à la séparation de certaines spores trilétes de Schizaeaceae. – *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* 14, 71–75.
- , KIRÁLY, E. 1968: A propos des régions paléophytogéographiques du Crétacé et du Paléogène d'après les données palynologiques, I. – *Acta Biologica (Szeged)* 14, 19–28.
- , SIMONCSICS, P. 1968: Reconstruction relying on results of palynology of a plant assembly forming a young tertiary Angolan brown-coal layer. – *Botanikai Közlemények* 55, 187–189.
- , URI KISS, I. 1968: Etudes comparatives sur les pollens du genre *Alnus* du Tertiaire de Hongrie. – *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* 14, 315–321.

1969

- 1969: Palynological Studies on Hungarian Early Tertiary Deposits. – Akadémiai Kiadó, Budapest. 84 PP.
- 1969: Études palynologiques des couches de Tertiaire inférieur de la Région Parisienne. IV. Pollens des Normapollens. – *Pollen et Spores* 11, 385–396.
- SIMONCSICS, P., — 1969: The pollen grains of the Carbonate Manganese ore of the shaft III. in Úrkút. – *Acta Miner.-Petr. Szeged.* 19, 85–94.

1970

- 1970: Études palynologiques des couches du Tertiaire inférieur de la Région Parisienne V. Pollens triporés subtriporés et intratriporés. – *Pollen et Spores* 12, 83–97.
- , KIRÁLY, E. 1970: Problems of Cretaceous-Palaeogene palaeophytogeographical regions based on palynological results II. – *Acta Biologica (Szeged)* 16, 63–72.
- , PÁRDUTZ, Á. 1970: Die Bedeutung ultrastruktureller Untersuchungen bei der Lösung entwicklungsgeschichtlicher Fragen der fossilen Angiospermatophyten Pollen. (Ungarisch mit deutsche Zusammenfassung). – *Botanikai Közlemények* 57, 57–58.
- , PÁRDUTZ, Á. 1970: Études palynologiques des couches du Tertiaire inférieur de la Région Parisienne VI. Ultrastructure de quelques pollen d'Angiospermes de l'Eocène inférieur (Sparnacien). – *Pollen et Spores* 12, 553–575.
- , ZSIVIN, Zs. 1970: Spore-pollen data from the marl layers of Mte Bolca. – *Acta Biologica (Szeged)* 16, 55–68.

1971

- 1971: Présence de types sporomorphes importants dans les sédiments préquaternaires Égyptiens. – *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* 17, 371–376.

- , HEGEDŰS, M., BOHONY, E. 1971: Normapollen taxa from Palaeocene sediments. – *Acta Biologica (Szeged)* **17**, 49–62.
- , SIMONCSICS, P. 1971: Investigation of spores and pollen grains of the carbonate manganese ore bore samples from Úrkút. – *Acta Miner. – Petr. Szeged*. **21**.
- HEGEDŰS, M., —, PÁRDUTZ, Á. 1971: Ultrastructural investigations on fossil Angiosperms exines of Upper Cretaceous. – *Advancing Frontiers of Plant Sciences* **28**, 317–329.
- 1972
- 1972: Fosszilis sporomorfák ultrasztruktúrája. – Doktori értekezés tézisei, 1–13.
- , HEGEDŰS, M. 1972: Periporat-Pollenkörner aus den oberkretazischen Ablagerungen Portugals (Ungarisch mit deutsche Zusammenfassung). – *Botanikai Közlemények* **58**, 19–21.
- , PÁRDUTZ, Á. 1972: Elektromikroszkópos vizsgálatok fosszilis zárwatermő polleneken. – *Őslénytani Viták (Discussiones Paleontologicae)* **20**, 71–75.
- HEGEDŰS, M., —, PÁRDUTZ, Á. 1972: Ultrastructural investigations of Upper Cretaceous Angiosperms exines II. – *Acta Biologica (Szeged)*, **18**, 55–69.
- Zaklinskaja, E., —, HEGEDŰS, M., PÁRDUTZ, Á. 1972: Étude de l'ultrastructure du genre de forme *Betpakdalina*. – *Pollen et Spores* **14**, 323–332.
- , PÁRDUTZ, Á. 1972: Fosszilis Pteridophyta spórák és Gymnospermatophyta pollenszemek ultrasztruktúra vizsgálata. – X. Biol. Vándorgy. Előad. Ism. 144.
- 1973
- 1973: Paleogene fossil sporomorphs of the Bakony Mountains. Part. 1. – *Studia Biol. Acad. Sci. Hung.* **12**, 1–134.
- 1973: The present state of ultrastructural research into fossil sporomorphs. – *Acta Biologica (Szeged)* **18**, 13–18.
- , PÁRDUTZ, Á. 1973: Ultrastructural studies on Amentiflorae pollen grains, I. – *Acta Biologica (Szeged)* **19**, 19–32.
- , PÁRDUTZ, Á. 1973: Ultrastructure investigations of Angiospermatophyta pollens from the Lower Eocene. – *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* **18**, 135–154.
- , PÁRDUTZ, Á. 1973: Ultrastructure examination of fossil Pteridophyta spores and Gymnospermatophyta pollens. – *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* **18**, 307–313.
- , HEGEDŰS, M., PÁRDUTZ, Á. 1973: L'étude de l'ultrastructure des pollens fossiles des Angiospermes du Crétacé supérieur et du Tertiaire inférieur. – Proc. III. IPC, Morphology and systematics of fossil pollen and spores, 31–33.
- 1974
- 1974: Electron microscopic examinations in pollen grains of fossil Angiosperm. (Hungarian, with English summary) – *Botanikai Közlemények* **61**, 283–287.
- 1974: Paleogene fossil sporomorphs of the Bakony Mountains. Part. II. – *Studia Biol. Acad. Sci. Hung.* **13**, 1–124.
- , PÁRDUTZ, Á. 1974: Ultrastructural studies on Amentiflorae pollen grains, II. – *Acta Biologica (Szeged)* **20**, 69–80.
- , PÁRDUTZ, Á. 1974: Ultrastructural studies on Mesozoic inaperturate Gymnospermatophyta pollen grains. – *Acta Biologica (Szeged)* **20**, 81–88.
- , STANLEY, E. A., ROJIK, I. 1974: Observations nouvelles sur l'ectexine des pollens fossiles des Angiospermes de l'Eocène inférieur. – *Pollen et Spores* **16**, 425–437.
- DINIZ, F., —, SIMONCSICS, P. 1974: Les sporomorphes principaux de sédiments crétacés de Vila Flor et de Carração, Portugal. – *Com. Serv. Geol. Portugal* **58**, 161–183.
- PÁRDUTZ, Á., JUHÁSZ, M., DINIZ, F., — 1974: Teixeiraipollenites globosus n. fgen. et fsp. du Crétacé supérieur de Portugal et étude de l'ultrastructure de son exine. – *Com. Serv. Geol. Portugal* **58**, 184–194.
- 1975
- 1975: Sur les problèmes de la structure et de la nomenclature de l'exine des pollens des Angiospermes fossiles. – *Soc. bot. Fr., Coll. Palynologie* **122**, 69–73.
- , ANTUNOVICS, J. 1975: New characteristics in the submicroscopic exine structure of the pollen grains of Nymphaeaceae from an evolutionary point view. – *Acta Biologica (Szeged)* **21**, 41–42.

- , HEGEDŰS, M. 1975: Pollen grains of the Interporopollenites fgen. from sediments of the Upper Cretaceous period in Portugal. — *Acta Biologica (Szeged)* **21**, 43–62.
- , RADVÁNSZKI M. 1975: The application of scanning electron microscopical method in some plant microfossils. — *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* **21**, 1–2., 51–59.
- STANLEY, E. A., — 1975: Electronmicroscopical investigations of the Mormapolles group and some other selected European and North American Angiosperm pollen I. — *Pollen et Spores* **17**, 233–271.
- 1976
- KEDVES M. 1976: Scanning electron microscopical investigations on the pollen grains of the Operculati VENK. et GÓCZ. 1964. — *Acta Biologica (Szeged)* **22**, 29–36.
- , STANLEY, E. A. 1976: Electronmicroscopical investigations of the Normapolles group and some other selected European and North American Angiosperm pollens II. — *Pollen et Spores* **18**, 105–127.
- , STANLEY, E. A. 1976: Electronmicroscopical investigations of the form-genus Pentapollenites KRUTZSCH 1958, and its re-establishment as a valid genus. — *Pollen et Spores* **18**, 289–297.
- 1977
- 1977: Contribution de l'ornementation en stries concentriques à la connaissance des microfossiles. — *Pollen et Spores* **19**, 404–414.
- 1977: Electronmicroscopical examinations of fossil Angiospermatophyta pollen grains from the Paleocene and the Middle Eocene. — *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* **23**, 97–103.
- 1978
- 1978: Paleogene fossil sporomorphs of the Bakony Mountains. Part III. — *Studia. Biol. Acad. Sci. Hung.* **15**, 1–166.
- 1978: Ultrastructure investigations into fossil Salviniaceae spores. — *Acta Biologica (Szeged)* **24**, 19–22.
- 1978: Palynological investigations into sediments of the Lower Palaeogene period in Bulgaria. — *Acta Biologica (Szeged)* **24**, 23–30.
- 1978: Electronmicroscopical examinations of fossil Angiospermatophyta pollen grains from the Paleocene and the Middle Eocene. — *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* **23**, 97–103.
- 1978: On nomenclature problems of the Prequarter fossil sporomorphs. — IV. Int. Palynol. Conf., Lucknow 1976–77 **1**, 191–193.
- , SIMONCSICS, P. 1978: The sporomorphae of an Angolan brown coal. — *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* **24**, 69–89.
- 1979
- 1979: Palynological investigations on sediments of the Lower Danian (Fish Clay, Denmark) I. — *Acta Miner.-Petr. Szeged.* **24**, 167–186.
- 1979: Scanning electron microscopy of some selected recent Amentiflorae pollens I. — *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* **25**, 75–82.
- 1979: Scanning electron-microscopical investigations into the sporomorphs of the coal layers in the Dorog Basin. — *Acta Biologica (Szeged)* **25**, 35–44.
- 1979: Intraspecific morphological variations at recent Angiospermatophyta pollen grains. — *Acta Biologica (Szeged)* **25**, 65–68.
- 1979: Testing of the spores in the Equisetum genus (In Hungarian, summary in English). — *Botanikai Közlemények* **66**, 195–204.
- 1979: Palynological investigations on sediments of the Lower Danian (Fish Clay, Denmark) I. — *Acta Miner.-Petr. Szeged.* **24**, 167–186.
- , DINIZ, F. 1979: Les pollens d'Angiospermes du Crétacé de Vila Flor, Portugal. Genres de forme Atlantopollis et Limaipollenites. — *Bol. Soc. Geol. de Portugal*, **21**, 203–216.
- , DINIZ, F. 1979: Étude au microscope électronique à balayage de quelques espèces du genre de forme Interporopollenites du Crétacé d'Arada, Portugal. — *Bol. Soc. Geol. de Portugal*, **21**, 217–226.
- , PITTAU, P. 1979: Contribution à la connaissance des pollens des Normapolles du "groupe papilloïde" du Crétacé supérieur du Portugal. — *Pollen et Spores* **21**, 169–209.
- 1980
- 1980: Morphological investigation on recent Palmae pollen grains. — *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* **26**, 339–373.
- 1980: Palynological investigations on Austrian Upper Cretaceous and Lower Tertiary sediments. — *Acta Biologica (Szeged)* **26**, 63–77.

