

Földtani Közlöny

131/3—4 A Magyarhoni Földtani Társulat folyóirata

BULLETIN OF THE HUNGARIAN GEOLOGICAL SOCIETY



Budapest, 2001

Földtani Közlöny

A Magyarhoni Földtani Társulat
folyóirata

Bulletin of the Hungarian Geological
Society

Vol. 131. No. 2-3.

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

Szerkesztőbizottság

Elnök: BREZSNYÁNSZKY Károly
ÁRKAI Péter, CSERNY Tibor, FODOR László,
GRESCHIK Gyula, JOCHÁNÉ EDELÉNYI Emőke,
KÁZMÉR Miklós, KECSKEMÉTI Tibor,
MINDSZENTY Andrea, NÉMEDI VARGA Zoltán,
PAPP Péter, RADÓCZ Gyula, VICZIÁN István,
VÖRÖS Attila

E szám lektorai:

CHIKÁN Géza, CSALAGOVITS Imre, DOBOSI Gábor,
DOBRÓKA Mihály, DUDICH Endre, EMBEY-ISZTIN
Antal, FARKAS Balázs, FODOR László, FÓZY István,
GALÁCZ András, GRESCHIK Gyula, HAAS János,
HORVÁTH István, JÁMBOR Áron, KECSKEMÉTI Tibor,
KLEB Béla, KOVÁCS József, KOVÁCS-PÁLFFY Péter,
LELKESNÉ FELVÁRI Gyöngyi, MÁDLNÉ SZÓNYI Judit,
MÁRTON Péter, MOLNÁR Ferenc, RADÓCZ Gyula,
SCHAREK Péter, SÜMEGI Pál, SZEDERKÉNYI Tibor,
SZENDREI Géza, SZTANÓ Orsolya, VETŐ István,
VICZIÁN István

Támogató

A szám megjelenését DOBOS Irma nagylelkű
adományának köszönhetjük

A kéziratokat az alábbi
címe kérjük küldeni

PIROS Olga, 1442 Budapest, Pf. 106.

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

Editorial board

Chairman: Károly BREZSNYÁNSZKY
Péter ÁRKAI, Tibor CSERNY, László FODOR,
Gyula GRESCHIK, Emőke JOCHA-EDELÉNYI,
Miklós KÁZMÉR, Tibor KECSKEMÉTI,
Andrea MINDSZENTY, Zoltán NÉMEDI VARGA,
Péter PAPP, Gyula RADÓCZ, István VICZIÁN,
Attila VÖRÖS

Reviewers if this issue

Géza CHIKÁN, Imre CSALAGOVITS, Gábor DOBOSI,
Mihály DOBRÓKA, Endre DUDICH, Antal EMBEY-
ISZTIN, Balázs FARKAS, László FODOR, István FÓZY,
András GALÁCZ, Gyula GRESCHIK, János HAAS,
István HORVÁTH, Áron JÁMBOR, Tibor KECSKEMÉTI,
Béla KLEB, József KOVÁCS, Péter KOVÁCS-PÁLFFY,
Gyöngyi LELKES-FELVÁRI, Judit MÁDL-SZÓNYI, Péter
MÁRTON, Ferenc MOLNÁR, Gyula RADÓCZ, Péter
SCHAREK, Pál SÜMEGI, Tibor SZEDERKÉNYI, Géza
SZENDREI, Orsolya SZTANÓ, István VETŐ, István
VICZIÁN

Sponsor

The publication of this issue is thanked to the
generous gift of Irma DOBOS

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)

Elnöki megnyitó¹

BREZSNYÁNSZKY Károly

Kedves Tagtársaim! Tisztelt Hölgyeim és Uraim!

Társulatunk, hagyományaihoz híven, ismét március idusa környékén tartja éves rendes közgyűlését, immár a 148.-at. Pár napja ünnepeltük az 1848-as forradalom évfordulóját. Ehhez az eseményhez Társulatunk története nemcsak az évszám révén, hanem szellemiségével is kapcsolódik, mivel létrehozói igazi hazafiak voltak, akiket a nemzeti érzés, a hon földje iránti szeretet, alaposabb megismerésének szükséglete, és a polgári társadalmi, gazdasági fejlődés igénye sarkallt a Társulat megalapítása iránti törekvésekben.

Ezt a kis történeti bevezetőt azért tartottam szükségesnek megtartani, mert két, több mint száz év távlatába visszanyúló évfordulóról is meg kell emlékeznünk. Az egyik, Társulatunk első közgyűlésének 150. évfordulója, mely 1850. július 6-án tartott meg 14 fő tag részvételével. A másik emlékezésre méltó esemény, hogy hivatalos folyóiratunk, a mindannyiunk által kedvelt, időnként bírált Földtani Közlöny 130 éve, 1871-ben jelent meg először. Mindkét évfordulóról rövid megemlékezés jelenik meg rövidesen RADÓCZ Gyula tagtársunk tollából a Közlöny Hírek rovatában.

Napjaink társulati életében ismét központi szerep jut a Közlönynek, ahogy erről a főtítkári beszámolóban bővebben is hallani fogunk. Ez a szerep Társulatunk anyagi helyzetével van szoros kapcsolatban. Az Elnökség a Választmány támogatását élvezve megszorító intézkedéseket, terjedelmi korlátozásokat léptetett életbe azért, hogy biztosítható legyen a Közlöny folyamatos megjelentetése. Határozat született arról is, hogy továbbra is elsőrendű szempont, és ezt a korlátozó intézkedések sem befolyásolhatják, a Közlöny szakmai színvonalának biztosítása. Az Elnökség lépései megértésre találtak a tagság körében is, felmérésünk eredményeként a válaszadó aktív tagjainak túlnyomó része emelt áron is igényli folyóiratunkat. Köszönjük a támogatást és a bizalmat!

Erre a bizalomra és összefogásra Társulatunk és szakmánk érdekében nagy szükség van, mert csak ezen erények birtokában tudunk alkalmazkodni a tevékenységünk iránti igények gyökeres megváltozásához, ami szükségszerűen magával hozza egyes szakterületeink megítélésének átértékelődését. Fontosnak tartom hangsúlyozni a társadalmi, felhasználói igényekhez, a környezethez való alkalmazkodás jelentőségét, ami az általunk jól ismert evolúciós folyamatban a fennmaradás, a túlélés záloga.

A változások szükségességét és a változtatás iránti igényeket figyelembe véve szervezzük Vándorgyűléseinket. Fő motívumai a tudományos kutatás és a társadalmi igények találkozása, az interdiszciplinaritás. Utóbbinak biztosítéka, hogy az ez év júniusában Miskolcon tartandó Vándorgyűlésünkön társrendezőként és résztvevőként számítunk a Magyar Geofizikusok Egyesülete, az

¹Elhangzott a Magyarhoni Földtani Társulat 148. Rendes Közgyűlésén 2001. március 21-én.

Olajmérnökök Magyarországi Egyesülete, a Földtani Örökségünk Egyesület, a Magyar Hidrológiai Társaság és Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat tagságának közreműködésére.

Az elmúlt évben szerencsém volt részt venni a geológusok világtalálkozóján, a Nemzetközi Geológiai Kongresszuson Rio de Janeiróban. Az ott látottak, hallottak arról győztek meg, hogy a szakmánkat érintő mélyreható változások nem korlátozódtak az alkalmazott kutatási területekre, hanem kiterjednek a tudományág alapvető diszciplínáira. Különösen fontosnak tartom azt a szemléletváltást, amely nyomon követhető volt a nagy plenáris előadásoktól egyes poszter bemutatókig, és aminek lényege az volt, hogy a Föld, mint égitest fizikai tulajdonságait, geológiai fejlődését csak a kozmikus környezettel való kölcsönhatásban érthetjük meg igazán. Tudományunk már régen túllépett a kontinensek földtani felépítésének elszigetelt vizsgálatán, ugyanígy túl kell lépnie a Föld, mint égitest fejlődési folyamatainak egyedi értelmezésén. Mai megítélés szerint a Föld saját dinamikája hatékonyabb tényező – a litoszféra lemezek látványos mozgását, a magmás jelenségeket, a lepusztulás és üledék-képződés folyamatait figyelembe véve – mint a kozmikus hatások összessége. De tudjuk-e vajon, hogy a Világűr jelenségei hogyan alakították a Föld, mint égitest arculatát, és ezek közül is milyen hatása volt az impakt jelenségeknek a Föld fejlődésére, annak korai szakaszában? És tudjuk-e vajon mit hoz ebben a tekintetben a jövő?

Erre, és egyéb kérdésekre a jövő kutatásai adják meg a választ és reménykedhetünk, hogy részesei leszünk a „geológia újjászületésének”, hogy ezt a 2004. évi Firenzében megrendezendő következő világtalálkozó jelmondata is sugallja.

Köszönöm figyelmüket és ezzel a Magyarhoni Földtani Társulat 2001. évi Közgyűlését megnyitom!

Közhasznúsági és főttkári jelentés a Magyarhoni Földtani Társulat 2000. évi tevékenységéről¹

CSÁSZÁR Géza

Tisztelt Közgyűlés, Kedves Kollégák, Hölgyeim és Uraim!

Negyedik alkalommal állok Önök előtt, hogy számot adjak a megelőző év folyamán, a Társulatunkon belüli, illetve azon kívüli, de Társulatunk életét befolyásoló eseményekről, történésekről. Ahogy visszatekintek, azt kell látnom, hogy tagtársaimmal egyetemben – igazi sikertörténetek hiányában is – sikerült megőriznünk hitünket abban, hogy nagy múltú társulatunk át tudja vészelné az átmenetinek tekintett nehéz esztendőket. Talán elfáradtam, de most, a negyedik év végén korábbi optimizmusom foszlányai után kapkodok. Egy ilyen foszlány, pl. az az egyértelműen felismerhető tény, hogy nem csökkenő mértékű gazdasági gondjaink tagtársaink egy részét jelentős mértékű aktivitás-növekedésre készítették. Ezen belül talán a legörvendetesebb hír, hogy 1995 óta fokozatosan nő diák tagjaink száma, és a Magyar Geofizikusok Egyesülete és a Magyarhoni Földtani Társulat által meghirdetett ifjúsági anketokon is egyre nagyobb számban vesznek részt geológushallgatók. Ezek után jogosnak tűnik a kérdés: miért ez a hitvesztés?

Az általános helyzetről

Naponta halljuk az örömteli híreket, hogy a gazdaság – az elhúzódo gyermekbetegségnek tekintett, nem kis mértékű korrupciós ügyek ellenére – töretlenül fejlődik. A nemzetközi hitelintézetek és más hasonló szervezetek, ügynökségek évről évre magasabb kategóriákba sorolják az országot. A szomorú az, hogy a geológiai ismeretekre épülő, vagy azt nagymértékben igénylő gazdasági tevékenység mindeddig kívül maradt ezen a körön. Az elmúlt évi jelentésben megkísértem egy kissé körüljárni a kérdést, keresve az okokat az általam méltánytalannak ítélt helyzetre. E tekintetben semmiféle változást nem érzékelek, ezért csak utalok rá, hogy az akkor elmondottakat, a főttkári jelentésben publikáltakat ma is aktuálisnak érzem. Ehhez most csupán egyetlen adalékot kívánok szolgáltatni.

A földtan jogállását, szerepkörét és lehetőségeit alapvonásaiban a bányatörvény rögzíti. Az 1990-ben megalkotott törvény ismét átdolgozás alatt áll. A szakma súlyvesztésének egyértelmű jele, hogy – a korábbiakkal ellentétben – egy szűkebb kör véleményét kéri az új változat kontrollálására. A jelenlegi tervezetben a geológia szerepének további csökkentési szándéka fogalmazódik meg. Ebből kiindulva talán nem véletlen, hogy nem kapott felkérést, pl. a Magyarhoni Földtani Társulat, – a szakma legjelentősebb társadalmi szervezete – hogy az ország érdekeinek figyelembe vétele mellett észrevételeivel, javaslataival

¹Elhangzott a Magyarhoni Földtani Társulat 148. Rendes Közgyűlésén 2001. március 21-én.

jobbítsa, szakszerűsítse azt. Azt kell, hogy mondjam, a szakma érdekérvényesítő potenciálja a mélypontján van. Nem kerülhetem ki, hogy megfogalmazzam: ebben az áldatlan helyzetben a hivatali adminisztrációt is súlyos felelősség terheli. Még lehangolóbba a helyzetet az teszi, hogy mindez akkor történik, amikor az ifjúság, a végzős, vagy tanulmányaiknak a felén alig túljutott hallgatók a legnagyobb figyelmet érdemlő eredményeket mutatnak fel.

A tavaly előtti évhez hasonlóan az elnökségi üléseknek rendszeresen és a Választmány ülésének is többször képezte napirendi pontját az elmúlt évben is a Társulat gazdasági helyzetének kérdése. Legfőbb patronusunk a MOL Rt. az elmúlt évben is fizette a jogi tagdíjat három más gazdasági egységgel együtt, de az alapítványi támogatások elmaradása miatt a legnagyobb kiadási tételt jelentő Földtani Közlöny időközben felduzzadt füzetszámainak kiegyenlítése Társulatunknak az év végén már likviditási gondokat okozott. Ezt elkerülendő a devizaszámlán lekötött pénzünk majdnem egészét fel kellett szabadítanunk. Ebben a nehéz, esetenként kilátástalannak tetsző helyzetben több tagtársunk igyekezett segítséget nyújtani kisebb pénzadományával, illetve járt el jelentősebb súlyú gazdasági szervezeteknél az alkalmi támogatás megszerzése érdekében. Közülük hatékonysága miatt BÁRDOSY György tiszteleti tagunk nevét kell elsősorban említeni, akinek a Földtani Közlöny két füzetszáma nyomdai költségeinek biztosítását köszönhetjük. Mind a választmány, mind az Elnökség tagjai egyetértettek abban, hogy a Társulat valamennyi tisztségviselőjének minden követ meg kell mozgatnia ahhoz, hogy működőképességünket megtarthassuk. Ennek érdekében rendszeresen töltünk ki pályázati űrlapokat részben a kiadvány, részben különböző rendezvényeink támogatására, illetve közhasznú tevékenységünk költségeinek fedezésére. Ez a fajta, sok adminisztrációval járó tevékenység egyre több energiát köt le nem csupán a társulati adminisztráció terhét viselő két áldozatkész kolléganőnkénél, hanem minden olyan tagtársunknál, aki valamely tevékenység fenntartásához reményt lát a támogatás elnyerésére.

Az általános helyzetről kell szót ejteni az MTESZ-hez fűződő vagyoni jellegű viszonyunkról is. Évente beszámoltunk arról, hogy a törvényben biztosított jogunkkal élve bejelentettük igényünket a MTESZ Fő utcai székházában kizárólagosan általunk használt területek tulajdonlása érdekében. Jogosultságunkat a vagyonkezelőtől kapott levél tanúsítja, és most úgy tűnik, hogy az elvi akadály elhárult a vagyonhoz jutásunk elől, miután a kormány kárpótolta az I. kerületi önkormányzatot a székházi telek résztulajdonlásának felszámolásáért. A vagyonnal kapcsolatban a másik neuralgikus pont a tagegyesületeknek a milliárdos nagyságrendű MTESZ vagyonhoz fűződő viszonya. Bonyolult kérdéskör ez, amelynek minden ága-bogát esélyünk sem lenne egy közgyűlésen a tagság számára átláthatóvá tenni. Ezért ezúttal csupán azt szeretném világossá tenni, hogy a Szövetségi Tanács ülésein következetesen képviselt álláspontunk sarokköve volt, hogy a MTESZ azért van, mert azt a tagegyesületek saját jól felfogott érdekükben létrehozták. Torzítvá Ady szavait: 'általunk vagy, mert meg mi láttunk'. Egyébként is, a templom egerével egyre nagyobb mérvű sorsközösséget vállaló Társulatunk nem engedheti meg magának, hogy a MTESZ egy

kisebbségi részének – leginkább az adminisztrációjának – vélt vagy valós érdekei miatt lemondjon a magáéról.

A MTESZ-hez fűződő viszonyunk tekintetében lassan nyilvánvalóvá válik, hogy a tagegyesületek érdekeinek, így a MFT érdekeinek képviselője nem MTESZ ellenességéből fakad. Néhány tagegyesülettel együtt régóta mondjuk, hogy a MTESZ átalakulása során, 1990-ben létrehozott alapszabály szerint a MTESZ az „...egyesületek, társaságok és más közhasznú társadalmi szervezetek önkéntes társulásán alapuló, jogi személyiséggel rendelkező szövetsége; társadalmi – szakmai érdekképviseleti szervezet.” A MTESZ-nek, a legfelsőbb döntéshozó szervében, a Szövetségi Tanácsban – területi szervezetei révén – még a legújabb változatban is hét szavazata van, míg minden tagegyesületnek csupán egy. Aligha kifogásolható tehát, ha ezzel nem értünk egyet. A Szövetségi Tanács néhány tagjának – velünk együtt – az a meggyőződése, hogy a MTESZ akkor működik igazán jól, ha tagegyesületei jól érzik magukat a Szövetségben belül. Úgy tűnik, a MTESZ elnöksége is egyre inkább látja, hogy sok tekintetben nem jó irányba halad a Szövetség kocsija. Mindazonáltal kérem a Tisztelt Közgyűlést, erősítsen meg abban a hitemben, hogy helyes módon képviseljük Társulataink érdekeit, de ha mégis tévedünk a helyzet megítélésében, mondja el miben.

A kiemelkedően közhasznú tevékenységeinkről

Az 1997. évi CLVI. törvény 19. § (a beszámolási szabályok) (1.) szakasza alapján „a közhasznú szervezet köteles az éves beszámoló jóváhagyásával egyidejűleg közhasznúsági jelentést készíteni”. A közhasznúsági jelentés tartalmát a fenti törvény 19. § (3) szakasza határozza meg. A bíróság a 411. sorszám alatt nyilvántartásba vett Magyarhoni Földtani Társulatot 1999. június 2-ai keltezésű végzésében 1998. január 1-től, kiemelkedően közhasznú szervezetté minősítette.

A kiemelkedően közhasznú jogállás megszerzésének időpontját a bíróság a Khtv. 27. § (1) bek-re figyelemmel állapította meg.

Tartós adományozásra szerződéskötés nem történt.

Két főfoglalkozású dolgozója mellett megbízási szerződéssel is történt foglalkoztatás.

Számviteli beszámoló

A törvény előírásai szerint a beszámolási módok közül az egyszerűsített éves beszámoló készítésére vagyunk kötelezve.

A 8/1996. (124) kormányrendelet előírásai szerint készítettük el a 2000. évi gazdálkodás egyszerűsített éves beszámoló mérlegét és eredmény-kimutatását, amit e beszámolóhoz mellékelünk.

Költségvetési támogatás felhasználása

APEH 1% = 576 961,- Ft beérkezett támogatást a Földtani Közlöny nyomdai költségeinek fedezésére fordítottuk.

Kimutatás a vagyon felhasználásáról

Kötelező tartalmi részletezés nem lévén, a vagyon felhasználásával kapcsolatos kimutatást – a mérleg forrás oldalának (passzíváknak) a 8/1996. (124) kormányrendeletben foglaltak szerinti bontásában készítettük el. Mivel a források a Társulat vagyónak eredetét mutatják, e néhány sorból kiolvasható hogyan változott a vagyoni helyzet az induló tőkeként tekintett 1991. december 31-i állapothoz, mint állandónak vett értékhez képest. Az induló tőke az alapítói okiratban az adott szervezet céljára rendelt vagyon, esetünkben a kötelezettségekkel csökkentett 1991. december 31-i vagyon.

Kimutatás a kapott támogatásokról	eFt-ban
– központi költségvetési szervtől	3 500,-
– elkülönített állami pénzalapból	0,-
– helyi önkormányzattól	0,-
– kisebbségi települési önkormányzattól	0,-
– az egészségbiztosítási önkormányzattól	0,-
– és mindezek szerveitől (OMFB)	165,-
– jogi személyek támogatása	1 747,-
– magánszemélyek támogatása	20,-

A támogatást támogatóink mindegyikétől a társulati alapszabályban rögzített tevékenységek működési költségeihez való hozzájárulásként kaptuk, ezen belül egyes esetekben pontosabban is meghatározott célmegjelöléssel.

Kimutatás a vezető tisztségviselők juttatásairól

A Magyarhoni Földtani Társulat vezető tisztségviselői 2000. évben cél szerinti juttatásban nem részesültek. A társulat tagjaiként a tisztségviselők – a többi taggal együtt – a tagsági viszony keretében nem pénzbeli, hanem cél szerinti juttatásként a Földtani Közlöny (a Társulat szaklapja) 2000. évben megjelent számait kapták.

A közhasznú tevékenységről, témakörök szerint nevesítve

A Társulat 2000. évi működésének lényegét – adottságai alapján – az alapszabályban rögzített közhasznú tevékenységek jelentették.

A Társulat alaptevékenységi körét a földtudományhoz tartozó *tudományos tevékenység, kutatás* (3) eredményeinek előadás és publikáció formájában történő bemutatása jelenti. Az év folyamán a 130. évfolyamában lévő Földtani Közlönynek 1–3. füzete jelent meg, de még az év folyamán nyomdába került a 4. szám is.

A *nevelés és oktatás képességfejlesztés, ismeretterjesztés* (4) témakörben az Oktatási és Közművelődési Szakosztály keretében szakmódszertani fejlesztésekkel, oktatási segédanyagok tervezésével, kivitelezésével (pl. plakáttervek, földtani térképek stb.) foglalkoztak, de előadóülést is tartottak.

Társulatunk, mint minden évben, így ezúttal is meghirdette a SEMSEY Andor Ifjúsági Emlékérem pályázatát. Az Emlékéremmel a Társulat fiatal, földtudománnyal foglalkozó szakembert, egy publikációban közreadott eredménye alapján jutalmaz. A 2000. évben a pályázat nyertese OZSVÁRT Péter volt.

A KRIVÁN Pál Alapítványi Emlékérem pályázat elnyerésére a tárgyévi geológiai tárgyú diplomamunkával lehet pályázni. A pályázat nyertese 2000. évben: PAZONYI Piroska volt.

Az Ifjú Szakemberek Ankétja 2000. március 24–25-én Debrecenben került megrendezésre. Ezen 18 ifjú tagtársunk vett részt. A három kategóriára az MFT által felajánlott 135 000,- Ft pályadíj 7 nyertes munka között oszlott meg.

Természetvédelem (8) témakörben egy korábban gyakran művelt, de fedezet hiányában már rég félbehagyott tevékenység életre keltésére került sor. A zirci-medencei triász–kréta alapszelvények helyreállítása címen elnyert pályázat keretében – főként budapesti és veszprémi egyetemi hallgatók, továbbá néhány tagtársunk közreműködésével – az olaszfalui Eperkés-hegyen 3 és a zirci Márvány-bányában 1 földtani alapszelvény helyreállítása történt meg. Elkészültek a tájékoztató táblák és a Bakony térségének utóbbi 200 millió éves történetét népszerűsítő jelleggel ismertető színes poszter is.

Környezetvédelem (9) témakörben három tevékenység méltó a kiemelésre. A 2000. november 8-án Balatonfüreden megrendezett Balaton Földtani Ankét célját a Balaton és környezete földtani jellegű kutatási eredményeinek bemutatása képezte. Erre a Balaton térségében folytatott földtani alap- és alkalmazott kutatás terén elért eredményeknek előadások, térkép és poszter kiállítások, valamint könyv és számítógépes szoftver-ismertetések formájában került sor. Az ankét elsősorban a parti települések önkormányzati vezetőinek, a Balatoni Regionális Fejlesztési Tanács és a Balatoni Szövetség tagjainak, valamint a térség fejlesztésével és idegenforgalmával foglalkozó szakembereknek, az illetékes megyék közgyűlési elnökeinek és országgyűlési képviselőinek a tájékoztatására szerveződött.

Ide tartozó előadások a Vándorgyűlés keretében A Geoműszaki Tudományok kihívásai az évezred küszöbén címmel Szolnokon 2000. szeptember 15–16-án megrendezett konferencián is elhangzottak. Közülük is kiemelkedik a Mecsekérc Rt. rekultivációs tevékenységének bemutatása. Az előadás témája a mecseki uránbányászat 1997. évi megszüntetése kapcsán hozott döntésből adódó kötelezettségek ellátása, nevezetesen a 40 éves uránipari tevékenység által okozott természetkárosítás felszámolása, a bányászati rekultiváció megvalósítása. Az előadás állami környezetvédelmi nagyberuházás keretében nagy erőkkal folyó munkáról adott képet.

A negyedidőszak-kutatás és az ahhoz kapcsolódó kérdések címmel 2000. március 29-én, több társadalmi szervezet és állami intézmény összefogásával a MÁFI Dísztermében megrendezett ankét a legfiatalabb, a leginkább felszínen vagy felszín közelben lévő, ezért a szennyeződés-veszélynek is leginkább kitett földtani képződmény tudományos és gyakorlati kérdéseivel foglalkozott. A kérdéskör jelentőségét az ankéton résztvevők száma (91 fő) is tükrözi.

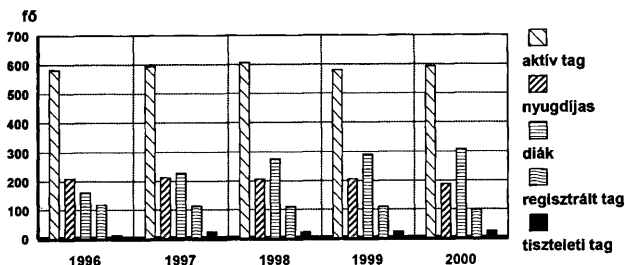
A határon túli magyarsággal kapcsolatos tevékenység (13) a MFT-n belül a leghatékonyabban a HUNGEO 2000 rendezvény keretében jutott kifejezésre. A

Földtudományok a Kárpát-medence fejlődéséről címen meghirdetett, 2000. augusztus 15–19. között lebonyolított rendezvénynek 12 országból 141 résztvevője volt. A plenáris ülés 11 előadását a hazai földtudományok vezető szakemberei tartották. A földrajzi, geofizikai, geológiai, kartográfiai, meteorológiai és oktatási szekcióban 58 előadás hangzott el, és 21 posztert mutattak be. A rendezvényt a Nemzeti Kulturális Örökség Minisztériuma hivatalos millenniumi programjába is felvette.

Főtitkári jelentés

A taglétszám alakulásáról

A múlt év végi adatok szerint a Társulat összesített taglétszáma 1211 fő volt, 3 fővel több az előző évinél. Öröndetes dolog, hogy 1995 óta folyamatosan növekvő tendenciát mutat a diák tagjaink létszámának alakulása (1. ábra), ami nyilvánvalóan az egyetemi oktatók MFT iránti elkötelezettségének is köszönhető. Kevésbé öröndetes ugyanakkor, hogy nyugdíjas tagjaink száma – hosszú idő után – most csökkent először 200 fő alá (188), és hogy a regisztrált tagok száma is



1. ábra. A Magyarhoni Földtani Társulat taglétszámának alakulása 1996–2000. között

enyhe, de folyamatos csökkenést mutat 1995 óta. Ennél is sokkal szomorúbb azonban, hogy az elmúlt év folyamán is tíz tagtársunktól kellett örök búcsút vennünk, név szerint VITÁLISNÉ ZILAHY Lídiától, VARGA Gábornétól, TÓTH Józseftől, OROSZ Tiborné HAJÓS Mártától, FALLER Gusztávtól, LUKÁCS Zoltánnétól, CSÓKÁS Jánostól, LAUER Jánostól és rövid társulati tagság után a kolozsvári MÉSZÁROS Miklóstól. Nem múlt tiszteletünk jeleként adózzunk emléküknök 1 perces néma felállással.

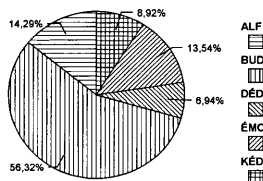
Az egyes területi szervezetek és szakosztályok létszamarányát a 2., ill. 3. ábra szemlélteti. E tekintetben komolyabb átrendeződés nem olvasható ki a diagramokból a korábbi évekhez viszonyítva.

A pénzügyi helyzetről

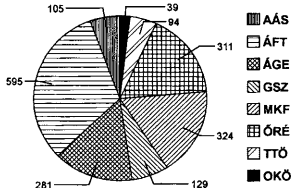
A főtitkári jelentésnek része ugyan a pénzügyi helyzetünk áttekintése, de tekintettel arra, hogy a Gazdasági Bizottság teljes körű, szakszerű áttekintési kötelezettséggel számol be, engedje meg a Tisztelt Közgyűlés, hogy én csak áttekintő jelleggel – éspedig nem minden szubjektivitás nélkül – foglalkozzam a kérdéssel.

Az elmúlt évi bevételünk ugyan a tervezett bevételnek (8 090 eFt) majdnem a duplájára rúgott (15 265 eFt), de a kiadásunk is (17 600 eFt) meghaladta a tervezett kiadás (8 079) kétszeresét. A jelenség magyarázata abban keresendő, hogy a terv nem tartalmazta a Társulaton haszon nélkül átmenő összegeket, csak a remélt nyereséget. A fentiekből adódóan az évet, sajnos, 2,3 MFt-os hiánnyal zártuk.

A bevétel oldalán a legnagyobb tételt a rendezvényi, pályázati bevételek képezték (6 975 eFt). Négy jogi tagunktól származó bevételünk 2 815 eFt-ra rúgott. A kamatbevétel és árfolyam nyereségünk 1 750 eFt volt, míg egyéb támogatás címen 1 388 eFt-hoz jutottunk. Egy nagyságrenddel szerényebbek az egyéb bevételek (egyéni tagdíj, támogatás hazai jogi személytől, továbbá a számunkra különösen fontos tétel, a tagtársaink adójának 1%-ából származó 577 eFt. Ezt az alkalmat szeretném megragadni arra, hogy kifejezzem az elnökség őszinte köszönetét mindazoknak, akik a számtalan indokolt lehetőség közül Társulatunkat jelölték meg kedvezményezettjükként. Az innen származó bevétel egy kis kiegészítéssel fedezte a Földtani Közlöny egy füzetének nyomdai költségeit. Szomorúan kellett tudomásul vennünk, hogy az elmúlt évben – várakozásunkkal ellentétben – elmaradt mind a külföldi jogi, mind a magán-személyek támogatása.



2. ábra. A Magyarhoni Földtani Társulat taglétszámának területi szerzeretenkénti megoszlása 2000-ben. Rövidítések: ALF: Alföldi Területi Szervezet, BUD: Budapesti Területi Szervezet, DÉD: Dél-dunántúli Területi Szervezet, ÉMO: Észak-magyarországi Területi Szervezet, KÉD: Közép és Észak-dunántúli Területi Szervezet



3. ábra. A Magyarhoni Földtani Társulat taglétszámának tudományos szakosztályonkénti megoszlása 2000-ben. Rövidítések: AÁS: Agyagásványtani Szakosztály, ÁFT: Általános Földtani Szakosztály, ÁGE: Ásványtan-Geokémiai Szakosztály, GSZ: Geomatematikai és Számítástechnikai Szakosztály, MKF: Működési és Környezetföldtani Szakosztály, ÓRÉ: Óslénytani-Rétegtani Szakosztály, TTŐ: Tudománytörténeti Szakosztály, OKÓ: Oktatási és Közművelődési Szakosztály

A kiadási oldal legsúlyosabb tételét (5 619 eFt) a rendezvényi költségek jelentették. A második legjelentősebb tételt a nyomdai költség adja (3 636 eFt), ami a Földtani Közlöny négy füzetének előkészítési (627 669 Ft) és nyomtatási (2 580 984 Ft) költségéből, valamint a Hírlevél nyomdai költségéből (427 560 Ft) tevődik össze. A papír árak növekedéséből adódóan a Földtani Közlöny nyomdai költségei fajlagosan növekedtek. Ezzel függ össze, hogy a Hírlevél füzetekének – szerényebb külseje és a némiképpen csökkentett terjedelme ellenére is – összességében csak 60 ezer Ft-tal csökkent a nyomtatási költség. Nem mulasztatom el itt megemlíteni, hogy HÁMOR Tamás titkár és főként ZIMMERMANN Katalin ügyvezető titkár minden erőfeszítése is kevés ahhoz, hogy kellő időben jelenjék meg az eljövendő eseményekről szóló értesítés, ha nem szolgáltatjuk megfelelő időben a közreadásra szánt információkat.

A harmadik legjelentősebb tétel a kiadási oldalon a munkabér és bér jellegű költség, valamint a társadalombiztosítási járulék, ami összesen 3 409 eFt-ot tett ki. A pénztelenség következtében egyre kevésbé van mód arra, hogy a két társulati alkalmazásban lévő munkatársunk feladatait csúcsidőben csökkentendő, kiegészítő segítségét vehessük igénybe. Miután a napi 12 órát, – gyakran a hét végén is – dolgozó ZIMMERMANN Katalin és SIMON Edit fizetésének emelésére a fentiekben vázoltak fényében jelenleg nincs mód, és a kiegészítő alkalmazását sem engedheti meg magának a Társulat, az Elnökség úgy határozott, hogy az ügyintézés hatékonyságának növelése érdekében a hét két napján – kedden és csütörtökön – szünetelteti mind a helyszíni, mind a telefonos ügyfelfogadást, abban a reményben, hogy ez a döntés találkozik tagtársaink megértő támogatásával.