- 1980: Palynological investigations on sediments of the Lower Danian (Fich Clay, Denmark) II. – *Acta Miner. - Petr. Szeged* **24**, 355–376.
 - 1980: Les pollens du genre de forme *Complexiopollis* W. KR. 1959 em. TSUDY 1973 du Cenomanien supérieur de Vila Flor (Portugal). – *Revista Española de Micropaleontología* **12**, 469–488.
 - , HERINGREEN, G. F. W. 1980: Palynology of the stratotype of the Maestrichtian and the Gulpen Formation, ENCI section, Maastricht, The Netherlands. – *Pollen et Spores* **22**, 483–544.
 - 1980: Evolutionary problems of Early Brevaxones pollen grains. – 5. Internat. Palynol. Conf., Abstracts, p. 198.
- 1981
- 1981: Études palynologiques sur les sédiments préquaternaires de l'Égypte. Néogène. I. – *Grana* **20**, 119–130.
 - 1981: The evolutionary significance of the Angiospermous exine ultrastructure and sculpture. – Intern. Symp. Concept and Method in Paleontology, Barcelona, 75–83.
 - 1981: Definitions of evolutionary trends within and classification of Early Brevaxonate pollen. – *Rev. Palaeobotan. Palynol.* **35**, 149–154.
 - 1981: Scanning electron-microscopic investigations on the sporomorphs of the Upper Pannonian in Hungary. – *Acta Biologica (Szeged)* **27**, 89–103.
 - 1981: Letter of Hungarian Palynologist. – *Japanese Journal of Palynology* **27**, 70.
 - , DINIZ, F. 1981: Probrevaxones, a new pollen group for the first Brevaxones form-genera from the Upper Cenomanian of Portugal. – *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* **27**, 383–402.
 - , DINIZ, F. 1981: Contribution à la connaissance des pollens d'Angiospermes du Crétacé supérieur du Portugal. – *Bol. Soc. Geol. Portugal* **22**, 19–39.
 - , PÁRDUTZ, Á. 1981: Études au microscope électronique à transmission des exines des premiers Brevaxones. – *Revista Española de Micropaleontología* **13**, 273–288.
 - , PÁRDUTZ, Á. 1981: Transmission electron microscopic (TEM) investigations on Upper Cretaceous spores from Vila Flor (Portugal). – *Acta Biologica (Szeged)* **27**, 105–115.
- 1982
- 1982: History of the paleophytogeographical regions based on plant microfossils. – *Japanese Journal of Palynology* **28**, 22.
 - 1982: Studies on the pollen grains of recent Castaneoideae. I. – *Acta Biologica (Szeged)* **28**, 1–4.
 - , PÁRDUTZ, Á. 1982: Complex studies on the pollen grains of *Elaeagnus angustifolia* L. – *Acta Biologica (Szeged)* **28**, 75–83.
 - , PÁRDUTZ, Á. 1982: Ultrastructural investigations of the early Normapolles taxa *Complexiopollis* and *Limaipollenites*. – *Palynology* **6**, 149–159.
 - , RUSSEL, D. A. 1982: *Palynology* of the Thanetian layers of Menat. – *Paleontographica B*, **182**, 87–150.
 - 1982: Historia de las regiones paleofitogeográficas a partir de los datos palinológicos. – IV. Simposio de Palinología, Programa, Resúmenes y lista de participantes, 23.
- 1983
- 1983: Études paléobotaniques sur les schistes pétrolifères du Tertiaire supérieur de Hongrie. – *Rev. de Micropaléont.* **26**, 48–53.
 - 1983: Études palynologiques sur les sédiments préquaternaires de l'Égypte. Néogène. II. – *Grana* **22**, 39–49.
 - 1983: La stratification de l'exine et la morphologie des Normapolles. – *Physio-Géo* **6**, 53–67.
 - 1983: Development of the European Brevaxones pollen grains and the main stages of their evolution during the Lower and Middle Senonian. – *Pollen et Spores* **25**, 487–597.
 - 1983: The phylogenetic and taxonomic questions of the pollen grains of Angiospermatophyta. (In Hungarian, summary in English) – *Botanikai Közlemények* **70**, 13–17.
 - 1983: Beszámoló az APLE IV. Palinológiai Szimpóziumáról (Barcelona, 1982. október 7–9). – *Botanikai Közlemények* **70**, 115–116.
 - 1983: A paleofitogeográfiai régiók fejlődéstörténete a növényi mikrofossziliák alapján. – *MTA Biol. Oszt. Közl.* **25**, 697–704.
 - 1983: *Endoinfundibulapollis distinctus* R. Tschudy 1975, from the Upper Cretaceous from the southern part of Hungary. First occurrence of this form-genus from Europe. – *Acta Biologica (Szeged)* **29**, 199–200.

- 1983: L'histoire des régions paléophytogéographiques d'après les données palynologiques. — In: Actas del IV. Simposio de Palinología APLE, Barcelona, 337–349.
- , DINIZ, F. 1983: Les Normapolles du Crétacé supérieur en Europe: Implications paléobiogéographiques. — *Geobios* **16**, 329–345.
- , DINIZ, F. 1983: Contribution à la connaissance des pollens d'Angiospermes du Crétacé supérieur du Portugal. — *Bol. Soc. Geol. de Portugal* **22**, 19–31.
- , PÁRDUTZ, Á. 1983: Electron microscope investigations of the early Normapolles pollen genus *Atlantopollis*. — *Palynology* **7**, 153–169.
- , PÁRDUTZ, Á. 1983: Scanning electron microscopy of some selected recent Amentiflorae pollens II. — *Acta Biologica (Szeged)* **29**, 67–76.
- , PÁRDUTZ, Á. 1983: Studies on the pollen grains of recent Castaneoideae II. — *Acta Biologica (Szeged)* **29**, 77–88.
- 1984
- 1984: Études palynologiques sur les sédiments préquaternaires de l'Égypte. Danien. — *Revista Española de Micropaleontología* **16**, 43–50.
- 1984: Upper Cretaceous sporomorphs from the southern part of Hungary (Csávoly). — *Acta Biologica (Szeged)* **30**, 75–89.
- 1984: Étude palynologique d'un lignite tertiaire de Blão, Viet-nam I. — *Acta Biologica (Szeged)* **30**, 91–105.
- 1984: Ultrastructure de la paroi des spores des Lycopodiaceae du Crétacé supérieur d'Égypte. — *Revue de Micropaléontologie* **27**, 189–195.
- 1984: Cretaceous sporomorphs from Gubbio, Italy. — *Palaeontographia Italica* **73**, 34–40.
- , KÖRMÖCZI, L. 1984: Los problemas de la preservación de esporomorfos bajo condiciones diferentes. — V. Simposio de Palinología APLE, Córdoba 1984, Resúmenes, 25.
- , SOLÉ DE PORTA, N., DE PORTA, J., CIVIS, J. 1984: Estudio de los sedimentos del Barranco de La Posa (Lerida, España). — V. Simposio de Palinología APLE, Córdoba 1984, Resúmenes, 26.
- 1985
- 1985: Structural modification of degraded fossil sporomorphs. — *Micropaleontology* **31**, 175–180.
- 1985: Études palynologiques sur les sédiments préquaternaires de l'Égypte. Oligocène. — *Revista Española de Micropaleontología* **17**, 333–346.
- 1985: Études palynologiques d'un lignite tertiaire de Blao, Viet-Nam II. — *Acta Biologica (Szeged)* **31**, 97–113.
- 1985: The present day state of Upper Cretaceous palaeophytogeography on palynological evidence. — *Acta Biologica (Szeged)* **31**, 115–127.
- 1985: LM, TEM and SEM investigations on recent inaperturate Gymnospermatophyta pollen grains. — *Acta Biologica (Szeged)* **31**, 129–146.
- , KÖRMÖCZI, L. 1985: Sur les problèmes de conservation des sporomorphes dans des conditions différentes. — *An. Asoc. Palinol. Leng. Esp.* **2**, 263–271.
- , SOLÉ DE PORTA, N., PORTA DE J., CIVIS, J. 1985: Estudio palinológico de los sedimentos Maastrichtienses del Barranco de la Posa (Prepirineo, Lerida, España). — *An. Asoc. Palinol. Leng. Esp.* **2**, 247–253.
- , SZEDERKÉNYI, T. 1985: The importance of spore-pollen investigation in the recognition of the radioactive element of the lake mud. — *Acta Biologica (Szeged)* **31**, 215–216.
- Porta de, J., —, SOLÉ DE PORTA, N., CIVIS, J. 1985: Palinología del Maastrichtiense del Barranco de La Posa (Lerida, España). Problemática regional. — *Rev. Inv. Geol.* **40**, 5–28.
- 1986
- 1986: Introduction to the *Palynology* of pre-Quaternary deposits. Part. I. — *Studia Biologica Acad. Sci. Hungaricae* **19**, 1–164.
- 1986: Introduction to the *Palynology* of pre-Quaternary deposits. Part. II. — *Studia Biologica Acad. Sci. Hungaricae* **20**, 1–144.
- 1986: Paleogene fossil sporomorphs of the Bakony Mountains IV. — *Studia Biologica Acad. Sci. Hungaricae* **21**.
- 1986: Dégradation expérimentale des colonies du genre *Botryococcus* des schistes pétrolifères du Tertiaire supérieur de Hongrie. — *Acta Biologica (Szeged)* **32**, 39–48.

- 1986: In vitro destruction of the exine of recent palynomorphs I. – *Acta Biologica (Szeged)* **32**, 49–60.
- 1986: On the problem of the exine nomenclature. – *Acta Biologica (Szeged)* **32**, 205–206.
- 1986: Explosion of pollen grains under the electron beam effect of the scanning electron microscope. – *Acta Biologica (Szeged)* **32**, 207–208.
- 1986: A complex study of plant microfossils of oil shale by LM, TEM and thin layer chromatography. – *Botanikai Közlemények* **73**, 25–32.
- 1986: Palynological investigations of Prequaternary Sediments of Egypt. Lower part of the Nubian Sandstone in the Kharga Oasis. – *Z. geol. Wiss. Berlin* **14**, 331–355.
- 1986: Études palynologiques sur les sédiments préquaternaires de l'Égypte. Eocène. – *Revista Española de Micropaleontología* **18**, 5–26.
- , SZEDERKÉNYI, T. 1986: Investigations on the microscopic plant remnants and radioactive element contents of some mud samples of the Hungarian Plain. – *Acta Biologica (Szeged)* **32**, 209–211.
- HERNGREEN, G. F. W., FELDER, W. M., —, MEESSEN, J. P. M. T. 1986: *Micropaleontology* of the Maestrichtian in Borehole Bunde, The Netherlands. – *Review of Paleobotany and Palynology Palynol.* **48**, 1–70.
- HÉTÉNYI, M., — 1986: Organic geochemical characterization of brown coals by thermal degradation and modified Rock-Eval method. – *Acta Miner.-Petr. Szeged.* **28**, 95–108.
- 1986: Dégénération expérimentale de la paroi pollinique. – VI. Simp. de Palinol. APLE, Resúmenes, 20.
- 1986: Aspects and problems of the examination of the fossil spores and pollen grains. – IV. Magyar Növényanatómiai Szimpózium, Abstracts, 15.

1987

- 1987: In vitro destruction of the exine of recent palynomorphs II. – *Acta Biologica (Szeged)* **33**, 49–56.
- 1987: Paleophytogeography of the angiosperm pollen grains during the Upper Cretaceous and the Tertiary I. – *Acta Biologica (Szeged)* **33**, 35–47.
- 1987: Molecular structures from the organic remnants of the carbonate manganese ore layers of the III. shaft of Úrkút, Hungary. – *Acta Biologica (Szeged)* **33**, 57–62.
- 1987: Higher organized sporopollenin biopolymer structures and the explosion of the pollen grains under scanning effect. – *Acta Biologica (Szeged)* **33**, 163–165.
- 1987: LM and EM studies on pollen grains of recent *Welwitschia mirabilis* HOOK. and *Ephedra* species. – *Acta Bot. Hung.* **33**, 81–103.
- 1987: Altérations des associations sporo-polliniques préquaternaires 25 ans après le premier traitement de sédiment. – Travaux et documents de géographie tropicale, palynologie. Paléocécologie, Bordeaux. Résumés, 70.
- 1987: Dégénération expérimentale de la paroi polliniques. – Actas de Palinologia (Actas del VI. Simposio de Palinologia, A.P.L.E.) Salamanca, 395–408.
- 1987: Altérations des associations sporo-polliniques préquaternaires 25 ans après le premier traitement du sédiment. – Travaux et documents de géographie tropicale. – X. Symp. APLF "Palynologie, Ecologie, Pléocécologie", Talence, Résumés, 70.
- 1987: Methodological problems in the investigation of the biopolymer units of the sporoderm. – 20th Ann. Meeting, AASP. Halifax, Nova Scotia, Canada, Programme and Abstracts, 100.
- 1987: Degradation of the sporoderm under natural and in vitro conditions. – XIV. Int. Bot. Congr. W. Berlin, Abstracts, 595.

1988

- 1988: Paleophytogeography of the angiosperm pollen grains during the Upper Cretaceous and the Tertiary II. – *Acta Biologica (Szeged)* **34**, 45–57.
- 1988: Degradation on the sporoderm under natural and in vitro conditions. – *Acta Biologica (Szeged)* **34**, 59–69.
- 1988: About the symmetry of the pentagonal basic biopolymer units of the pollen wall. – *Acta Biologica (Szeged)* **34**, 157–159.
- 1988: First observation on the higher organized biopolymer structures of the exine of bisaccate gymnosperm pollen grains. – *Acta Biologica (Szeged)* **34**, 161–163.
- 1988: Alterations des associations sporo-polliniques Eocènes à la suite du traitement. Palynologique. – *Revista Española de Micropaleontología* **20**, 389–399.
- 1988: Methodological problems in the investigation of the biopolymer units of the sporoderm. – *Palynology* **12**, 242.

- 1988: Trends and problems of the researches of fossil spores and pollen grains. – *Ann. Univ. Sci. Budapest., Sect. Geol.* **28**, 169–175.
- 1988: Beszámoló az A.P.L.F. IX., a trópusi környezet palinológiája témakörben megrendezett szimpóziumáról 1985. Montpellier. – *Botanikai Közlemények* **74–75**, 251–253.
- 1988: Beszámoló az A.P.L.E. VI. szimpóziumáról 1986. Salamanca. – *Botanikai Közlemények* **74–75**, 251–253.
- , SZEDERKÉNYI, T. 1989: Transmission electron microscopical investigation of xylem remains transporting radioactive elements in the mud of lake Vadkert. – *Acta Biologica (Szeged)* **34**, 71–81.
- , WINTER, J. 1988: Higher organized biopolymer units of *Equisetum maximum* LAMK. – *Acta Bot. Hung.* **34**, 361–374.
- ABOUL ELA, N. M., — 1988: Palynological studies on the intercalated sediments of the Yemen volcanics near Sana'a. – *Ann. Univ. Sci. Budapest. Sect. Geol.* **28**, 27–41.
- NAGY, E., — 1988: State of palynological research in Hungary. – *Acta Bot. Hung.* **34**, 311–324.
- 1988: Quasi-crystalloid basic molecular structure of the sporoderm. – 7. Intern. Palynol. Congr. Brisbane, Abstracts, 82.
- 1988: Degrees of biopolymer organization of the sporoderm as a contribution to the new concept of global Geosphere-Biosphere modelling. – 21st Ann. Meeting, A.A.S.P., Houston, Texas, USA, Program and Abstracts, 13, 284.
- 1988: Evolution and biology of the Normapolles. – Int. Symp. Univ. of Reading. (Evolution, systematics and fossil history of the Hamamelidae). Synopsis of Hamamelidae Abstract, 16.
- , KINCSEK, I., AMBRUS, E., FEJES, A., GYEBROVSI, B. 1988: La estructura molecular de la exina en algunos granos de polen bialados de gimnospermas. – VII Simposio de Palinología, A.P.L.E., Granada, Resúmenes, 67.
- 1989
- 1989: Quasi-crystalloid biopolymer structures of the sporoderm and its highly organized degrees. – *Acta Biologica (Szeged)* **35**, 59–70.
- 1989: Méthode d'étude des biopolymères de la paroi pollinique à structure quasi-cristalloïde. – *Rev. de Micropaléontologie* **32**, 226–234.
- 1989: Degrees of biopolymer organization of the sporoderm as a contribution to the new concept of global Geosphere-Biosphere modelling. – *Palynology* **13**, 284.
- 1989: Evolution on the Normapolles complex. – In: Evolution, Systematics, and Fossil History of the Hamamelidae. Vol. 2 'Higher Hamamelidae', eds.: Crane, P. R., Blackmore, S., Clarendon Press Oxford, Systematics Association Special Volume 40B, 1–7.
- 1989: Beszámoló a XIV. Nemzetközi Botanikai Kongresszus palinológiai eredményeiről. – *Botanikai Közlemények* **76**, 147–149.
- 1989: Beszámoló az APLF X. szimpóziumáról (Bordeaux, 1987. szept. 28 – okt. 2.). – *Botanikai Közlemények* **76**, 151–153.
- , KINCSEK, I. 1989: Effect of the high temperature on the morphological characteristic features of the sporomorphs I. – *Acta Biologica (Szeged)* **35**, 233–235.
- , ROJIK, I. 1989: Investigation of the biopolymer organization of partially degraded exines with the fragmentation method. – *Acta Biologica (Szeged)* **35**, 71–80.
- , TÓTH, A., FARKAS, E., BELLON, A., SCHMÉL, Á. 1989: Methodical problems of the biopolymer organization of partially degraded ectexine. – *Ann. Univ. Sci. Budapest. Sect. Geol.* **29**,
- , WINTER, J. 1989: Higher organized sporoderm biopolymer units of *Equisetum arvense* L. – *Acta Biologica (Szeged)* **35**, 361–374.
- GÉVAY, G., — 1989: A structural model of the sporopollenin based on dedecahedrane units. – *Acta Biologica (Szeged)* **35**, 53–57.
- 1989: New trends in micropaleontological researches. – II. European Palaeobotanical Conference, Madrid, Abstracts, 3.
- 1989: Palynologie et Paléoécologie du Maestrichtien de L'Égypte. – I. Symp. de Palynologie Africaine, Rabat. Abstracts.
- 1989: Transmission electron microscopical investigations on partially degraded plant cell walls. – Vth Symp. Hung. Plant Anatomy, Szeged, Abstracts of Papers, 22.
- , KINCSEK, I. 1989: Quasi-crystalloid biopolymer organization of the fossil spore and pollen wall. – II. European Palaeobotanical Conf. Madrid, Abstracts, 16.

1990

- 1990: Experimental investigations on recent Selaginella spores. – *Taiwania* 35, 240–252.
- 1990: Palynological studies on manganese ore layers in Úrkút (Transdanubia), Hungary. – *Ore Geol. Rev.* 5, 491–507.
- 1990: First observation on the biopolymer organization of the intine. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 2, 43–48.
- 1990: Quasi-crystalloid basic molecular structure of the sporoderm. – *Rev. Palaeobot. Palynol.* 64, 181–186.
- 1990: Highly organized biopolymer structures from the ectexine of *Thalictrum flavum* L. – *Acta Biologica (Szeged)* 36, 99–101.
- 1990: Transmission electron microscopy of the fossil angiosperm exines. – Szeged.
- , AILER, P. 1990: Investigations on recent monosulcate Gymnospermatophyta pollen grains. – *Acta Biologica (Szeged)* 36, 103–105.
- , KINCSEK, I., AMBRUS, E., FEJES, A., GYEBROVSZKI, B. 1990: Molecular structure of the exine of some gymnospermous bisaccate pollen grains. – In: *Polen, esporas y sus aplicaciones*, eds: Blanca, G. et al. Granada. 117–121.
- 1990: Palaeophytogeography of the Upper Cretaceous of the European and North African regions on the basis of palynological data. – *Int. Symp. Nonmarine Cretaceous Correlation, Alma-Ata. Abstracts.* 26–27.
- 1990: Effect of the high temperature to the spores and pollen grains. – 8th Simposio de Palinologia APLE, Tenifere (Islas Canarias), Resúmenes, 43.
- HETÉNYI M., — 1990: Relations between the hydrocarbon genetic features of kerogens and their biological precursor material. – *International Symposium on Geochemical Prospecting. Method of Geochemical Prospecting, Extended Abstracts. Geol. Survea, Prague*, 246.

1991

- 1991: Kvázi-krisztalloid biopolimer struktúrák növényi sejtfalból. Quasi-crystalloid biopolymer structures from plant cell walls. – *Bio Tár* 7, 31.
- 1991: First observations on the biopolymer organization of the intine. – *Plant Cell Biology and Development* 1, 15–27.
- 1991: Biopolymer organization of the partially degraded oil shale with the fragmentation method. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 1, 28–31.
- 1991: Illustrations of the quasi-crystalloid biopolymer structures from the explosive dangerous coal pulver. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 2, 34–35.
- 1991: TICOS polyhedra as a model in the pentasporan organization. Short communication. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 2, 43–48.
- 1991: Three dimensional modelling of the biopolymer structure of the plant cell wall. I. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 2, 63–74.
- 1991: Report on the activities of Palaeobotanical Subcommittee (In Hungarian, summary in English). – *Őslénytani Viták (Discussiones Paleontologicae)* 36–37, 67–76.
- 1991: The biopolymer organization of the organic plant microfossils. (Hungarian, with English summary) – *Őslénytani Viták (Discussiones Palaeontologicae)* 36–37, 77–89.
- , FARKAS, E. 1991: Basic of the tertiary rotation and TICOS modelling of the quasi-crystalloid biopolymer skeleton of the plant cell. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 2, 36–42.
- , FARKAS, E., MÉSZÁROS, K., TÓTH, A., VÉR, A. 1991: Investigations on the basic biopolymer structure of the ectexine of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 2, 49–58.
- , PÁRDUZ, Á., FARKAS, E., VÉR, A. 1991: Basic establishment of the biological objects molecular structure containing quasi-crystalloid skeleton. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 1, 35–37.
- , PÁRDUZ, Á., VÉR, A. 1991: Biopolymer organization of the partially degraded exines of saccate gymnosperm pollen grains. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 1, 32–34.
- , ROJIK, I. 1991: Quasi-crystalloid biopolymer organization from the sclereids of *Armeniaca vulgaris* LAM. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 2, 59–62.
- , ROJIK, I., VÉR, A. 1991: Biopolymer organization of the partially degraded oil shale with the fragmentation method. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 1, 28–31.