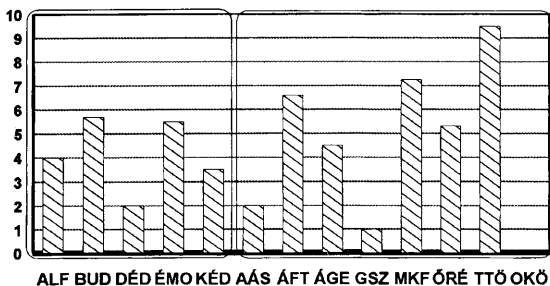
Jelentős tétel még a MTESZ tagdíj, amely az elmúlt évben 236 eFt-tal növekedve 1 575 eFt-ot ért el. Az intézmények – nem különben tagtársaink megértésének – esetenként áldozatkészségének köszönhetően az elmúlt évben kevesebb, mint a felére (675 eFt-ra) sikerült csökkenteni a megelőző év tetemes postaköltségét. A külföldi kiküldetési költség a korábban már említett utakra 595 eFt-ot emésztett fel. A Magyarhoni Földtani Társulat jelenleg az Európai Földtani Társulatok Asszociációjának, az Európai Ásványtani Uniónak, a Nemzetközi Ásványtani Asszociációnak, továbbá az Európai Geológusok Szövetségének tagja. Ez utóbbival együtt jár a European Geologist folyóirat kötelező megrendelése. Ezek tagsági díját többnyire pályázati úton sikerül biztosítani. Az elmúlt évben a Társulat saját költségvetéséből erre 218 eFt-ot fordított. Kiadásaink csökkentése érdekében a fenti folyóirat megemelt kötelező példányszámának átvételét indokolatlannak tartva, az új összeg kifizetését megtagadtuk. Kevés tartalékaink egyikeként tartjuk nyilván nemzetközi tagságunk ideiglenes felfüggesztését. Ezzel harmonizál, hogy a felkínált, megtisztelő AAPG tagságot választmányi egyetértéssel elhárítottuk.

A rendezvényekről

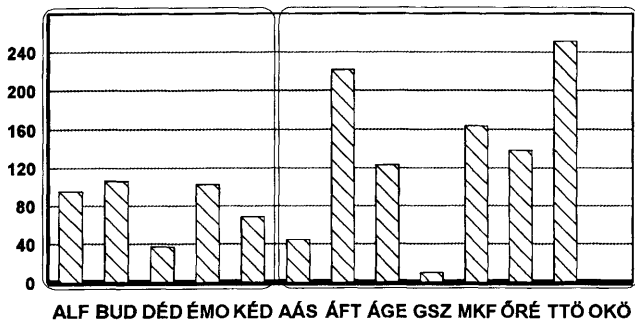
Szűkös anyagi lehetőségeink ellenére az elmúlt évben sem szenvedett hiányt a Magyarhoni Földtani Társulat tagsága eseményekben. Ezek jelentős részéről a

közhasznúsági jelentésben már esett szó, ezért a továbbiakban ezekre csak indokolt esetben utalok, de a még nem említettekre is csak röviden fogok kitérni.

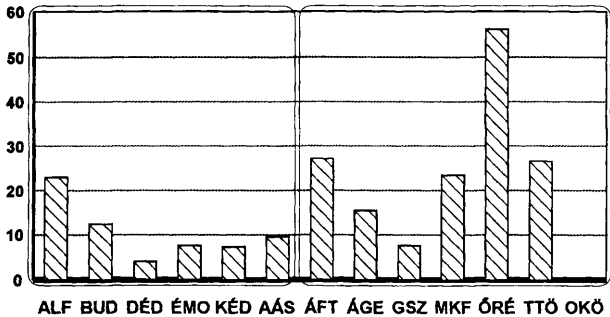
A korábbi években már megszokott statisztikai adatokból szerkesztett diagramokat ezúttal is be kívánom mutatni, azok részletekbe menő elemzése nélkül, minthogy ezt mindenki maga is el tudja végezni. Az értelmezés elősegítése céljából szükségesnek látom az adatok létrejöttének módját, tartalmát kissé megvilágítani. A területi szervezetektől és szakosztályoktól beérkezett jelentésekben szereplő rendezvény minden számadatát elosztottam a rendező szervek számával, lett légyen a társszervező Társulaton belüli vagy kívüli szervezet, elkerülve ezzel azt a helyzetet, hogy a statisztika a valóságosnál nagyobb számú rendezvényről (4. ábra), összesített résztvevő számról (5. ábra), vagy előadásról (6. ábra) szóljon.



4. ábra. A területi szervezetek és tudományos szakosztályok 2000. évi rendezvényeinek száma. (A rövidítések magyarázatát lásd a 2. és a 3. ábránál.)



5. ábra. A területi szervezetek és tudományos szakosztályok 2000. évi rendezvényein résztvevők összesített létszáma. (A rövidítések magyarázatát lásd a 2. és a 3. ábránál.)



6. ábra. A területi szervezetek és tudományos szakosztályok 2000. évi rendezvényein elhangzott előadások összesített száma. (A rövidítések magyarázatát lásd a 2. és a 3. ábránál.)

Két központi rendezvényről kiegészítőleg

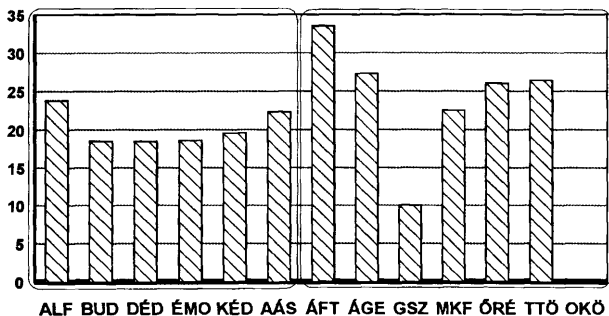
Az elmúlt év legtöbb érdeklődőt vonzó és gazdaságilag is a legjelentősebb rendezvénye a HUNGEO 2000 volt 91 magyar és 54 külföldi résztvevővel. A legnagyobb külföldi csoportot a Romániából érkezettek alkották.

Magyarazatot igényel a Geoműszaki tudományok kihívásai az évezred küszöbén címmel a Geofizikai Egyesülettel és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesülettel közösen megrendezett éves vándorgyűlés kis látogatottsága (75), különösen a geológusok részéről. Legfőbb patrónusunk a MOL Rt. úgy határozott, hogy a három egyesületnek évente egyetlen közös rendezvényét tudja támogatni és az egyesületek sebtében összeült vezető képviselői a fenti programot találták a legalkalmasabbnak egy közös rendezvény lebonyolítására, jóllehet előre is látszott, hogy a geológus szakma a tárgykörben csak alaposabb előkészületek után tudna előállni több megfelelő szintű előadással. Ehhez járult még az a körülmény is, hogy a vándorgyűlések kötelező velejárója a terepi program szolnoki székhellyel csak nagyon kis számú érdeklődő figyelmét tudta felkelteni. Reményeink szerint az idei vándorgyűlés nagyobb számú résztvevőt vonz és jobban ki tudjuk használni a támogatásban rejlő lehetőségeket is.

A területi szervezetek rendezvényei

Amint az a 4–9. ábrákból kiderül, az egyes szervezetek a tevékenységükre, legfőként rendezvényeikre vonatkozó eredeti vagy származtatott adatok tekintetében nagyon változatos helyet foglalnak el a különböző lehetséges értékelési szempontok szerint. Ez a körülmény is arra készítetett, hogy elmúlt évi tevékenységük méltatását a szervezetek ábécé sorrendjében tegyem meg.

Az Alföldi Területi Szervezet a taglétszám tekintetében a 2. helyet foglalja el a területi szervezetek sorában (2. ábra), köszönhetően a területen folyó szénhidrogén kutatásnak, és termelésnek. Bár ezúttal a tevékenységét tükröző paraméterek sorában kiugró értékeket nem találunk, de a korábbi évekhez hasonlóan az elmúlt évben is gazdája volt az év egyik nagyrendezvényének, a vándorgyűlésnek. Amint erről a fentiekben már szó esett, nem rajtuk múltott, hogy ez a várakozáson aluli részvétellel és előadásszámmal zárult, ezért a összes résztvevő tekintetében a csoporton belül a 3. helyre szorultak (5. ábra), míg a rendezvényre eső résztvevő tekintetében az első helyet foglalják el (7. ábra).

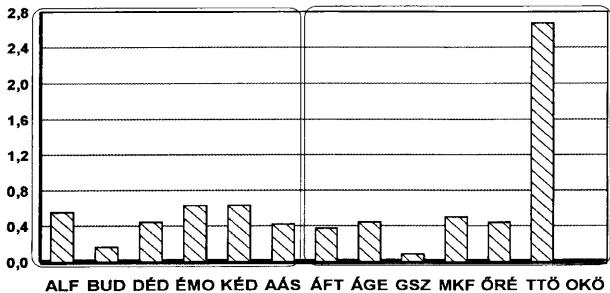


7. ábra. A területi szervezetek és tudományos szakosztályok 2000. évi rendezvényeire eső résztvevők átlaga (Σ résztvevő/rendezvényszám). (A rövidítések magyarázatát lásd a 2. és a 3. ábránál.)

A Budapesti Területi Szervezetben regisztráltatta magát a MFT teljes taglétszámának jóval több mint a fele (2. ábra). A kiugróan nagy létszám nem kis mértékben köszönhető a budapesti geológus hallgatók népes taborának. Ennek megfelelően a területi szervezetek sorában a legnagyobb rendezvény- (4. ábra) és előadásszámmal dicsekedhet, míg az egy tagra vetített résztvevő tekintetében az utolsó helyet foglalja el (8. ábra). Helyzetéből adódóan más szakosztályokkal közös szervezésben előszeretettel rendez terepi programot, amelyből az elmúlt évben is volt kettő.

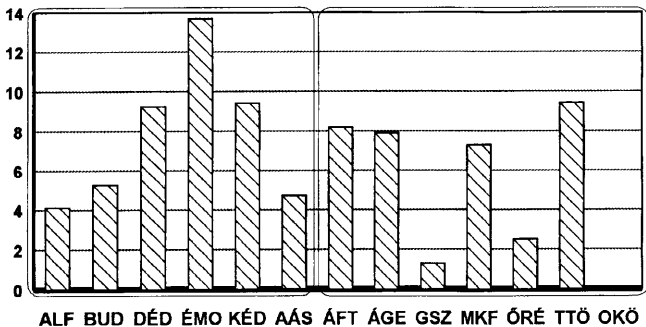
A Dél-dunántúli Területi Szervezet csoportjában a legkisebb létszámú egység, mindössze 84 fő alkotja (2. ábra). Kemény magja a szervezetnek a Mecsekérc Rt., ahol ma is komoly kutatómunka folyik, igaz, immáron az alapvetően megváltozott célok érdekében. A szervezetet szokatlanul kis aktivitás jellemezte, aminek indokaként a szervezet beszámolója a kis létszám mellett a tagság előregedését és még aktív tagjaink rendkívüli leterheltségét említi. Mindamellet a taglétszámra vetített résztvevő szám közepes aktivitást jelez (8. ábra).

A nem túlságosan optimista kicsengésű beszámolója ellenére az Észak-magyarországi Területi Szervezet átlagos évet tudhat maga mögött, jóllehet csoportjában az

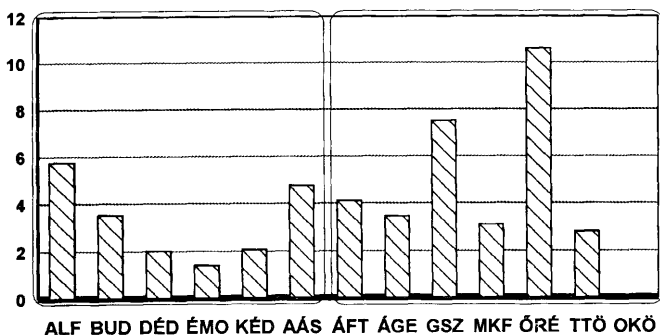


8. ábra. A területi szervezetek és tudományos szakosztályok 2000. évi rendezvényein a náluk regisztrált taglétszámra vetített összesített résztvevők száma (Σ résztvevő/regisztrált tag). (A rövidítések magyarázatát lásd a 2. és a 3. ábránál.)

egyik legnagyobb résztvevői létszámmal (2. ábra) büszkélkedhet, és a taglétszámra vetített mutatója is a legnagyobb (8. ábra) értéket mutatja. Az egy rendezvényre eső előadás szám itt a legalacsonyabb (10. ábra). Kiss Péter titkár jelentésében felemlíti, hogy a fiatalok nem járnak előadásra, és évek óta nem regisztráltak új belépőt. A közömbösség okát abban látja, hogy a „bányászat immár teljesen kivonul a térségből.” Megállapítása aligha vitatható, de talán a bányászat okozta környezetvédelmi gondok felszámolása lehetne az a tevékenység, amely aktivizálni tudná a Miskolci Egyetemet évente elhagyó frissen végzett kollégákat. E tekintetben talán az egyetemi oktató gárda is



9. ábra. A területi szervezetek és tudományos szakosztályok 2000. évi rendezvényein elhangzott előadászámra vetített résztvevők száma (Σ résztvevő/ Σ előadás). (A rövidítések magyarázatát lásd a 2. és a 3. ábránál.)



10. ábra. A területi szervezetek és tudományos szakosztályok 2000. évi rendezvényeire vetített előadásszám (Σ előadás/ Σ rendezvényszám). (A rövidítések magyarázatát lásd a 2. és a 3. ábránál)

nyújthatna segítséget a területi szervezetnek. Legsikeresebb tevékenységüknek a mádi tanulmányút tekinthető, amelynek 33 fő résztvevője volt.

A Közép- és Észak-dunántúli Területi Szervezet a korábbi évvel ellentétben szerény évet tudhat maga mögött. Tevékenységének legsikeresebb eseménye a sok társrendező Balaton Ankét volt, amely méltán keltett érdeklődést a megcélzott önkormányzatok és vállalkozók körében. A beküldött jelentés szerint az érdeklődés elsősorban a terepi programok iránt mutatkozik, ennek azonban gátja, hogy – sajnos – az útiköltséget a Társulat nem tudja fedezni.

A tudományos szakosztályok rendezvényei

Ha csak a szisztematikusan gyűjtött és kalkulált adatokat nézzük, akkor az Agyagásványtani Szakosztály szerény eredményeket felmutató évet zárt 2000-ben (rendezvényszám, összesített résztvevő, a taglétszámra vetített résztvevőszám), de a MAE Talajtani Társaság Talajásványtani Szakosztályával közösen megszervezett „Paleotalajok ásványai” című előadás kifejezetten sikeresnek tekinthető. A jelentés a számokból ki nem deríthető, a szakma szempontjából is fontos ismereteket közöl. Nevezetesen, a szakosztály a geológusok, mineralógusok mellett vegyész, talajtani és agrár szakembereket is tagjai sorában tudhat. A szakosztály nemzetközi súlyát jelzi, hogy alapító tagja a Közép-európai Agyagásványtani Csoportok Társulatának, továbbá tagja az Európai Agyag Csoportok Asszociációjának is.

Az Általánosföldtani Szakosztály a maga 595 tagjával az elmúlt évben is a legnagyobb taglétszámú szakosztálynak bizonyult (3. ábra). Ebből adódóan további mutatók tekintetében [összesített résztvevők száma (5. ábra), előadások száma (6. ábra), az egy rendezvényre eső résztvevők száma (7. ábra), a egy előadásra eső résztvevők száma (9. ábra)] kiemelkedő paraméterekkel dicse-

kedhet annak ellenére, hogy rendezvényeinek többsége ezúttal is más szervezetekkel – főként a Budapesti Területi Szervezettel – közös szervezésben, bonyolítódott le. A nagy taglétszámból adódóan szerény viszont a taglétszámra vetített résztvevők száma. A szakosztálynak továbbra is fő profiljaként kívánják megőrizni a terepi programokat és a tájegységekre koncentrált előadódásokat.

Az *Ásványtan-Geokémiai Szakosztály* az elmúlt évi kiugró teljesítményét nem tudta ugyan megismételni, de a paraméterek többsége tekintetében így is az átlagértékeket meghaladó számadatokat tud felmutatni. A szakosztály rendezvény-filozófiája változatlan, vagyis az előadódásokat valamely közös tematika vagy tudományterület köré szervezik, s ha célszerű más szakosztály bevonásával.

A *Geomatematikai Szakosztálynak* 2000-ben is egyetlen (közös) rendezvénye a VII. Szegedi Geomatematikai Anket volt, ami 129 fős taglétszámára vetítve messze a legalacsonyabb értéket adja (8. *ábra* – 0,08), miközben az egy rendezvényre vetített előadászám a 2. legnagyobb értéknek adódott (10. *ábra* – 7,5).

A *Mérnökgeológiai – Környezetföldtani Szakosztály* a 2. legnagyobb taglétszámú szakosztály, amely a rendezvények száma (4. *ábra*) tekintetében egyike a legaktívabbaknak. A szakosztály az előadásait lehetőleg esettanulmány jelleggel szervezi, ezzel összhangban lehetőség szerint látogatásokat szervez a jelenleg gyakorinak mondható mélyépítési területekre. Tevékenységében újabb elem, hogy előadóduléseit igyekszik egy-egy egyetem előadásaihoz kapcsolni, hogy minél szorosabb kapcsolatot segítsen kialakítani a hallgatók és a gyakorlati munkát végző tagtársaink között.

A szakosztályként első ciklusát záró, mindössze 34-es taglétszámú *Oktatási és Közművelődési Szakosztály* felmérte a geológia oktatás általános bevezetése érdekében tett lépéseinek hatását a Nemzeti alaptanterv keretében és meg kellett állapítania, hogy bár a szakalapítási törekvések nem hozták meg a kívánt eredményt, de egyre több pedagógus mutat érdeklődést a tantárgy adta lehetőségek kiaknázására. Ezt a törekvést előmozdítandó a szakosztály olyan társulati díjtervezetet javasolt, amely oktatási, nevelési és szakma-népszerűsítési munkáért lenne adható. A szakosztály saját hatáskörében a hajdúszoboszlói PÁVAY VAJNA Ferenc Iskola igazgatóját tüntette ki a hagyományteremtő PÁVAY vetélkedő megszervezéséért. A szakosztály egyetlen előadódulását (konferenciát) a földtudományi értékek védelmének szentelte. Az ott elhangzott előadásokat az időszaki kiadványként bevezetendő Földtudományi Szemlében kívánja közreadni. A szakmódszertani, oktatási alapozó munka keretében számos szerteágazó tevékenységet végezne rendszeresen (bázisiskolák rendszerének kialakítása, reprezentatív bemutatógyűjtemények összeállítása, vázlat- és diatár, valamint oktatást segítő fóliatervezetek összeállítása, iskolai versenyek rendezése stb). Az oktatás szempontjából kiemelkedő jelentőségű fejlesztések kezdődtek meg a miskolci Hermann Ottó Gimnáziumban és a püspökladányi Karacs Ferenc Gimnáziumban.

A tekintélyes taglétszámmal (311) rendelkező *Őslénytani-Rétegtani Szakosztály* büszkélkedhet a legnagyobb előadászámmal (6. *ábra* – 56) és az egy rendezvényre vetített előadászámmal (10. *ábra* – 10,6) is, ugyanakkor több más paraméter tekintetében is jóval az átlag feletti értékeket mutathat fel. Ennek a kimagasló eredménynek a forrása a 3. alkalommal megrendezett őslénytani

vándorgyűlés, amelyen 18 előadás és 30 poszter került bemutatásra az 54 fős hallgatóság számára. Különösen örvendetessé a fenti eredményt az a körülmény teszi, hogy nagy számban vettek részt rajta a különböző egyetemek és főiskolák hallgatói. A legsikeresebb hallgatók a Koch Alapítványnak és a MFT-nak köszönhetően díjazásban is részesültek: BÁLDI Katalin (PhD kategória), BÓDY Adrienn (hallgatói kategória).

Mind a rendezvények száma (4. ábra – 9,5), mind az összesített résztvevők száma (5. ábra – 251), de a taglétszámra vetített résztvevőszám (8. ábra – 2,67) tekintetében is a Tudománytörténeti Szakosztály a pálma. Egyetlen paramétertől eltekintve a többi esetben is az élmezőnyben foglal helyet. Mindezek alapján elmondható, hogy az elmúlt év legsikeresebb szervezeti egysége volt a szakosztály, amihez szívből gratulálok.

Állandó Bizottságok

Az Alapszabályban kiemelten szereplő Ellenőrző Bizottság mellett további hét bizottság szerepel. Jelentésemben azonban röviden 8 bizottságról kívánok szót ejteni.

Ellenőrző Bizottság

A bizottság elnöke szinte kivétel nélkül részt vett vagy képviseltette magát mind az Elnökségi, mind a Választmányi üléseken. Elmondható, hogy a bizottság mindenre kiterjedő ellenőrzéssel és alapos elemzéssel tevékenyen őrködött a Társulat szabályos és törvényes ügymenetének fenntartása fölött. Az egyre inkább túlszabályozott világunkban irigylésre egyáltalán nem méltó, komoly eltökéltséget igénylő tevékenységükért valamennyi tagtársunk köszönete illeti a bizottság valamennyi tagját. Részletes beszámolójukból rövidesen valamennyien okulhatunk.

Alapszabály és Ügyrendi Bizottság

Tevékenységében az elmúlt év apályos esztendőnek minősíthető. Véleményezte az Ellenőrző Bizottság ügyrendjét és közreműködött a MTESZ Alapszabályának módosítási folyamatában is. Alkalmanként merültek ugyan fel nem kellően szabályozott helyzetekre vonatkozó kérdések is, de ezek nem állították a bizottság rutinos elnökét megmagyarázhatatlan feladat elé.

Fegyelmi és Etikai Bizottság

Szerencsére, az elmúlt évben egyetlen tagtársunk sem érzett indokot, hogy panaszával a Fegyelmi és Etikai Bizottsághoz forduljon.

Gazdasági Bizottság

A bevezetőben, illetve a pénzügyi helyzet címszó alatt elkövetett szubjektív, sőt, talán kontár megjegyzéseimhez nincs hozzátenni valóm, annál is inkább, mert rövidesen szakavatott elemzést tár a Tisztelt Közgyűlés elé a bizottság elnöke. Minden esetre, szemben az előző bizottsággal, ennek tagjai unalomra nem panaszkodhattak.

A Földtani Közlöny Szerkesztőbizottsága

A 130 éves fennállását ez évben ünneplő Földtani Közlöny mindig is központi kérdés volt a Társulat életében, mert a leghatásosabb életjeleket a Társulat ezen keresztül adja. Bár már a korábbiakban is több szó esett róla, néhány kiegészítő megjegyzést itt sem mulaszthatok el megtenni. Örömmel jelenthetem a Közgyűlésnek, hogy az elmúlt évben is kiadásra került a Közlöny mind a nagy füzete. A rendszeres közreadás és az egyes füzetek terjedelmének növelésével együtt járó azon törekvés, hogy minél előbb, minél több tanulmány érje el az olvasót, megnövelte a kiadási költségeket is, ami a pénzszűke helyzetben likviditási gondokat eredményezett. A Gazdasági Bizottság elemzése alapján az elnökség úgy határozott, hogy 150 oldalban maximálja egy füzet terjedelmét és javasolta, hogy a következő évben két összevont (300–300 oldalas) füzet jelenjen meg.

A gazdasági helyzetünk javítása érdekében a Gazdasági Bizottság a kétfokozatú tagdíj bevezetését javasolta. Miután az emelés különösen azokat érinti, akik a Földtani Közlönyt továbbra is kéri, egy úrlap kiküldésével az Elnökség az adatfrissítés mellett azt is fel kívánta mérni, hogy a jövőben a Földtani Közlönynek mekkora példányszámával kell számolnia. Sajnos, tagtársainknak csupán a fele érezte kötelességének, hogy közölje szándékát. Ezúton is tisztelettel kérjük azon tagtársainkat, akik még nem tették meg, küldjék vissza a kitöltött úrlapokat.

A fenti gondjainkkal egyidőben felmerült a B5-ös formátumról a korszerűbbnek, elvileg gazdaságosabbnak tűnő A4-es méretre történő áttérés gondolata is. Az e célból elvégzett gazdasági elemzés eredményeként kiderült, hogy az általunk igénybe vett nyomda a maga gépeivel az A4-es méretű, azonos tartalmú füzetet nem tudná olcsóbban előállítani, sőt, valamivel drágábban, ezért a Szerkesztőbizottság nem dönthetett az A4-es változat mellett. A kiadvány folyamatos közreadhatóságát elősegítendő a Szerkesztőbizottság több kellemetlen döntés meghozatalára is kényszerült. A tanulmányok számának csökkenését elkerülendő korlátozni kellett a tanulmányok terjedelmét, és – reméljük ideiglenesen – fel kellett adnunk az előző évben megjelent publikációk jegyzékének hagyományosan évente történő közreadását.

Ugyanakkor a Földtani Közlöny színvonalának növelése érdekében újra fogalmazta a Szerkesztőbizottság a szerzői előírásokat, irányelveket, de a lektorokkal szemben is nehezebb követelményeket támasztott. A Közgyűlést jó alkalomnak találok, hogy megköszönjem a Szerkesztőbizottság tagjainak folyóirat megmentésében, egyúttal minőségi színvonalának emelése érdekében kifejtett valóban aktív, konstruktív közreműködését. Kiemelt köszönet illeti PIROS Olga technikai szerkesztőt a gyakran kellemetlenséggel is járó feladatainak lelkiismeretes és következetes, az időütemezést is tartani tudó ellátásáért. A szerzők irányában esetenként megmutatkozó toleránsabb magatartásunk szenvedője KRIVÁNNÉ HORVÁTH Ágnes, akinek ugyancsak köszönettel tartozunk.

Nemzetközi Kapcsolatok Bizottsága

A Nemzetközi Kapcsolatok Bizottsága aktív nemzetközi tevékenységet folytatott; képviseltette magát a Horvát Geológusok Kongresszusán, a Lengyel

Földtani Társulat vándorgyűlésén, az Erdélyi Magyar Műszaki-tudományos Társaság II. Konferenciáján, a II. Székelyföldi Geológustalálkozón és Románia Földtani Társulatának Szimpóziumán. Helyreállította a kapcsolatot a Szerb Földtani Társulattal és oroszánrészt vállalt a Magyar Földtudományi Szakemberek V. világtalálkozójának megszervezésében is. A Társulat nehéz anyagi helyzete ellenére sikerült fenntartani tagsági viszonyunkat szakmánk különféle nemzetközi szervezeteiben (lásd a korábbi oldalakat).

Ifjúsági Bizottság

Megfelelő aktivitás hiányában több ciklussal korábban kimaradt a Társulat alapszabályából az Ifjúsági Bizottság. Úgy vélem, nekünk, az idősebb generációnak nem lenne ellenünk, ha a mai Márciusi Ifjak ismét felvennék a zászlót és javasolnák az Elnökségnek az Ifjúsági Bizottság ismételt megalakítását, amelyet végső soron a Közgyűlés hivatott jóváhagyni. Engem személy szerint ennek indokoltságáról – egyebek mellett – teljes mértékben meggyőzött az Ifjú Szakemberek Ankétja iránt megmutatkozó fokozódó érdeklődés. Itt kell felsorolnom a tavalyi ankét nyertesait: Elméleti kategóriában 1. VARGA Andrea, 2. KOVÁCS KIS Viktória, 3. BENKŐ Krisztina, Gyakorlati kategóriában 1. JURANITS Judit, poszter kategóriában 1. SÜTŐ László, HOMOKI Erika, BAROSS Zoltán, JUHÁSZ Csilla, NÉMETH Norbert. 3. SZABÓ Zsófia. A MÁFI különdíját KISS Ada és GELLÉRT Balázs, a MOL Rt. különdíját VARGA Andrea kapta. Az aktivitás további bizonyítéka, hogy szinte kizárólag körükből kerültek ki az olaszfalui alapszelvényeket rendbe hozó brigád tagjai is. Nevüket már olvashatták a Földtani Közlönyben is.

A Választási Bizottság jelenleg hosszabb szabadságon van, melyet a mai két választás sem zavart meg komolyabban.

A Társulat központi fórumán még el nem hangzott elmúlt évi rangosabb kitüntetések

PANTÓ György tagtársunk, az MTA X. osztályának elnöke március 15-én Széchenyi Díjat, NÉMEDI VARGA Zoltán tiszteleti tagunk a Magyar Kultúra Napján Szentgyörgyi Albert Díjat, KLEB Béla tagtársunk Apáczai Csere János Díjat kapott. BÉRCZI István tiszteleti tagunk MTESZ Díjban részesült, míg HÁMOR Géza tiszteleti tagunkat az Osztrák Földtani Társulat választotta levelező tagjává. Utólag is szívből gratulálunk a kitüntetetteknek.

Tisztelt Közgyűlés! A főtitkári beszámoló nem zárulhat az elnökségi hálás köszönetnek a Társulat két napszámósának szóló kifejezésre juttatása nélkül. Ezt a kifejezést már tavaly is használtam, és már akkor sem indokolatlanul. Sajnos, azóta az indokok nem gyengültek, hanem erősödtek. Restelkedve mondom, hogy Társulatunk iránti elkötelezettségük tartja őket még mindig nálunk, és szomorú, hogy jelenleg nem tudjuk hálánkat még aprópénzre sem váltani.

Kérem a Tisztelt Közgyűlést, hogy a főtitkári jelentést elfogadni szíveskedjék.

A bizonytalan halmazok elméletének alkalmazása röntgendiffraktométeres ásványtani fázisanalízis eredményeinek értékelésére

*Application of the fuzzy set theory for the quantitative phase analysis
of rocks by X-ray diffractometry*

BÁRDOSSY György¹ – ÁRKAI Péter² – FODOR János³
(4 ábra, 4 táblázat)

Tárgyszavak: röntgen-fázisanalízis, hibák, bizonytalan halmazok
Key words: X-ray phase analysis, errors, fuzzy sets

Abstract

The aim of this article is to show the advantages of the fuzzy method in the evaluation of X-ray diffraction phase analysis. The method elaborated in the Geochemical Research Laboratory of the Hungarian Academy of Sciences was applied (BÁRDOSSY et al. 1980). This method is particularly suitable for the study of fine grained sedimentary rocks and bauxites. The average analytical error of the method is ± 10 weight%. The limit of detection of the minerals varies from 0.5 to 5%.

The Late Permian Boda Siltstone Formation (BAF), occurring in southern Hungary, was chosen as test material. This formation has been studied very thoroughly by various methods in recent years. 29 selected rock samples from the BAF plus 2 from the overburden and one from the footwall, were analysed chemically by X-ray fluorescence and mineralogically by X-ray diffractometry. The analysis was carried out by a computerized Philips PW-1730 diffractometer, using monochromatised CuK α irradiation at 45 kV and 35mA.

It is assumed that the fuzzy set theory developed by ZADEH (1965) is familiar to readers. First fuzzy numbers have been constructed for each traditional "crisp" number indicating the quantity of the given mineral in the sample. The crisp and fuzzy data sets of all the 32 samples are presented in Table I. The main methodological results of the fuzzy evaluation are as follows:

- The analytical error is different for each sample and for each mineral. The range of the "support" (max.value - min.value) varied in the studied material from 2 to 28%.

- The areas of the fuzzy numbers are roughly proportional to the quantity of the mineral in the sample. Specific fuzzy areas (fuzzy area/fuzzy index) were calculated. Therefore, these express more clearly the analytical error (Table II).

- In the case of a very small mineral quantity - close to the limit of detection - even the presence of the mineral may be uncertain. This uncertainty can be expressed by the fuzzy numbers, as in this case the minimum value of the support is taken to be zero.

The main mineralogical and petrographical results of the study show the following:

- The minerals of the studied rock(formation) can be ranked according to their analytical error. For the studied BAF samples the following sequence was established (in decreasing order of the analytical error): potassium feldspar, quartz, illite-muscovite, albite, chlorite, dolomite, calcite, and hematite. It should be stressed that the sequence may be different for any mineral assemblage, depending on the structural properties of the minerals and the overlapping of the diagnostic diffraction peaks.

- Averages of the mineral composition, calculated separately from the crisp and the fuzzy numbers, showed an almost perfect coincidence (Tables III, IV).

¹ 1055 Budapest V. Kossuth tér 18.

² MTA Földtudományi Kutatóközpont Geokémiai Kutatólaboratórium. 1112 Budapest, Budaörsi út 45.

³ Állatorvostudományi Egyetem Biomatematikai és Számítástechnikai Tanszék. 1078 Budapest, István út 2.

– Standard deviations of the fuzzy numbers are 3 to 6 times higher than those of the crisp numbers. The reason for this difference is that the crisp numbers express the natural variability of the given mineral in the rock, while the fuzzy standard deviations comprise the analytical error of the X-ray phase analysis.

– The average analytical error of the entire mineral assemblage is also a characteristic value, as shown on Figure 3, e.g. the weathered BAF samples show a higher average analytical error than that of the fresh, unweathered rock samples.

The main benefit of the fuzzy evaluation is the quantitative determination of the analytical error for each mineral in each sample. Both methodological and mineralogical conclusions can be drawn from the additional information.

Összefoglalás

A dolgozat célja annak bemutatása, hogy a kvantitatív röntgendiffraktométeres fázisanalízis mérési eredményeinek kiértékelésekor milyen többlet-információkat nyújt a bizonytalan halmazok elméletének alkalmazása. A Bodai Aleurolit Formációból (BAF) származó 29 kőzetminta eredményein keresztül mutatják be a szerzők ezeket a lehetőségeket.