- , TÓTH, A., FARKAS, E. 1991: High temperature effect on the spores of *Equisetum arvense* L. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **1**, 8–14.
- , TÓTH, A., FARKAS, E. 1991: Effect of the high temperature on the morphological characteristic features of the sporomorphs II. – *Acta Biologica (Szeged)* **37**, 25–44.
- EL-SAADAWI, W. E., — 1991: Palaeobotanical investigations on plant impressions and sporomorphs from Egypt. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **2**, 8–33.
- HETÉNYI, M., — 1991: Relation between the hydrocarbon genetic features of kerogens and their biological precursor material. – *Exploration Geochemistry 1990. Prague. Proceedings* 128–132.
- 1991: Les modèles à trois dimension de l'organisation biopolymère du sporoderme. – *Biogéographie et Palynologie, XII. Symp. APLE, Caen, Résumé.*
- 1992
- 1992: Three dimensional modelling of the biopolymer structure of the plant cell wall. II. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **3**, 67–87.
- 1992: Études palynologiques des couches du Tertiaire inférieur de la Région Parisienne. VII. – *Acta Bot. Szeged.* **38**, 33–46.
- 1992: Quasi-crystalloid biopolymer structures from the explosive dangerous coal pulver from Hungary. – *Ann. Univ. Sci. Budapest. Sect. Geol.* **29**, 281–284.
- 1992: Studies of the plant microfossil remnants of the Southern Bakony (In Hungarian, summary in English) – *Őslénytani Viták (Discussiones Palaeontologicae)* **38**, 47–57.
- 1992: Biopolimer struktúrák szimmetriája. In: *Szimmetria–Aszimmetria Megközelítések, Értelmezések* – MTA SZTB, Szeged, ed: Balogh, T., 5–18.
- , HEGEDŰS, A., OLÁH, I. 1992: High temperature effect of some bisaccate gymnosperm pollen grains. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **3**, 14–37.
- , PÁRDUTZ, Á. 1992: Transmission electron microscopy of partially dissolved exines of different bisaccate gymnosperm pollen grains. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **3**, 38–66.
- , PÁRDUTZ, Á. 1992: TEM study of ultrathin sections of the partially degraded wall of the sclereids of *Armeniaca vulgaris* LAM. (Short communication) – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **3**, 88–91.
- , PÁRDUTZ, Á. 1992: X-ray effect to the exine ultrastructure of *Alnus glutinosa* (L.) GAERTN. – *Taiwania* **37**, 123–133.
- , TÓTH, A., FARKAS, E., BELLON, A., SCHMÉL, Á. 1992: Methodical problems of the biopolymer organization of partially degraded ectexine. – *Ann. Univ. Sci. Budapest. Sect. Geol.* **29**, 263–279.
- FERNÁNDEZ MARRÓN, M. T., — 1992: Sobre el carácter interdisciplinar de los estudios paleobotánicos. (Interdisciplinary character of the palaeobotanical studies) – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **3**, 11–13.
- 1992: Upper Cretaceous paleophytogeography on palynological basis. – 8th Intern. Palynol. Congr. Aix-en-Provence, Abstracts, 74.
- , FARKAS, E., GOTTL, G., MÉSZÁROS, K., TÓTH, A. 1992: L'importance des formes secondaires des sporomorphes produites par voie expérimentale. – 8th Intern. Palynol. Congr. Aix-en-Provence, Abstracts, 75.
- , ROJIK, I., VÉR, A. 1992: Ultrastructure and biopolymer organization of the *Botryococcus* colonies from Hungarian alginite. – Workshop on Pyrolysis in Organic Geochemistry, Szeged. Abstracts, 21–22.
- , TÓTH, A., FARKAS, E. 1992: Experimental investigation of the biopolymer organization of the sporoderm (recent and fossil). – 8th Intern. Palynol. Congr. Aix-en-Provence, Abstracts, 75.
- , TÓTH, A. 1992: Premiers résultats du système de biopolymère stabilisateur du squelette quasi-cristalloïde de l'exine. – 9 Simposio de Palinologia APLE, Islas Canarias. Resúmenes, 20.
- ALVARES RAMIS, C., —, FERNÁNDEZ MARRÓN, T. 1992: Asociaciones esporopólicas del Cretácico superior del Cerro de la Mesa (Guadalix de la Sierra, Provincia de Madrid). – 9. Simposio de Palinologia, APLE, Islas Canarias. Resúmenes, 28.
- JELEN, B., ANICIC, B., BREZIGAR, A., BUSER, S., CIMERMAN, F., DROBNE, K., MONOSTORI, M., —, PAVSIC, J., SKABERNE, D. 1992: Model of positional relationships for Upper Paleogene and Miocene strata in Slovenia. – IUGS–SCG. Miocene Columbus Projekt, Portonovo (Ancona, Italy) Abstracts, 71–72.
- SAJGÓ, Cs., HETÉNYI, M., — 1992: *Palynology* and organic geochemistry of tertiary low rank coals in Hungary. – Workshop on Pyrolysis in Organic Geochemistry. International Workshop, Szeged. Abstracts, 36–37.

1993

- 1993: Plant microfossils from the Jurassic manganese ore layers in Úrkút, Hungary. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 4, 11–21.
- KEDVES, M., ALVAREZ RAMIS, C. – FERNÁNDEZ MARRÓN, M. T. 1993: Sobre polenes breviaxones procedentes del Cretácico superior del Borde Sur de la Sierra de Guadarrama (Provincia de Madrid, España). – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 4, 22–25.
- , KINCSEK, I. 1993: Biopolymer organization of the wall of the fossil spores and pollen grains., *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 4, 26–33.
- , PÁRDUTZ, Á. 1993: Negative quasi-crystalloide biopolymer network from the exospore of *Equisetum arvense* L. (Short communication) – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 4, 78–80.
- , ROJIK, I. 1993: Biopolymer organization of the exine of *Juniperus virginiana* L. and *Taxus baccata* L. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 4, 49–63.
- , TÓTH, A. 1993: High temperature effect to the spores of *Ustilago maydis* (De Candolle) Corda. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 4, 34–48.
- , TÓTH, A., FARKAS, E. 1993: An experimental investigation of the biopolymer organization of both recent and fossil sporoderms. – *Grana Suppl.* 1, 40–48.
- , TÓTH, A., FARKAS, E., BELLON, A., SCHMEL, Á. 1993: Methodical problems of the biopolymer organization of partially degraded extexine. – *Annales Univ. Sci. Budapest. Sectio Geol.* 29, 263–279.
- , TÓTH, A., MÉSZÁROS, K., BORBOLA, A., AILER, P. 1993: Recent modelling of the major evolutionary degrees of early angiosperm pollen types. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 4, 64–73.
- , BAGI, J. 1993: Études palynologiques et pédologiques sur les sédiments holocènes de la piscine du Monastère du Mont Jakab. – APLF XIII. Symposium "Homme – Milieu Palynologie et Événements Cycliques", Besançon, Programme et Résumés, 56.
- , TÓTH, A., VÉR, A. 1993: Radial fivefold rotation: A new method in the study of the biopolymer organization of the sporoderm. – XV. Int. Bot. Congr. Yokohama, Abstracts, 28.
- Jelen, B., Brezignar, A., Buser, S., Cimerman, F., Drobne, K., Monostori, M., —, Pavlovec, R., Pavsic, J., Skaberne, D. 1993: New in the problem solving of the oligocene and lower miocene stratigraphy in Slovenia – 11th Slovenian Geol. Meeting, Ljubljana. Abstracts, 16–18.
- SAJGÓ, Cs., HETÉNYI, M., — 1993: *Palynology* and organic geochemistry of Tertiary law rank coal in Hungary – II. Non-aromatic hydrocarbons. – Organic Geochemistry, Poster sessions from 16th Internat. Meeting on Organic Geochemistry, Stavanger, 335–338.

1994

- 1994: To the tenth anniversary of the discovery of quasicrystals. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 5, 9–10.
- 1994: Plant microfossils from the Upper Cretaceous and Lower Tertiary layers of Northern Spain I. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 5, 29–41.
- 1994: Transmission electron microscopy of the fossil gymnosperm exines. – Szeged.
- , GÁSPÁR, I. 1994: Chronicle. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 5, 101–102.
- , GÁSPÁR, I. 1994: Les altérations secondaires des spores et des grains de pollen dissous partiellement. – *Trabajos de Palinología Básica y Aplicada*, Universitat de Valencia, 153–161.
- , ROJIK, I. 1994: TEM study of the "infected" pollen grains of *Thalictrum flavum* L with *Gliocladium roseum* (Link) Bainier. Short communication. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 5, 52–57.
- , ROJIK, I. 1994: Buckminsterfullerene-like biopolymer units from the exine of *Thalictrum flavum* L. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 5, 58–66.
- , TÓTH, A. 1994: Premiers résultats du système de biopolymère stabilisateur du squelette quasi-crystalloide de l'exine. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 5, 79–86.
- , TÓTH, A., GOTTI, K. 1994: Incomplete and non-fivefold rotation of the basic biopolymer unit of the exine of *Pinus griffithii* McCLELL. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 5, 67–78.
- ALVAREZ RAMIS, C., —, FERNÁNDEZ MARRÓN, T. 1994: Consideraciones en torno a las asociaciones del Cretácico superior del Cerro de La Mesa (Guadalix de La Sierra, Madrid). – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 5, 42–51.
- Jelen, B., —, SKABERNE, D., BREZIGAR, A., BUSER, S., CIMERMAN, F., DROBNE, K., MONOSTORI, M., PAVLOVEC, R., PAVSIC, J. 1994: Dorog Type (Middle Eocene) sporepollen assemblages in the Socka Beds of Slovenia. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 5, 20–28.

- 1994: Effect of the high temperature on the spores and pollen grains. – In: Polen y esporas: Contribucion a su conocimiento ed: I. La Serna Ramos. – VIII Simposio de Palinologia (APLE) Ser. Inf. 35, 63–69.
- 1994: Paléophytogéographique du Crétacé supérieur de l'Afrique sur la base de données palynologiques. – 2ème Symp. Palyonol. Africaine, Résumés.
- , GÁSPÁR, I. 1994: Les altérations secondaires de certain sporomorphes sous l'influence des rayons X. – 2ème Symp. Palyonol. Africaine, résumés.
- , GÁSPÁR, I. 1994: Les altérations secondaires des spores et des grains de pollen dissous partiellement. – X. Simposio de Palinologia, APLE, Valencia, programa y resúmenes, 53.
- 1995
- , BAGI, I. 1995: Études palynologiques et pédologiques sur les sédiments holocènes de la piscine du Monastère du Mont Jakab. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 6, 60–67.
- , KEDVES, L. 1995: Computer modelling of the quasi-crystalloid biopolymer structures I. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 6, 68–77.
- , TÓTH, A., VER, A. 1995: Radial fivefold rotation: A new method in the study of the biopolymer organization of the sporoderm. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 6, 44–59.
- SIEGL-FARKAS, Á., — 1995: First occurrence of Vancampollenites triangulus. KEDVES and PITTAU 1979 in Hungarian Upper Cretaceous sediments. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 6, 26–32.
- , VARCA, A. 1995: Les pollens de *Thalictrum flavum* infestés par *Gliocladium roseum*: Étude ultrastructurale et analyse des relations mutualistes. Pollen of *Thalictrum flavum* infected by *Gliocladium roseum*: ultrastructural study and analysis of the mutualistic relationships. – APLE 14th Symposium "Palynologie et Changements Globaux" Paris, volume des résumés, 56.
- PUGLIESE, N., DROBNE, BARATTOLO, F, CAFFAU, M., GALVANI, R., —, MONOSTORI, M., MONTENEGRO, M. E., PIRIDINI-RADRIZZANI, C., PLENICAR, M., TURŠNEK, D. 1995: Micro- and macrofossils from K/T boundary through Paleocene in the Northern Adriatic platform. – First Croatian Geological Congress, Opatija, 1–15.
- 1995: Upper Cretaceous spores from Egypt. – Szeged.
- 1996
- 1996: Plant Microfossils from the Upper Cretaceous and Lower Tertiary layers of Northern Spain II. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 7, 13–36.
- , GÁSPÁR, I. 1996: New data concerning the solubility of the pollen grains of the genus *Quercus* L. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 7, 56–61.
- , KEDVES, L. 1996: Computer modelling of the quasi-crystalloid biopolymer structure II. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 7, 82–88.
- , PÁRDUTZ, Á., VARGA, A. 1996: Ultrastructural Study on the Pollen - Microbial Interactions. – *Taiwania* 41, 43–52.
- , SOLÉ DE PORTA, N., MARTIN ALGANA, A. 1996: Spores and pollen grains from Eocene layers of Málaga Spain. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 7, 37–55.
- , TÓTH, A., KÁROSSY, Á., VARGA, A. 1996: Molecular structures of the partially dissolved foot layer and endexine of *Pinus griffithii* McClell pollen grains. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 7, 89–97.
- , TÓTH, A., MÉSZÁROS, K., BORBOLA, A., BENN, O., GUBÁS, T. 1996: High temperature effect on the pollen grains of three varieties of cultivated maize. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 7, 62–74.
- , UNGVÁRI, E. 1996: X-ray effect to the LM morphology of some gymnosperm and angiosperm pollen grains. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 7, 75–81.
- ALVAREZ RAMIS, C., —, FERNÁNDEZ MARRÓN, T., CLEMENTE BELMONTE, P. 1996: Nuevos datos palinológicos sobre las angiospermas primitivas del Cretácico Superior de Los Alcores (Guadalix de la Sierra, Madrid). – *Revista Española de Micropaleontología* 28, 101–110.
- 1996: Aspects and prospects of the TEM investigations of the fossil sporoderm. – Ninth Internat. Palynol. Congr. Houston, Texas, U.S.A., Program and Abstracts, p. 77.
- 1996: Trends and new aspects of experimental Palynology. – Ninth Internat. Palynol. Congr. Houston, Texas, U.S.A., Program and Abstracts, p. 77.
- , GÁSPÁR, I. 1996: Altérations secondaires de certain sporomorphes sous l'influence des rayons X. Secondary alterations of some sporomorphs under X-ray influence. – 2e Symposium de Palynologie Africaine, Tervuren, (Belgique) Publ. Occas. CIFEG, Orléans, 255–259.

- , UNGVÁRI, E. 1996: Les types principaux des spores du Crétacé supérieur de Portugal. – XI. Simposio de Palinología APLE, Alcalá de Henáres, Programa y resúmenes, p. 55.
- ALVAREZ RAMIS, C., —, FERNÁNDEZ MARRÓN, T., CLEMENTE BELMONTE, P. 1996: Estudio palinológico de un nivel rico en palinomorfos situado en el Barranco de Patones (Madrid). – XI. Simposio de Palinología, APLE, Alcalá de Henáres, Programa y resúmenes, p. 56.
- 1996: Transmission electron microscopy of the fossil spores. – Szeged.
- HERNGREEN, G. F. W., —, ROVNINA, L. V., SMIRNOVA, S. B. 1996: Chapter 29C Cretaceous palynoflora provinces: a review; in: Jansonius, J. and McGregor D. C., ed.: *Palynology, Principles and Applications*. – *American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation*, 3, 1157–1188.
- 1997
- 1997: Upper Cretaceous pollen grains from Egypt I. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 8, 10–33.
- 1997: Études palynologiques des couches du Tertiaire inférieur de la Région Parisienne VIII. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 8, 34–43.
- 1997: Experimental investigations on Hungarian Tertiary lignites I. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 8, 56–63.
- , BORBOLA, A. 1997: LM investigations of partially dissolved sclereids of *Armeniaca vulgaris* Lam. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 8, 64–68.
- , GAUDÉNYI, SZ., HORVÁTH, E., KALMÁR, Á., MÉSZÁROS, E., MÉSZÁROS, R., SZLÁVIK, N. 1997: High temperature effect on the pollen grains of *Platanus hybrida* Brot. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 8, 81–85.
- , KÁROSSY, Á. 1997: X-ray effect on the LM morphology of some angiosperm pollen grains I. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 8, 86–90.
- , KÁROSSY, A., BORBOLA, A. 1997: LM investigations of partially dissolved sporomorphs I. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 8, 44–55.
- , KEDVES, L. 1997: Computer modelling of the quasi-crystalloid biopolymer structures III. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 8, 100–105.
- , PÁRDUTZ, Á. 1997: X-ray effect on the ultrastructure of the pollen grains of *Ginkgo biloba* L. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 8, 91–99.
- , UNGVÁRI, E. 1997: Les types principaux des spores du Crétacé supérieur de Portugal. – *Estudios Palinológicos*, 69–73.
- ALVAREZ RAMIS, C., —, FERNÁNDEZ MARRÓN, T., CLEMENTE BELMONTE, P. 1997: Nuevos datos palinológicos sobre las angiospermas primitivas del Cretácico Superior de Los Alcores (Guadalix de la Sierra, Madrid). – *Revista Española de Micropaleontología* 28, 101–110.
- ALVAREZ RAMIS, C., —, FERNÁNDEZ MARRÓN, T., CLEMENTE BELMONTE, P., GÓMEZ PORTER, P. 1997: Estudio paleopalínológico de un nivel rico en palinomorfos situado en el Barranco de Patones (Madrid). – *Estudios Palinológicos*, 3–6.
- 1997: L'importance stratigraphique des pollens des Angiospermes du Crétacé supérieur et du Tertiaire inférieur en Europe. – XVème Symposium de l'A.P.L.E., Lyon, 34.
- , MÉSZÁROS, R. 1997: Angiosperm phylogeny and paleophytogeography on palynological basis. – 3rd Symposium on African Palynology, Johannesburg, 23–24.
- , PÁRDUTZ, Á. 1997: Experimental investigations on the pollen grains of *Welwitschia mirabilis* HOOK. – 3rd Symposium on African Palynology, Johannesburg, 24.
- 1998
- 1998: Upper Cretaceous pollen grains from Egypt II. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 9, 8–27.
- 1998: Études palynologiques des couches du Tertiaire inférieur de la Région Parisienne IX. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 9, 28–42.
- 1998: Paleocene palynomorphs from the NW part of the Adriatic Carbonate Platform. – *Dela-Opera SAZU* 4, 34, 59–63.
- , BORBOLA, A. 1998: Biopolymer structure and symmetry operations in partially dissolved and fragmented sclereids of *Armeniaca vulgaris* Lam. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 9, 64–75.
- , HORVÁTH, E., MÉSZÁROS, E., MÉSZÁROS, R., RONTÓ, G., SZLÁVIK, N., GAUDÉNYI, SZ., KALMÁR, Á. 1998: LM investigations of partially dissolved sporomorphs II. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 9, 76–87.

- , KÁROSSY, Á. 1998: X-ray effect on the LM morphology of some angiosperm pollen grains II. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **9**, 88–92.
- , KEDVES, L. 1998: Computer modelling of the quasi-crystalloid biopolymer structure III. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **8**, 100–105.
- , PÁRDUTZ, Á. 1998: Ultrastructural study of X-ray irradiated spores of *Equisetum arvense* L. – *Taiwania* **43**, 193–202.
- , PÁRDUTZ, Á., BORBOLA, A. 1998: Transmission electron microscopy of X-ray irradiated teliospores of *Ustilago maydis*. – *Grana* **27**, 29–34.
- , PÁRDUTZ, Á., TÓTH, A. 1998: X-ray effect on the ultrastructure of the pollen grains of *Pinus griffithii* McClell. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **9**, 93–102.
- , TRIPATHI, S. K. M., VÉR, A., PÁRDUTZ, Á., ROJIK, I. 1998: Experimental studies on *Botryococcus* colonies from Hungarian Upper Tertiary oil shale. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **9**, 43–63.
- ALVAREZ RAMIS, C., —, FERNÁNDEZ MARRÓN, T. 1998: Asociaciones esporopólicas del Cretácico superior del Cerro de la Mesa (Guadalix de la Sierra, Provincia de Madrid). – *Bot Macaronésica* **23**, 191–199.
- 1998: A magyarországi pre-quarter palinológia irányzatai és perspektívái. – J. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés, Tata, Program, Előadáskivonatok, Kirándulásvezető, 8 p
- 1998: LM and TEM investigations on Hungarian Neogene lignites. – The 5th European Palaeobotanical and Palynological Conference, Cracow, Poland, Abstracts, p. 88.
- 1998: Importance of the infratectal layer of the pollen grains. – Pollen and Spores 1998, Morphology and Biology. An International Conference. The Royal Botanic Gardens Kew and the Natural History Museum, London, 35.
- , BAKOS, J. G., DJOTYAN, G. P. 1998: Development of Nano- and Femtosecond Laser Ablation and Ionization Mass Spectrometric Methods for the Elemental Analysis of Spherules. – Annual Meeting of IGCP 384, Budapest Abstracts, p. 50.
- , BORBOLA, A., HORVÁTH, E., TÓTH, A. 1998: Sur les problèmes de la Palynologie expérimentale. – XII. Simposio de Palinologia, A.P.L.E., Léon, Programa y Resúmenes, p. 93.
- 1999
- 1999: Upper Cretaceous pollen grains from Egypt III. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **10**, 14–29.
- 1999: Études palynologiques des couches du Tertiaire inférieure de la Région Parisienne. X. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **10**, 30–38.
- 1999: Wood anatomy of Hungarian Tertiary lignites. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **10**, 39–50.
- 1999: A kísérletes palinológia újabb eredményei. – *Botanikai Közlemények* **84**, 160–161.
- , ALVAREZ RAMIS, C., FERNÁNDEZ MARRÓN, M.T., CLEMENTE BELMONTE, P., GOMEZ PORTER, P. 1999: Sporomorphs isolated from pre-Quaternary sediments of "Barranco de Patones" (Spain). – *Ann. Univ. Sci. Budapest. Sect. Geol.* **32**, 57–71.
- , HORVÁTH, E., BORBOLA, A., TÓTH, A. 1999: LM investigations on partially dissolved sporomorphs III. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **10**, 75–82.
- , KÁROSSY, Á. 1999: X-ray effect on the LM morphology of some gymnosperm and angiosperm pollen grains. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **10**, 62–65.
- , KEDVES, L. 1999: Computer modelling of the quasi-crystalloid biopolymer structure IV. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **10**, 91–97.
- , PÁRDUTZ, Á. 1999: Transmission electron microscopy of Hungarian Tertiary lignites I. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **10**, 51–61.
- , PÁRDUTZ, Á., TÓTH, A. 1999: X-ray effect on the ultrastructure of the pollen grains of *Salix alba* L. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **10**, 66–74.
- , PÁRDUTZ, Á., TÓTH, A. 1999: Ultrastructure of partially dissolved pollen grains of *Platanus hybrida* BROT. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **10**, 83–90.
- HERNGREEN, G. F. W., SCHUURMAN, H. A. H. M., VERBEEK, J. V., BRINKHUIS, H., BURNETT, J. A., FELDER, W. M., — 1999: Biostratigraphy of Cretaceous/Tertiary boundary strata in the Curf Quarry, The Netherlands. – *Meded. Nederlands Inst. voor Toegepaste Geowetenschappen TNO* **61**, 1–58.
- 1999: LM and TEM investigations on Hungarian Neogene lignites. – *Acta Palaeobot. Suppl.* **2**, 319–329. – Proceedings 5th EPPC.