A hagyományos röntgendiffraktométeres fázisanalízis eddig elfogadott átlagos hibája ± 10 súly% volt. A fuzzy kiértékeléssel mintánként és ásványonként lehet a hiba nagyságát meghatározni. A kimutathatósági határ közelében levő ásványmennyiségek esetében az adott ásvány jelenlétének bizonytalanságát is érzékeltetni lehet a fuzzy számok segítségével. A feldolgozás eredményeként a BAF ásványait a meghatározás bizonytalansága szerinti sorrendbe lehetett foglalni. A hagyományos (crisp) és a fuzzy számok segítségével megkülönböztethetővé vált az adott ásvány természetes változékonysága az adott formációban, valamint a meghatározás analitikai hibájának a nagysága. A módszer bármely más kőzet kiértékelésekor is alkalmazható.

Bevezetés

A kvantitatív röntgendiffraktométeres fázisanalízis világszerte egyik alpmódszere a kőzetek, elsősorban a finomszemcsés üledékes kőzetek és ércek ásványos összetétele meghatározásának. A számos publikált módszer közül munkánkhoz azt alkalmaztuk, amelyet a 60-as és 70-es években dolgoztak ki az MTA Geokémiai Kutató Laboratóriumában (GKL) és az ALUTERV-FKI kutató intézetben (BÁRDOSY 1966, BÁRDOSY et al. 1980). A szakirodalomból ismert belső és külső standard módszereket nem alkalmaztuk, mert ezek nem tudják figyelembe venni az ásványok reális szerkezetét. Mint ismeretes, a röntgendiffraktométeres fázisanalízis gondosan homogenizált és 0,06 mm alá porított kőzetmintából indul ki. Az egyes ásványok reflexióinak intenzitásai nagyjából arányosak ugyan mennyiségeikkel, közvetlenül azonban nem értékelhetők. Ennek az az oka, hogy a reflexiók intenzitása más tényezőktől is függ, így a kőzet és az egyes ásványok tömegabszorpciók együttthatójától, az ásványok rendezettségétől, kémiai összetételük ingadozásaitól, valamint az amorf és quasi-amorf összetevők arányától. Ezen felül az ún. kitüntetett orientáció is jelentősen módosíthatja a reflexiók intenzitását és ezek arányát. Ezért a GKL-ben jelenleg is alkalmazott módszer a homogenizált kőzetpor vegyi összetételét is figyelembe veszi, oly módon hogy a kémiai komponenseket a mintában kimutatott ásványokra osztja szét azok mennyiségi aránya szerint.

E módszer egyik fő előnye az, hogy az ásványok reális és nem az elméleti (ideális) szerkezetével számol. Ennek ellenére a kvantitatív röntgendiffraktométeres fázisanalízis mai formájában is számos hibával terhelt. Több évtizedes

gyakorlati tapasztalataink alapján a módszer átlagos hibáját ± 10 súly%-ra becsüljük, az egyes ásványok kimutathatóságának határa pedig 0,5 és 5% között váltakozik. A főbb hibaforrások a következők:

- a műszerből fakadó hibák, pl. a röntgensugárzás intenzitásának ingadozása, a regisztráció bizonytalanságai, a háttér megnövekedése a kis szögterületben stb.,

- a mintaelőkészítésből fakadó hibák pl. a túl nagy szemnagyság, a tökéletlen homogenizáció, a kitüntetett orientáció fellépése stb.,

- a röntgenfluoreszcens vegyelemzés analitikai hibái,
- az ásványok reális szerkezetének és tényleges vegyi összetételének bizonytalan ismeretéből eredő hibák. Ezek adják a fázisanalízis teljes hibájának a nagyobb részét.

Rájöttünk arra, hogy a bizonytalan halmazok (fuzzy sets) elméletének alkalmazása lehetővé teszi az összesített hiba nagyságának és jellegének (pl. szimmetria, aszimmetria) jobb megismerését. A bizonytalanságok földtani szerepét és a fuzzy set elmélet alapvető fogalmait a közelmúltban ismertettük (BÁRDOSSY et al. 2000). A következőkben a módszer röntgenográfiai alkalmazhatóságát kívánjuk bemutatni.

Mintául a Pécestől nyugatra előforduló, késő-perm korú Bodai Aleurolit Formációt (BAF) választottuk ki, tekintettel arra, hogy az utóbbi években e formáción igen széleskörű vizsgálatok folytak (KOVÁCS et al. 2000). A formációból 29 kőzetmintát vizsgáltunk meg, amit a fedő kettő és a fekü egy mintájával egészítettünk ki. E minták vegyelemzését röntgenfluoreszcenciás módszerrel a Mecsekérc Kft. készítette el. A minták ásványos összetételéről vékonycsiszolatok, derivatográfus mérések és röntgenfelvételek alapján tájékozódunk. Azt találtuk hogy a minták a következő ásványokból épülnek fel: illit-muszkovit, klorit (ennek közelebbi meghatározására nem volt lehetőségünk), kaolinit, egyes felszíni mállott mintákban szmektit. Ezen kívül albit, pontosabban meg nem határozható, alárendelt mennyiségű káliföldpát, valamint dolomit, kalcit, hematit és rutil. Néhány mintában magnezit, sziderit, zeolit, valamint kevert szerkezetű agyagásvány is előfordult. Kőzettanilag a minták többsége albitfészkés agyagkő, melyet néhány albitolit és albitos dolomit egészített ki. Az kora-perm korú feküből egy homokkő mintát vizsgáltunk (Korpádi Homokkő Formáció). Egy további homokkő minta a közvetlen fedőből származik (Kővágószőlősi Formáció, Bakonyai Tagozat), egy pedig a magasabb fedőt képviseleti (Jakabhegyi Homokkő Formáció, alsó-triász).

Vizsgálati körülmények és értékelési metodika

A felvételek APD típusú számítógépes vezérlő és adatgyűjtő rendszerrel felszerelt Philips PW-1730 típusú röntgendiffraktómméterrel készültek. A felvételekhez CuK_α sugárzást, grafit monokromátort használtunk 45 kV és 35 mA-el. A reflexiók intenzitásait proporcionális számlálóval mértük 1° -os divergencia és detektor résekkel. A felvételek $0,05^\circ$ -os lépésközökkel és 1 secundumos mérési sebességgel készültek.

Az ásványok kis szemcsemérete miatt az egyes ásványfázisok elkülönített vizsgálatára általában nem volt lehetőség. A röntgendiffraktométerrel kapott fázisösszetételt a vegyelemzésekkel vetettük össze és a teljes kőzetre vonatkozó elemzési eredményeket ásványfázisokra osztottuk szét. Ennek során az alábbi feltételeket alkalmaztuk:

- Tisztának tartott fázisok: kvarc (SiO_2), rutil (TiO_2) – az összes titán rutilban található, a plagioklász kémiaiailag tiszta albit ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) – az összes nátriumot az albit tartalmazza.

- Az illit-muszkovit az illit kristályossági indexek alapján az illit és az ideális muszkovit közötti, átmeneti összetételű (ARKAI et al. 1996).

- A kőzet teljes Fe_2O_3 tartalma hematit formájában van jelen.

- A kalcium tartalom karbonát ásványokhoz kötött, a CO_2 -t kalcit, dolomit, ritkábban sziderit és magnezit között osztottuk el.

- A bonyolult összetételű klorit okozta a legnagyobb bizonytalanságot az átszámításnál; szerencsés körülmény, hogy mennyisége a legtöbb esetben csekély volt.

A kapott eredményeket egész százalékokra kerekítettük. A kiértékelés következő lépéseként meghatároztuk e mennyiségek bizonytalanságát. Ennek során a fuzzy számok becslésekor az ásványok lehetséges ásványkémiai változékonyságát is figyelembe vettük, pl. Ca-beépülés lehetőségét a plagioklászba. A fuzzy számok háromszögek, ill. trapézok lehetnek. Sarokpontjaikat a következőképpen értelmeztük (1. ábra):

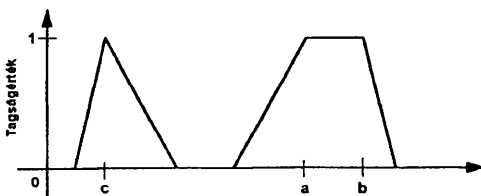
- A nulla tagságértékű legkisebb szám az adott ásvány legkisebb elfogadható értéke.

- A nulla tagságértékű legnagyobb szám értelemszerűen az ásvány legnagyobb elfogadható értéke.

- Az egységet elérő, tehát legnagyobb tagságértékű sarokpont, vagy intervallum az adott ásvány leginkább elfogadható mennyiségét fejezi ki.

A legkisebb és a legnagyobb sarokpont közötti intervallumot tartónak nevezzük és ennek hossza az adott ásvány meghatározásának lehetséges legnagyobb hibáját fejezi ki. Ugyanakkor az egységnyi tagságértéket elérő pontot vagy intervallumot magnak nevezzük és ez a meghatározás leginkább elfogadható hibájának nagyságát rögzíti. A kiértékelést még teljesebbé tettük a fuzzy szám területének kiszámításával. Kiszámítottuk továbbá az ún. defuzzifikált számot és a fuzzy indexet, melyek segítségével a meghatározások bizonytalanságát össze tudtuk hasonlítani és sorrendeket vehettünk fel (FODOR & ROUBENS 1994 ; TANAKA 1991).

Tapasztalataink szerint e fuzzy számok meghatározása a fuzzy módszer alkalmazásának döntő lépése, hiszen minden további számítás ebből indul ki. A fuzzy számokat ezért lehetőleg együtt határoztuk meg, röntgenográfiai, ásványtani és matematikai ismereteink egymást kiegészítő felhasználásával.



1. ábra. A fuzzy számok értelmezése

Fig. 1 Interpretation of the fuzzy numbers

A kiértékelés eredményeinek ismertetése

Az I. táblázaton a fázisanalízis hagyományos eredményei (ún. crisp számok) mellett a fuzzy számok jellemző adatait tüntettük fel az öt legnagyobb mennyiségben előforduló ásványra. Ott, ahol a „teljes tagság” két oszlopában azonos számok szerepelnek, pl. 7 meg 7, háromszög alakú a fuzzy szám. Ott viszont ahol e számok különböznek (mindig a baloldali a kisebb), trapéz alakú fuzzy számmal van dolgunk. A 2. ábrán látható, hogy milyen különbséget jelent a fázisanalízis eredményeinek bemutatása hagyományos módon és a fuzzy számok segítségével. A fuzzy számok és a belőlük számított további mutatók egyrészt módszertani, másrészt ásvány-kőzettani többlet ismereteket szolgáltatottak.

Módszertani eredmények. Kiderült, hogy az eddig használt $\pm 10\%$ -os hiba kőzetmintánként és ásványonként igen eltérő lehet. A tartó hossza maximálisan 28%-ot ért el, a mag hossza pedig 15%-ot. Számos esetben a mag egyetlen pontból (számból) állt, ami igen pontos eredményt fejezett ki. A számszerű összehasonlításhoz elsősorban a defuzzifikált számokat és a fuzzy indexeket használtuk. Azt tapasztaltuk, hogy a vizsgált minták esetében ez a két szám vagy azonos, vagy csak egy % egységgel tért el egymástól. A hagyományos crisp számokhoz az eltérés lényegesen nagyobb is lehet. Példaként a II. táblázatban a muszkovit- illít crisp értékeit és fuzzy mutatóit foglaltuk össze, mégpedig a defuzzifikált számok növekvő sorrendjében.

A vizsgált minták eredményeinek összehasonlító értékelése azt mutatta, hogy a fuzzy számok területe nagy vonalakban arányos a defuzzifikált számokkal és a fuzzy indexekkel. Ugyanez érvényes a tartó-intervallum hosszára is. Tehát általában minél nagyobb egy ásvány mennyisége az adott mintában, annál nagyobb a fázisanalízis hibája is! Ezt a körülményt már a hagyományos kiértékelésnél is érzékeltük, de számszerűsíteni nem tudtuk. Az összefüggés azonban eléggé laza, számos eltérést figyeltünk meg. Ezért a fuzzy számok területét fajlagos területté számoltuk át oly módon, hogy a fuzzy területet elosztottuk a defuzzifikált számmal, ill. a fuzzy indexszel. A fajlagos területeket a

I. táblázat. A röntgendiffraktométeres fázisanalízis hagyományos eredményei (crisp számok) és a megfelelő fuzzy számok értékei az öt, legnagyobb mennyiségben előforduló ásványnál

Table I Conventional results (crisp numbers) and fuzzy numbers of the X-ray powder diffractometric analysis for the five main minerals

Minta	Azonosító	muszkovit-illit				kvarc				albit					dolomit				hematit							
		crisp	min	teljes tags.	max	crisp	min	teljes tags.	max	crisp	min	teljes tags.	max	crisp	min	teljes tags.	max	crisp	min	teljes tags.	max					
1	4734, 359.4-359.6m (fédő) Jakabh.	50	34	42	50	62	32	25	32	36	45	1	1	2	2	3	8	6	8	11	13	6	4	5	6	7
2	Bat-4, 215.5m (fédő) Bakonyai HF.	35	13	21	36	44	35	28	34	42	50	10	9	10	12	18	8	7	8	18	25	5	2	3	5	7
3	K-752 (felszíni feltárás)	9	3	8	9	13	25	20	25	28	33	45	40	42	45	50	0	0	0	0	0	5	4	5	5	6
4	Bat-4, 1169.2m (baba, BAF)	33	29	32	42	53	27	20	24	28	33	13	12	14	15	20	5	3	5	5	7	5	4	5	5	6
5	Delta-3, 69.4-69.5m (alb, BAF)	14	10	14	15	20	3	2	3	4	8	59	54	56	60	67	6	4	6	6	8	6	5	6	9	10
6	XV, 2093.5m (fekt) Korpádi Hom.F.	34	27	33	35	45	46	30	38	46	53	8	5	6	8	10	0	0	0	0	0	6	4	5	8	10
7	EXT-3 1.40-1.55m (aba, BAF)	33	28	32	33	40	8	4	5	8	10	35	30	35	36	45	4	3	4	5	7	9	8	9	9	10
8	EXT-5 1.25-1.40m (aba, BAF)	36	33	35	36	40	7	5	6	7	10	29	27	29	29	33	5	4	5	6	7	8	7	8	9	10
9	EXT-6 1.35-1.45m (aba, BAF)	44	40	43	47	50	6	2	3	6	8	27	23	26	27	35	ny	0	0.5	0.5	1	9	8	9	10	11
10	SC-1 9.00-9.20m (aba, BAF)	44	40	42	47	50	9	6	6	9	10	24	20	23	26	30	3	2	3	4	5	9	8	8	10	11
11	SC-2 9.00-9.30m (aba, BAF)	30	25	27	32	35	10	3	4	12	14	35	30	34	35	40	3	2	3	4	6	8	7	8	8	9
12	SC-4 9.20-9.35m (aba, BAF)	37	25	31	37	40	6	4	6	6	6	31	27	31	36	40	5	4	5	6	7	8	7	8	9	10
13	OCT-1 9.3-9.4m (aba, BAF)	36	25	33	38	45	9	6	7	9	10	31	25	30	33	40	0	0	0	0	0	8	7	8	9	10
14	OCT-1 11.4-11.5m (aba, BAF)	37	30	33	38	45	9	5	7	7	10	32	28	32	36	42	ny	0	0.5	0.5	1	8	7	7	9	10
15	K-23/1 (aba, BAF, felsz.)	42	30	38	42	50	10	2	3	10	12	18	15	18	30	32	0	0	0	0	0	8	7	8	8	10
16	Bat-15 9.6m (aba, BAF, felsz.)	43	33	37	44	50	14	8	10	14	15	13	10	13	22	24	2	1	2	3	5	8	7	8	8	9
17	XIV, 2041.0m (aba, BAF)	39	30	34	39	45	14	3	4	16	18	16	15	16	18	20	14	10	12	22	23	8	7	8	8	11
18	Delta-3 22.45-22.70m (aba, BAF)	36	30	33	39	45	10	5	7	10	11	33	28	31	36	41	ny	0	0.5	0.5	1	8	8	8	10	11
19	Delta-3 48.35-48.50m (aba, BAF)	32	28	31	41	50	11	4	5	11	13	30	25	29	31	40	3	2	2	4	4	9	8	9	9	10
20	Delta-3 154.2m (aba, BAF)	37	28	37	39	45	16	6	8	16	20	46	23	26	29	35	8	5	6	6	7	6	5	6	8	8
21	Delta-3 197.9m (aba, BAF)	41	35	39	41	45	12	7	8	12	13	25	22	25	32	35	2	1	2	3	5	8	7	8	8	9
22	Delta-3 227.7m (aba, BAF)	31	15	18	32	40	9	3	3	9	10	32	30	33	49	55	4	3	4	6	9	7	6	7	7	8
23	Delta-4 17.8m (aba, BAF)	32	30	32	36	45	10	4	5	10	12	26	20	22	25	28	11	10	11	15	16	8	6	7	8	9
24	Delta-4 25.60m (aba, BAF)	33	25	30	33	40	6	3	4	6	8	32	30	32	37	42	3	2	3	4	5	9	8	9	9	10
25	Delta-4 70.70m (aba, BAF)	44	35	39	45	50	23	16	21	29	32	22	18	21	22	25	ny	0	1	1	2	7	7	7	8	9
26	Delta-5 20.85-21.10m (aba, BAF)	36	30	35	37	45	7	5	7	7	10	27	25	27	29	40	7	6	7	8	10	8	7	7	9	10
27	Delta-5 24.81-25.00m (aba, BAF)	33	30	33	34	40	6	5	6	7	8	30	25	30	30	35	6	5	6	8	9	8	7	7	9	9
28	Delta-5 59.59-34m (aba, BAF)	45	40	46	49	55	9	7	9	10	13	23	20	23	23	25	2	1	2	3	5	8	6	6	9	10
29	Delta-9 20.43-20.70m (aba, BAF)	40	35	38	42	50	9	4	5	8	10	23	20	23	25	30	7	6	7	9	10	8	8	8	9	10
30	Delta-9 79.58-79.78m (aba, BAF)	38	35	38	45	50	8	1	1	3	10	30	28	30	32	40	5	4	5	7	8	9	8	8	9	10
31	Delta-3 14.7m (dol, BAF)	8	7	8	9	12	2	2	2	4	5	33	30	32	33	38	45	42	45	45	48	4	3	4	5	6
32	SC-3 (dol, BAF)	7	5	6	7	10	8	4	5	8	10	40	38	40	40	45	37	35	37	40	42	2	2	2	4	5



2. ábra. Fázisanalízis eredményei hagyományos módon és a fuzzy számok segítségével kifejezve. Albitos agyagkő, BAT-4. jelű fúrás 1169,2 m.

Fig. 2 Results of XRD phase analyses expressed conventionally and by fuzzy numbers. Albitic claystone from borehole BAT-4, 1169.2 m

II. táblázatban külön oszlopokban mutatjuk be, értelmezésükről az ásvány-kőzettani részben szólunk.

Fontos módszertani többlet-információt jelent az, hogy fuzzy számokkal egy adott ásvány jelenlétének bizonytalanságát is ki lehet fejezni. Előfordulhat ugyanis, hogy a kérdéses ásvány diagnosztikus reflexiója olyan kicsiny, hogy alig emelkedik ki az alapvonalból. Nehezen, vagy egyáltalában nem dönthető el ilyenkor, hogy az adott ásvány reflexiója jelentkező, vagy csak az alapvonal szokásos ingadozásáról van szó. Az is gyakori, hogy bizonyos ásványok diagnosztikus reflexióját részben vagy egészben elfedik egy másik, nagyobb mennyiségben jelen levő ásvány reflexiói. Ilyenkor sem állapítható meg egyértelműen, hogy valóban jelen van-e a kérdéses ásvány. A hagyományos értékeléssel ez a bizonytalanság nem fejezhető ki, a fuzzy számokkal viszont igen. Ilyen esetben a fuzzy szám minimum sarokpontját nulla értéknél vesszük fel, a többi sarokpontot pedig az előzőekben elmondottak szerint jelöljük ki. (2. ábra). Ezzel azt fejezzük ki, hogy az adott ásvány jelenlétét a fuzzy szám által meghatározott mennyiségben lehetségesnek tartjuk, de azt sem zárjuk ki, hogy az ásvány a mintában még sincs jelen.

Míndezek az információk teljesebbé teszik a röntgendiffraktométeres fázisanalízis megbízhatóságát és számszerűsítik a módszerrel járó hibákat.

Ásvány-kőzettani eredmények. A röntgendiffraktométeres fázisanalízis szakemberei már régóta felismerték, hogy ásványonként eltérő a meghatározások bizonytalansága. A hagyományos módszerekkel ezt a felismerést nem lehetett számszerűsíteni. A fuzzy fajlagos területek összehasonlításával ez lehetővé vált,

II. táblázat. A minták sorrendje a illit-muskovit defuzzifikált értéke szerint.

Jelölések: ny=nyomokban található; n.o.=nem fordul elő

Table II Ranking of the samples according to their defuzzified values: illite-muskovite.

Legend: ny=in traces; n.o. not occurring in the samples

Minta sorszáma	Defuzz.	Index	crisp	Terület	T/Index	T/Defuzz	Tartó hossza	Mag hossza
32	7	7	7	3	0.43	0.43	5	1
3	8	8	9	5.5	0.67	0.67	10	1
31	9	9	8	3	0.33	0.33	5	1
5	15	15	14	5.5	0.37	0.37	10	1
22	26	26	31	19.5	0.74	0.74	25	14
2	29	29	35	23	0.81	0.81	31	15
11	30	30	30	7.5	0.25	0.25	10	5
24	32	32	33	9	0.28	0.28	15	3
12	33	33	37	10.5	0.32	0.32	15	6
7	33	33	33	6.5	0.20	0.19	12	1
27	34	34	33	5.5	0.16	0.16	10	1
13	35	35	36	12.5	0.35	0.36	20	5
6	35	35	34	10	0.29	0.28	18	2
23	36	36	32	9.5	0.27	0.26	15	4
8	36	36	36	4	0.11	0.11	7	1
14	37	37	37	10	0.27	0.27	15	5
18	37	37	36	10.5	0.29	0.28	15	6
26	37	37	36	8.5	0.23	0.23	15	2
20	37	37	34	9.5	0.26	0.26	17	2
17	37	37	39	10	0.27	0.27	15	5
19	38	38	32	16	0.43	0.42	22	10
4	39	39	33	17	0.44	0.43	24	10
15	40	40	42	12	0.30	0.30	20	4
21	40	40	41	6	0.15	0.15	10	2
16	41	41	43	12	0.29	0.29	17	7
29	41	41	40	9.5	0.23	0.23	15	4
30	42	42	38	11	0.26	0.26	15	7
25	45	45	44	15.5	0.35	0.35	20	11
10	45	45	44	7.5	0.17	0.17	10	5
9	45	45	44	7	0.16	0.16	10	4
1	47	47	50	18	0.38	0.38	28	8
28	48	48	45	9	0.19	0.19	15	3

hiszen ez a szám azt fejezi ki, hogy mennyi az egységnyi ásvány mennyiségre eső bizonytalanság. Egy-egy ilyen sorrend természetesen csak egy adott ásvány-paragenézisre, adott ásványgenetikai körülmények között érvényes. A jelen esetben ez a feltétel érvényesül, hiszen a BAF ásványgenetikai egységként fogható fel és azonos ásványokat tartalmaznak a rétegek, még ha ezek mennyisége eltérő is lehet. A BAF-ból származó 29 kőzetmintában a fuzzy fajlagos terület csökkenő sorrendjében a következő eredményt kaptuk:

A káliumföldpát meghatározás bizonytalanságát külön kell értékelni, hiszen az átfedések miatt az ásvány jelenléte is bizonytalan. A többi ásványra a III. táblázat adatai egy proporcionális hatást jeleznek, tehát minél nagyobb az ásvány mennyisége a mintában, annál nagyobb a meghatározás bizonytalansága is. (A fuzzy számok átlaga csak azokra a mintákra vonatkozik, amelyekben az adott ásványt ki lehetett mutatni.) E mellett az is egyértelmű, hogy a szilikát ásványok mennyiségének meghatározása a karbonátok és a hematit meghatározásánál bizonytalanabb. Ez az utóbbiak jellegzetes reflexióinak kisebb lefedettségével magyarázható.

III. táblázat. A fő kőzetalkotó ásványok fuzzy elemzésének eredményei
 Table III Results of the fuzzy analyses of the main rock-forming minerals

Ásvány	Tartó hossza	Tartó átlaga	Mag hossza	Mag átlaga	Fuzzy számok átlaga, %
	%	%	%	%	
Illit-muszk.	5 – 25	14	1 – 14	5	34
Albit	2 – 25	12	0 – 16	3	31
Kvarc	2 – 16	7	0 – 12	4	9
Klorit	3 – 14	6	0 – 6	2	7
Dolomit	1 – 13	4	0 – 10	2	8
Kalcit	2 – 10	4	0 – 6	2	6
Hematit	2 – 5	3	0 – 3	1	5

A hagyományos és a fuzzy értékelés összehasonlítása céljából kiszámítottuk 27 albit-fészkes agyagkő minta átlagos összetételét és szórását mind a két módszerrel. Az utóbbi módszernél fuzzy indexeket használtunk. Az eredményeket a IV. táblázat mutatja be. A kapott átlagok vagy azonosak, vagy csak egyetlen százalékkal térnek el egymástól. Egyedül a káliumföldpát esetében van 2%-os eltérés az ásvány jelenlétének fentiekben ismertetett bizonytalansága miatt. Ez az eredmény megerősítette azt a feltevésünket, hogy a fuzzy és a hagyományos értékelés azonos mennyiségi eredményekhez vezet, de a fuzzy értékelés a bizonytalanságra vonatkozó többletinformációkat szolgáltat.

Ez a megállapítás az eredmények szórásában jutott kifejezésre. Míg a crisp számok szórása $\pm 1-8\%$ volt, addig a fuzzy számoké ennek 3–6 szorosa lett. Az illit-muszkovit sornál a legnagyobb ez a különbség, hiszen itt a crisp számok $\pm 5\%$ -os szórása $\pm 33\%$ -ra nőtt.

A crisp számok szórása egyértelműen a kőzetet alkotó ásványok természetes változékonyságát fejezi ki, hiszen a hagyományos értékelés a fázisanalízis bizonytalanságának kifejezésére nem alkalmas. Ezzel szemben a fuzzy indexek szórása a fázisanalízis hibájának következménye. A fuzzy-set elmélet alkalmazásával tehát először sikerült a minták természetes változékonyságát és a fázisanalízis hibájából eredő változékonyságot megkülönböztetni. Véleményünk

IV. táblázat. A klasszikus és fuzzy statisztikák összehasonlítása
 Table IV Comparison of the conventional and fuzzy statistics

Ásvány	Átlag (%)		Szórás (%)	
	crisp	fuzzy	crisp	fuzzy
1. muszkovit-illit	37	37	5	33
2. albit	28	29	8	25
3. kvarc	10	9	6	15
4. hematit	8	8	1	6
5. klorit	6	6	4	8
6. kalcit	5	6	2	8
7. dolomit	4	5	2	8
8. K-földpát	0	2	0	4

szerint igen fontos eredmény ez, amit az ásványgenetikai és üledékkőzettani kiértékeléseknél hasznosítani lehet.

Eddig csak a BAF ásványairól volt szó, de megpróbáltuk egész kőzetminták viselkedését is kiértékelni a fuzzy set elmélet segítségével. Ehhez a fedőből és a feküből vett három mintát is felhasználtuk és összehasonlítottuk őket a BAF-ból származó kőzetminták eredményeivel. A fázisanalízis megerősítette azt a korábbi feltevést, hogy a fedő és feküből származó kőzetminták a BAF kőzetmintáinál lényegesen kevesebb albitot tartalmaznak: 28% helyett 1–10%-ot. A másodlagosan keletkezett albit tehát a BAF egyik legjellegzetesebb ásványtani sajátossága.

Összehasonlítás céljából kiszámítottuk minden egyes kőzetminta átlagos fajlagos fuzzy területét (fuzzy terület/fuzzy index). Világos, hogy minél nagyobb ez a szám, annál nagyobb az adott minta fázisanalízisének átlagos hibája. A kapott eredményeket kőzetfajtánként átlagoltuk és a 3. ábrán mutatjuk be. Ezen a közvetlen fedő és feküből vett minták is szerepelnek. A kis mintaszám miatt a kapott eredményt bár csak első közelítésnek tekintjük, mégis szembetűnő, hogy a BAF-ból származó minták fázisanalízisének átlagos hibája a közvetlen fedő és fekü mintáinál kisebb. A BAF-ból vett mintákon belül a felszíni és felszínközeli, többé-kevésbé mállott minták átlagos hibája a legnagyobb. A felszíni mállás hatása tehát bizonytalanabbá tette a röntgendiffraktométeres fázisanalízist. Az üde kőzetminták között a különbség nem jelentős, legkisebb az albitos dolomit mintáké.

A kapott eredmények lehetőséget nyújtanak arra, hogy kellő számú vizsgálat esetén előre megmondhassuk, hogy egy adott újabb kőzetminta vizsgálata során mekkora bizonytalansággal kell számolnunk. A BAF kőzeteinek összesítő ásvány-kőzettani kiértékelését is elősegíthetik ezek az eredmények, hiszen számításba tudjuk venni ásványonként, ill. kőzetfajtánként a hibák nagyságát.

Összefoglalás

Munkánk során megbizonyosodtunk arról, hogy az eddigi hagyományos kiértékeléshez képest a fuzzy set elmélet használata mind módszertani, mind ásvány-kőzettani tekintetben többlet-információkat eredményezett. Azt találtuk, hogy a fuzzy számok meghatározásán túl érdemes ezek területét, fajlagos területét, a tartó és a mag hosszát, fuzzy indexeit és defuzzifikált értékeit is kiszámítani. A fuzzy számokkal végzett statisztikai számítások (átlagok, szórás) ásvány-kőzettanilag értelmezhető eredményeket szolgáltatottak. Legfontosabbaknak a következő eredményeket tartjuk:

- A fázisanalízis hibái ásványonként és mintánként számszerűsíthetők.
- A BAF ásványai a fázisanalízis hibájának nagysága szerint sorrendbe szedhetők. Ilyen sorrendeket más kőzetekre is ki lehet dolgozni a fuzzy kiértékelés segítségével.
- A crisp és a fuzzy indexek kiszámításával meg lehet különböztetni az ásványok természetes változékonyságát és a fázisanalízis bizonytalanságát a BAF-ban és bármely más kőzetben.

3. ábra A vizsgált kőzetfajták átlagos fajlagos fuzzy területe (fuzzy terület/fuzzy index). Kőzetfajták: 1. bakonyai homokkő (felső átmeneti réteg); 2. BAF, albitfészkes agyagkő felszíni kibúvásban (mállott); 3. BAF, albitfészkes agyagkő; 4. BAF, albitolit; 5. BAF, homokos, albitfészkes agyagkő; 6. BAF, albitfészkes dolomit; 7. Korpádi Homokkő (alsó-perm fekv.)

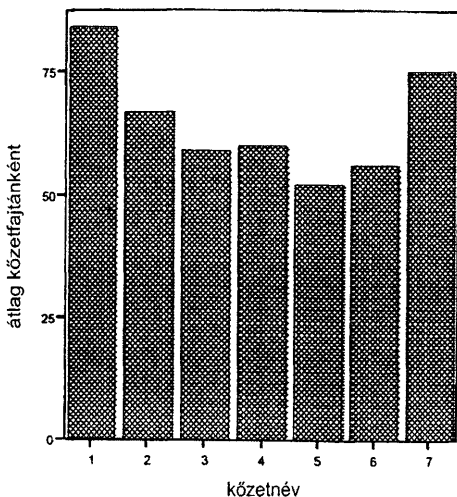


Fig. 3 Avarage relative fuzzyness of the evaluated rock types (fuzzy area/fuzzy index). Rock types: 1. Bakonya sandstone (upper transition); 2. BAF, claystone with albite nests; 4. BAF, albitolite; 5. BAF, sandy claystone with albite nests; 6. BAF, dolostone with albite nests; 7. Korpád Sandstone footwall (Lower Permian)

– Fuzzy számok segítségével olyan ásványokat is ki lehetett értékelni, amelyek jelenléte a mintában bár valószínűsíthető, de nem biztos.

Javasoljuk, hogy a fuzzy számokkal történő kiértékelés a kvantitatív röntgendiffraktométeres fázisanalízisben rendszeres alkalmazást nyerjen.

Irodalom – References

- ÁRKAI, P., MERRIMAN, R. J., ROBERTS, B., PEACOR, D. R. & TÓTH, M. 1996: Crystallinity crystallite size and lattice strain of illite-muscovite and chlorite: comparison of XRD and TEM data for diagenetic to epizonal pelites. – *Eur. Journal Mineral.* **8**, 1119–1137.
- BÁRDOSY, Gy. 1966: A bauxit ásványos összetételének röntgendiffrakciós vizsgálata. – *Kohászati Lapok* **99**, 355–363.
- BÁRDOSY, Gy., BOTTYÁN, L., GADÓ, P., GRIGER, Á. & SASVÁRI, J. 1980: Automated quantitative phase analysis of bauxites. – *American Mineralogist* **65**, 135–141.
- BÁRDOSY, Gy., FODOR, J., MOLNÁR, P. & TUNGLI, Gy. 2000: A bizonytalanság értékelése a földtudományokban. – *Földtani Közlöny* **130**, 291–322.
- FODOR, J. & ROUBENS, M. 1994: *Fuzzy preference modelling and multicriteria decision support*. – Kluwer Academic Publishers, 272 p. Dordrecht
- KOVÁCS, L., HÁMOS, G. & CSICSÁK, J. 2000: Actual state of the site characterisation programme of the Boda Siltstone Formation. – *Földtani Közlöny* **130**, 197–206.
- TANAKA, K. 1991: *An introduction to fuzzy logic for practical applications*. – Springer Verlag. New York. 138 p.
- ZADEH, L. 1965: Fuzzy sets. – *Information and Control* **8**, 338–353.

Kézirat beérkezett: 2000. 09. 25.

A tatai apti–alsó-albai ammoniteszek tafonómiája

A taphonomic interpretation of the Aptian–Lower Albian ammonites of Tata, Hungary

SZIVES Ottilia¹
(4 ábra)

Tárgyszavak: ammonitesz, tafonómia, kréta
Key words: ammonites, taphonomy, Cretaceous

Abstract

The basal beds of the Tata Limestone Formation show evidence of a rich, highly condensed fauna preserved as phosphatized and slightly glauconitized internal moulds. The fauna are situated in small pockets of a hardground covered with basal marly beds of massive crinoidal limestone. The assemblage, not younger in age than the Lower Albian *Tardefurcata* Zone, contains fossils from the Early Aptian to the Early Albian – approximately 11My in time. The fauna presents easily identifiable taphonomic features as strong sorting-by-size, disturbed sequences; in some cases there is plactical deformation. The model discussed below suggests that the infilling of the shells began after the sinking of the sea floor, then the local currents moved the infilled shells until they got trapped in the pockets of the hardground. In the traps the overflow-inducated turbulences, which disturbed the succession order, formed a taphonomically condensed sequence. A slight change in the environmental factors could enable the excavation of partially lithified molds from shallower traps. These probably experienced transportation again until they were trapped finally and covered with the crinoidal Tata Limestone. Other faunal elements (mainly gastropodes) also suggest shallow depositional environment. In the gastropod molds we can find warm tracks indicating that houses of gastropods were staying on relatively shallow sea floor after their death. Calcite gastropod moulds remained, aragonite ones dissolved. Dissolution could be caused by diagenesis and not because their position between ACD/CCD.

Összefoglalás

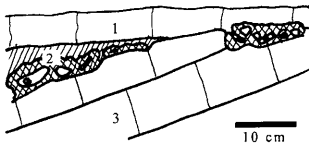
A tafonómiai szempontból vizsgálatra került, mintegy 1400 példányt tartalmazó anyag Tataról, négy lelőhelyről került begyűjtésre. Az egykori gyűjtés során nem végeztek tafonómiai megfigyeléseket, ám egy új gyűjtés adalékai hozzásegítettek a gazdag anyag tafonómiai feldolgozásához. Egy keményfelszín zsebeibe települő kondenzált, faunagazdag foszfátos összetételű kőtörmények méret szerinti osztályozottságát mutat és mintegy 11 millió éves időintervallumot ölel fel. Az ammoniteszek vázai a fenékre süllyedve üledékekkel töltődtek fel, a kitöltött vázak és az üledék az áramlatok segítségével a felszín egyenletlenségeiben csapdázódott. Ezekben a zsebekben az áramlatok által okozott turbulenciák a rétegsorrendet megbolygatva tovább keverték az összetétel, melynek példányai a kompakció hatására plasztikus deformációt is szenvedtek. Egy esetleges környezeti változás hatására a sekélyebb mélyedések tartalma is kimosódhatott, a bennfoglalt fossziliák tovább szállítottak, míg nem véglegesen üledékekkel temetődtek be.

Bevezetés

A jelen tanulmány tárgyául választott ammoniteszfauna a Tatai Mészkö Formáció bázisrétegéből került elő az 1953. és 1996. évi gyűjtések során. A gazdag anyaggal FÜLÖP József (1954, 1964) foglalkozott, aki monográfiájában (FÜLÖP 1975)

¹MTM Föld- és Őslénytár, 1083 Budapest, Baross u. 13. e-mail : sziveso@ludens.elte.hu

külön fejezetet szentelt a faunának. Az anyag azonban meglehetősen problematikusnak bizonyult, mind rendszertani és sztratigráfiai, mind tafonómiai szempontból. FÜLÖP a faunát a felső-apti *Nodosocostatum* Zónába helyezte, azonban az anyag taxonómiai, paleoökológiai és tafonómiai vonatkozásairól nem tett említést. A monográfiai megjelenése után több mint 20 évig senki sem foglalkozott az óriási anyaggal, mígnem a kréta kutatás fejlődésével a gazdag gyűjtemény revíziója időszerűvé vált. Az ammoniteszfaunával foglalkozó újabb munkák (SZIVES 1996, 1999a, b) alapján a fauna nem fiatalabb, mint az alsó-albai *Tardefurcata* Zóna, ám nem tisztázták kellően a felmerült tafonómiai kérdéseket, így aktuálissá vált egy komplex, részletes vizsgálat, melynek módszereit és eredményeit jelen munka tartalmazza. Részletes sztratigráfiai és biosztratigráfiai adatok FÜLÖP (1954, 1964, 1975) és SZIVES (1996, 1999a, b) munkáiban találhatók. A



1. ábra. A bázisréteg (2) elhelyezkedése a fekvő tithon–berriasi keményfelszín (3) és a fedő Tatai Mészkö (1) közt

Fig. 1 The fossil-bearing basal bed infilled the hollows (2) of the underlying hardground (3) and covered with the crinoidal Tata Limestone (1)

fosszíliaegyüttes egy keményfelszínbe mélyülő egykori lokális mélyedésekben, ún. zsebekben őrződött meg.

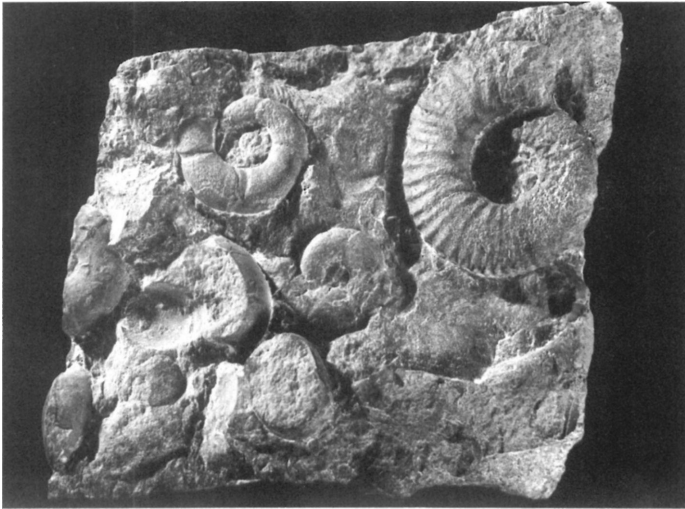
Az anyag erősen kondenzált rétegből került elő, melyben a fosszíliaik többnyire foszfátos és glaukonitos kitöltéseként őrződtek meg. A kőzet megjelenését szemlélteti a 2. ábra.

Az erősen foszfátosodott, más lelőhelyeken pedig glaukonitosodott példányok megőrződése számos konkrét tafonómiai kérdést is felvet. A fosszília együttes kora mintegy 11 millió évet ölel fel, így az első kérdés, hogy hogyan lehetséges ez? Ezen idő alatt folyamatos vagy szakaszos volt-e az üledékképződés, ha szakaszos volt, megállapítható-e a hiatusok ideje? További kérdés, hogy konkrétan hogyan képzelhető el a tafonómia folyamata: az üres héjak, a konszolidálatlan üledékkel teli héjak vagy a már konszolidált kőbelek szállítottak, ill. halmozódtak át, miért nincs rétegsorrend.

Ahhoz, hogy választ kaphassunk kérdéseinkre, először néhány elméleti témát járunk körbe, majd a fauna részletes tafonómiai leírását adjuk, így elméleti és gyakorlati ismereteink birtokában megkíséreljük egy kielégítő elmélet megfogalmazását.

Tafonómiai áttekintés

A tafonómia, mint fogalom bevezetése EFREMOV (1941) nevéhez fűződik. A tafonómia tudománya az élőlény elhalása és kőzetbe záródása közt lejátszódó biológiai, fizikai és kémiai folyamatokkal foglalkozik, melyek meghatározzák az elhalt élőlény fosszilizációját (ALLISON & BRIGGS 1991).



2. ábra. Az ősmaradványokban gazdag bázisréteg makroszkopikus képe

Fig. 2. Macroscopic view of the fossil-bearing bed

A fossziliák megőrződése szempontjából fontos tényező az üledékes környezetek közti kapcsolat, a szedimentációs ráta, a szediment felhalmozódási ráta és a víz turbulenciája. A kondenzált üledékek képződésének két fő típusa van, magukat a kondenzált üledékeket azonban három csoportba sorolhatjuk (GÓMEZ & FERNÁNDEZ-LÓPEZ 1994) az őket kialakító tényezők alapján.

A sztratigráfiai kondenzáció esetében az üledékképződés során a szedimentáció szakaszos, epizodikus. Ez azt jelenti, hogy az üledék felhalmozódása tömeges, pillanatszerű (tempestitek, turbiditek), de hosszú időintervallumot átfogó üledékhézagok ékelődnek az egyes események közé. A sztratigráfiai kondenzáció esetében a rétegsorrend megmarad, a fossziliák tehát nem áthalmazottak. A második esetben a szediment felhalmozódási ráta kicsi. Ilyen esetben terrigén beszállítás nincs, kevés a biogén anyag, kevés üledék hullik a fenékre. Főként a mély medencék belsejében képződhetnek ilyen körülmények közt üledékek (radioláriás iszap, globigerinás iszap), melyek szedimentációs kondenzáció eredményeként jönnek létre (GÓMEZ & FERNÁNDEZ-LÓPEZ 1994). A harmadik esetben a kondenzált üledék különböző korú, kevert fosszíliaegyütttest – vagyis áthalmazott és átdolgozott ősmaradványokat is – tartalmaz, mint ahogy a Tatai Mészki bázisrétege is. Fontos különbséget tenni a kétféle „állapot” közt, mivel az áthalmazott fosszília relatíve egyidősnek mondható az őt tartalmazó réteggel, az átdolgozott ősmaradványok pedig szükségszerűen (FERNÁNDEZ-

LÓPEZ 1985, 1991) idősebbek a bezáró kőzetnél, vagyis az átdolgozott ősmaradványok reprezentálják a hiatusokat, mely egy esetleges biosztratigráfiai vizsgálatnál fontos lehet.

Kalcit és szilikátos vázak is foszfátosodhatnak, vagy a primer ásványok helyettesítésével, vagy foszfátos kitöltést/bekérgezést alkotva (LUCAS & PRÉVOT 1991). Ezek a megőrződések azonban ritkák, mivel a foszfát a természetben igen alacsony koncentrációban van jelen, ezért a másodlagosan foszfátosodott bekérgezések, ill. kitöltések általában foszfátos padokhoz vagy keményfelszínekhez kapcsolódnak (PRÉVOT & LUCAS 1990, LUCAS & PRÉVOT 1981, 1991), amelyeknél a környezeti feltételek a legkedvezőbbek a foszfát kiválásához. A foszfatizáció a szerves anyag helyettesítését jelenti karbonát-fluorapatittal (BRECHLEY & HARPER 1996), ahol a foszfát a szerves anyagból és a detritusból származik. A foszfor kiválasztása mikrobiális aktivitással történik. Ha nem temetődik el a maradvány, vagy a felszín redoxpotenciálja nem változik meg, a foszfor nyomban visszadiffundál a vízbe (BRECHLEY & HARPER 1996). A redoxpotenciál megváltozása és a gyors eltemetődés teszi lehetővé a foszfát megkötéséhez a további mikrobiális tevékenységet. Ez a foszfátosodási folyamat a korai diagenézis egyik legkorábban lejátszódó jelensége. A foszfatizáció számára kedvező körülmények (BRECHLEY & HARPER 1996) az alacsony szedimentációs ráta a szerves anyag nagy produktívásával párosítva (vagyis keményfelszínnek), csökkent oxigénszint (de nem anoxia) az aljazaton, a bioturbáció hiánya, jól mozgatott víz, magas szervesanyag tartalom és alacsony CO₂ szint.

Módszerek

Tafonómiai szempontból fontos különbséget tenni a mechanikai, fizikai megőrződés és a leírásnál használt állapotjelzők – mint pl. törött kőbél, héjas példány – közt (FERNÁNDEZ-LÓPEZ 1997). Az összes fosszília besorolható a helybenmaradt, áthalmazott és újráfeldolgozott (átdolgozott) kategóriákba, melyeket együttesen hívunk a fizikai megőrződés állapotának. A fauna komplex fizikai állapotán túl fontos tafonómiai bélyegeket hordoznak az egyes példányok is. A tafonómiai vizsgálat során az alábbi paramétereket is gondosan mérlegelni kell: hogyan helyezkednek el a fossziliák a bezáró kőzetben, milyen a litológiai/texturális kapcsolat a kitöltések és a mátrix közt, megfigyelhető-e méret szerinti osztályozottság, vannak-e juvenilis példányok, ha igen, milyen a juvenilis/felnőtt arány, megőrződött-e a mikroflóra és fauna stb. Az egyes példányok fizikai állapotának leírására használatos állapotjelzők, mint pl. héjas példány, törött példányok, töredékek, ép szájadékú példányok stb. is fontosak az anyag tafonómiai leírásánál (FERNÁNDEZ-LÓPEZ 1997, Fig. 1).

A tatabánya fauna tafonómiai jellemzői

FÜLÖP professzor az anyagot négy tatabányai lelőhelyről gyűjtette, ezek az eredeti címkék alapján: a Kálváriadomb, Kékkőbánya (szintén a mai geológiai múzeum területén), az egykori Vajáriskola (a mai gimnázium épülete) és a Fazekas u. 21.

sz. ház elől. Részletes térképet l. SZIVES 1999b. A régi gyűjtés teljes anyaga preparálásra került, szerencsére azonban az 1996. évi kálvária-dombi új gyűjtés anyaga alkalmas komplex tafonómiai vizsgálatra.

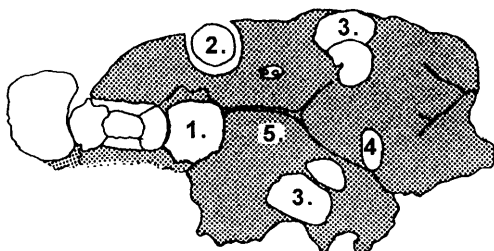
A Fazekas utca és a Kálváriadomb címkevel ellátott példányok kora, megtartása, bezáró kőzete, valamint faunisztikai jellege is hasonló, ill. közel azonos. A Kékkőbánya és a Vájáriskola feliratú példányok erősen különböznek a másik két lelőhely anyagától mind a fauna összetételében, mind a paleontológiai és kőzettani jellegeket tekintve. A kálvária-dombi, újonnan gyűjtött anyag segítségével néhány hiányzó láncszemet is a helyére illeszthettünk ezáltal finomítva a két lelőhelycsoport tafonómiai történetét.

A Tatai Mészke Formáció alatt található zsebekben tömegesen halmozódtak fel a foszfátos és enyhén glaukonitos fossziliák, szenesedett növénymaradványokkal és apró, legömbölyített, fekete kavicsokkal együtt. A Kálvária-dombról gyűjtött kőzettömbökben az ősmaradványok és egyéb intraklasztok elhelyezkedését az 3. ábra szemlélteti.

Rétegekről ill. rétegszerű elhelyezkedésről nem beszélhetünk.

A Kálvária-dombról és a Fazekas utcából gyűjtött ősmaradványok túlnyomó része foszfátos, enyhén glaukonitos, egyetlen héjas példány sem került elő. A példányok nagy részénél a lakókamra hiányzik, gyakoriak a szeptumok mentén történt elválások. A fauna egy része újrafeldolgozott, erre utal a példányok litológiai és texturális diszkontinuitása, ám nagy részük meglepően jó megtartású – ez főként az erősen díszített *Diadochoceras*, *Acanthohoplites* és *Hypacanthoplites* genusok képviselőire vonatkozik, melyek a középső- és felső-apti üledékekben fordulnak elő. A példányok jó megtartása és méret szerinti osztályozottsága arra utal, hogy a fauna példányainak kőbelei már konszolidált állapotban szállítódtak, szállítás közben a nagyobbak feldarabolódtak és a darabok folytatták tovább az utazást, ill. rakódtak le, a jó megtartású példányok a belső kanyarulatokat reprezentálják. Az anyag másik része átdolgozott, melynél feltehetően a vázak szállítódtak, amire a texturális folytonosság utal. A méret szerinti erőteljes osztályozottság az anyag egyik legszembetűnőbb sajátysága. A faunaelemek közt a 3 cm-nél nagyobb példányok (ezek általában a *Procheloniceras*, *Douvilleiceras*, *Eodouvilleiceras* genus képviselőinek darabjai) aránya aláréndelt. Az erőteljes méret szerinti osztályozottság szinte mindig szállítás eredménye, azonban az egyes példányok tökéletes megtartása ennek ellentmondani látszik. A juvenilis példányok maradványait és a mikrofaunát feltehetően még tovább szállították az áramlatok, vagyis az üledék jelentősen átöblítődött, mivel a juvenilis példányok és a mikroflóra- és fauna teljesen hiányzik (FOGARASI A., szóbeli közlés)

A Kékkőbánya és a Vájáriskola lelőhelyről előkerült ősmaradványok nagy része glaukonitos kitöltésként őrződött meg, a belső kanyarulatok gyakran hiányoznak, lakókamrával együtt megőrződött példányok is vannak. A maradványok általában nagy méretűek és rossz megtartásúak, gyakran plasztikus deformáció jeleit viselik magukon, mely vélhetően a kompakció eredménye. A texturális folytonosság a mátrix és a kőbél között makroszkopikusan is vizsgálható. Ezek a példányok túl nagyok voltak ahhoz, hogy a gyenge fenékáramlat sodorni tudja őket, azonban felszínüket koptatva rongálta a kőbeleteket. A



3. ábra. A Tatai Mészko Formáció faunagazdag bázisrétegének metszeti rajza a kódarab eredeti orientációjában ábrázolva. A darab a tatai Kálvária-dombról gyűjtve. 1. ammonitesz kőbél, 2. belemnites rosztrum, 3. csiga maradványok, 4. kavics, 5. mátrix

Fig. 3 Inner structure of a fossil bearing fragment collected from the Kálváriadomb (Calvary Hill) of Tata. The rock orientated as originally. 1 ammonite mould, 2 belemnite rostrum, 3 gastropod fragments, 4 pebble, 5 matrix

példányok szinte óriásoknak tűnnek az előző két lelőhely példányai mellett. Nagy részük töredékes, gyakoriak a lenyomatként megőrződött kőbelek, nem ritkák a 15 cm átmérőt is meghaladó példányok (főként a *Desmoceras*, a *Silesitoides* és a *Parasilesites* genus képviselői közt). A lenyomatként megőrződött példányok feltehetően nem újrafeldolgozottak, csak áthalmazottak, gyakori lehetett az aljzatot ért héjak törése. Méret szerinti osztályozottság itt nem figyelhető meg, mikroelemek vizsgálatára nem került sor.

A többi faunaelem tafonómiai sajátosságai

Az ammoniteszek mellett nagy mennyiségben kerültek elő echinoideák, belemnitesek, csigák és kagylók, valamint brachiopodák. A talált faunaelemek túlnyomó része – egy-egy echinoidea és csiga kivételével – szintén kőbeleként őrződött meg.

A legtöbb hasznos információt a csigák szolgáltatták. A rendelkezésre álló anyagban három csoportot – *Neritidea*, *Neritopsis* és *Naticidae* – lehetett megkülönböztetni. A *Neritidaek* a sekély vizeket és a kemény aljzatot kedvelték, nagyon fontos, hogy kalcitos vázuk nem oldódott vissza. Ma főként az árapályöv fölött élnek. A *Neritopsis*, egy szintén kemény aljzatot kedvelő, ma rejtett életmódot folytató csiga enyhén kalcitos váza is részben megőrződött. A harmadik típus, a *Naticidaek* ellenben a laza aljzatot kedvelő inbenthosz formák voltak, melyek aragonitos váza – az ammoniteszekéhez hasonlóan – teljesen visszaoldódott. A kőbelek szinte mindegyikén belső féregnyomok figyelhetők meg, ez azt jelenti, hogy az állat halála után a ház még egy ideig az aljzaton hevert, így férgek költözhettek be.

Fontos tehát leszögezni, hogy a csigák alapján is arra következtethetünk, hogy kevert faunáról van szó, a vázak eltemetődésük előtt az aljzaton heverték, valamint, hogy az eltemetődés is viszonylag sekély vízben történt. Az eltemetődés sebességéről nem kaptunk információt. Valószínű, hogy a kalcit és aragonit vázak oldódása diagenetikus következmény és nem az ACD/CCD mélység közé kerülésről volt szó.

A kálvária-dombi fauna tafonómiai értékelése és egy lehetséges megoldás

Mivel három lelőhelyen nem volt lehetséges tafonómiai szempontú új gyűjtés, ezért csak a kálvária-dombi fauna tafonómiai jellemzőit összegzem, majd az ezekből levonható következtetések alapján felvázolok egy lehetséges megoldást a kálvária-dombi faunagazdag zsebkitöltések képződésére.

1. A köbelek és a vázak szállítódtak és keveredtek. Erre a kitünő méret szerinti osztályozottság, az egyes példányok fizikai megőrződési állapota, a texturális/litológiai jellemzők, valamint az eltérő ökológiai igényű csoportok egymás-mellettsége utal.

2. A fauna kalcitvázú elemeinek héja nem oldódott vissza, szemben az aragonitvázú elemekkel. Ebből viszonylag sekélyvízi eltemetődésre következtethetünk, valószínű, hogy az eltérő oldódás diagenetikus szelekció következménye.

3. A fauna többnyire foszfátos és gyengén glaukonitos elemekből áll, ami jól mozgatott vizet feltételez.

4. A mikroflóra- és fauna, valamint a juvenilis példányok teljesen hiányoznak, mely szintén mozgó vízre utal.

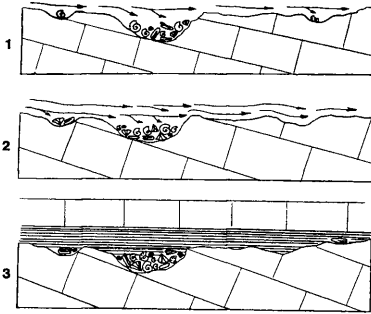
5. A kevert rétegsorrend és a kevert állapotú példánymegtartás tafonómiai kondenzációra enged következtetni.

6. A tafonómiai kondenzáció ténye arra utal, hogy az egyes üledékes ciklusok hiatusok ékelődnek.

7. A hiatusok idejének megállapítására részletes mennyiségi tafonómiai vizsgálatra van szükség.

A Tatai Mészko alatti zsebekből előkerült fauna igen bonyolult tafonómiai folyamatok eredményeként jöhetett létre. Minthogy a fauna kora-apti-kora-albai (mintegy 11 millió év) időintervallumba tehető, nehéz elképzelni, miként is őrződhetett meg. A következőkben ismertetendő hipotézis a tafonómiai sajátságokra támaszkodva próbálja meg rekonstruálni a kondenzált fauna-együttes képződésének folyamatát.

Az ammoniteszek halála után a vázak kisebb-nagyobb postmortem szállítódtak után a fenékre süllyedtek és üledékkel teltek meg. Az üledék és az üledékkel teli vázak fenékáramok révén szállítódva az aljzat egyenletlenségeiben csapdázódtak, ugyanakkor a mikroelemeket és a juvenilis példányokat tovább mosták az áramlatok. A zsebekben rekedt ősmaradványok az áramlás indukálta turbulencia révén folyamatosan keveredtek. A még konszolidálatlan üledékkel teli vázak a csapdázódás során kompaktálódva litifikálódtak, amire abból következtethetünk, hogy gyakori a héj törése által okozott, ill. a konszolidációt



4. ábra. A kálvária-dombi kondenzált faunagazdag együttes képződésének hipotetikus modellje. A fossziliákat az áramlás a felszín egyenetlenségeibe halmozta (1), az áramlás okozta turbulenciák folyamatosan keverték a fossziliákat (2), míg végül az összetlet lefedte a Tatai Mésző márgás kezdő összetletét (3)

Fig. 4 Hypothetic model for the preservation of the condensed fossiliferous basal beds at Kálvária-domb (Calvary Hill). Bottom flows accumulated the fossils into the traps of the underlying hardground (1), the turbulences occurred in the traps constantly mixed the succession (2) until the whole fossil-rich hollow have been covered with the basal marly beds of Tata Limestone (3)

követő plasztikus deformáció. Érdekes viszont, hogy a héjkitöltő szubsztrátnak konszolidálatlan állapotban keverednie kellett volna, legalább az utolsó kamrákban a csapdázódás helyének üledékeivel, ám ez nem figyelhető meg. (Elképzelhető persze, hogy ezek a részek a gyűjtés során egyszerűen „elvesztek”). A későbbiekben egy esetleges környezetváltozás következtében a sekélyebb csapdákból is kimosódhattak az ősmaradványok, melyek aztán tovább szállítódva egy újabb csapdában akadtak fenn, mígnem a leendő Tatai Mésző üledéke az egész összetletet lefedte.

Köszönetnyilvánítás

A szerző mindenekeelőtt szeretne köszönetet mondani dr. G. MELÉNDEZNEK (Universidad de Zaragoza) és dr. S. FERNÁNDEZ-LÓPEZNEK (Univ. Complutense de Madrid), akik szakmai segítségükkel és bátorításukkal támogatták munkáját. Hálával tartozik az ELTE Őslénytani Tanszék és a MTM Föld- és Őslénytár minden munkatársának, hogy munkájához mindennemű szakmai és emberi segítséget megadtak.

Külön köszönettel tartozik Prof. GALÁCZ Andrásnak, hogy doktori tanulmányai alatt és után is figyelemmel kísérte és segítette munkáját.

A szerző végezetül megköszöni a Soros Alapítvány és az ELTE Peregrinatio Ösztöndíj kuratóriumának, hogy spanyolországi kutatómunkájának anyagi hátterét biztosították.

Irodalom – References

- ALLISON, P. A. & BRIGGS, D. E. G. 1991: Taphonomy of non-mineralized tissues. – In: ALLISON, P. A. & BRIGGS, D. E. G. (eds): *Taphonomy: Releasing data from the fossil record*. Plenum Press, New York, 26–71.
- BRENCHLEY P. J. & HARPER, D. A. T. 1996: *Paleoecology, Ecosystems, environments and evolution*. – Chapman & Hall, 338 p.
- EFREMOV, J. A. 1941: Taphonomy: new branch of palaeontology. – *Pan. Am. Geol.* **74**, 81–93.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. 1985: Criterios elementales de reelaboracion tafonomica en ammonites de la Cordillera Iberica. – *Acta Geologica Hispanica* **19**, 105–116.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. 1991: Taphonomic concepts for a theoretical biochronology. – *Revista Espanola de Paleontologia* **6/1**, 37–49.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. 1997: Ammonites, clinos tafonomicos y ambientes sedimentarios. – *Revista Espanola de Paleontologia* **12/1**, 102–128.
- FÜLÖP J. 1954: A tatai mezozoós alphegységörög földtani felépítése. – *Földtani Közöny* **84/4**, 309–325.
- FÜLÖP J. 1964: A Bakonyhegység alsó-kréta (berriázi-apti) képződményei. – *Geologica Hungarica, ser. Geol.* **13**, 193 p.
- FÜLÖP J. 1975: Tatai mezozoós alphegységörögök. – *Geologica Hungarica, ser. Geol.* **16**, 103–105.
- GÓMEZ, J. J. & FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. 1994: Condezation processes in shallow platforms. – *Sedimentary Geology* **92**, 147–159.
- LUCAS, J. & PRÉVOT, L. 1981: Synthèse d'apatite a partir de matiere organique phosphoreé (ARN) et de calcite par voie bacterienne. – *C. R. Acad. Sci. Paris II.* **292**, 1203–1208.
- LUCAS, J. & PRÉVOT, L. 1991: Phosphates and fossil preservation. – In: ALLISON, P. A. & BRIGGS, D. E. G. (eds): *Taphonomy: Releasing data from the fossil record*. – Plenum Press, New York, 26–71.
- PRÉVOT, L. & LUCAS, J. 1990: Phosphate. In: BRIGGS, D. E. G. & CROWTHER, P. R. (eds): *Paleobiology – A Synthesis*. Blackwell Science Publications, Oxford, 256–257.
- SZIVES, O. 1996: *A Tatai Mésző Formáció bázisrétegében talált ammoniteszfauna őslénytani vizsgálata*. – Szakdolgozat, ELTE Őslénytani Tsz. 105 p., pl. 1–6.
- SZIVES, O. 1999a: Apti ammoniteszek paleobiogeográfiája. – *Földtani Közöny* **129/2**, 179–190.
- SZIVES, O. 1999b: Ammonite biostratigraphy of the Tata Limestone Formation (Aptian–Lower Albanian), Hungary. – *Acta Geologica Hungarica* **42/2**, 401–411.
- Kézirat beérkezett: 2000. 11. 10.

Középső-eocén teknősleletek Nyires-pusztáról (Déli-Bakony)

Middle Eocene turtles from the Nyires-puszt (Bakony Hills, Hungary)

ŐSI Attila¹
(1 ábra, 2 tábla)

Tárgyszavak: középső-eocén, teknősmaradványok, Bakony hegység

Key words: Middle Eocene, turtle fragments, Bakony Mts

Abstract

Turtle fragments of *Chinemys cf. strandi* and *Trionychidae* indet. have been discovered for the first time in the Eocene sediments of the Nyires-puszt, near Sümeg (Bakony Hills, Hungary). In the two fossiliferous sites (Kozmatag1 and Kozmatag 5 open-cast bauxite mines) a Middle Eocene succession can be seen: ranging from fluvial sandstone, conglomerate and a brackish water to normal saline, grey, pebbly marl. Five fragments (*C. cf. strandi*, *Trionychidae* 3; 4; 5; 6) derive from the grey marl and two fragments (*Trionychidae* 1 and 2) from the sandstone. The succession is topped by nummulitic Szóc Limestone.

One of the fossils is a hyoplastron fragment of *Chinemys cf. strandi* (SZALAI 1934), which is 64 mm long, 59 mm wide and 3 mm thick. The pectoral and abdominal suture is clearly visible at the surface. The animal was about 25 cm long.

The preserved *Trionychidae* fragments (T. 1 and 2) display a faveolate surface. *Trionychidae* 1 is 103 mm long, 88 mm wide, and 14 mm thick. On the inside there is a 15 mm high protuberance; probably a vertebral spondyl was attached here. It was a nuchal fragment of an 80–90 cm long carapax. *Trionychidae* 2 is 97 mm long, 64 mm wide, and 13 mm thick. It is mildly cracked and one of the margins is rounded. It was a pleural fragment of a 70–80 cm long carapax. A 76 mm long, 33 mm wide limb bone (femur?) (T. 4) bears particularly worn proximal and distal epiphyses; the diaphysis arches are in an S-shape. The whole bone was 11–12 cm long.

These fossils suggest that in the Lutetian area there was a river. The fragments from the sandstone refer to fluvial animals. The fossils collected from the brackish to stenohaline marl are cracked and worn due to transport from the river or estuary to the sea.

Összefoglalás

A Délnyugat-Bakonyban, Sümegtől K-re Nyires-pusztá közelében középső-eocén homokkő- és márgarétegekből (Darvástói Formáció) édesvízi, csökkentsósvízi teknősök maradványai kerültek elő. A tíz töredék közül egy a *Chinemys cf. strandi* (SZALAI 1934) fajba, hat a *Trionychidae* családba sorolható. A homokkő és a benne található leletek kora-lutéciai, folyóvízi területre utalnak. A normálsósvízi, brakkvízi márga, agyagmárga rétegekből előkerült fossziliák az édesvízi területről való, folyami szállítódás miatt erősen kopottak.

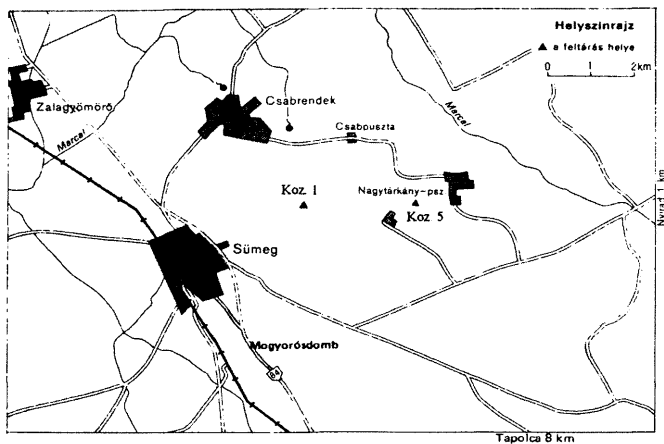
Bevezetés

A magyarországi teknősleletek közül a Sümeg határában talált kréta időszaki *Senonemys sümegensis* BOHN, 1966 a legidősebb. Ezenkívül az önálló családöt (Kallokibotidae) alkotó *Kallokibotian bajazidi* NOPCSA, 1923 érdemel említést, mely

¹Eötvös Loránd Tudományegyetem Őslénytani Tanszék, 1117 Budapest Pázmány P. sétány 1/c

a Hátszegi-medencéből (Sinpetru, Erdély) került elő. Az eocén maradványok már jóval ritkábbak (Piliszentiván, Kisgyőr, SZALAI 1934). Nagy mennyiségű, jó megtartású lelet került elő az Erdélyi-medencéből, pl. a *T. clavatomarginatus* LÖRENTHEY 1903, (Kolozsvár). Hazánkban nagyobb számban fordulnak elő miocén és pliocén korú leletek, pl. a *T. pseudovindobonensis* SZALAI, 1934 vagy a diósdói, váraplotai *Trionyx* sp. leletek. A magyarországi és a környező területek tercier teknőseinek viszonylag gazdag irodalma van (HERITSCH 1909, SZALAI 1932, MLYNARSKI 1966, BRASSÓI FUCHS 1994, FARKAS 1995, VREMIR et al. 1997).