- 1999: Transmission electron microscopy of Mesozoic terrestrial microfossils. – VII. Internat. Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems, Buenos Aires, Abstracts, 31–32.
- , BORSODI, A., DOBÓ, K., KOVÁCS, E., SZÉCSÉNYI, A. 1999: L'effet de l'hydratation sur les grains de pollen des Cycadales. Hydratation effect on Cycadales pollen grains. – Actes du 4ème Symposium de Palynologie Africaine, Sousse (Tunisie), 41.
- , PÁRDUTZ, Á., MADARÁSZ, M., HORVÁTH, E. 1999: Microscopie électronique à transmission de l'exine partiellement dégradée de grains de pollen d'*Ambrosia artemisiifolia*. – XVIème Symposium de l'A.P.L.F., Liège, Résumés.
- , PÁRDUTZ, Á., TERBE, Zs., HORVÁTH, E. 1999: Microscopie électronique à transmission de l'exine partiellement dégradée de grains de pollen de quelques Cycadales. – Actes du 4ème Symposium de Palynologie Africaine, Sousse (Tunisie), 35.
- , PÁRDUTZ, Á. 1999: Experimental investigations of the pollen grains of *Welwitschia mirabilis* Hook. In: K. Haine ed. and L. Scott, A., Cadman and R. Verhoven guest-eds. – Palaeoecology of Africa and the surrounding Islands. Proceeding of the Third Conference on African Palynology, Johannesburg, Balkema, Rotterdam/Brookfield, 249–252.
- 1999: A zárwatermő pollen evolúció és a paleofitogeográfia szimmetria kérdései. – MTA, SZ.T.B. Szimmetria – Aszimmetria II. ed.: Balogh, T. – Gévy, G., 37–42.
- 2000
- 2000: Organic microfossils from Hungarian Cretaceous sediments. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **11**, 19–33.
- 2000: Upper Cretaceous pollen grains from Egypt IV. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **11**, 34–49.
- 2000: Palynological investigations on Hungarian Neogene lignites. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **11**, 58–78.
- , BORBOLA, A. 2000: Transmission electron microscopy of partially dissolved exines of *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **11**, 193–198.
- , BORBOLA, A., TRIPATHI, S. K. M., MADHAV KUMAR 2000: Thermal effect on some extant palm pollen. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **11**, 166–183.
- , BORBOLA, A., TRIPATHI, S. K. M., MADHAV KUMAR 2000: Transmission electron microscopic studies on partially degraded pollen grains of *Phoenix sylvestris* Linn. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **12**, 93–103.
- , HORVÁTH, E. 2000: LM and TEM investigations of partially dissolved and degraded pollen grains of *Elaeagnus angustifolia* L. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **11**, 150–154.
- , HORVÁTH, E., TERBE, Zs., TOMBÁCZ, D. 2000: High temperature effect of the pollen grains of *Buxus sempervirens* L. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **11**, 161–165.
- , KÁROSSY, Á. 2000: LM investigations on partially dissolved sporomorphs IV. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **11**, 141–149.
- , MADARÁSZ, M. 2000: Experimental investigations on the pollen grains of *Punica granatum* L. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **11**, 121–127.
- , MADARÁSZ, M. 2000: Transmission electron microscopy of the partially degraded pollen grains from the Thanetian layers of Menat (France) I. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **12**, 40–62.
- , MADARÁSZ, M., SZÉCSÉNYI, A., HORVÁTH, A., TERBE, Zs., HORVÁTH, Eszter, BORSODI, A., DOBÓ, K., KOVÁCS, E., KANCSÁR, T. 2000: Duhoux effect on inaperturate gymnosperm and angiosperm pollen grains. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **11**, 128–140.
- , PÁRDUTZ, Á. 2000: Transmission electron microscopy of Hungarian Tertiary lignites II. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **11**, 99–106.
- , PÁRDUTZ, Á. 2000: Chloroplast thylakoid membranes in the intine of ragweed pollen grains as a possible constituent in the biosynthesis of its extreme allergenic antigens. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **12**, 87–92.
- , PÁRDUTZ, Á., MADARÁSZ, M. 2000: New data on the molecular symmetry and organization of the quasi-crystalloid skeleton of the sporoderm. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **11**, 184–192.
- , PÁRDUTZ, Á., MADARÁSZ, M., TOMBÁCZ, D., HORVÁTH, A., SZÉCSÉNYI, A., SASHALMI, J., TERBE, Zs., HORVÁTH, Eszter, Kovács, E. 2000: LM, SEM and TEM investigations on partially degraded *Botryococcus braunii* Kütz. colonies from Hungarian Upper Tertiary oil shale I. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **12**, 63–86.

- , SASHALMI, J., TOMBÁ CZ, D. 2000: Upper Cretaceous pollen grains from Egypt V. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **12**, 18–29.
- , SZÓNOKY, M., Gulyás, S. 2000: Combined investigations on Hungarian neogene lignites. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **11**, 79–98.
- , SZÓNOKY, M., MADARÁ SZ, M., KOVÁ CS, G. 2000: LM and TEM investigations on the Upper Cretaceous Ajskaiite of Hungary I. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **12**, 8–17.
- , TERBE, Zs., HORVÁ TH, E., SASHALMI, J. 2000: High temperature effect on monolete fern spores. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **11**, 155–160.
- KVAVADZE, E., —, MADARÁ SZ, M., HORVÁ TH, A. 2000: Redeposited spore-morphs from Holocene lake sediments of Caucasus. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **11**, 107–120.
- LAGOS, J. A., —, HORVÁ TH, E. 2000: Investigaciones experimentales de los granos de polen de *Tecoma stans* (L.) H.B.K. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **11**, 199–205.
- YOUSSEF, S. G. M., EL-SAADAWI, W. E., —, MOSTAFA, M. 2000: Wood anatomy of a silicified trunk from the Kharga Oasis Egypt. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **12**, 30–39.
- , BORSODI, K., DOBÓ, K., KOVÁ CS, E., SZÉ CSÉ NYI, A. 2000: L'effet de l'hydratation sur les grains de pollen des Cycadales. Hydratation effect on Cycadales pollen grains. – Deo - Eco - Trop. Actes du 4ème Symposium de Palynologie Africaine. Proceeding of the 4 th Symposium on African Palynology, Sousse (Tunisie), 227–234.
- , MADARÁ SZ, M. 2000: Transmission electron microscopy on partially degraded Paleocene pollen grains. – Abstracts 10th International Palynological Congress, Nanjing, eds.: Wang Weiming, Ouyang Shu, Sun Yiangjun and Yu Ge, 79–80.
- , SASHALMI, J., TOMBÁ CZ, D. 2000: LM, SEM and TEM investigations on the biopolymer structure of *Botryococcus braunii* isolated from Hungarian oil shale. – Abstracts 10th International Palynological Congress, Nanjing, eds.: WANG WEIMING, OUYANG SHU, SUN YIANJUN & YU GE, 80.
- 2001
- 2001: Upper Cretaceous pollen grains from Egypt VI. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **13**, 19–21.
- , BORBOLA, A., PRISKIN, K. 2001: LM and TEM investigations on the Upper Cretaceous Ajskaiite of Hungary II. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **13**, 22–31.
- , HORVÁ TH, A., MADARÁ SZ, M., SASHALMI, J., SZÉ CSÉ NYI, A., TOMBÁ CZ, D. 2001: High temperature effect on recent pollen grains of *Tilia cordata* Mill. and *Tilia platyphyllos* Scop. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **13**, 58–61.
- , HORVÁ TH, A., TRIPATHI, S. K. M., MADHAV KUMAR 2001: Symmetry operations on the quasi-crystalloid biopolymer system of the sporopollenin of *Phoenix sylvestris* Linn. from India. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **13**, 76–86.
- , MADARÁ SZ, M. 2001: Experimental studies on the pollen grains of *Elaeagnus angustifolia* L. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **13**, 71–75.
- , PÁ RDU TZ, Á. 2001: Ultrastructure of Partially Degraded Hungarian Lignites. – *Taiwania* **46**, 135–144.
- , PÁ RDU TZ, Á., MADARÁ SZ, M. 2001: Transmission electron microscopy of the partially degraded pollen grains from the Thanetian layers of Menat (France) II. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **13**, 32–39.
- , PÁ RDU TZ, Á., MADARÁ SZ, M., PRISKIN, K., SZÉ CSÉ NYI, A., SASHALMI, J., TOMBÁ CZ, D. 2001: LM and TEM investigations on partially degraded pollen grains of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **13**, 62–70.
- , PÁ RDU TZ, Á., PRISKIN, K., SZÉ CSÉ NYI, A., SASHALMI, J., TOMBÁ CZ, D., BORBOLA, A. 2001: LM, SEM and TEM investigations on partially degraded *Botryococcus braunii* Kütz. colonies from Hungarian Upper Tertiary oil shale II. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **13**, 40–52.
- , PÁ RDU TZ, Á., SZÉ CSÉ NYI, A., PRISKIN, K., MADARÁ SZ, M., TOMBÁ CZ, D., SASHALMI, J., HORVÁ TH, A. 2001: LM and SEM investigations on partially dissolved allergen pollen grains I. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **13**, 53–57.
- , PÁ RDU TZ, Á., TERBE, Zs., HORVÁ TH, E. 2001: Microscopie électronique à transmission de l'exine partiellement dégradées de grains de pollen de quelques Cycadales. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **13**, 87–95.
- 2001: LM and TEM investigation Hungarian Neogene lignites. – *Acta Paleobot. Suppl.* **2**, 319–329.