1997 és 1999 között a Bakonyból, két nagy méretű bauxitkölfejtésből (Kozmatag 1, Kozmatag 5) középső-eocén teknősmaradványok kerültek napvilágra. A bányák a Sümeg melletti Nyíres-puszta közelében találhatóak (1. ábra), a délnyugat-bakonyi, alsó-lutéciai medence sekélytengeri rétegsorát tárják fel. A felső-kréta Ugodi Mészköre települt bauxitra a középső-eocénban kezdetben édesvízi homokkő, konglomerátum majd a fokozatos transzgresszió révén brakkvízi, normálsósvízi, néhol szenes, kavicsos, szürke agyagmárga, márga rétegek rakódtak le (HAAS et al. 1984; KECSKEMÉTI & VÖRÖS 1975). (A Kozmatag 5. sz. külfejtésben ezek a rétegek jól tanulmányozhatók. A Kozmatag 1. sz. külfejtésben a rekultiváció miatt e kőzetek csak a meddón vizsgálhatók). Mindezekre települ a Szóci Mészköre, mely a Kozmatag 5. sz. bányában zárja a rétegsort, míg a Kozmatag 1. sz. bányában e felett néhol pannóniai homok, kavics is megjelenik.



1. ábra. A feltárások földrajzi helyzete.

Fig. 1 The location map of the excavations

A leletek leírása

A példányok Budapesten, a Magyar Természettudományi Múzeum Föld- és Őslénytárában találhatóak. A rendszertani beosztás MLYNARSKI 1976-os munkáját követi.

Ordo: Testudines BATSCH, 1788

Subordo: Cryptodira COPE, 1870 emend. GAFFNEY, 1972

Superfamilia: Testudinoidea FITZINGER, 1826 emend. LINDHOLM, 1929

Familia: Emydidae GRAY, 1825 emend. MERTENS & WERMUTH, 1955

Subfamilia: Batagurinae GRAY, 1870 emend. McDOWELL, 1964

Genus: *Chinemys* M. SMITH, 1931

Chinemys cf. strandi (SZALAI, 1934)

(II. tábla, 1. ábra)

1963. *Clemmys strandi* (SZALAI, 1934), MLYNARSKI & MÉSZÁROS, p. 328, figs 1–2, pls 13–14.

1966. *Chinemys strandi* (SZALAI, 1934), MLYNARSKI, p. 245, pl.16, fig. 2, pl.17, fig. 2, text-fig. 4.

64 mm hosszú, 59 mm széles, átlagosan 3 mm vastag, sima felületű hyoplastron töredék. A közepén húzódó vonal kijelöli az egykori pectorale és abdominale kapcsolódási vonalát. A hídrészből is megmaradt egy kis töredék, mely egyébként szokatlanul széles (FARKAS, szóbeli közlés alapján). E jobb oldali hyoplastron töredék szélei, melyekkel az entoplastronhoz, bal oldali hyoplastronhoz, és hypoplastronhoz kapcsolódott, jól megmaradtak. A lelet nem mondható kopottnak, inkább töredezett a széle. Vastagságából és méretéből ítélve az állat nem lehetett 25 cm-nél nagyobb.

Lelőhely: Kozmatag 1. sz. külfejtés, szürke márga rétegek

Superfamilia: Trionychoidea GRAY, 1873

Familia: Trionychidae BELL, 1827

Trionychidae 1

(I. tábla, 1. ábra)

Jó állapotban megmaradt töredék. Kitűnően látszik a csontszövet, a páncél dudorosabb oldala, illetve az erek, idegek helyei is. A 103 mm hosszú és 88 mm széles lelet néhol 17 mm vastag, fél cm tömör csonttal. Átlagvastagsága 13–14 mm. Egy kb. 80–90 cm-es példány darabja. A töredék elkeskenyedő vége felé jelentősen görbül, illetve egyik lekerekített oldala azt jelzi, hogy a páncél széle volt. Feltehetőleg a nuchale része volt. Ezt támasztja alá, hogy erősen domború a páncél külső felülete és a széle is hajlik. A hajlatban a legvastagabb - mintegy 17 mm – a páncél, mely tehát a carapax középvonalába esett. A töredék belső felén van egy kiemelkedés, kb. 1,5 cm átmérőjű, felülete egyenetlen. Egy csigolya kapcsolódási helye lehet. Fenn áll az a lehetőség is, hogy egy hyoplastron

töredéke lehetett. Emellett szól az, hogy a lekerekített, homorú széle erősen hajlik, ami a Trionychidák hyoplastronjára jellemző, viszont a nuchale pereme általában egyenes vagy domború. Ezenkívül a töredék belső felén a legömbölyített széltől mintegy 3 cm-ig egy megvastagodás látszik, mely a hyoplastron szélére jellemző.

Lelőhely: Kozmatag 5. sz. külfejtés, folyami homokkő.

Trionychidae 2

(II. tábla, 4. ábra)

Ez a 97 mm hosszú és 64 mm széles darab átlagban 12–13 mm vastag, felülete repedezett. Külső felületén a méhsejtszerkezet látható, de a T. 1-hez képest kopottabb, négy oldala közül három töredezett, koptatott, egy eredeti lekerekített és kb. 160 fokos szögben hajlik. Ez is elárulja tehát, hogy a páncél széle volt. Annak ellenére, hogy nyomást szenvedett, észrevehető, hogy hosszanti irányban a lelet a közepén vastagabb. Alakjából és lekerekített széléből ítélve inkább a pleurale, vagy a nuchale része volt. Annak ellenére, hogy eredeti helyzete pontosan nem ismert, megállapítható, hogy egy kb. 60–70 cm-es carapax része volt.

Lelőhely: Kozmatag 5. sz. külfejtés, folyami homokkő.

Trionychidae 3

(I. tábla, 2. ábra)

A legnagyobb és egyben legnehezebben határozható töredék. 164 mm hosszú és 74 mm széles, vastagsága 5 és 11 mm között változik, átlagban 8 mm. Külső felülete méhsejtszerkezetű, belső felülete aszimmetrikus, egyenetlen, felfedezhetők az erek, idegek nyomai. Méreteiből ítélve carapax töredék volt, de hogy mely elem, az már nem egyértelmű. A lelet szélének kb. a fele koptatott. Minthogy a lyukacsos szövet az eredeti széltől mintegy fél cm-rel beljebb kezdődik, megállapítható, hogy néhol több centimétert is koptott. Belső felülete a vastagságot tekintve rendkívül egyenetlen. A lekerekített oldalból ítélve (ahogy az előző kettő) e töredék is a carapax egyik pleurale darabja, esetleg nuchale része volt.

Lelőhely: Kozmatag 1. sz. külfejtés, sötét márga rétegek.

Trionychidae 4

(I. tábla, 3. ábra)

Csővecscsont töredék. Hossza 76 mm, legnagyobb szélessége 33 mm. A lelet 3 darabra törve került elő. Az egykori szállítás nyomai az egész felületen láthatók. A proximalis és distalis epifízisek teljesen lekoptak, a diafizis felülete is erősen megviselt. Két végén a keresztmetszete ovális alakú, középen viszont háromszög alakú. A MÁFI gyűjteményében található végtagcsont darabbal összevetve (*T. pseudovindobonensis* SZALAI, 1934, humerus, holotypus; MÁFI gerinces gyűj-

temény, L. sz.: ob 3145; MLYNARSKI 1966, 13. ábrája), melyet FARKAS (1995) femurnak határozott, megállapítható több közös bélyeg. Mind a két példány enyhe S alakban hajlik. Azonos helyzetbe állítva őket, a megfelelő részeken hasonló a keresztmetszetük (a különbség adódhat az új lelet kopottságából). Valószínűleg egy *Trionychidae* femurjának töredéke, ez azonban az epifízisek hiányában nem dönthető el egyértelműen. Körülbelül. 11–12 cm hosszú volt.

Lelőhely: Kozmatag 1. sz. külfejtés, szürke márga rétegek

Trionychidae 5, 6

(II. tábla, 2, 3. ábra)

A T5 88 mm hosszú, 33 mm a legnagyobb szélessége, a vastagsága pedig 7 mm. A T 6 igen kis töredék, 26 mm széles, 18 mm hosszú, vastagsága pedig 4 mm. Mindegyik darab széle többnyire egyenes szélekkel határolt. A 2. ábrán látható töredék jobb oldala hiányos. Feltehetőleg egy pleurale része volt, mely eredetileg akár két és félszer szélesebb lehetett. A teljes carapax hossza meghaladhatta a 40 cm-t. Belső felületén nem vehető észre bordává vastagodott rész. A díszítő bordáknak jól felismerhető a hosszirányra merőleges lefutása, mely egyes *Trionychidákra* különösen jellemző. (pl. *Trionyx foveatus* LEIDY, 1856; *Trionyx clavatomarginatus*, LÖRENTHEY, 1903).

Lelőhely: Kozmatag 1. sz. külfejtés, szürke márga rétegek.

Diskusszió

A hét előkerült lelet a *Trionichidae* és *Emydidae* családokba történő sorolás alapján édesvízi (folyóvízi) illetve brakkvízi környezetet feltételez. Míg a homokkőből előkerült maradványok folyóvízi állatokról tanúskodnak, addig a márgából előkerült maradványoknál ez nem egyértelmű, ugyanis a kőzet csökkentsósvízi, sőt a felső része már normálsósvízi körülmények között rakódott le. Utóbbira utal a nummuliteszek jelenléte. Ezt azonban a koptatottság, mint a szállítás bizonyítéka megmagyarázza. Feltételezhető, hogy ezek az állatok a lutéciai térszínen egy folyóban, később annak torkolatában (deltában, vagy esztuáriumban), és az sem kizárt, hogy a torkolathoz közeli sekély tenger-részekben éltek, ahol a sótartalom még elég alacsony volt. Miután elpusztultak, testüket a folyó, a torkolatban élt állatok esetében pedig az áramlások a beágyazódás helyére szállították.

Köszönetnyilvánítás

Mindenekelőtt szeretnék köszönetet mondani FARKAS Balázsnak és KECSKEMÉTI Tibornak a részletes lektori véleményéért. Megköszönöm továbbá FARKAS Balázsnak a leletet határozásában nyújtott segítséget, KORDOS Lászlónak, hogy rendelkezésemre bocsátotta a MÁFI gyűjteményében őrzött példányokat, GASPARIK Mihálynak, hogy használhattam a Nemzeti Múzeum gyűjteményét. Köszönettel tartozom KÁZMÉR Miklósnak, GALÁCZ Andrásnak és MÉSZÁROS Lukácsnak a szöveg átnézéséért.

Irodalom – References

- BOHN P. 1966: A sümegi kréta korú teknőslelet. – *Földtani Közlöny* **96**, 111–118.
- BRASSÓI FUCHS H. 1994: Trionychoidea sensu Gray, 1873 öregcsaládba tartozó teknőspáncéltöredék Kolozsvár (Cluj, Románia) eocén képződményeiből. (Turtle carapace fragment of superordo Trionychoidea sensu Gray, 1873 from Eocene sediments of Cluj, Romania.) – *Földtani Közlöny* **124/4**, 483–488.
- FARKAS, B. 1995: Fossil Trionychid turtle types in Hungarian collections. – *Annales Historico Naturales Musei Nationalis Hungarici* **87**, 57–62.
- HAAS J., JOCHÁNÉ EDELÉNYI E., GIDAI L., KAISER M., KRETZOI M. & ORAVECZ J. 1984: Sümeg környékének földtani felépítése. (Geology of the Sümeg area.) – *Geol. Hung. ser. Geol.* **20**, 353 p.
- HERITSCH, F. 1909: Jungtertiäre Trionyxreste aus Mittelsteiermark. – *Jahrbuch der k.k. geol. Reichsanstalt* **59**, 333–382.
- KECSKEMÉTI, T. & VÖRÖS, A. 1975: Biostratigraphische und paleoökologische Untersuchungen einer transgressiven eozänen Schichtserie (Darvastó, Bakony-Gebirge). – *Frag. Min. Pal.* **6**, 63–93.
- LÓRENTHEY I. 1903: Két új teknősfaj a kolozsvári eocén képződményekből. – *Földtani Közlöny* **33**, 193–208.
- MLYNARSKI, M. 1966: Die fossilen Schildkröten in den ungarischen Sammlungen. – *Acta Zoologica Cracoviensia* **11/8**, 223–303.
- MLYNARSKI, M. & MÉSZÁROS, M. 1963: Systematic position of *Clemmys strandi* (SZALAI, 1934) (Testudines, Emydidae), from the Upper Oligocene of Cluj (Rumania). – *Acta Zoologica Cracoviensia* **8/9**, 327–336.
- MLYNARSKI, M. 1976: Testudines: in *Handbuch der Paläoherpetologie*, (ed.: O. KUHN) **7**, 131 p., Stuttgart.
- NOPCSÁ, F. 1923: On the geological importance of the primitive reptilian fauna in the uppermost Cretaceous of Hungary; with a description of a new tortoise (kalkolitikotium). – *Quarterly Journal of the Geological Society of London* **79**, 100–116.
- SZALAI T. 1932: Magyarországi teknősök jegyzéke. – *Földtani Közlöny* **61**, 220–222.
- SZALAI T. 1934: Die fossilen Schildkröten Ungarns. – *Folia zool. hydrobiol.* **6/2**, 97–192.
- VREMIR, M., CODREA, V. & FARKAS B. 1997: *Trionyx stiriacus* Peters, 1885 (Reptilia, Testudines) from the Sarmatian (Middle Miocene) of Minisu de Sus (Romania). – *Annales Historico Naturales Musei Nationalis Hungarici* **89**, 43–52.
- Kézirat beérkezett: 2000. 03. 27.

I. tábla – Plate I

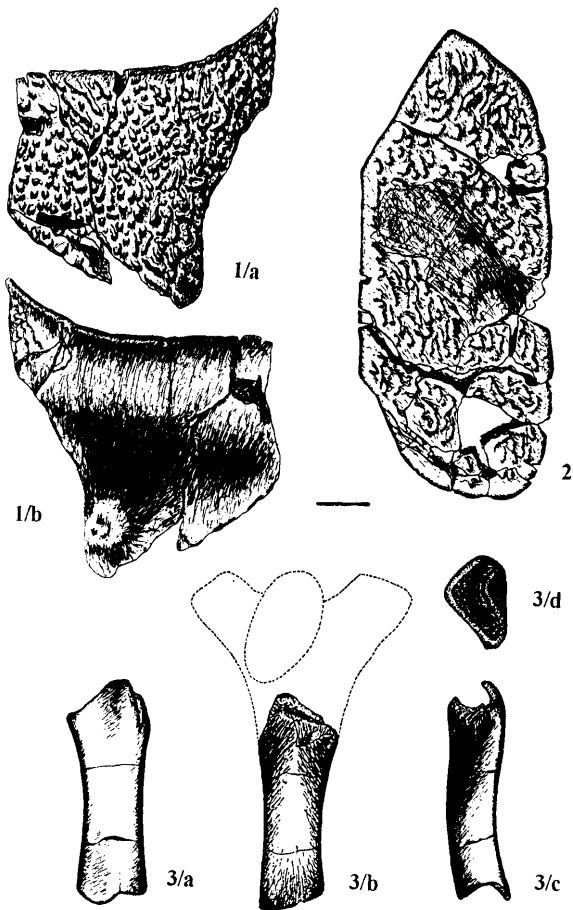
1. *Trionychidae* 1 (V.2000.07): a, dorsalis nézet b, ventralis nézet
Trionychidae 1 (V.2000.07): a, dorsal view b, ventral view
2. *Trionychidae* 3 (V.2000.07): dorsalis nézet
Trionychidae 3 (V.2000.07): dorsal view
3. *Trionychidae* 4 (V.2000.07): (femur?) a, ventralis nézet b, dorsalis nézet a feltételezett eredeti mérettel c, anterior nézet d, proximális nézet
Trionychidae 4 (V.2000.07): (femur?) a, ventral view b, dorsal view with the supposed original measurement c, anterior view d, proximal view

A beosztás: 2 cm – Scale bar is: 2 cm

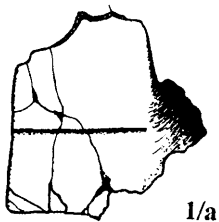
II. tábla – Plate II

1. *Chinemys cf. strandi* (V.2000.08) hyoplastron töredéke a, ventralis nézet b, lateralis nézet
A hyoplastron fragment of Chinemys cf. strandi (V.2000.08) a, ventral view b, lateral view
2. *Trionychidae* 5 (V.2000.07): a, dorsalis nézet b, lateralis nézet
Trionychidae 5 (V.2000.07): a, dorsal view b, lateral view
3. *Trionychidae* 6 (V.2000.07): dorsalis nézet
Trionychidae 6 (V.2000.07): dorsal view
4. *Trionychidae* 2 (V.2000.07): a, dorsalis nézet b, laterális nézet
Trionychidae 2 (V.2000.07): a, dorsal view b, lateral view

I. tábla – Plate I

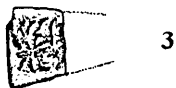


II. tábla – Plate II



2/b

2/a



Szekvenciasztratigráfiai vizsgálatok a Kelet-borsodi-medence déli részén (Tardonai-dombság)

*Sequence stratigraphic research
in the southern part of the East Borsod Basin (Tardona Hills)*

PÜSPÖKI Zoltán¹
(10 ábra)

Tárgyszavak: szekvencia sztratigráfia, ősföldrajzi rekonstrukció, miocén, kárpáti emelet, Borsodi-medence, szén

Key words: sequence stratigraphy, paleogeographical reconstruction, Miocene, Carpathian stage, Borsod Basin, coal

Abstract

Horizontal and vertical structures and the palaeogeographic conditions of the Miocene coal-bearing sediment series were studied in the North-eastern foreland of the Bükk Mountains (Southern part of the East Borsod Basin) have been carefully analysed using the documentation from about 150 drillings and correlating these logs.

During the sequence analysis of the series, 25 progradational events (parasequences) and 6 important transgressional periods were recognized. One 3rd-order (eustatic) and four 4th-order cycles were also identified within the sequence. The palaeogeographic conditions of the sedimentation were determined by distinguishing shoreline and shoreface marsh and lagoonal environments. The last one is sub-dominant in the upper part of the sequence. Formation of coal is associated with the final stages (coastal plain facies) of the parasequences.

The palaeogeographic directions of the prograding processes following major marine-flooding periods were reconstructed by isopach maps of parasequence sets. These maps suggest shallow marine sand masses thinning towards the East. Considering the absence of sediments of the palaeoshoreline, we had to correlate our maps with those of palaeoecological reconstructions of marshes based on thin-section analyses of the coal (JUHÁSZ 1970). The correlation can be clearly seen.

The correlation of well logs from the eastern and western Borsod Basins suggests the joint development of the two sub-basins in the course of the accumulation of the coal-bearing series. All this has important consequences for the correlation of coal deposits in the two sub-basins and for the interpretation of the Darnó-line.

The correlation between well logs and the outcrops which demonstrate the real form of the mapped parasequences enabled us to carry out the lithological analysis of these parasequences. This could promote several further special examinations and their interpretation.

Regarding the available biostratigraphic data, the 3rd-order cycle of the analysed series can be interpreted as a shelf-margin series of the transgressive and/or early highstand systems tract of the Bur-4 eustatic cycle, as can be seen in the Pannonian Basin (ABREU & ANDERSON in VAKARCS 1997). This is parallel with the same period of TB2.2 of HAQ et al.1988.

Összefoglalás

150 fúrás adattári rétegsorának nagy felbontású részletes elemzésével, karottázs korrelációjával vizsgáltuk a Bükk hegység előterében (K-Borsodi Szénmedence D-i része) kialakult miocén széntelepes rétegsor felépítését, vertikális és horizontális változásait, ősföldrajzi kapcsolatát.

A vizsgált rétegsor szekvencia analízise során elkülönítettünk 25 progradációs eseményt (paraszekvenciát), kimutattunk 6 jelentősebb vízszintemelkedést. A rétegsorban 1 harmadrendű és 4

¹Debreceni Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszék, 4010 Debrecen Egyetem tér 1.

negyedrendű ciklus jelentkezik. A lerakódás öskörnyezeti állapotait parthomloki, parti, ill. lagunáris környezetek uralták, fölfelé a lagunáris állapotok alárendeltté váltak. A széntelepek képződése a progradáló paraszekvenciák késői, parti síksági fácieseihez köthető.

A nagyobb előtési felszíneket követő feltöltődési események ösföldrajzi irányait a paraszekvencia sorozatok izovastagsági térképeinek megszerkesztésével mutattuk ki. Ennek során K-re kiépülő parti homoktestek képe rajzolódott ki, ami az egykori partvonal ismerete híján is kitűnő egyezést mutat az 1970-es évek szénközöttani alapon végzett láprekonstrukcióival.

A karottázskorrelációk felvetették annak lehetőségét, hogy a K- és Ny-borsodi medence fejlődése a széntelepképződés során egységes ösföldrajzi környezetben zajlott, ami alternatív lehetőségeket vet fel, mind a Ny- és K-borsodi széntelepek párhuzamosítása, mind a Darnó-vonal tektonikai értelmezése tekintetében.

A paraszekvenciák litológiai megjelenésének vizsgálatát terepi feltárásokkal történő karottázskorrelációk tették lehetővé, ahol kitérképezett paraszekvenciahatárok terepi megjelenését mutatjuk be. Ez kiindulási alapot jelent a későbbi célvizsgálatok számára.

A több esetben bizonytalanul értékelhető biokronológiai adatok figyelembe vételével együtt is, a szekvenciasztratigráfiai párhuzamosítási lehetőségek alapján a rétegsor harmadrendű ciklusa a Kárpát-medencére érvényes Bur-4 (ABREU & ANDERSON in VAKARCS 1997) szekvencia transzgresszív, esetleg korai nagyvízi állapotával párhuzamosítható (TB2.2 in HAQ et al. 1988), jellegét tekintve selfperemi („párkányperemi”) kifejlődés.

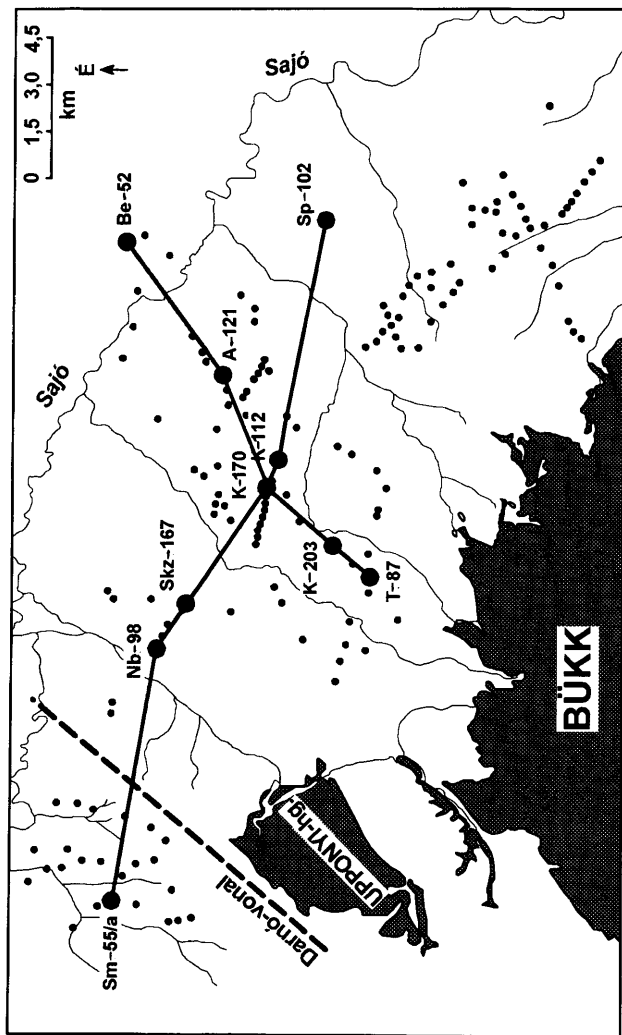
Bevezetés

A Bükk napjainkban kiemelt paleozoos–mezozoos tömegének tektonikus előtéri süllyedékében a kora–középső-miocén idején tengerparti–lagunáris környezetben sziliciklasztos üledéksor rakódott le, 5 fő paralikus szénteleppel (V, IV, IIIa–III, II, Ia–I). A rétegsor teljes vastagsága maximálisan 400 m, felső szakaszán széntelepképződés már nem jellemző. A összlet 200 éve ismert, 80 éve intenzíven kutatott. A rétegsor általános, transzgresszív, ill. ciklikus jellegét az utóbbi 25 évben többen felismerték és felhasználták a kőszénkutatás során is, de részletes szekvenciasztratigráfiai vizsgálatok még nem történtek.

A Debreceni Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszékének munkatársai 1995–2000 során a Magyar Állami Földtani Intézet koordinálásával, a Bükk Projekt keretében 1:25 000-es léptékben térképezték a Kelet-borsodi-szénmedence D-i részének, a földrajzi tájbeosztás szerint Tardonai-domságnak nevezett részét. A munkát kiegészítette a terület mintegy 1300 fúrásának értékelése is (KOZÁK & PÜSPÖKI in BUDINSZKYNÉ SZENTPÉTERY et al. 1999), ami elsősorban a fúrási rétegsorok formáció alapú besorolását jelentette. A vizsgálat a környező területeket (elsősorban a kapcsolódó részmedencéket) feldolgozó szakemberekkel történő egyeztetés szerint történt. Itt az ennek kapcsán általunk végzett szekvenciasztratigráfiai értékelés eredményeit mutatom be röviden.

Módszerek

A litosztratigráfiailag vizsgált fúrások kb. 1/10-én végeztünk nagy felbontású szekvencia analízist. Az öskörnyezeti rekonstrukció miatt a kiválasztás során a fúrás térbeli helyzete mellett lényeges szempont volt, hogy a rétegsort tektonika a lehető legkisebb mértékben zavarja. A szekvenciasztratigráfiai analízis végül mintegy 150 fúrás korrelációs karottázsvizsgálata alapján született (1. ábra). A



1. ábra. A Kelet-borsodi szénmedence szekvenciasztratigráfiai vizsgált fúrásai és szelvényei (a 4. és 5. ábra nyomvonalának feltüntetésével).
 Fig. 1 Sequence-stratigraphically analysed well logs and cross-sections in the East-Borsod Basin (also see in Figs 4 and 5)

meglévő adatok birtokában elkészítettük az üledékes ösztlet szekvencia-sztratigráfiai felosztását, megszerkesztettük az egyes paraszekvencia sorok izovastagsági térképeit. A szekvenciasztratigráfiai elemzés litológiai képének megismeréséhez 3 jól feltárt terepi szelvényt mintáztunk, elemeztünk és dokumentáltunk.

A szénteleges rétegsor vastagsági adatai

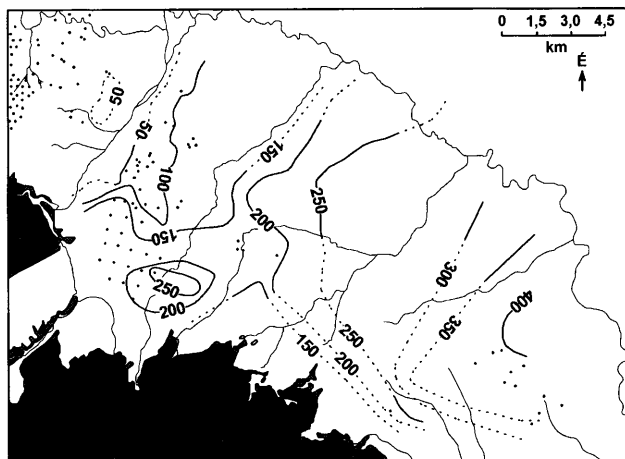
Az üledékfelhalmozódás intenzitásának térbeli nyomozása céljából több mint 1000 fúrás adatainak figyelembevételével készítettük el a szénteleges üledékösztlet izovastagsági térképét (2. ábra). A szerkesztés során számolnunk kellett a szénteleges sorozat későbbi (bádeni előtti, szarmata előtti, kvarter) lepusztulási periódusaival. A bemutatott izovastagsági térkép éppen ezért nem a mai, hanem a legnagyobb valószínűséggel feltételezhető kárpáti végi kifejlődési állapotokat tükrözi. A megbízhatóság jelölése érdekében a jelkulcsban megkülönböztettük a csak negyedidőszaki (pontosított vonal), ill. a fiatalabb miocén üledékekkel fedett térszíneket (folyamatos vonal), továbbá megjelöltük azokat a pontokat, ahol a szénteleges rétegsor fölött fúrásban igazoltan bádeni képződmények települnek.

A peremeken (pl. ÉNy-i medenceperem) a bádeni üledékek alatt helyenként teljesen kimaradnak a szénteleges rétegsor üledékei, míg a terület K-i, DK-i részén az üledéksor vastagsága 300–400 m körül alakul. A 100–200 m vastagságértékek közé eső területrészek átmeneti helyzetben vannak a kiemelt peremi részek és a medencebelső között. Az izovastagsági adatok alapján önálló fióksüllyedék mutatható ki Tardona térségében, melynek kapcsolatai DNy-i irányban megszakadnak.

A medencealjzat felszínének morfológiájára vonatkozó geofizikai szelvények és térképek (SZALAY et al. 1976; KIRÁLY 1989), ill. a medencealjzatot ért fúrások adatai alapján elmondhatjuk, hogy az aljzat ÉNy-ről DK-felé haladva lépcsőzetesen mélybe zökkenő, DNy–EK-i csapású szerkezeti pásztákból épül fel. [Itt jegyezzük meg, hogy a regionális reflexiók geofizikai szelvények tanúsága szerint (SZALAY et al. 1979, 1989; ALBU et al. 1985), ill. tágabb régió, és a környező alaphegységi térszínek szerkezetföldtani vizsgálata alapján (KOZÁK et al. 2000) véleményünk szerint e lépcsőzetes aljzatomborzat egy ÉNy-i vergenciával feltelődő pikkelyes–pásztás szerkezet jelenlétével magyarázható.]

Paraszekvenciák, paraszekvencia sorozatok

A szekvenciasztratigráfiai tagolás alapegysége, a paraszekvencia, „olyan csökkenő vízmélységben lerakódó, folyamatos regresszív kisciklus, melyen belül teljesül Walter fáciesek szuperpozíciójáról szóló törvénye”, s „amelyet tengerelöntési felszín (vagy annak időben megfelelő felület) határol” (SZTANÓ 1998). A szekvenciasztratigráfiai szakirodalom (pl. WAGONER et al 1990) szerint a parti áramlások és hullámváz által alakított parti homoktestek egy paraszekvenciában megjelenő jellemző fáciesövei a nyíltvíz felől a szárazföld felé (a



JELMAGYARÁZAT: — 200 — Ottngai-kárpáti képződmények fedett helyzetben
 200 Ottngai-kárpáti képződmények fedetlen helyzetben
 ••••• Bádeni képződményt is harántoló mélyfúrás

2. ábra. A Tardonai-domság ottngai-kárpáti rétegsorának idealizált izovastagsági térképe

Fig. 2 Idealised isopach map of the Ottngian-Karpatian series in the Tardona Hills (at the end of the Karpatian Stage)

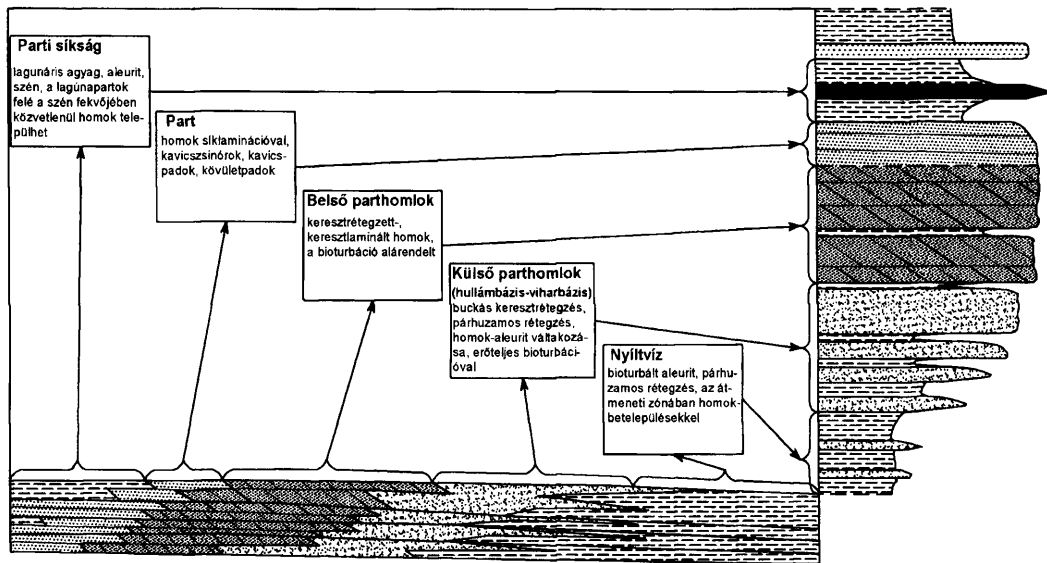
paraszekvenciában lentől fölfelé) haladva a nyíltmedence, külső parthomlok, belső parthomlok, part, ill. parti síkság. A fáciesövekre jellemző legfontosabb szedimentológiai jegyeket a 3. ábrán mutatjuk be, ahol az említett fáciesövek laterális kapcsolatait és ebből következő vertikális sorrendje látható egy progradáló homoktestet reprezentáló, fölfelé durvuló paraszekvencia példáján.

A teljes rétegsor, paraszekvenciákra alapozott, nagy felbontású szekvencia analízisét a 4. és 5. ábrák alapján tárgyaljuk.

Általános megjegyzések

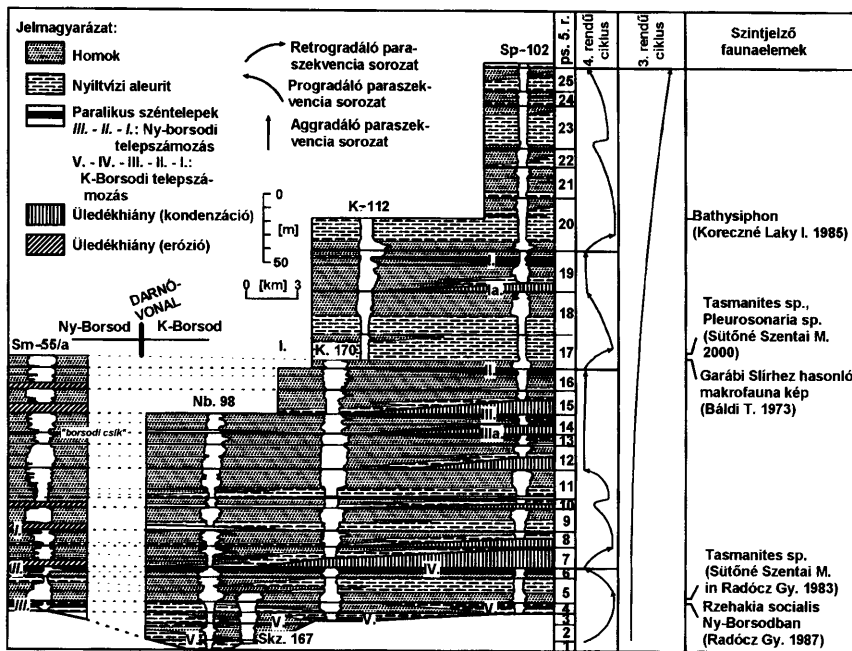
– A Kelet-borsodi-medence karottázsértékelései során 25 db fölfelé durvuló paraszekvenciát sikerült kimutatni. A teljes rétegsorban hat szintben mutatható ki jelentősebb tengerszint emelkedés, amit minden esetben több paraszekvenciából álló progradációs sorozat követett.

– A rétegsor egészére transzgresszív jelleg nyomja rá bélyegét, az üledékképződés és vízszintnövekedés dinamikus egyensúlyának megfelelő



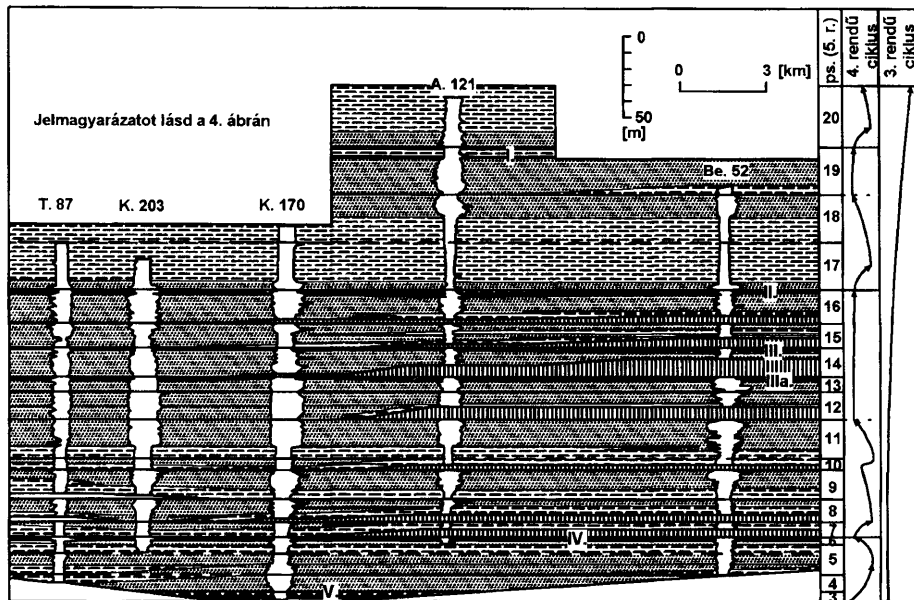
3. ábra. Fölfelé durvuló paraszekvencia fáciesöveinek horizontális és vertikális kapcsolata (forrás: VAN WAGONER et al. 1990, SZTANÓ 1998, REINECK & SINGH 1971)

Fig. 3 Horizontal and vertical relationships between facies belts of an upward coarsening parasequence (based on VAN WAGONER et al. 1990, SZTANÓ 1998, REINECK & SINGH 1971)



4. ábra. A Kelet-borsodi szénmedence D-i részének otnangi-kárpáti szekvenciasztratiográfiai modellje a kelet- és nyugat-borsodi kifejlődések kapcsolatának tükrében

Fig. 4. Sequence-stratigraphic model of the Otnangian-Karpatian formations in the Southern part of the East Borsod Basin, considering the connections between the East and West Borsod Basin



5. ábra. A Kelet-borsodi szénmedence D-i részének ottnungi-kárpáti szekvenciasztratigráfiai modellje

Fig. 5 Sequence-stratigraphic model of the Ottungian-Karpatian formation in the Southern part of the East Borsod Basin

horizontális eltolódásokkal. A medencebeli kifejlődések jelentősége a rétegsor közepétől (17. paraszekvencia) láthatóan megnő.

– Relatív kiemelt medenceperemi, ill. küszöb helyzeténél fogva a korai kisvízi rendszer egység (lowstand systems tract) fejlődésével egyidejűen a területen feltehetően az alsó riolittufa denudációja zajlott, völgybevágódások (incised valleys), völgykitöltések (bazális teresztrikumok, áthalmazott agyagosodott tufák, tufitok) jöttek létre.

Fejlődéstörténeti szakaszok

1. A bevezető transzgresszió (1–5 paraszekvenciák) során létrejött üledéktestek elsőként az egyenetlenül tagolt térszín mélyedéseit töltötték ki, rövid fejlődési idejű paraszekvenciákból felépülő, retrogradáló paraszekvencia sorozatot hozva létre. Az ekkor képződő, transzgresszív kelet-borsodi V. széntelep anyagában gyakran figyelhető meg teleposztódás, ill. a fekvő riolittufa anyagának helyenkénti hozzákeveredése. A telepsor bázisán megjelenő elárasztási felszíneket jellemlhetik a főként sajóvelezdi fúrásokban leírt gyökérnyomos tufák. Az első medenceszerte kimutatható progradáció az 5. és 6. paraszekvenciák lerakódásának idején zajlott, melynek utolsó, parti síksági szakaszában képződött a medencerész egyik legjobb vezető szintjeként számon tartott kelet-borsodi IV. telep.

2. Ezt követően erőteljes vízszint növekedés és ebből következő retrogradáció mutatkozik. A transzgresszió bázisán, a IV. telep fedőjében nagy területre kiterjedő kövülepadok jöttek létre ami a WAGONER et al. (1990 pp. 11–12) által megállapított paraszekvencia határtípusok közül a harmadik. A 7. paraszekvenciában ezt követően aleuritos fáciesek kiterjedése látható, amire a 8–9. paraszekvenciákban újabb progradáció következik. A 7–9. paraszekvenciák aleuritos, ill. finomhomokos kifejlődéseiben több fúrásban jelennek meg a polyhalin sótartalmú, sekélyszublitorális környezetet jelző molluszka társulások (pl. Dgy. 366. 220, 222 m – BOHNNÉ 1983, T. 66. BOHNNÉ 1985).

3. A következő jelentősebb vízszintemelkedés a 10. paraszekvencia bázisán indul. Az ekkor fellépő átmeneti retrogradációt azonban a 11. paraszekvenciában erőteljes progradáció váltja fel. A 11. paraszekvencia aleuritos és finomhomokos fáciesének molluszka faunájában a fentiekhez hasonló polyhalin sekélyszublitorális fáciesek jelennek meg (pl. Dgy. 366. 291,7–296,7, 296,7–301,5 m – BOHNNÉ 1983). A 12–16. paraszekvenciák idejére a paraszekvenciák meg rövidülésével egyúttá járó aggradáció jellemző, jelezve, hogy az üledékképződés és vízszintemelkedés átmenetileg egyensúlyba került. A síkparti fáciesekben fellépő többszöri elmosarasodás a kelet-borsodi IIIa., III., és II. széntelemek kialakulásához vezetett. Az aggradációs sorozat elárasztási felszíneiben is megjelennek azonban polyhalin sekélyszublitorális elemek pl. a IIIa. telep fölött (Dgy. 366. 263 m – BOHNNÉ 1983), ill. a II. telep alatti aleuritos kifejlődésben (pl. T. 66 – BOHNNÉ 1985).

4. A vízszintemelkedés a 17. paraszekvenciában válik újra uralkodóvá, ami a II. telep fölött egy jellegzetes transzgressziós homoklepel kialakulását, majd nyíltvízi agyagos aleuritok nagy tömegű elterjedését eredményezte. Az

elkülönítésre javasolt (RADÓCZ in GYALOG szerk. 2001) aleuritos test (Sajószentpéteri Rétegek) közsímben polyhalin, ill. normálsóvízi jellegéről már makro- és mikrofaunaadatok egész sora árulkodik. Ezzel szemben a 18–19. parasztekvenciákban indul progradáció, s az ehhez kapcsolódó mocsári környezetek megjelenéséhez köthető a kelet-borsodi Ia és I. telepek kialakulása.

5. Az I. széntelep fedőjében megjelenő transzgressziós homoklepel és nyíltvízi üledékek újabb erőteljes vízszintemelkedésre, ezzel együtt parteltolódásra utalnak, amit a 20–22. parasztekvenciákban ugyancsak progradáció vált föl, nem alakulnak azonban ki széntelepkepződésre alkalmas mocsári környezetek. A makro- és mikrofauna kép alapján is mindvégig uralkodnak a normálsóvízi környezetek, s csökkentős vízterek csak alárendelten, feltehetően keveredési zónákban jönnek létre.

6. A rétegsorban kimutatható utolsó erőteljes vízszintemelkedés a 23. parasztekvenciában jelentkezik, melyet a 23–25. parasztekvenciákban újabb progradáció vált föl. Mocsári környezetek kialakulására itt sincs bizonyíték, a faunaadatok a polyhalin és normálsóvízi környezetek dominanciájára utalnak.

Harmad-, negyed-, ötödrendű ciklusok és azok genetikai jellemzése

A szekveciasztratigráfiai tagolás egyik fontos pontjaként kíséreltük meg definiálni a rétegsorban megfigyelhető ciklicitás rendűségét (4, 5. ábra). A rétegsorban elkülöníthető parasztekvenciák (25 db) feltehetően a ötödrendű ciklusokat képviselhetik. E ciklicitás leginkább a Föld pályaelemeinek ingadozásából (precesszió) következő Milankovič-féle éghajlati változásokra vezethető vissza.

A jelentősebb tengerelöntések a 25 parasztekvenciát összesen négy biztosan elkülöníthető negyedrendű ciklusra bontják. Ezek közül az első az 1–6. parasztekvenciákat foglalják össze, egy elhúzódozó transzgresszióval (1–5 ps) és erre következő gyors progradációval (6. ps). A második a 7–16. parasztekvenciákat egyesíti gyors transzgresszióval (7. ps), erre következő progradációval (8–11 ps.), melyet időközi transzgressziós esemény zavar meg (10–11. ps), s amely fölfelé aggradációba (12–16 ps) vált. A harmadik ciklust erőteljes transzgresszió vezet be (17. ps), melyet fölfelé lassuló, aggradációba hajló progradáció (18–19. ps) követ. A negyedik ugyancsak erőteljes transzgresszióval kezdődik (20. ps), mely fölfelé transzgressziós mikroritmussal zavart progradációban folytatódik (21–25. ps).

Maga a teljes rétegsor ugyanakkor egyetlen harmadrendű ciklus transzgressziós ágának fogható föl, azaz megfelel egy fölfelé mindinkább medencefáciesbe hajló transzgressziós félciklusnak, ahol a transzgressziós félciklus kiteljesedése a 17. parasztekvenciától mutatható ki, feltehetően itt érintkezik a harmadrendű ciklus transzgresszív és korai nagyvízi állapota.

Az, hogy a precesszióval kapcsolatba hozható ötödrendű ciklusok jól kimutathatóan jelen vannak a rétegsorban, arra utal, hogy a kiemelt küszöbhelyzetben lerakódó rétegsor meglehetősen intenzív üledékképződés mellett is érzékenyen, jelentős fácieseltolódásokkal reagált a vízszintingadozásokra. A harmadrendű ciklus feltehetően a világtenger szintingadozásaihoz hozható

összefüggésbe, a párhuzamosítás kérdésére a tanulmány végén, a kronológiai adatok értékelésével együtt térünk vissza.

A negyedrendű ciklusok olyan, az euszatikus eseményeket további, ezúttal regressziós (progradációs) félciklusokra bontó események, melyek a medencében jelen lévő kitölthető tér időről-időre történő beszűkülésével hozhatók összefüggésbe. Ez legnagyobb valószínűséggel a medencefejlődés tektonikai eseményeivel kapcsolatos, ami a régióban legalább három, esetleg négy tektonikai mikroritmus kifejlődését bizonyíthatja. A medence időről-időre bekövetkező kimélyülése a transzgresszióra szuperponálódott tektonikus süllyedéssel, az időnként gyorsuló feltöltődés a lehordódási térszínnek időleges kiterjedésével magyarázható.

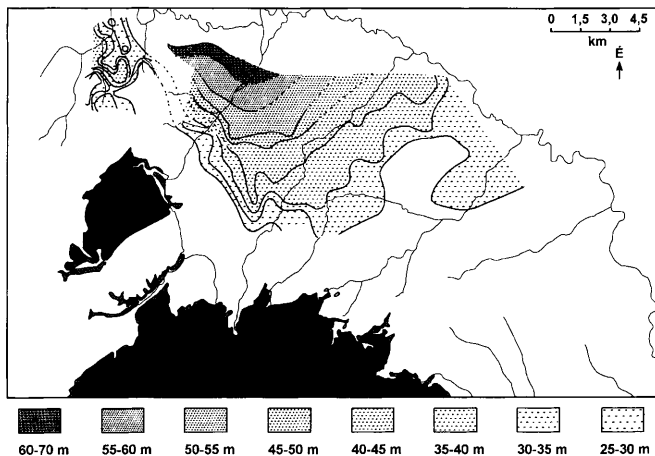
Korrelációs lehetőségek

A karottázskorrelácók során felmerült a kelet és nyugat-borsodi széntelepes rétegorok párhuzamosításának egy alternatív lehetősége. (A párhuzamosítás egyik jelenleg javasolt módját ld. pl. RADÓCZ 1993, 1. ábra.) Ezek szerint a Ny-borsodi III. telep megfelel a K-borsodi V. telep felsőbb helyzetű telepének (4. paraszekvencia síkparti fáciesei), a Ny-borsodi II. a K-borsodi IV. telepnek (6. paraszekvencia lagunáris mocsári kifejlődése), míg a Ny-borsodi I. telep K-borsodban csak csökevényesen jelenik meg a 8. paraszekvenciában. Erre több fúrás utal Bánhorváti-Bánfalva térségében (Nb-102., Bf-2, Bf-6 (Báriuspad), Bf. 6 (Hencevölgy), Bf-13, Bf-15, Bf-17, Bf-40). A Ny-borsodi ún. „borsodi csík” a 13. paraszekvenciában megjelenő K-borsodi IIIa. teleppel mutat legjobb rétegtani egyezést. Bár a széntelepek párhuzamosításával kapcsolatosan jelenleg megoszlanak a vélemények (pl. ADÁM 2000), s a kérdés végleges tisztázásához további vizsgálatok szükségesek, meg kell jegyeznünk, hogy a fentiekhez hasonló értékelések születtek már az 1960-as évek prognosztikai térkép-szerkesztései során is (pl. RADÓCZ 1965), melyeket az általunk végzett korrelációs vizsgálatok megerősíteni látszanak.

A paraszekvencia sorok térbeli megjelenése, ősföldrajzi kapcsolatok

Az első tengerelöntés kapcsán létrejött retrogradáló paraszekvencia sorozat (ps 1–5) lagunáris fáciesei jelentették a kelet-borsodi V. széntelep képződési környezetét. A lényegében rálapolóással települő transzgressziós lépövek térbeli trendjének érzékeltetésére több mint 800 fúrás adataira támaszkodva megszerkesztettük a regionálisan szinttartónak bizonyult IV. és a változó települési mélységgel, gyakran teleposztódással jellemezhető V. telep távolságát (6. ábra). Az így kapott kép lényegében megfelel az V. és IV. széntelepek közötti meddő izovastagsági térképének, s korrelál a transzgressziót megelőző térszín tagoltságának mértékével.

A további fejlődéstörténeti szakaszokban fennálló ősföldrajzi kép meghatározása érdekében izovastagsági térképeket szerkesztettünk, melyek egy-egy jelentősebb elöntési felszín és az utána következő progradáló és/vagy aggradáló



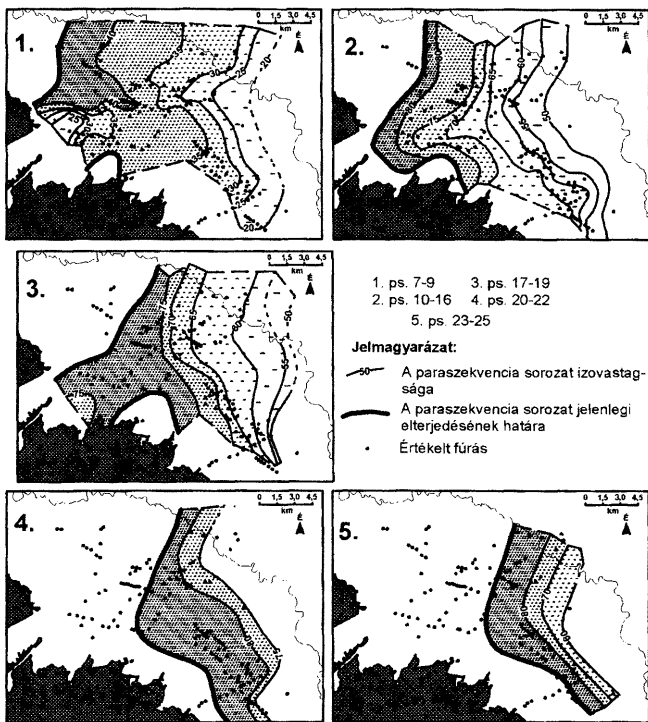
6. ábra. A IV. és V. telep közötti meddő, ill. a IV. telep fekéjében található otnngangi rétegek vastagsága

Fig. 6 Isopach map of the sediment series between IV and V coal deposits and/or of the Otnngian sediments under the IV coal deposit

paraszekvencia sorozat együttes vastagságát mutatják be (7. ábra). Mivel az értékelés során nem volt szétválasztható egyértelműen a szin- és poszt-szedimentációs kárpáti erózió, az egykori partvonal nyomvonalának jelölésére csak a szénláperekonstruációk során megszerkesztett parti láperdővek együttes figyelembevételével nyílt mód.

A térképeken jól látható, hogy a térszíni egyenetlenségek (vö. 6. ábra) korai kiegyenlítődése után az egyes fejlődési szakaszokat K-felé elvékonyodó, medencebeli üledékekkel összefogazódó paraszekvencia sorok képződése jellemezte. A 7-9 paraszekvenciák képződése idején a főnympart tagolt (7/1. ábra). A 11-16. paraszekvenciák képződésekor az erózió-akkumuláció határa a korábbihoz viszonyítva keletebbre tolódhatott, s a korábban tagolt partvonal egységesebbé válhatott (7/2. ábra). A 17. paraszekvenciában fellépő erőteljes transzgresszió következtében a partvonal ismét több részre tagolódnak (7/3. ábra). Az utolsó két térkép (7/4, 7/5. ábra) tanúsága szerint, figyelembe véve a szénlápövek rekonstrukcióját is, az üledékképződés utolsó szakaszában a felhalmozódási maximum, feltehetően a szárazulatok egyidejű kiterjedésével K-re tolódott.

Bár a fent említett okok miatt az izovastagsági térképek a parteltolódásokra nézve nem bizonyító erejűek, igen jó egyezést mutatnak a szénközöttani alapon végzett szénláperekonstruációk során kimutatott trenddel, mely szerint a peremi láperdő öv a magasabb helyzetű széntelepekben erősen K-felé tolódott (JUHÁSZ



7. ábra. A Kelet-borsodi széntelepes rétegsor paraszekvencia sorozatainak izovastagsági térképei

Fig. 7 Isopach maps of parasequence sets of the coal-bearing sediment series in the East Borsod Basin

1970). A homoktestek izovastagsági adatai pedig jelzik az egykori ősföldrajzi irányokat (szárazulat, medencebelső).

A bádeni emelet települése alapján (Darnó-vonal mentén alaphegységre, ill. idősebb kárpáti paraszekvenciákra változatosan települnek a bádeni üledékek) a széntelepes rétegsort még a kárpáti korszakban (a bádeni előtt) erőteljes denudáció érthette, ami megnehezíti a K- és Ny-borsodi rétegsorok párhuzamosítását. A karottázs szelvények 4. ábrán bemutatott jó korrelációs egyezése azonban legalábbis az első két térkép (7/1, 7/2) esetében fölveti a két medence egykorú kapcsolatának lehetőségét. A denudáció következtében a későbbi időszakra az összefüggések nem bizonyíthatók, bár nem is zárhatók ki.

Míndenesetre az I. telep szénláprekonstrukciós eredményei a parti láperdőövet a Harica-patak vonalában jelzik. Amennyiben az 1. és 2. résztérkép esetén valódi genetikai kapcsolatot, s ezzel ősföldrajzi összefüggést tételezünk fel, úgy meg kell jegyeznünk, hogy Ny-felé az aleuritis képződmények szinte teljesen kimaradnak, s a tisztán homokos képződmények valamivel vékonyabb vastagsága időközben bekövetkező köztes lepusztulási eseményekre (szárazulati hatásokra) utal. A két medence egykori kapcsolatának itt felmerült lehetősége azonban a szerkezetrekonstrukciós modellek számára mindenképpen fontos adalék lehet.

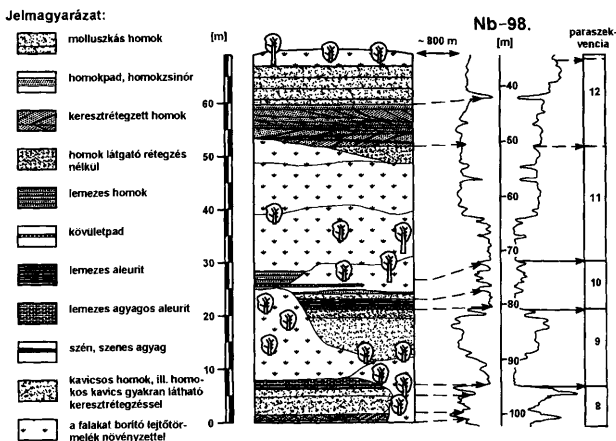
A paraszekvenciák (felszíni) feltárásokban

Néhány helyen lehetőség nyílt arra, hogy a karottázsfelvételeket terepi feltárások litológiai képével korreláljuk, így mód nyílik a rétegéztípusok in situ tanulmányozására, ill. pótlólagos célvizsgálatok (pl. szedimentológiai, paleontológiai, geokémiai) elvégzésére. Úgy érezzük, e szekvenciasztratigráfiailag rögzített szelvények a továbbiakban az őskörnyezeti elemzések kulcspontjai lehetnek. Jelen tanulmány keretei között e szelvények rövid bemutatását, a legfontosabb alapjelenségek dokumentálását és a szekvenciasztratigráfiai párhuzamosítást tűztük ki célul.

A nagybarcai Csiga-tető homokbányájának háromszintes bányaudvara (8. ábra) a Bán-völgy túldalán mélyült nagybarcai Nb–98. fúrással igen jó egyezést mutat. A párhuzamosítás eredményeképpen megállapíthatjuk, hogy a feltárásban a 8–12. paraszekvenciák Darnó-vonalhoz közel eső kifejlődései tanulmányozhatók.

Az alsó bányaudvar alsó és középső szakaszán 0–5 m között feltáruló keresztarétegzett homok–homokos aprókvics a 8. paraszekvencia parti (foreshore) kifejlődéseit reprezentálja. Ennek fedőjében, 6,5 m-nél megjelenő csökevényes széntelep a 8. paraszekvenciában megjelenő, véleményünk szerint Ny-Borsodban I. telepként nyilvántartott, Kelet-Borsodban csak csökevényesen kifejlődő mocsári sorozat (coastal-plain) része. Különösen érdekes az alsó bányaudvar felső szakaszán (7 m-en) megfigyelhető előntési felszín nyíltvízi (offshore) agyagos aleuritja, mely egyben a 8. és 9. paraszekvenciák fúrásban térképezett határát rögzíti. Bár vizsgálataink szerint az aleurit anyagának mikropaleontológiai képe csökkentésvízi foraminifera együttest jelzett a *Rotalia beccarii* dominanciájával, és a *Nonion granosum* megjelenésével, vannak adatok arra nézve, hogy a medencebelsőhöz közelebbi részeken e rétegekben normálsósvízi faunaelemek is megjelentek (pl. Sb–2. 432,7–434,1 m, *Arca* sp. – elemelte KECSKEMÉTI Tiborné).

A középső bányaudvar kevésbé jól feltárt anyaga, települési helyzete szerint a 9. paraszekvencia homokos parthomloki (shoreface) kifejlődéseinek felelhet meg, s itt tárul fel 21 és 24 m között a szénteleges rétegsor alsó szakaszának leginkább szinttartó agyagos közbetelepülése, amelynek bázislapja egyben a 9. és 10. paraszekvenciák határa. Az itt induló szinttartó nyíltvízi (offshore) agyagos közbetelepülésről a korábbi fúrásvizsgálatok során már többször bizonyosodott, hogy leginkább az ún. „arcás-corbulás” rétegekkel azonosítható, a nyílt medenceüledékekkel kapcsolatban álló kifejlődéseket jelentenek (RADÓCZ 1993).



8. ábra. A nagybarcai Csiga-tető ottngangi-kárpáti szelvénye és annak szekvensztratigráfiai értelmezése

Fig. 8 Ottngangian-Karpatian outcrop on the Csiga Hill next to Nagybarca, and its sequence-stratigraphic interpretation

A középső bányaudvar tetején visszatérő homok a 10. paraszekvencia homokos kifejlődéseit képviseli, de feltártsága sajnos nem megfelelő. A 10–11. paraszekvencia határa sajnos nem definiálható a korábbiakhoz hasonló biztonsággal. Legvalószínűbben mégis a középső bányaudvar tetőszintjében jelentkező kövületpad jelölhető meg transzgressziós felszínként, már csak azért is, mert a fölötte következő lemezes kifejlődésű homok ugyancsak a medence mélyülésére utal.

Az ezt követő nagyobb szakaszon a falakat törmelék borítja, ami a jelenlegi állapotban lehetetlenné teszi több mint 20 m nyomkövetését. A feltárás jellege azonban mindenképpen megérné a tisztogatást. A bányafal tetején újra jól látható rétegekötegek táruznak fel melyek bár az alsó szakasznál bizonytalanabban, mégis párhuzamosíthatók a karottázsképpel. Az itt megfigyelhető keresztrétegzett homokok feltehetően a belső parthomlok, esetleg fröccszóna üledéke, míg az e fölött települő, molluszká héjakat tartalmazó homok a karottázs korrelációk alapján feltehetően a 12. paraszekvencia felső, jóval nagyobb területre kiterjedő fáciesét reprezentálja.

Radostyán határában kitűnően tanulmányozható (9. ábra) a kelet-borsodi II. széntelep fedőjében elterjedt transzgresszív, nyíltmedence fáciesű, lemezes, ill. pados elválású aleurit, homokos aleurit. A Ra-42 fúrással való korrelációt nemcsak a jól definiálható fekü- és fedő rétegek megjelenése segíti, hanem a rétegsorban középtájon jelentkező, szinttartó homokos közbetelepülés is, ami

feltehetően egy medencebelsőben bizonytalanul meghatározható paraszekvenca határ (17–18. paraszekvenca) jelenlétére utal.

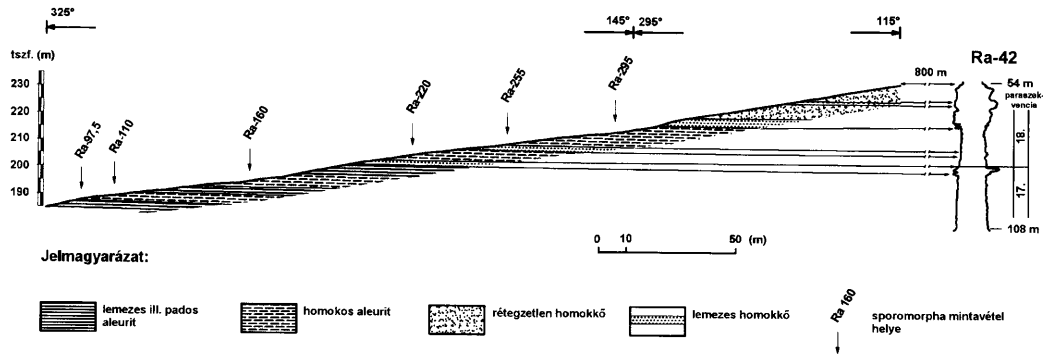
Az I. széntelep helyzetét és a Dgy-315 fúrás rétegsorát, ill. karottázképét figyelembe véve a 19–20. paraszekvenciák határát tárják föl a Diósgyőr É-i peremén található homokbányák, melyek egy részének szelvényét a 10. ábrán mutatjuk be.

A mindvégig homok üledékekből felépülő szelvény alsó szakaszán, a 19. paraszekvenca tetején, konvolúciós réteggel jellemzett fácies jelenik meg, melyre partmenti üledékvándorlást jelző keresztrétegzett homok települ. A konvolúciót éppen e keresztrétegzett sorozat előnyomulása idézheti elő, mely a még konszolidálatlan feküjére települve annak egyenetlen terhelődését, a réteglapok terhelési zsebek formájában történő beroppanását idézte elő.

A partmeni üledékképződésnek, a 19. és 20. paraszekvenciák határán megfigyelhető transzgresszió vetett véget. A keresztrétegzett homok fölött függőleges helyzetű bioturbációs nyomok figyelhetők meg, melyek leginkább az inter- és szubtidális zónában élő rákfélék (Crustacea) függőleges lakócsöveire emlékeztetnek. E bioturbált rész fosszilizálódását az üledékgyűjtő kimélyülése, a parti üledékvándorlás, üledékáthalmazás megszűnése tette lehetővé, amit a fedőjében települő lemezes (szublitorális – parthomloki) homok is igazol. E paraszekvenca határ jellegét tekintve megegyezik a WAGONER et al. (1990 p. 11) által megállapított második típusú elárasztási felszínnel. E fölött feltehetően külső parthomloki, látszólag rétegzetlen közép- és finomszemű homok következik, melyben a kezdetben még egyenetlen fenékviszonyokat tükröző, változó szemcseösszetételű és eltérő színű homoklencse közbetelepülések, ill. helyenként nyugodtabb üledéklerakódási viszonyokra utaló kisebb portufa zsinórok láthatók. E fölött üledékfolytonossággal, de jól követhető, szinttartó bázissal települ a medencebelső üledékképződési viszonyait tükröző lemezes, meszes finomhomok.

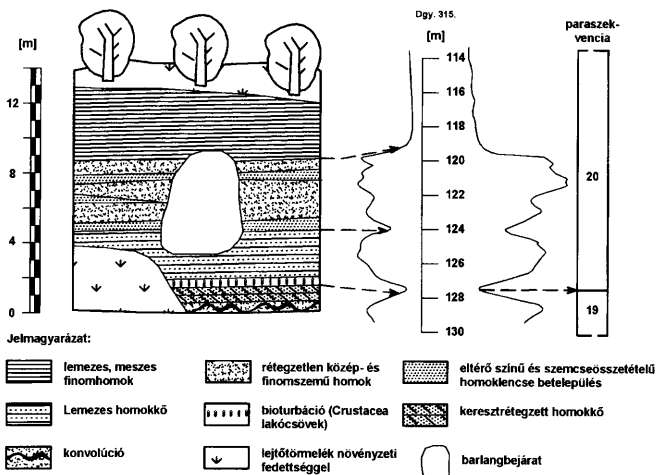
Adalékok a szénláp-képződés öskörnyezeti modelljéhez

A szénkőzettani alapon végzett szénláp-rekonstrukciók (JUHÁSZ 1970) megadták az egyes telepek kiterjedésének, ill. a szénminőség térbeli változásainak okait, genetikai hátterét (parti láperdő, sekélyláp belső és külső öve, mély láp, gyenge áramlások öve). A paleontológiai vizsgálatok alapján alkotott lápöv-rekonstrukció (BOHNNÉ HAVAS 1985) szerinti 4 lápfejlődési stádiumot röviden a következőképpen foglalhatjuk össze: 1. mocsarasodási ciklus kezdete (csökkentsósvízi lagúna feltöltődése, égeres-páfrányos ligeterdő), 2. mocsarasodási ciklus csúcsa (édesvízi-mocsári életterek, *Taxodium* láperdők, *Myrica* lápok, időszakos vízbetörések), 3. mocsarasodási ciklus befejeződése (sótartalom növekedés, édesvízi láp pusztulása, brakk, majd csökkentsósvízi fauna térhódítása), 4. transzgressziós ciklus kezdete (nyíltvízi, sótartalom változásra érzékeny faunaelemek megjelenése).