- 2001: Transmission electron microscopy of Mesozoic terrestrial microfossils. – *Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial* 7, 113–116.
 - FREY, K. 2001: Études expérimentales sur quelques grains de pollen des Amentifères. – XVIIIème Symposium de l'Association des Palynologues de Langue Française (A.P.L.F.), Arles, Volume des résumés, 52.
 - PÁRDUTZ, Á., MADARÁSZ, M. 2001: A parlárgfű virágporszemlein elért eddigi kísérletes ultrastruktúra vizsgálataink eredményei. – *Botanikai Közlemények* 86–87, 242.
 - PÁRDUTZ, Á., MADARÁSZ, M. 2001: Transmission electron microscopy of partially degraded teliospores of *Ustilago maydis* (De Candolle) Corda. – In: *Palinologia Diversidad y Aplicaciones*, eds.: Fombella Blanco, M. A., Fernández González and Valencia Barrera, R. M., 341–348.
 - PRISKIN, K., TRIPATHI, S. K. M., MADHAV KUMAR 2001: Experimental LM studies on recent palm pollen grains. – Abstracts Congress on Tropical and Subtropical. Palynology (America–Africa), 32.
- 2002
- ALVAREZ RAMIS, C. 2002: Types of sporomorphs from the Ajkaite containing brown-coal samples from Ajka (Hungary). – Tipos de esporomorfos en muestras de lignito de las minas de Ajka (Hungria). – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 14, 7–10.
 - BORBOLA, A. 2002: Transmission electron microscopy of partially degraded teliospores of *Ustilago maydis* (De Candolle) Corda. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 14, 25–29.
 - BORBOLA, A., PRISKIN, K. 2002: LM and TEM investigations on the Upper Cretaceous Ajkaite of Hungary II. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 14, 11–16.
 - FREY, K. 2002: Experimental studies on the monocotyledonous monosulcate pollen grains. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 14, 66–74.
 - FREY, K. 2002: C60 fullerene/benzol solution as an agent of partial degradation of *Botryococcus braunii* Kütz. colonies from Hungarian Alginite. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 14, 92–94.
 - FREY, K., IMRE, Zs. 2002: LM and TEM investigations on partially degraded pollen grains of *Chenopodium album*. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 14, 39–48.
 - MADARÁSZ, M., SASHALMI, J., TOMBÁ CZ, D. 2002: Komplex (LM, TEM, SEM) vizsgálatok parciálisan degradált növényi mikrofossziliákon. – *Botanikai Közlemények* 86–87, 259–260.
 - MADARÁSZ, M., SZÉCSÉNYI, A., PRISKIN, K., SASHALMI, J., TOMBÁ CZ, D. 2002: LM and SEM investigations on partially dissolved pollen grains II. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 14, 30–38.
 - PÁRDUTZ, Á. 2002: Ultrastructure of 100 million years old microorganisms of the Ajkaite (Upper Cretaceous amber) from Hungary. – *Taiwania* 47, 273–280.
 - PÁRDUTZ, Á., HORVÁTH, A. 2002: Transmission electron microscopy of partially degraded pollen grains of *Ambrosia artemisiifolia* (ragweed). – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 14, 49–58.
 - PÁRDUTZ, Á., VARGA, B. 2002: Experimental Investigations on the Pollen Grains of *Quercus robur* L. – *Taiwania* 47, 43–53.
 - PRISKIN, K., TRIPATHI, S. K. M., MADHAV KUMAR 2002: Variations in the LM morphology of partially degraded palm pollen grains from India. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 14, 75–84.
 - SASHALMI, J., SZÉCSÉNYI, A. 2002: Symmetry operations on the quasi-periodic biopolymer structures of the wall of *Botryococcus braunii* Kütz. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 14, 85–91.
 - SZÉCSÉNYI, A., SASHALMI, J. 2002: Helical biopolymer organization in channels of the tectum of partially degraded pollen grains of *Alnus glutinosa*. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 14, 95–97.
 - LAGOS, J. A., —, PÁRDUTZ, Á., PRISKIN, K., TOMBÁ CZ, D., HORVÁTH, A. 2002: Estudios experimentales sobre granos de polen de *Ambrosia cumanensis* H.B.K. de El Salvador. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* 14, 59–65.
 - VARGA, A., SZAKMÁNY, GY., RAUCSIK, B., — 2002: Eocén calcrete kavicsok a nyugat mecseki miocén konglomerátumból. Eocene calcrete pebbles from Miocene conglomerate, Western Mecsek mountains, Hungary. – *Földtani Közlemények* 132, 57–82.
 - 2002: Ultrastructure of plant microfossils of Mesozoic amber. – 8th Int. Symposium of Mesozoic Terrestrial Ecosystems, Cape Town, South Africa, Abstracts, p. 30.
 - 2002: Trends in the investigations of the biopolymer structure of the sporoderm. – 6th European Paleobotany – Palynology Conference Athens, Greece, Abstracts, p. 101–102.

- , SZÉCSÉNYI, A., TOMBÁ CZ, D., SASHALMI, J., BÉRES, O. 2002: Experimental investigations on partially degraded pollen grains of *Triticum aestivum* L. – XIV. Simposio de Palinología de la Asociación de Palinólogos de Lengua Española (A.P.L.E.) Salamanca, España, Libro de Resúmenes, eds.: Valle, M. y Rivas Carballo, M. R., 57–58.
- 2003
- , KOCSISKA, I., PRISKIN, K. 2003: Transmission electron microscopy of the connectives of the pollen grains of *Ginkgo biloba* L. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **15**, 48–50.
- , BÉRES, O., JACSÓ, D., FARKAS, Á., FARKAS, K., NYÁRI, SZ., IMRE, ZS., KOCSISKA, I., VARGA, B. 2003: Effect of the high temperature and the C60 fullerene/benzol solution to the pollen grains *Ginkgo biloba* L. and *Quercus robur* L. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **15**, 51–58.
- , BÉRES, O., JACSÓ, D., KOCSISKA, I., VARGA, B. 2003: Symmetry operations on the C60 fullerene/benzol solution revealed biopolymer structures. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **15**, 93–95.
- , IMRE, ZS., FREY, K., BANGÓ, J., LUKÁCS, P., HAJNAL, E., GÉGÉNY, B., SZÉL, T., KRIZSÁN, T., SCHULZ, G. 2003: Experimental investigations on the pollen grains of *Malva sylvestris* L. and *Hibiscus syriacus* L. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **15**, 59–68.
- , JACSÓ, D. 2003: Symmetry operations on octagonal biopolymer structure of partially degraded ectexine of *Ginkgo biloba* L. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **15**, 96–100.
- , PÁRDUTZ, Á., BORBOLA, A., PRISKIN, K. 2003: LM and TEM investigations on experimentally altered pollen grains of *Phoenix dactylifera* L. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **15**, 81–92.
- , TOMBÁ CZ, D., SZÉCSÉNYI, A., SASHALMI, J., BÉRES, O. 2003: LM and TEM investigations on partially degraded pollen grains of *Triticum aestivum* L. – *Plant Cell Biology and Development (Szeged)* **15**, 69–80.
- TÓTH, M., —, SCHUBERT, F. 2003: Az Alföld metamorf aljzatának exhumációja a Szeghalom–dóm területén: Palinológiai bizonyítékok. – *Földtani Közlöny* **133**, 547–562.
- R. VARGA, A., RAUCSIK, B., — 2003: A dél-dunántúli eocén (paleogén) képződmények lehordási területének meghatározása I. Az ásványtani, a kőzettani és a palinológiai vizsgálatok eredményei. – *Földtani Közlöny* **133**, in press.

Hírek, ismertetések

Összeállította: Kázmér Miklós

TÁJÉKOZTATÓ

A Magyar Tudományos-, Üzemi és Szaklapok Újságíróinak Egyesülete a Földtani Közlönyt színvonalas tartalma és kivitele alapján dicséretben részesítette.

SZEMÉLYI HÍREK

Az Eötvös Loránd Tudományegyetem geológus szakán 2004-ben végzett hallgatók és szakdolgozatuk

BÁRÁNY Mónika: A jura-kréta határ gravitációsan átülepített képződményei az Északi-Gerecsében

DÉGI Júlia: A sabar-hegyi gránát granulit xenolitik metamorf fejlődéstörténete a Pannon-medence miocén extenziós folyamatainak tükrében

FERENCZ Gyöngyvér: A Móri nagyvető menti középső-jura óriáshasadék kitöltésnek vizsgálata és értelmezése

GÁSPÁR Emese: A Fenyőfői bauxitbánya hidrodinamikai viszonyainak modellezése végelem módszerrel

JÁGER Viktor: A Szerencsi-dombság hidrotermás képződményeinek genetikai célú vizsgálata

KATONA Lajos Tamás: Pannóniai puhatestű faunák a Bakony-hegység délkeleti előterének feltárásaiból

KOVÁCS Botond: A Nézsa környéki felső-triász képződmények öslénytani és karbonát-szedimentológiai vizsgálata

KÖNCZÖL András: Idősoros vizsgálatok a Felső-Tisza vidéki talajvízszint megfigyelő idősoraira

MOHAI Rita: ÉK-magyarországi vaskohászati központok archeometriai vizsgálata

PERES Bernadett: Talajvízállás adatok idősoros vizsgálata a Tiszántúl alacsonyabb tengerszint feletti magasságú területein

PROHÁSZKA András: A Pázmánd–2 fúrásban (Velencei-hg.) harántolt diorit intrúzió repedésrendszereinek szerepe a hidrotermális fluidum-mobilizációban

SZILÁGYI Veronika: Egy 10. századi település kerámia leletegyüttesének archeometriai vizsgálata, Edelény, Északkelet-Magyarország

SZINGER Balázs: Középső-kréta képződmények mikrofossziliáinak és üledékképződési környezetének értékelése a Vértessomló VST-8 fúrásban

TÓTH Anita: A rudabányai szulfidos ércesedés genetikája a folyadékzárvány-vizsgálatok tükrében

VÉGH Dóra: A Jósfaó környéki karsztforrások vízhozam kiürülési idősorainak matematikai vizsgálata

MEGJELENT KÖNYVEK

HAAS János (szerk.) 2004. Magyarország geológiája. Triász. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 384 oldal, 347 ábra. Kapható, ill. megrendelhető a kiadó címén: 1056 Budapest, Szerb u. 21–23. E-mail: eotvoskiado@ludens.elte.hu. Tel: 266-9206, fax: 485-5226. Ára: 6700 Ft

ALBRECHT, H. & LADWIG, R. (szerk.) (2002; 2. javított kiadás: 2003): Abraham Gottlob Werner and the Foundation of the Geological Sciences. Selected Papers of the International Werner Symposium in Freiberg, 19 to 24 September 1999 – Freiburger Forschungshefte D 207, 453 p., Freiberg. ISBN 3-86012-176-6. Ármegjelölés nélkül. Megrendelhető: Institut für Wissenschafts- und Technikgeschichte, TU Bergakademie Freiberg, D-09599 Freiberg (Sachs.), Fichsmühleweg 9. E-mail: biakow@iwgt.tu-freiberg.de

KÖNYVISMERTETÉS

SEBE Krisztina, KOVÁCS János, TÓTH Gábor & CSISZAR Csaba 2003: Angol–magyar geomorfológiai szótár (szómagyarzatokkal és magyar–angol szótárral)

Pécs–Szombathely. 236 oldal. ISBN 963 430 869 4. Megrendelhető: Tóth Gábor, Berzsenyi Dániel Főiskola Természetföldrajzi Tanszék, 9700 Szombathely, Károli Gáspár tér 4. Ára kb. 2000 Ft.

Az első dolog, amit a könyv bemutatásakor érdemes kihangsúlyozni az, hogy a cím minden elemében megérvésszót! De a családás igazán

kellemes. Az Olvasó lényegesen gazdagabb tartalmat talál, mint amire a cím alapján számítani lehet, ha kezébe veszi ezt a kétszáz-harminchat oldalas, ofszetnyomással készült, puhakötéses kiadványt. Vegyük sorra a cím három elemét, és azt, hogy milyen szempontok szerint találunk bőségesebb információt a könyv lapjain.