9. ábra. A Ra-I. szelvény és a Ra-42 fúrás korrelációja (17–18. paraszekvenciák)

Fig. 9 Correlation between Ra-I outcrop and borehole No. Ra-42



10 ábra. Az I. széntelep fedő rétegsorának feltárása Diósgyőr határában (19–20. paraszekvenciák határa)

Fig. 10 Outcrop in the sediment series above the I coal deposit in the vicinity of Diósgyőr (parasequences 19–20)

A szekvenciasztratigráfiai értelmezés tükrében elmondható, hogy a széntelepek képződése a progradáló sorozatok fölfelé lassuló progradációs üteméhez, síkparti fácieseihez köthetők.

A kelet-borsodi V. telep a kezdeti transzgresszió retrogradáló paraszekvencia sorozatának szárazföld felé eltolódó síkparti fáciesében jött létre. Erre utal a telep geometriája is, mivel helyenként erősen kivastagodó, ugyanakkor horizontálisan korlátozott kiterjedésű mocsári sorozatban jelenik meg, hasonló vastagságú, viszont ugyancsak kis horizontális elterjedésű, feltehetően parthomlokai sziliciklasztos előtérrel (CROSS 1988).

A IV., IIIa., III., II. és Ia., I. telepek már progradáló, vagy progradációhoz kapcsolódó, de átmenetileg vertikálisan (időben) állandósult aggradációs szakaszban jelennek meg. Üledéksorban mutatott pozíciójukat tekintve leginkább a regressziós ciklusban vertikálisan állandósult (vertically stacked) széntelepekkel mutatnak rokonságot (CROSS 1988), ahol a fölfelé mind vastagodó telepcsoport létrejöttét a viszonylag hosszú ideig fennálló érzékeny dinamikus egyensúly tette lehetővé.

A telepképződést a progradációs eseményeket megszakító, felerősödő tengerelöryomulások szüntették meg, ami egyben lehetővé tette a széntelepek

fosszilizálódását, megőrződését is. A progradáció során kialakuló lagúnák kezdetben szorosabb kapcsolatban voltak a nyílt medencével, s a szeparálódás és kiédesedés csak a fáciesek fokozatos eltolódásával ment végbe, ami összhangban van a paleontológiai alapon végzett szénlápreakonstruksiókkal.

A széntelepek fekjében, a széntelepek között és azok fedőjében található agyagos szintek RTG vizsgálatai (VICZIÁN et al. 1997) igazolták a fekü és köztes településű agyagok vulkanogén eredetét, kaolinites mállását. Eszerint a sziliciklasztos anyagutánpótlással egyidőben jelentős mértékben juthattak be terrigén málladékok, ill. lepusztult, degradált talajszelvények, ami jelentősen megváltoztathatta az öblözet vízének és fenéküledékeinek elemösszetételét (Na, K, Ca, Mg), ill. a fenékiszap szervesanyag tartalmát. A szénláp-mocsarak „befulladását” előidéző transzgressziós eseményekre utal a szénfedőben jelentkező nyíltabbvízi pélitek agyagásvány asszociációjának terrigén törmelékes jellege is (VICZIÁN et al. 1997).

A rétegsor felső szakaszán a széntelepek kimaradása a korábbiakhoz viszonyítva megváltozott öskörnyezeti feltételeket tükröz. A nyíltmedence normálsósvízi környezetei a korábbiaknál nagyobb hatással voltak a partfejlődésre, ami sósvízű lagúnák, ill. nyílt partok létrejöttében nyilvánulhatott meg. Erre utal a medencebelső képviselő partközeli övek foraminifera társulásainak megjelenése is pl. a Sb-2 fúrás 123–262 m-ében (KORECZNÉ LAKY 1958).

Szekvenciasztratigráfiai és kronológiai vonatkozások

A széntelepes rétegsor kora

A helvét emeletet a Középső Paratethys területén a század 70-es éveitől ottngangi és kárpáti emeletekre bontották (CICHA et al. 1967), ahol az ottngangi-kárpáti határt az ún. „Rzehakiás rétegek” felső szintje, a kárpáti-bádeni emelethatárt a *Praeorbulina glomerosa*-s szint képezi. A Rzehakia- (*Oncophora*-) félek Nógrádban a széntelepes rétegsor fölött települnek (HAMOR 1985), ami itt közelítőleg megfelel MARTINI-féle (1971) NN 4-es nannozóna alsó határának (HORVÁTH & NAGYMAROSY 1979). A kelet-borsodi helvét széntelepes rétegsort korábban egyértelműen ottnganginak tartották, a malakológiai és mikropaleontológiai vizsgálatok viszont fölvetették, hogy az összetetnek legalább egy része a kárpáti emeletbe tartozhat.

A puhatestű vizsgálatok kárpáti faunaelemeket jeleztek a II. telep fölött (T. 50, T. 54, T. 56, T. 58 – BÁLDI 1973). A Sajóvelezd-49 fúrás 388,5–389,5 m-es mélységközében megjelenő *Rzehakia socialis* (BÁLDI 1976) a Ny-borsodi III. telep fölött már kárpáti korra utalhat, a borsodi *oncophorás* rétegekkel kapcsolatos adatok összefoglaló értékelése során azonban RADÓCZ (1987) az *oncophorák* több szintben (ottngangi, kárpáti) való településének lehetősége mellett foglal állást, felvetve a nógrádi és Ny-borsodi széntelepes sorozat azonosságának kérdését is. A nannoplankton vizsgálatok a Sv-49 fúrás rzehakiás-congeriás összetetében (380 m) NN 4-es nannozónát jeleztek ami alapján NAGYMAROSY (1980) a rzehakiás rétegeket „felsőottngangi, vagy még valószínűbben alsó kárpáti”-nak tartotta, de később a kárpáti kort kizárta (BOHN HAVAS & NAGYMAROSY 1985).

A szervesvázú mikroplankton vizsgálatok a kelet-borsodi IV. telep környezetében mutatták ki egy *Tasmanites* sp., ill. a *Hystriocholpoma rigaude* (D. MAIER) jelenlétét, melyek analógiák alapján (Tekeres-1, Várpalota-87 fúrások) a Pannon-medencében a kárpáti transzgresszió során jelentek meg (SÜTÖNÉ SZENTAI in HEGY 1986, SÜTÖNÉ SZENTAI in RADÓCZ 1983). A kelet-borsodi II. telep fedőjében települő agyagos aleurit kárpáti korát egyes taxonok (*Tasmanites*, *Tythodiscus*, *Pleurozonaria*, valamint a *Pterospemopsis* dinoflagellata nemzetség két faja) együttes előfordulása jelzi (SÜTÖNÉ SZENTAI 1994, 2000). A foraminifera vizsgálatok a tardonai fúrásokban (T-62, T-66) a II. telep fölötti meddőben kárpáti kort, ill. a Garábi Slírral való rokonságot jeleznek (TÍMÁR I-né in GODA 1979a, KERNERNÉ SÜMEGI in GODA 1979b), e foraminifera együttesek sztratigráfiai értékét azonban megkérdőjelezi a jellegzetesen csökkentsósvízi faunaelemek fáciesfüggősége.

A borsodi széntelepes összlet kora további vizsgálat tárgyát képezi, annyi azonban elmondható, hogy a megállapított ottngi-kárpáti határ a borsodi széntelepes összletben mind lejjebb tolódik, s „a K-borsodi medencében már bizonyos, hogy ott a több mint 5 barnakőszéntelepet tartalmazó kőszénösszlet felső része (fele-kétharmada) már kárpáti lehet” (RADÓCZ 1987).

Az üledékképződés periodicitása és sebessége

A széntelepes rétegsor és tengeri magasfedőjének jelenleg ismert üledék-összlete 25 paraciklusra bontható. Egy-egy paraszekvencia képződési idejével annak genetikai jellege miatt (ötödrendű ciklusok – 1. fenn) átlagosan 24 000 évet számolhatunk. Mivel az egyes paraszekvenciák átlagos vastagsága nem éri el a 20 m-t, 20%-os tömörödési rátával számolva, az ezer éves ülepedési ráta nem éri el a 100 cm-t. Bár az üledékképződési sebességek számításba vételét kellő óvatossággal kell kezelnünk, a kapott érték biztonságosan belül marad a jelenkori hasonló fáciesekben megfigyelt 300–600 cm/1000 éves átlagon (OLSEN 1978). A kisebb üledékképződési ütem feltehetően a háttérben található szárazulati térszínnek viszonylag kis kiterjedésével és csekély tagoltságával ebből adódó kisebb üledék-utánpótlódással hozható kapcsolatba.

A jelenleg ismert üledéksor lerakódásához tehát mintegy 600 000 évre volt szükség, azt azonban csak pontos rétegtani kép birtokában lehetne becsülni, hogy a prebádeni erózió mennyit pusztított le az összletből. Az ottngi-kárpáti események abszolút kronológiai értelemben 2,8 millió évet ölelnek fel (19–16,2), ahol az ottngi-kárpáti határ 17,2 millió év körül van. A jelenleg ismert borsodi üledéksor képződése mindössze hatszázezer évet tesz ki. Figyelembe véve, hogy a középső riolittufa (16,4 millió év) K-en – ahol a rétegsor a legteljesebb – a 25. paraszekvencia fölött települ, ha a széntelepes rétegsor bázisát a kárpáti emelet alján jelöljük meg, hozzávetőlegesen 200 000 év hiátussal számolhatunk, ami – 0,2 mm/éves denudációt véve figyelembe – becslés szerint mindössze 1,5 paraszekvencia képződésének és lepusztulásának idejét teszi ki, ami alig több mint 30 m. Ha a jelenlegi elképzelések alapján az első, mintegy 10 paraszekvencia képződését (250 000 év) ottnginak tekintjük, akkor a K-i területeken a rétegsor felső részéről lepusztult paraszekvenciák becsülhető száma kb. 3.

A K-i és Ny-i medencerészek között a bádeni fedőüledékekkel rögzített (prebádeni) eróziós diszkordancia helyenként 20-nál több paraszekvencia különbségével ér fel, s gyakran meghaladja a 10-et. E jelentős különbség két módon magyarázható. Vagy a bádeni üledékképződés indult jóval később Ny-borsodban, vagy a Ny-i medencerészek már a kárpáti üledékképződéssel egyidőben bekapcsolódhattak a lepusztulásba. Valójában mindkét jelenséggel számolhatunk. Előbbit a Ny- és K-borsodi bádeni rétegsorokon végzett korrelációs vizsgálataink támasztották alá, utóbbira a kárpáti szénlápövek fáceseinek térbeli eltolódásai utalnak.

A háttérben zajló euszatikus tengerszint-ingadozások, tektonikai események

Elsőként a rétegsorban kimutatható harmadrendű ciklus lehetséges párhuzamosításának kérdését járjuk körül. Az izotóp adatokkal korrelált glacio-euszatikus tengerszint-ingadozások (ABREU & HADDAD in VAKARCS 1997 p. 157) közül kettő esik az ottngangi–kárpáti korra (Bur-3, Bur-4). Figyelembe véve, hogy az egész rétegsor egyetlen harmadrendű ciklus részének tekinthető, vagyis a rétegsorban euszatikus tengerszint-csökkenésre utaló szekvenciahatár nem mutatható ki, ill. hogy a rétegsor felső felének kora bizonyosan kárpáti, a harmadrendű ciklus a Bur-4 eseménnyel párhuzamosítható legnagyobb valószínűséggel (TB2.2 in HAQ et al. 1988).

Ezzel jó összhangban áll az a tény, hogy a negyedrendű ciklusok megjelenése leginkább a medencefejlődés tektonikus zavaraira utal, ami ugyancsak a Bur-4 ciklussal párhuzamosan zajló óstájér orogén fázis tektonikus mikroritmusainak hatását mutatja a változásokra rendkívül érzékeny fációs környezetben.

Konklúziók

1. A nagy felbontású szekvencia analízis során a K-borsodi medence D-i részén 25 paraszekvenciát mutattunk ki. A teljes rétegsoron belül az üledékképződési viszonyok eltolódása alapján hat jelentősebb transzgressziós és ezt követő progradációs esemény állapítható meg.

2. A ciklusok rendűségének értékelésekor a teljes rétegsor egyetlen euszatikusan létrejövő harmadrendű ciklus transzgresszív, ill. korai nagyvízi kifejlődésének felel meg, melyben négy negyedrendű ciklus különíthető el. Ezek közül három feltehetően tektonikus eredetű. A paraszekvenciák a precessziós ingadozások által generált ötödrendű ciklusok. A térség egykori kiemelt, medenceperemi helyzetére, ugyanakkor relatíve gyors üledékképződésére utal, hogy érzékenyen reagál a kisléptékű tengerszint ingadozásokra, ami elősegítheti a ötödrendű ciklusok felerősödését, egyszersmind az erősen oszcillatív jelleg kialakulását.

3. A teljes képződménysor tehát egy harmadrendű ciklus transzgresszív és korai nagyvízi rendszer egységének selfperemi (párkányperemi) kifejlődéseként jött létre, s figyelembe véve az összlet jelentős részének kárpáti korát, az É-

Magyarországon egyidejűleg kifejlődött medencebeli kifejlődések (pl. Garábi Slír) partközeli heterópikusaként fogható fel.

4. Az V. telep retrogradációs, az e fölött települő telepek progradációs, ill. progradációs–aggradációs üledékképződési szakaszhoz kapcsolódnak, amit nem csak a beágyazó üledékek szedimentológiája, de a széntelemek geometriája is kitűnően igazol.

5. Az ősföldrajzi értékelések felvetik a K- és Ny-borsodi szénteleges rétegsor kapcsolatának lehetőségét, ami a Darnó-vonal tektonikai értelmezéséhez fontos adalék.

6. Ugyancsak a karotázskorrelációk alapján merül fel (újra) a Ny- és K-Borsodi széntelemek párhuzamosításának alternatív lehetősége. Ennek során a Ny-borsodi III. – K-borsodi V., Ny-borsodi II. – K-borsodi IV., ill. Ny-borsodi „Borsodi csík” – K-borsodi IIIa. telepek bizonyultak leginkább egybevethetőnek, míg a Ny-borsodi I. telep K-borsodban csak csőkevényesen jelenik meg.

Köszönetnyilvánítás

Itt szeretnék őszinte köszönetet mondani témavezetőimnek, KOZÁK Miklósnak, és TÓTHNÉ MAKK Ágnesnek és SÜTŐNÉ SZENTAY Máriának hogy szakmai vezetőként mindvégig figyelemmel kísérték, kritikai észrevételeikkel és tanácsaikkal segítették munkámat. Köszönet illeti RADÓCZ Gyulát és SZTANÓ Orsolyát a kézirat gondos lektorálásáért és a kézirattal kapcsolatos számos hasznos, előremutató tanácsukért. Ugyancsak köszönettel tartozom azoknak a hallgatónak, akik közvetlen munkatársakként a terepi felvételektől az adattári anyagok feldolgozásán át az adatbázis kialakításáig és végül a publikációs ábraanyag elkészítéséig nélkülözhetetlen segítséget nyújtottak. Végül köszönettel tartozom a Bolyai Ösztöndíj Alapítványnak, ill a 049/2000. nyilvántarási számú FKFP pályázatnak anyagi támogatásáért.

Irodalom – References

- ÁDÁM L. 2000: A Kelet- és a Nyugat-Borsodi széntelemek azonosítása szekvencia-sztratigiárai vizsgálatokkal – „A Bükk és környezetének tercier képződményei: rétegtan, üledékföldtan, ősföldrajz, őslénytan, szerkezetalakulás”, A MFT Általános Földtani Szakosztály, Bp-i és É-Mo-i Területi Szervezet előadóiülése 2000. november 24.
- ALBU I., BARUN L. & SZALAY I. 1985: Az Aggtelek-Rudabányai-hegység geofizikai előkutatása – *Annual Report of the Eötvös Loránd Geophysical Institute of Hungary for 1984*, 29–33.
- BÁLDI T. 1973: *Jelentés a tardonai és tapolcsányi fúrások makrofauna vizsgálatairól.* – Kézirat, ELTE Földtani Tanszék., 6 p.
- BÁLDI T. 1976: *Sajóvelezd 49. sz. fúrás (faunalista és értékelés).* – Kézirat, Orsz. Földt. Geof. Adattár – MÁFI, 7 p.
- BOHNNÉ HAVAS M. 1983: *Miocén bentosz Molluszka asszociációk a Kelet-borsodi medencében* – Kézirat, Orsz. Földt. Geof. Adattár – MÁFI 75 p.
- BOHNNÉ HAVAS M. 1985: A Kelet-borsodi medence ottngai képződményeinek Mollusca vizsgálata. – *Geol. Hung. Ser. Paleont.* 48, 99–177.
- BOHNNÉ HAVAS M. & NAGYMAROSY A. 1985: Fossil Nannoplankton and Molluscs from the Ottngian of the Borsod Basin (N. Hung.) – *RCMNS Simp.* 1985. Budapest, Abstract: 112–115.

- BUDINSZKYNÉ SZENTPÉTERY I., KOZÁK M., LESS Gy., MÜLLER P., PELIKÁN P., PENTELENYI L., PEREGI Zs., PRAKALVI P., PÜSPÖKI Z., RADÓCZ Gy., TÓTHNÉ MAKK Á., FOLDESSY J. & ZELENKA T. 1999: Az Északi Középhegységi terület fedetlen földtani térképe (negyedidőszaki képződményektől mentes földtani térkép) 1: 100 000 – MÁFI Informatikai Oszt.
- CICHA, I., SENES J., TEJKAL J. 1967: Die definition des Karpatien (M3) – einer neuen Zeiteinheit (Stufe) des Miozans. – In: SENES, J. (ed.): *Cronostr. und Neostr.* M3, 35–39.
- CROSS T. A. 1988: Controls on coal distribution in transgressive-regressive cycles, upper Cretaceous, Western Interior, USA. – In: WILGUS, C. K., HASTINGS, B. S., KENDALL, G. S. C., POSAMENTIER H. W., ROSS C. A., & WAGONER J. C. (eds): *Sea-level changes – an integrated approach.* 371–380, *SEPM Special Publication* no. 42.
- GODA L. 1979a: Tardona-62 sz. fúrás dokumentációja. – Kézirat, Orsz. Földt. Geof. Adattár – MÁFI, 53 p.
- GODA L. 1979b: Tardona-66 sz. fúrás dokumentációja. – Kézirat, Orsz. Földt. Geof. Adattár – MÁFI, 32 p.
- GYALOG L. SZERK 2001: Új rétegtani egységek bevezetésére (ill. módosítására) tett javaslatok a Magyar Rétegtani Bizottság részére a MÁFI és a MOL Rt. közös projektjében a Tokaji-hegység–Nyírség, az Északi-középhegység, a Sió-torkolat és a Dunántúli-középhegység területeken az 1998–2000. évi fúrásértékelések és 1 : 100 000 térképszerkesztések alapján. – Kézirat, MÁFI, 40 p.
- HAQ B. U., HARDENBOL J. & VAIL P. R. 1988: Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and Cycles of Sea-level change – Sea-Level Changes – An Integrated Approach, *SEPM Special Publication* 42.
- HÁMOR G. 1985: A Nógrád-Cserhádi kutatási terület földtani viszonyai. – *Geol. Hung. Ser. Geol.* 22., 307 p.
- HEGYI J. (szerk.) 1986: Borsodi barnaszén előfordulás kutatási közetmintáinak laboratóriumi vizsgálata (Bánhorváti – 24 számú fúrás). – Kézirat, kutatási jelentés OFKfV Központi Anyagvizsgáló laboratórium Komló, 65 p.
- HORVÁTH M. & NAGYMAROSY A. 1979: A Rzehakiás rétegek és a Garábi Slír koráról nannoplankton és foraminifera vizsgálatok alapján. – *Földtani Közlöny* 109, 211–229.
- JUHÁSZ A. 1970: A Borsodi-medence keleti részén a helvét barnakőszéntelepek szénkőzettani, településtani vizsgálata. – *Földtani Közlöny* 100, 293–306.
- KIRÁLY E. 1989: A Bükk hegység ÉNy-i előterének geoelektromos kutatása. – *Annual Report of the Eötvös Loránd Geophysical Institute of Hungary for 1987*, 42.
- KORECZNÉ LAKY I. 1958: A Sajóbáony 2. sz. fúrás mikropaleontológiai vizsgálata. – Kézirat, Orsz. Földt. Geof. Adattár-MÁFI, 118 p.
- KORECZNÉ LAKY I. 1985: A Kelet-borsodi medence ottngai képződményeinek foraminifera vizsgálata. – *Geol. Hung. Ser. Paleont.* 48, 180–237.
- KOZÁK, M., PÜSPÖKI, Z. & MCINTOSH, R. 2000: Structural development outline of the Bükk Mountains reflecting recent regional studies. – Kézirat, megjelenés alatt az *Acta Geogr. Geol. et Meteor.* következő számában
- MARTINI, E. 1971: Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. – In: FARINACCI, A. (ed.), *Proceedings II Planktonic Conference, Roma, 1970/2*, 739–785.
- MARTINI, E. & MÜLLER, C. 1975: Calcareous nannoplankton from the Karpathian in Austria (Middle Miocene). – *VI-th Congr. RCMNS* 125–128.
- NAGYMAROSY A. 1980: A Magyarországi badenien korrelációja. – *Földtani Közlöny* 110, 206–245.
- OLSEN, C. R. 1978: Sedimentation rates – In: FAIRBRIDGE, R. W. & BOURGEOIS, J. (eds): *The Encyclopedia of Sedimentology.* – Stroudsburg, Pa.: Dowden, Hutchinson & Ross, 687–692.
- RADÓCZ Gy. 1965: A Bükkhegység környéki helvét barnakőszénösszetlet árfogó prognosztizálterképe 1:100 000 – MÁFI kiadv.
- RADÓCZ Gy. 1983: A Dubicsány 31. sz. fúrás dokumentációja. – Kézirat, Orsz. Földt. Geof. Adattár-MÁFI, 326 p.
- RADÓCZ Gy. 1987: Újabb Rzehakiás (Oncophorás) rétegek a Ny-borsodi medence kőszénösszetletéből. – Kézirat, Orsz. Földt. Geof. Adattár-MÁFI, 5 p.
- RADÓCZ Gy. 1993: A borsodi kőszénláperekonstruktív vizsgálatok 1987-1993 között végzett eredményeinek összefoglaló értékelése I. Földtani viszonyok. – Kézirat, Orsz. Földt. Geof. Adattár-MÁFI, 55 p.

- REINECK, H. E. & SINGH, I. B. 1971: Der Golf von Gaeta (Tyrrhenisches Meer) III. Die Gefüle von Vorstrand- und Schelsedimenten. – *Senckenberg. mar.*, **3**, 185–201.
- SÚTÓNÉ SZENTAI M. 1994: A Tasmanites zöldalga fáciesjelző szerepe az olaszországi Camerino és a magyarországi Pannon–medencében. – *Folia Historico Naturalia Musei Matraensis* **19**, 37–45.
- SÚTÓNÉ SZENTAI M. 2000: A Ra-I. jelű minták szervesvázú mikroplankton és sporomorpha vizsgálata. – Kézirat, Természettudományi Gyűjtemény Adattára, Komló, 3 p.
- SZITANÓ O. 1998: Az Esztergomi-medence oligocén képződményeinek integrált sztratigráfiai vizsgálata: I. Alapelvek. – *Földtani Közlöny* **128**, 437–453.
- SZALAY I., DUDÁS J., HEGEDŰS E., SCHÖNVISZKY L. & TABA S. 1976: Geofizikai szerkezetkutatás a Darnó-vonal környékén. – *Annual Report of the Eötvös Loránd Geophysical Institute of Hungary for 1975*, 26–30.
- SZALAY I., DIENES E., GYÖRGY L. & HEGEDŰS L. 1979: A Darnó nagyszerkezeti öv geofizikai kutatása. – *Annual Report of the Eötvös Loránd Geophysical Institute of Hungary for 1978*, 27–30.
- SZALAY I., BRAUN L. & PETROVICS I. 1989: A Szuha-völgye és a Darnó-öv reflexiós szerkezetkutatása. – *Annual Report of the Eötvös Loránd Geophysical Institute of Hungary for 1989*, 39–41.
- VAKARCS G. 1997: Sequence stratigraphy of the Cenozoic Pannonian Basins, Hungary. – Ph.D thesis, Rice University, Houston, Texas, 514 p.
- VAN WAGONER, J. C., MITCHUM, R. M., CAMPION, K. M., RAHMANIAN, V.D. 1990: Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, cores, and outcrops: concepts for high-resolution correlation of time and facies. – *AAPG Methods in Exploration Series* **7**, 55 p. Tulsa, Oklahoma.
- VICZIÁN I., BARNA Zs. & FÖLDEVÁRI M. 1997: A meddő kőzetek ásványtani összetétele a Borsodi-medence egyes alsó miocén barnaköszéntelegeiben – *Földtani Közlöny* **127**, 127–177.

Kézirat beérkezett: 2000. 11. 17

Alginites rétegsor a Rudabányai-hegység DK-i oldalán húzódó tektonikus zónában

*Alginite-bearing sequence in a tectonic zone, south-eastern part
of the Rudabánya Hills*

VARGÁNÉ BARNA Zsuzsa¹ – SZENTPÉTERY Ildikó¹
(2 ábra, 5 táblázat)

Tárgyszavak: : alginit, aragonit, Darnó-zóna, Felsőnyárádi Formáció, olajpala, szénhidrogén
Key words: alginite, aragonite, Darnó Zone, Felsőnyárád Formation, oil shale, hydrocarbon

Abstract

The Szendrő Sze-2 borehole was drilled in 1982 during the geological reambulation of the Aggtelek-Rudabánya Mountains. It crossed a lagoonal rhythmic sedimentary succession, also containing alginite between 10.0 and 74.9 m, whose age is Late Oligocene–Early Miocene, (based on pollen).

The quantity of aragonite is higher than that of calcite in the total carbonate content. Strontium and zircon enriches some parts.

The derivatograms, registered during the decay and burning of the organic matter, are very similar to the alginites studied earlier. Therefore further analyses were done. The results achieved have been compared with other published data from the country. We have concluded that, based on the inorganic components, the studied rocks are not similar to the rocks of the Borsod Basin, and its organic components are often aliphatic. The studied rocks are mostly similar to the oil shales of the Pannonian Pula maar.

The borehole was drilled in a tectonic zone, therefore, the palaeogeographical connenctions of the alginite are not clear. It is supposed that it formed as part of the Felsőnyárád Formation, so its present position is about 10 km NE of its depositional environment in the Darnó Zone.

Összefoglalás

A Szendrő, Sze-2 fúrás 1982-ben, az Aggtelek–Rudabányai-hegység földtani reambulációja során mélyült. 10,0–74,9 m-ig alginit jellegű rétegeket is tartalmazó, lagunáris ritmitet harántolt, mely pollenek alapján oligocén végi, kora-miocén.

Ásványos összetételében jellegzetes, hogy az összkarbonát mennyiségén belül az aragonit aránya a kalciténál nagyobb, illetve helyenként nagyságrendnyi a stroncium és a cirkon dúsulása.

A szervesanyag bomlása és égése során regisztrált derivatogramok hasonlóan korábban vizsgált alginitfélékre, ezért további, részletesebb vizsgálatokat végeztünk. Végül az adatokat összevetettük az ország területéről publikált eredményekkel.

Megállapítottuk, hogy a vizsgált összetet a szervesetlen alkotók alapján nem hasonlít a Borsodi-medencéből ismert megfelelő közettípusokhoz, szervesanyagában pedig több az alifás, komponens. Leginkább a pulai pannóniai krátertóban keletkezett olajpalákkal vethető össze.

A fúrás egy tektonikus sávban mélyült, a vizsgált rétegsor egykori kapcsolatai közvetlenül nem ítélték meg. Feltételezzük, hogy a Felsőnyárádi Formáció részeként keletkezett, így egykori környezetétől ma legalább 10 km-re ÉK-re helyezkedik el a Darnó-zónában.

¹Magyar Állami Földtani Intézet 1143 Budapest Stefánia út 14.

Bevezetés

Folytatva az Aggtelek–Rudabányai-hegység reambulációja során összegyűlt értékes adatok közreadását (melyet a Rudabánya–690 földtani alapfúrás ismertetésével indítottunk), a szendrői Sze–2 fúrásban harántolt képződményt, a hegységben más helyről ismeretlen (gyenge minőségű) olajjalát ismertetjük. Alapos ásvány-kőzettani és geokémiai vizsgálatára a magyarországi hasonló kőzettípusokkal való összevetés, esetlegesen genetikai és szerkezetfejlődési következtetések levonása céljából került sor.

A Sze–2 fúrás helye, rétegsora

A fúrás 1982-ben GRILL J. javaslatára, földtani térképezési céllal Szendrő község központjától ÉÉNy-i irányban kb. 3,5 km-re mélyült (1. ábra).

Rétegsorában 0,0–4,5 m-ig talajosodott kavicsos agyag, majd 10,0 m-ig teraszkavics települ. 22,5 m-ig fellazult, de nem jelentős mértékben átmozgatott barna, lejjebb fekete palás agyag, meszes homokkő, lemezes mészkő váltakozását harántolta a fúrás (SZENTPÉTERY 1988a, b). Az itt-ott megjelenő kavicsok valószínűleg utánhullásból származnak. Ezalatt talpig (74,9 m) szürke, zöldes-barnásszürke, néhol barnásfehérre fakult laminit (ritmit) következik (2. ábra). A 0,1–1,0 cm-es sötét agyag-, kőzetlisztes agyag rétegeket 0,1–0,2 cm-es sárgásfehér mészlemezek választják el. Vékonycsiszolatban látható az agyagos és a tiszta mikropátitos-mikritisz finom sávok hirtelen, de fokozatos váltakozása.

Egyes szakaszokon a mésztartalom feldúsul, a kőzet mészkő, de sávozottsága akkor is felismerhető. Anyagában mindvégig különféle ősmaradványháj-darabok vannak.

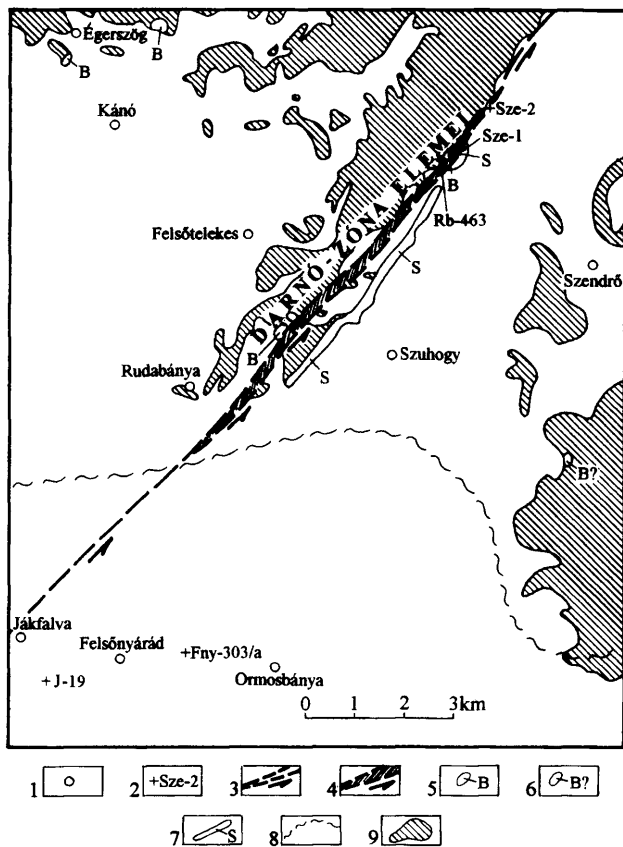
A durvább szemcséjű törmelékeny szakaszokon egyenes gradáció látszik. Gyakorik a szinszediment üledékcsúszás, -felkavarodás nyomai: szakadozott sávozottság, sávok visszaforduló redőződése. A kőzet erősen megviselt, meredek dőlésű (60–90°), összetört, kihengerelt. A csiszolatokban is nyomon kísérhető az üledék breccsás feltöredezése, de az egyes darabok szöveti irányítottsága egyező, nem jelez áthalmazódást. A pátitos részek is gyűrt-feltöredezett szerkezetűek, belső nyíródásos elmozdulásokkal.

Az utólagos igénybevételről árulkodó szakadozott kalcitérhálózat zömmel merőleges a sávosságra, ritkán az ér mellett kis elmozdulás is látható. A mélyebb helyzetű mintákban gyakori a szemcsék körüli radiális kalcitkoszorú.

29,7–29,8 m között metamorf mészkődarab található, melynek alapanyaga egy irányban megnyúlt kalcit-mikrovarcit szövődék, benne viszonylag rendezetlenül 250 mikrométeres, kissé hullámos kioltású kvarc-szilánkok, néhány földpát és kevés csillám található.

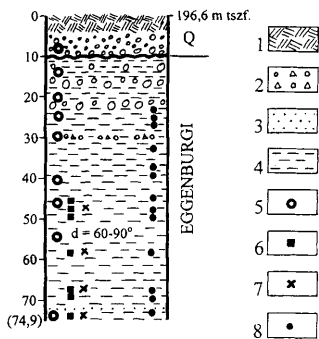
A fúrás talpa közelében (72,0–74,0 m között) 10–20 cm-es homokkő közbetelepülések vannak, anyaguk rendezetlen, osztályozatlan, a szemcsék 50–300 mikrométeres metamorf kőzetdarabkák, ritkán 1 mm-es fillitszilánk is felismerhető.