Angol–magyar: az első, százötven oldal hosszúságú fejezetben olvashatjuk az angol kifejezéseket és a magyar megfelelőiket. Ám a második, hatvannégy oldalas fejezetben magyar–angol szószeret található, mely a magyarról angolra történő fordítások alkalmával nyújt hasznos segítséget.

Geomorfológiai: az előszóban megfogalmazottakból már kiderül, hogy a szerzők célja nem pusztán egy szűk, a felszínalkatani kifejezések fordítását segítő munka elkészítése volt. A komplex geomorfológiai problémák feldolgozását, megértését támogató, a legfrissebb szakfolyóiratok és szakkönyvek nyelvét, kifejezéseit értelmezni segítő szögyűjtemény elkészítését tűzték ki célul, és ezt sikeresen meg is valóstították. Ezért nem meglepő, hogy a domborzathoz tágabb értelemben kapcsolódó problémakör tudományainak (pl. tektonika, geológia) gyakran felbukkanó, alapvetőbb kifejezései is megtalálhatóak a címszavak között.

Szótár: nem csak az idegen kifejezések magyar megfelelőinek megadására törekedtek az alkotók, hanem az egyes címszavakhoz magyarul szöveg is tartozik. Ezért egy értelmező szótár cím már jobban megvilágítaná a könyv

jellegét. A szócikkek nyelvezetére nem illik a könnyed jelző, viszont precízen fogalmazva írják le az adott fogalmat; ez egyértelmű érnyre a munkának. A megértést számos ábra és fénykép támogatja, ez ismét csak az értelmező, magyarázó jelleget erősíti.

A kereszthivatkozásokban nem tűnt ki hiba. A magyar kifejezések megfelelőjének visszakereshetősége szintén tökéletes, így a magyar szakkifejezések értelmezése is megvalósítható a kétnyelvű szószeret párhuzamos használatával.

Ez a szótár hasznos segédanyag a földtudományok iránt érdeklődő középiskolás diáktól a tudományos problémákkal foglalkozó szakemberekig, oktatókig. De eredményesen forogathatják a geomorfológiával csak érintőlegesen kapcsolatba kerülő érdeklődők is. A szócikkek érthető nyelvezettel fogalmazottak és az ábra-és képanyag jól segíti az elvont fogalmak megértését is.

A dicséretet után egy kifogás. A tördelésben szembeszökő hibákat találunk. Ez helyenként már a használatot is nehezíti.

A bírálatot egyetlen mondatba sűrítve azt lehet mondani, hogy nagyon jól használható szakmailag igényes kézikönyvet készítettek a szerzők, kevésbé igényes formai megoldásokkal.

KERN Zoltán

A recenzíós példányokat a következő címre küldjék: Kázmér Miklós, ELTE Őslényntani Tanszék, 1518 Budapest, Pf. 120. Kérjük, adják meg a könyv árát és azt, hogy hol vásárolható/rendelhető meg.

RESERVOIR ENGINEERS & GEOSCIENTISTS

HOT Engineering GmbH, a Veritas DGC Company, providing Exploration & Development Services in Europe, Africa and the Middle East, offers opportunities for reservoir engineers and geoscientists with background in field studies.

The successful candidates will assume a challenging role in a small team located in Austria, and will be involved in all aspects of integrated reservoir studies.

Candidates should have 2 - 5 years of relevant industry experience.



Please mail, fax or e-mail your detailed CV to:

HOT Engineering GmbH,
Roseggerstrasse 17,
A-8700 Leoben, Austria
Fax: +43 3842 430531
Email: hot@veritasdgc.com

HOT

Útmutató a Földtani Közlöny szerzői számára

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

Elődleges cél a hazai földdel foglalkozó, vagy ahhoz kapcsolódó tárgyú cikkek megjelentetése. A kézirat lehet: értekezés, rövid közlemény, vitairat, fórum, szemle, rövid hír, könyvismertetés stb. Vitairat a vitatott cikk megjelenésétől számított hat hónapon belül küldhető be. Ez esetben a vitatott cikk szerzője lehetőséget kap arra, hogy válasza a vitázó cikkel együtt jelenjék meg. Az értekezések maximális összesített terjedelme 25 nyomdai oldal (szöveg, ábra, táblázat, fénykép, tábla). Ezt meghaladó értekezés csak abban az esetben közölhető, ha a szerző a töbletoldal költségének 130%-os térítésére kötelezettséget vállal. A tömör fogalmazás és az állításokat alátámasztó adatszolgáltatás alapkövetelmény. A folyóirat nyelve magyar és angol. A közlésre szánt cikk bármelyik nyelven benyújtható, minden esetben magyar és angol nyelvű összefoglalással. Az angol változat vagy összefoglalás elkészítése a szerző feladata. Más idegen nyelven történő megjelentetéshez a Szerkesztőbizottság hozzájárulása szükséges.

A **kéziratot** (szöveg, ábra, táblázat, fénykép, tábla) **digitális formában** — lemezen vagy hálózaton keresztül — **kell benyújtani**, emellett a **technikai szerkesztőhöz 3 nyomtatott példányt is meg kell küldeni**. Ha a szerző nem tudja biztosítani a digitális formát a kézirat elfogadásáról a Szerkesztőbizottság javaslatára a Társulat Elnöksége dönt, tekintettel annak költségvonzatára. Jelenleg IBM-kompatibilis személyi számítógépen bármely szövegszerkesztőből ASCII kódban (DOS Text Only) kimentett változat nyújtható be, de elsősorban a Word változatok használata javasolt (.rtf formátumban).

A Szerkesztőbizottság három lektort jelöl ki. A felkért lektoroknak 3 hét áll rendelkezésre a lektorálásra. A harmadik lektor egy pozitív és egy negatív vélemény, ill. valamelyik lektor visszautasító válasza esetén kapja meg a kéziratot. A szerzőtől a Szerkesztőbizottság lektorálás után 1 hónapon belül várja a javított változatot. Amennyiben a lektor kéri, átdolgozás után újra megtekintheti a cikket, s ha kívánja, pár sorban közzéteheti szakmai észrevételeit a cikkel kapcsolatban. Abban az esetben, ha a szerzői javítás után megkapott cikkel kapcsolatban a lektor 3 héten belül nem nyilvánít véleményt, úgy tekintjük, hogy a cikket abban a formájában elfogadta. **Mindazonáltal a Szerkesztőbizottság fenn-tartja magának a jogot, hogy kisebb változtatás esetén 2 hónapon, nagy átdolgozás esetén 6 hónapon túl beérkező cikkek megjelentetését visszautasítsa.**

A kézirat részei (kötelező, javasolt):

a, Cím

g, A téma kifejtése — megfelelő alcím alatt

h, Diszkusszió

b, Szerző(k), postacím (E-mail cím)

i, Eredmények, következtetések

c, Összefoglalás (angol abstract)

j, Köszönetnyilvánítás

d, Bevezetés, előzmények

k, Hivatkozott irodalom

e, Módszerek

l, Ábra-, táblázat- és fényképmagyarázatok

f, Adatbázis, adatkezelés

m, Ábrák, táblázatok és fényképtáblák

A Közlöny nem alkalmaz az alcímek esetében sem decimális, sem abc-s megjelölést. Az alcímek nem lehetnek három fokozatnál nagyobbak. Lábjegyzetek használata kerülendő, amennyiben mégis elkerülhetetlen, a szöveg végén sorszámozva ún. végjegyzetként jelenik meg.

A cikk szövegében hivatkozások az alábbiak szerint történjenek:

RADÓCZ (1974), ill. (RADÓCZ 1974)

GALÁCZ & VÖRÖS (1972), ill. (GALÁCZ & VÖRÖS 1972)

KUBOVICS et al. (1987), ill. (KUBOVICS et al. 1987)

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

(RADÓCZ 1974, p. 15.)

Az illusztrációs anyagot (ábra, táblázat, fénykép, tábla) a tükörméretbe (130×196) álló, vagy fekvő helyzetben beilleszthető méretben kell elkészíteni. Az illusztrációs anyagon a vonalvastagság ne legyen 0,3 pontnál kisebb, a betűméret ne legyen 6 pontnál kisebb. A digitális ábrákat, táblákat cdr, .tif, .eps, .wmf kiterjesztésekkel, illetve a tördelő programba történő beilleszthetőség miatt az Excel táblázatokat word táblázatokká konvertált formában, az Excel ábrákat CorelDraw formátumban tudjuk elfogadni.

A Földtani Közlöny feltünteteti a cikk beérkezési és elfogadási idejét is. A késedelmes szerzői javítás esetén a második (utolsó) beérkezési is feltüntetésre kerül.

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

A kéziratokat a következő címre kérjük beküldeni: Piros Olga 1443 Budapest, Pf. 106.

R. VARGA Andrea, RAUCSIK Béla, SZAKMÁNY György: A Siklósbodony Sb-1 mélyfúrás feltételezett karbon–perm határképződményeinek ásványtani, közettani és geokémiai jellemzői – <i>Mineralogical, petrographic and geochemical characteristics of siliciclastic rocks from the supposed Carboniferous–Permian boundary in borehole Siklósbodony Sb-1, South-western Hungary</i>	321
KOLOSZÁR László: A Tengelic Formáció kifejlődései a DK-Dunántúlon – <i>Developments of the Tengelic Formation in South-eastern Transdanubia</i>	345
MAGYAR Imre: Tanulságok a hazai pannóniai puhatestű-rétegtan történetéből – <i>What lesson can we learn from the hundred-year history of the Lake Pannon mollusc biostratigraphy in Hungary</i>	369
SZINGER Balázs, SZILÁGYI Veronika, WEISZBURG Tamás, HORVÁTH Zoltán, MINDSZENTY Andra: A gyöngyösvisontai lignit fedőjében megjelenő kristályos, paleotalaj eredetű karbonátkonkréciók vizsgálata — <i>Euhedral calcite in carbonatic concretions from a Quaternary palaeosol environment, Gyöngyösvisonta, Hungary</i>	391
ÚJVÁRI Gábor: Enyhe klímán képződött löszök a Dunántúl déli részén — <i>Loesses accumulated under mild climatic conditions at the southern part of Transdanubia</i>	413
ÜNGER Zoltán: Statisztikai vetőnyomozás egy szénhidrogén kutatási területen — <i>Statistical investigation for structural elements — a case study on a hydrocarbon acreage</i>	423
VITÁLIS György: Száz éve jelent meg Selmecbányán dr. BÖCKH Hugó Geológia (I. Általános geológia) című kötete — <i>The Centenary of Hugó BÖCKH's Geológia (Geology I) published at Schemnitz (Selmecbánya/Banska Štiavnica)</i>	443
Vita: MAGYAR Imre, SÜTÓNÉ SZENTAI Mária: Hozzászólás M. TÓTH Tivadar, KEDVES Miklós és SCHUBERT Félix: Az Alföld metamorf aljzatának exhumációja a Szeghalmi-hát környékén: palinológiai bizonyítékok című tanulmányához	447
NEKROLÓG: KORDOS László: Nagy ISTVÁN 1936–2003	
HABLY Lilla: In memoriam KEDVES Miklós	451
Hírek, ismertetések (Összeállította: KÁZMÉR Miklós):	479