A talpon drapp, afanitos mészkő darabjait találtuk, melynek a laminithez való viszonya – a rossz magkihozatal következtében – itt nem volt megítélhető.



1. ábra. A szendrői Sze-2 fúrás helye a Rudabányai-hg. DK-i oldalán húzódó tektonikus zónában és helyzete a K-borsodi-köszénmedencéhez képest. 1. település, 2. fúrás jele, száma, 3. balos vízszintes eltolódás nyomvonala, 4. a DK-i tektonikus zóna, 5. alsó-miocén medenceperemet jelző Bretkai Formáció, 6. a Bretkai Formációnál esetleg fiatalabb medenceperem, 7. Szuhogyi Konglomerátum Formáció, 8. a „helvétii” barnaköszén-összlet elterjedésének feltételezett egykori É-i határa RADÓCZ (1966) alapján, 9. paleozoos-mezozoos alaphegység képződményei a felszínen.

Fig. 1 Location of Szendrő Sze 2 borehole in the tectonic zone at the south eastern part of the Rudabánya Mountains, and its position compared to the East-Borsod coal-basin. 1 settlement, 2 borehole, 3 lateral strike-slip fault, 4 the SE-ern tectonic zone, 5 Lower Miocene Bretka Formation, indicating basin margin, 6 basin margin, younger than the Bretka Formation, 7 Szuhogy Conglomerate Formation, 8 distribution of the "Helvetian" coal formation (after Radócz 1966), Paleo-Mesozoic basement



2. ábra. A Szendrő-2 fúrás kőzettani szelvénye az anyagvizsgálatok helyének bejelölésével. 1. talaj, 2. kavics, közettörmelék, 3. homok, 4. agyag, 5. palynológia, 6. CaCO_3 -tartalom, 7. színképelemzés, 8. röntgendiffrakciós és termikus vizsgálatok helye

Fig. 2 The petrographic profile of the borehole Szendrő 2 with marking the places of the samples. 1 soil, 2 gravel, clast, 3 sand, 4 clay, 5 palynology, 6 CaCO_3 content, 7 spectrographical analysis, 8 x-ray + DTA-DTG-TG

gálat (OFKfV Komló BÓNA, ill. MÁFI BODOR) jól értékelhető pollen-együttest mutatott ki. Ennek alapján a képződési környezet trópusi klímájú Myricás mocsár, melyben zömmel oligocénben élt alakok fordulnak elő, de a felső szakaszon már megjelennek kizárólag alsó-miocént jelző formák is (*Plicatopollenites plicatus*, *Slowakipollenites hippophacoides*). 54,0 m-ben volt néhány *Botryococcus braunii* KÜTZG. (az olajpala-telepek indikátoraként ismert szénhidrogéntermelő édesvízi alga); diatomát nem találtunk.

Fentiek szerint a Sze-2 fúrás 10–74 m közötti szakasza az oligocén végén-miocén legelején keletkezhetett, a tengervízzel legalábbis időszakosan kapcsolatban lévő édesvízi üledékgűjtőben (hiszen az Ostracoda és a nannoplankton tengeri kapcsolatra utal, az alga édesvízi). Ezt valószínűsíti a kőzet habitusa is; a sok, vékony lemezről álló kőzetszerkezet, mely RÉVÉSZ et al. (1991), BELLÁNÉ PELSŐCZI (1991) és SOMFAI et al. (1991) szerint is a tengerparti lagúnában keletkezett alginit-telepek jellemzője; a csapadékintenzitás megnövekedésével kiédesedő lagúnák oxigénszegény mélyvizeiben rakódnak le bitumenes ritmitek. A keletkezési mélység a hullámbázis körüli, hiszen az üledékszerkezet gyakran zavart.

Sötét színű, pelites üledékekben a V/Cr arány alapján elkülöníthetők (WERNER 1970) az oxidatív sötét iszapok (~ 1), illetve a redukzív, kénhidrogénes,

Vékonycsiszolatban a kőzetanyag a felsőbb szakaszokhoz hasonló homogén mikropátit és pelletes mikropátit póruspát hálózattal. A mikropátitos részben rendre embriónális kagylóhéjtöredékek vannak.

A fúrás rétegsorának 8,2–74,0 m-ig terjedő szakaszából foraminifera, nannoplankton és palynológiai vizsgálatot végeztünk (SZENTPÉTERY 1988a).

KORECZNÉ LAKY egy-két korrodált, fel nem ismerhető foraminifera mellett mindvégig csupán halmaradványokat említ. 54,0 m-ben egy Ostracodát talált, melyet MONOSTORI *Cytherella* sp.-nek határozott (szóbeli közlés); csupán tengeri környezet jelzésére szolgál, de korra nem jellemző.

BÁLDINÉ BEKE 40,8 m-ben két jellegtelen nannoplankton-alakot említ, valamint e mérettartományban gyakori megnyúlt kalcit-szkalenoidereket, jellegzetes hasítékkal, mely véleménye szerint a víz normál hőmérsékletére utal.

A két, párhuzamos mintasorból készült független palynológiai viz-

szapropéles, rothadó iszapok (~ 3,3). A fúrás két mintájában 2,4 (58,4–58,5 m), illetve 4,8 (67,5–67,55 m) arányt számoltunk a tájékoztató színeképelemzés alapján, azaz az arány redukív fáciesviszonyokat jelez.

A kőzet makroszkóposan alginitre emlékeztetett. Anyagvizsgálata részben igazolta ezt a feltételezést. Részletes vizsgálatának eredményei az alábbiak.

Anyagvizsgálati eredmények

A Szendrő Sze-2-es fúrás 24,00–73,20 m közötti szakaszát vizsgáltuk termoanalitikai, röntgendiffrakciós, infravörös spektrometriás és szerves geokémiai módszerekkel. A kapott vizsgálati eredményeket táblázatos formában foglaltuk össze (*I–V. táblázat*).

Módszertani leírások

A termoanalitikai felvételek MOM gyártmányú Derivatograph-fal készültek a következő paraméterek mellett: érzékenységek: DTA:1/10, DTG: 1/5, TG: 200 mg, 500 mg, a felfűtési sebesség levegőben: 17 °C/perc, nitrogénben és oxigénben: 10 °C/perc, a felvétel rögzítése fotópapíron történt.

Az eredeti és savazott mintákból az IR spektrumokat Specord IR 75 típusú készüléken vettük fel. 1 mg mintát 150 mg KBr pasztillában.

A fázisösszetételt Phillips PW 1730 Diffraktométerrel (antikatód: Cu, csőáram: 40 kV, 30 mA, monokromátor: grafit, goniométer sebessége: 2 °/min) mért röntgendiffrakciós adatokból határoztuk meg. A felvételeket PEIKER Gy-né és ÉNEKES Á. készítette, az értékelést FARKAS L. végezte.

A szerves geokémiai vizsgálatokat BRUKNERNÉ WEIN A. végezte el a finomra porított kőzetminta kloroformos extrakciója során nyert szerves fázisból: IR-spektroszkópiával és oszlopkromatográfiával.

Egyéb vizsgálatok a MÁFI szediment és szerves geokémiai laboratóriumaiban és az SzKFI (Szénhidrogénipari Kutató Fejlesztő Intézet) laboratóriumában készültek, eredményeiket az *V. táblázatban* foglaltuk össze.

Ásványos összetétel

A minták nagy mennyiségű karbonát-ásványt tartalmaznak az agyagásványok, a kvarc és a szervesanyag mellett (*I. táblázat*).

A kvarc mennyisége közel egyenletes eloszlású, átlag 10%, és a talpközeli homokkőben sem haladja meg a 20%-ot.

Az agyagásványok közül a klorit <10%, az illit + muszkovit: 3–13%, a montmorillonit: 5–30% között ingadozik.

Karbonát-ásványok 20–87%-ban mutathatók ki különböző eloszlásban. Kalcit mindegyik mintában jelen van: 8–62% (néhány esetben rendezetlen szerkezetű Mg-kalcit alakjában). Az aragonit 15–45%-ban mutatható ki az elemzett rétegekből, kivéve a 47,35–47,4 m és a 73,10–73,20 m közötti szakaszt. Az aragonit

I. táblázat. A Sze–2 fúrás termikus és röntgendiffrakciós vizsgálatának eredményei
 Table I The results of the thermal and x-ray diffraction analysis of the borehole Sze-2

Mélység	montmorillonit	Illit-muskovit	klorit	kvarc	gipsz	kálföldpát	plagioklász	aragonit	kalcit	dolomit	sziderit	pirit	szervesanyag
m	%												
24,0–24,2	22	11	7	11				33	10		6		<1
25,2–25,3	32	13	7	17				17	8	3	3	ny?	<1
27,5–27,6	20	10	10	10				35	10		5		ny
33,4–33,5	18	7	5	9				36	18		7		ny
38,7–38,8	21	9	7	13				26	17		7	ny?	<1
40,4–40,5	19	7	5	8				21	36		4		ny
44,2–44,3	17	7	6	14				29	19				6
47,35–47,4	6	3		3					20	64		ny?	4
49,5–49,6	17	9	5	9				36	18			ny?	6
58,4–58,5	25	9	7	11	ny			32	6				8
67,5–67,55	9	5	3	4				15	62				2
68,6–68,7	14	7	4	7	4			45	10			ny?	9
73,1–73,2		8	4	20		2	4		61			1	

Jelmegjelenítés: ny: nyomokban

mennyisége nagyobb a kalciténál, kivéve a 40,40–40,50 m és a 67,50–67,55 m mélységet, ahol a kalcit több. A homokkő mintában csak kalcit, a 47,35–47,4 m-ből származó mintában a kalcit mellett nagy mennyiségű dolomit észlelhető.

24,0 és 40,50 m között a sziderit mennyisége 3–8% között változik, kevés szervesanyag kíséretében.

A karbonát-ásványok közül az aragonit és dolomit mennyiségének aránya és a sziderit kis mennyiségének jelenléte hasonló a mecseki alsó-miocén slírösszlet lagúnás képződményeihez és a barnaköszénteles rétegcsoporthoz (RAVASZNÉ BARANYAI 1973). Ebben a tanulmányban az aragonitot a szerző szerves eredetűnek tekinti, de nem zárja ki, hogy szerves maradványok héjtöredékéből is származhat. Az általunk vizsgált kőzetekben az aragonit minden bizonnyal ősmaradványok héjában is van, mivel a vékonycsiszolatokban mindvégig különféle ősmaradványhéj-darabokat találtunk.

44,20–68,60 m között a mintákban felszaporodik a szervesanyag, de a mennyisége 10% alatt marad.

Gipsz – kimutatható mennyiségben – csak az összlet alján fordul elő nyomokban, ill. kis mennyiségben, amely lehet az aragonit kísérő ásványa is redukív környezetben. Zárt medencék pirittartalmú üledékeiben végbemenő diagenezissel kapcsolatos kémiai folyamatok is eredményezhetnek kevés gipsz kiválást (RAVASZNÉ BARANYAI 1973).

A 73,10–73,20 m-ből származó homokkő különbözik a többitől. A pirit határozottan kimutatható kis mennyiségben (1%), a többi minta esetében a szervesanyag és a sziderit jelenlétében a kimutatása bizonytalan. Csak ez a minta tartalmaz kálföldpátot, plagioklászt, és nem tartalmaz montmorillonitot.

A színképelemzés néhány mintában igen magas Sr és Zr tartalmat mutatott ki (47,35–47,4 m 1200 ppm Zr, 58,4–58,5 m 2000 ppm Sr és 1200 ppm Zr, 67,5–67,55 m 1000 ppm Sr). A nyomelemek közül a stroncium dúsulását a mecseki alsó-miocén

II. táblázat. A szervesanyag termoanalitikai elemzés eredményei
 Table II The results of the thermoanalytical analysis of the organic matter

Mélység	A bomlás- csúcs- hőmérsékletei (DTG)	Nedvesség (N ₂)	Illó- nedv. (N ₂)	Fixcarbon	Éghető anyag (O ₂)	Hamu (O ₂)	Éghető anyag (O ₂)/illó (N ₂)	Fixcarbon/illó (N ₂)	Illó (N ₂)/éghető anyag (O ₂)
m	°C	%							%
44,2–44,3	270,440	3,6	5,5	0	5,5	71,6	1,0		100
49,5–49,6	260,490	2,4	5,15	0,2	5,35	69,5	1,04	0,04	96,3
58,4–58,5	300,460	3,4	6,75	0,3	7,05	74,1	1,04	0,04	95,7
68,6–68,7	275,480	2,8	6,15	1,0	7,15	66,8	1,16	0,16	86,0
68,0 átl.	290,440	2,8	6,8	0,4	7,2	68,5	1,06	0,06	94,4
68,0 prep.	250,430	2,5	7,9	0,9	8,8	66,4	1,11	0,11	89,8

slír- és barnaköszénteles összetételben RAVASZNÉ BARANYAI (1973) részben a karbonátokkal (kalcit-aragonit) kapcsolja össze. Ez ebben az esetben is lehetséges.

Szervesanyag vizsgálatok

A termoanalitikai vizsgálatok során információkat kapunk a szervesanyag bomlásáról és égéséről is. A bekövetkező reakciók és azok hőmérsékletei, exoterm vagy endoterm folyamatai és ezekhez tartozó tömegvesztések jellemzőek a szervesanyag minőségére is.

A Sze-2 fúrásból származó minták szervesanyagának bomlása és égése során levegő atmoszférában regisztrált derivatogramok nagy hasonlóságot mutattak a korábban vizsgált, Pula, Gérce, Várkesző területéről származó alginit minták egyes típusainak derivatogramjaihoz. A jobb összehasonlítás céljából, a szervesanyag részletesebb vizsgálatához a 44,20–68,70 m-ig terjedő szakaszból 6 db mintát választottunk ki, melyek között preparált és átlag minta is szerepelt. A mintákat inert (N₂) és oxigén atmoszférában is megvizsgáltuk. Nitrogén atmoszférában határozzuk meg a minta nedvesség- és illótartalmát, oxigén atmoszférában a minta éghető anyag- és hamutartalmát. Kiszámítottuk a minta fixcarbon tartalmát, mely illómentes éghető anyag. A mért eredményeket a II. táblázatban foglaltuk össze. Az összeállításnál figyelembe vettük a minták ásványiból származó tömegvesztését, és szükséges esetben korrekciót alkalmaztunk.

Az alginit minták termoanalitikai vizsgálata során három reakció intervallumot lehetett kijelölni, első: 200–300 °C, második: 400–500 °C, harmadik: 500–650 °C (FÖLDVÁRI 1976). A Sze-2 fúrás 24,0–74,0 m közötti szakasz anyagából, a szervesanyagot tartalmazó minták esetében a termoanalitikai görbéken két jellemző változás figyelhető meg, melyek az alginit reakciók közül az első és második hőmérséklet tartományban történt változást jelzik (II. táblázat). E két hőmérséklet tartomány főleg a pulai mintákra volt jellemzőbb, így a Sze-2

szervesanyag tartalmú mintái leginkább a pulai alginithez mutatnak hasonlóságot.

A szervesanyag további vizsgálatához a legtöbb szervesanyagot tartalmazó mintákból karbonát mentesítés (3%-os sósavval) után, infravörös spektrogramokat készítettünk. A jellemző elnyeléseket a *III. táblázatban* rögzítettük.

A 1710, 1620, 1470 és 1380 cm^{-1} hullámszámnál az elnyelés intenzitása egyes mintákban elég gyenge.

III. táblázat. A karbonátmentes maradék IR spektrumainak jellemző elnyelései
Table III The characteristic adsorption of the IR spectra of the carbonate free residual

Elnyelés cm^{-1}	Rezgés típus
3640, 3400 (intenzív, széles)	OH-vegyértékrezgés
2925 (intenzív)	metilén aszimmetrikus C-H- vegyértékrezgés
2850 (intenzív)	metilén szimmetrikus C-H- vegyértékrezgés
1710	C=O vegyértékrezgés
1620	C=C vegyértékrezgés
1470	C-H deformációs vegyértékrezgés
1380	C-H deformációs vegyértékrezgés

A víz OH-vegyértékrezgési sávja 3640–3100 cm^{-1} tartományban átlapol a szerkezeti hidroxilcsoport sávjával. 2960 cm^{-1} és 2850 cm^{-1} között két-két intenzív csúspár az alifás alkotók elnyelésére jellemző. 2870 cm^{-1} és 2960 cm^{-1} -nél a metil csoport sávja nem észlelhető, ami arra utal, hogy a két sávpár relatív intenzitása a lánchosszúság növekedésével a metilén csoport javára tolódik el (KISSNÉ ERŐS 1974).

A 68,0 m mélységből gyűjtött mintából BRUKNERNÉ WEIN A. szerves geokémiai vizsgálatokat végzett, amelynek eredményeit a következő táblázatban (*IV. táblázat*) foglaltuk össze.

IV. táblázat. Szerves geokémiai vizsgálatok eredményei
Table IV The results of the organic geochemical analysis

Mélység m	Soxleth %	Bitumoid frakció				Bitumoid IR extinció hányadosok	
		Telített CH %	Aromás CH %	gyanta %	aszfaltén %	1380 1470	1710 1470
68,0	0,117	9,7	5,4	51,2	31,8	0,44	0,98

CH: szénhidrogén

V. táblázat. Egyéb vizsgálatok eredményei
Table V The results of other analysis

Mélység	C_{org}	Oldási maradék	Fajsúly	Térfogatsúly	Porozitás	Kéntartalom
m	%	%	g/cm^3	g/cm^3	%	%
68,0	3,99	40,29	2,59	2,33	10,03	0,045

C_{org} : szerves széntartalom

Az eredmények értékelése, összehasonlítása

Az anyagvizsgálatok során kapott eredményeket összevetettük a Borsodi-medence széntelepes összetételéből és a Magyarország területén ismert alginit előfordulásokról publikált adatokkal.

VICZIÁN (1996a) és VICZIÁN et al. (1997) foglalta össze a Ny- és K-borsodi barnakőszén-medence kőszéntelepei fekvő, fedő és közbetelepült meddő rétegeinek röntgendiffrakciós és termoanalitikai anyagvizsgálati eredményeit, melynek során megállapítást nyert, hogy:

– az egész széntelepes összetétel karbonát-szegény, a vizsgált minták nagy része nem tartalmaz karbonátot,

– a széntelepek fedőjében a kalcit és a dolomit közel azonos mennyiségű (5–10%) és törmelékes eredetű. HÁMOR-VIDÓ (1992) és BOHNNÉ HAVAS (1993) öskörnyezeti értékelése szerint ezek a fedő képződmények már csökkentsósvízi lagúnában rakódtak le.

– Az aragonit a kagylóhéjak anyaga és a fedő lumasellás rétegeiben jelenik meg.

A Sze-2 fúrás 24,0–74,0 m közötti szakaszának mintáiból kimutatott agyag-ásványok (montmorillonit, illit, muszkovit, klorit) tengeri jellegűek, míg a borsodi barnakőszéntelepek fedőjében a szmektittek mellett kaolinit is jelen van. Ezek savanyú esetleg andezites vulkáni anyag átalakulási termékei. A még jelenlévő illit/szmettit kevert szerkezet főleg a telepek fedőjében jelentkező terrigén törmelékes üledékanyagra jellemző.

Mindezek alapján a Sze-2 fúrásból vizsgált laminites összetétel a szeretlen alkotók alapján csak részben hasonlít a borsodi barnakőszéntelepek fedőjéhez.

RADÓCZ (1987) a K-borsodi (Felsőnyárad–303, Tardona–87, /Rh–30/) barnakőszéntelep fedőjében „olajpala jellegű, ill. alginites” közbetelepülést észlelt. A fúrások anyagának termoanalitikai és szerves geokémiai vizsgálati eredményeit összehasonlítva, hasonlóságokat és különbözőségeket állapíthatunk meg.

A Sze-2-ből vizsgált alginites mintában (I, IV, V. táblázat):

- több a karbonát ásvány, kevesebb az oldási maradék,
- kevesebb a szervesanyag,
- térfogatsúly nagyobb, így a porozitás kisebb,
- fajsúly és szerves szén-tartalom közel azonos,
- a bitumoid frakciókban az aromás szénhidrogének mennyisége kisebb,
- a gyantafrakció kevesebb kb. 20 %-kal, az aszfaltén több mint a duplája,
- az IR extinció hányadosok közel azonosak.

Mint azt az összehasonlítás során láttuk, a K-borsodi (Felsőnyárad–303, Tardona–87, /Rh–30/) fúrások alginit mintáinak kioldott szervesanyaga több aromás szénhidrogént tartalmaz, mint a Sze-2 fúrásból gyűjtött minta.

A Sze-2 fúrás 24,0–74,0 m közötti szakasza anyagából mért termoanalitikai adatokat összevetettük a dunántúli maar típusú alginit telepek (Gérce, Pula, Várkesző) vizsgálatának eredményeivel is, melyeket FÖLDVÁRI (1976) foglalt össze. A szerző a minták ásványos összetételét és szervesanyag (alginit) tulajdonságait is tanulmányozta termoanalitikai és infravörös spektroszkópiai módszerekkel.

A szendrői, ill. a gércsei és pulai mintákban ugyanazok a karbonátásványok (kalcit, dolomit, aragonit) és agyagásványok (montmorillonit, illit, klorit) találhatóak. A maar típusú alginit mintákban kis mennyiségben található agyagásványok egy része VICZIÁN (1996b) szerint valószínűleg törmelékes eredetű.

Az alginit termoanalitikai vizsgálata során három reakció intervallumot lehetett kijelölni, első: 200–300 °C, második: 400–500 °C, harmadik: 500–650 °C. A Sze-2 fúrásból származó minták esetében a termoanalitikai görbéken két jellemző változás figyelhető meg (II. táblázat), melyek az alginit reakciók közül az első és második hőmérséklet tartományban történt változást jelzik. E két hőmérséklet tartomány főleg a pulai alginit mintákra volt jellemzőbb, így a Sze-2 nagy szervesanyag tartalmú mintái leginkább a pulai alginithez mutatnak hasonlóságot.

A Sze-2 fúrás szervesanyag-tartalmú mintáiból készült infravörös spektrumokat összehasonlítottuk a maar típusú alginitek és különböző szénültésű szenek (orosz szén standardok) IR spektrumjaival (FÖLDVÁRI 1976). A Sze-2 fúrás mintáiból készült IR felvételek adatai alapján, az alifás alkotók elnyelési extinciója 2960 cm⁻¹- és 2850 cm⁻¹ között nagyobb, mint szeneknél, és hasonló a maar típusú alginitekhez.

A Sze-2 68,0 m-éből gyűjtött minta szerves geokémiai vizsgálati eredményei a BRUKNERNÉ WEIN (1996) által maar típusú alginiteken végzett részletes szerves geokémiai elemzések adatai közé illeszthetők.

Várpalota környékén lagúna típusú olajpala előfordulások ismertek. Ilyen előfordulást említ RADÓCZ (1981) a Ny-borsodi (Egercsehi-ózdí) -barnakőszén-medence szarvaskői bánya II. barnakőszéntelep fedőjéből származó minta esetében. Mind a szarvaskői, mind a Sze-2 fúrásból származó minták esetén az illó(O₂)/ illó(N₂) értéke >1, amely FÖLDVÁRI véleménye szerint kissé eltér a maar típusú alginit mintáktól. Az eltéréseket RADÓCZ (1981) az alginites környezet közvetlen a barnakőszéntelep, ill. az egykori lóp fölötti kialakulásával magyarázza.

A szervesanyag minősítését a szerves anyagot alkotó komponensek minősége és mennyisége befolyásolja. Az elvégzett vizsgálatok és összehasonlítások alapján a Sze-2 fúrásból származó szervesanyagban gazdag kőzet alginit jellegű. Az összehasonlítások során tapasztalt hasonlóságokat és eltéréseket az adott környezetben kialakult klíma- és környezetváltozás is okozhatja. Ennek kiderítésére részletesebb, mélyrehatóbb vizsgálatok szükségesek.

Ösföldrajzi kapcsolatok és szerkezeti következtetések

A Sze-2 fúrásban harántolt összlethez litológiaiailag hasonlóakat ismerünk a Borsodi-medence miocén barnakőszéntelepés rétegsorából. Ásványos összetételük és szervesanyag tartalmuk azonban nem hasonlít.

Hasonló rétegek ismeretesek a szlovákiai Drienovec (Somodi) melletti VD-2 fúrás „eocén-oligocén” rétegeiből (ZLOCHA & RADÓCZ 1987), melyekkel az összehasonlítás (még) nem történt meg.

A jelen vizsgálat tárgyát képező rétegsor a pollenek szerint oligocén végi, egészen korai miocén. Feküjét nem ismerjük, de környezetében két olyan fúrás is van, mely a palynológiai vizsgálat szerint árnyalattal idősebb és partközeli nem telepes képződményeket harántolt (Rb-463 és Sze-1 fúrás az 1. ábrán). Ez lehet esetleg feké, bár mindhárom fúrás a Rudabányai-hegység DK-i oldalán húzódó tektonikus zónába esik, melynek jellemzője, hogy többszáz méteres mélységig egymással tektonikusan érintkező, különböző korú és fáciesű közettömböket tartalmaz (SZENTPÉTERY 1988a, 1997). Ezt a sávot felszínen hozzátvetőlegesen a metamorf küllemű Steinalmi Formáció börcei jelölik ki (LESS 1998). Legfiatalabb ismert eleme az alsó-miocén Putnoki Slír, melynek képződésével a szerkezeti mozgás legalább egyidejű, vagy fiatalabb.

A szendrői alginites összlet pontszerűen fordul elő, oldalirányú kapcsolata nincsen, hiszen a Rudabányai-hegység és a Szendrői-hegység közötti medencerészt lignitkutatás során részletesen felfúrták, de hasonló korú és litológiájú képződménynek – a leírások alapján – nyoma nincs (SZOKOLAI 1974).

Ha annak indokál, hogy a vizsgált képződmény és az ismert borsodi indikációk között nincs ásványos és szervesanyagbeli hasonlóság elfogadjuk, hogy az üledékciklus nem ugyanazon ágához tartoznak, azaz ezt az olajpalás ritmitet (esetleg a szárazföldi sorozatokkal együtt) nem tekintjük a telepes összlet részének, akkor valószínűleg a Felőnyárádi Formáció tektonikusan elszakított foszlányával van dolgunk, mellyel korban megegyezik, s képződési körülményei annak fáciesébe illeszthetők. Így jelenlegi elhelyezkedésénél legalább 10 km-rel DNY-abbra (1. ábra) keletkezett abban az üledékgyűjtőben, melynek felszabdaldalódására többek között a Rb-407 és a Tornabarakony-1 fúrások slírjének párhuzamosításával már következtettünk (SZENTPÉTERY 1988a, b). Ez a mozgás a Darnó-rendszer szinszediment balos vízszintes eltolódása.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondunk VICZIÁN Istvánnak a kézirat szíves gondozásáért, PELIKÁN Pálnak a vékonycsiszolatok leírásában és a szövegezésben való értékes segítségéért, RADÓCZ Gyulának és VETŐ Istvánnak a gondos lektorálásért, valamint a T 023880 és a T 023882 sz. OTKÁ-nak a támogatásért.

Irodalom – References

- BELLÁNÉ PELSŐCZI M. 1991: Szénközetek. – In: BALOGH K. (szerk.): *Szedimentológia II.* Akadémiai Kiadó, Budapest, p. 246.
- BOHNÉ HAVAS M. 1993: Láperekonstruációs módszerek és kutatási módszerek. – In: „Észak-magyarországi földtani kutatások újabb eredményei” Miskolci Egyetem, 1-9.
- BRUKNERNÉ WEIN A. 1996: A magyarországi maar típusú olajpalák oldható szerves anyagának komplex szerves geokémiai vizsgálata. – In: HETÉNYI M. (szerk.) 1996: *Maar-típusú olajpalák Magyarországon. Szerves geokémiai jellemzők.* – Szeged, 74-111.
- FOLDVÁRI M. 1976: Beszámoló jelentés „A szervesanyag tartalmú kőzetek szervesanyagának és kísérő ásványainak komplex vizsgálata nagyműszerekkel” tárgyú állami kutatási megbízás teljesítéséről. – Kézirat, MÁFI-OFG Adattár Budapest, 10 p.

- HÁMOR-VIDÓ, M. 1992: Reconstruction of peat-forming environments on Miocene brown coal sequences (N-Hungary). – *Acta Geologica Hungarica* 35/2, 165–175.
- KISSNÉ ERŐS K. 1974: *Az infravörös spektroszkópia analitikai alkalmazása*. – Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 154–159.
- LESS Gy. 1998: Az Aggtelek–Rudabányai-hegység földtani térképe M=1:100 000. – In: BAROSS G. (szerk.): *Az Aggteleki Nemzeti Park*, Mezőgazda Kiadó, Budapest
- RADÓCZ Gy. 1966: A Bükkhegység környéki helvétii barnakőszénösszetétel átfogó prognózistérképe M=1:100 000 – M. Áll. Földt. Int. kiadványa
- RADÓCZ Gy. 1975: Miocén – In: ALFÖLDI L. et al.: *Magyarászó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatahoz*. M-34-XXXIII. Miskolc – M. Áll. Földt. Int. kiadvány, p. 116.
- RADÓCZ Gy. 1981: Alginittindikáció a szarvaskői miocén barnakőszéntelepés rétegsorban. – *Földt. Int. Évi Jel.* 1979-ről, 15–119.
- RADÓCZ Gy. 1987: Alginitt vizsgálatok a Borsodi-medence barnakőszéntelepés rétegcsoportjában. – *Földt. Int. Évi Jel.* 1985-ről, 187–194.
- RAVASZNÉ BARANYAI L. 1973: A Kelet-mecseki miocén képződmények ásvány-kőzettani vizsgálata. – *MÁFI Évkönyve* 53/2, 561–573.
- RÉVÉSZ I., SZABÓNÉ DRUBINA M., TÓTH K., VICZIÁN I. & BALOGH K. 1991: Vízi ülepedésű pélitek – In: BALOGH K. (szerk.): *Szedimentológia II.* – Akadémiai Kiadó, Budapest, p. 213.
- SOMFAI A., VÖLGYI L., JÁMBOR Á., BÉRCZI I. & BALOGH K. 1991: Szénhidrogének – In: BALOGH K. (szerk.): *Szedimentológia III.* – Akadémiai Kiadó, Budapest, 304–309.
- SENPÉTERY I. 1988a: Az Aggtelek–Rudabányai-hegység oligocén és alsó-miocén képződményei. – Egyetemi doktori értekezés, kézirat ELTE Földtani Tanszék Könyvtár, Budapest, 72–76.
- SENPÉTERY I. 1988b: A Rudabányai-hegység és környezetének oligocén, alsó-miocén képződményei. – *Földt. Int. Évi Jel.* 1986-ról, 125 p.
- SENPÉTERY, I. 1997: Sinistral lateral displacement in the Aggtelek–Rudabánya Mts. (North Hungary) based on the facies distribution of Oligocene and Lower Miocene Formations. – *Acta Geol. Hung.* 40/4, 265–272.
- SZOKOLAI Gy. 1974: Összefoglaló jelentés a bódvavölgyi lignitt előfordulásokon (Komjáti és Szendrő környékén) végzett felderítő fázisú kutatómunkákról (1951–1970). – Kézirat, OFG Adattár, Budapest, 122 p.
- VICZIÁN I. 1996a: A meddő kőzetek ásványtani összetétele a Borsodi-medence alsó-miocén barnakőszéntelepeiben (összefoglalás). – Kézirat, MÁFI, Budapest, 6 p.
- VICZIÁN I. 1996b: A kisalföldi olajpala és bazaltbentonitt ásványtani összetétele. – In: SOLTI G. (szerk.): *Olajpala, alginitt, bazaltbentonitt kutatása és hasznosítása 1987–1993*. – Alginitt Alapítvány, Budapest, 73–76.
- VICZIÁN I., BARNA Zs. & FÖLDVÁRI M. 1997: A meddő kőzetek ásványtani összetétele a Borsodi-medence egyes alsó-miocén barnakőszéntelepeiben. – *Földtani Közlöny* 127/1–2, 127–144.
- WERNER, E. 1970: Geochemical facies analysis. – *Methods in Geochemistry and Geophysics* 11., Amsterdam, London, New York, pp. 99–101.
- ZLOCHA, J. & RADÓCZ Gy. 1987: Földtani metszet a drienoveci barnakőszénelőfordulás (Kassai-Tornai-medence) és a komjáti lignitttelepek (Észak-Borsod) területéről. – Kézirat, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 15 p.
- Kézirat beérkezett: 2001. 01. 20.

Nagybánya vidéke érctelepeinek ásványvilága

On the Minerals of the Nagybánya (Baia Mare) Ore District

RÉTHY Károly¹

(1 ábra, 2 táblázat)

Tárgyszavak: genetikai és geochemiai rendszerek, paragenézis, ásványelőfordulás
Key words: genetic and geochemistry systems, paragenesis, mineral occurrences

Abstract

The Nagybánya (Baia Mare) Ore District belongs to the Gutin (Gutin), Kőhát (Pietrosul) and Avas (Oaş) Mountains. These are parts of the Inner Carpathian Neogene volcanic range in NE Transylvania (Romania). Between the villages Turc (Turț) and Erzsébetbánya (Baiuț) a polymetallic and noble metal mineralization has been recognized. This consists of a NW–SE striking belt of post-volcanic epihydrothermal veins. It has become world famous due to the exceptional diversity of its minerals, including a considerable number of mineral species with particular Hungarian characteristics (e.g. rhodonite, rhodochrosite, wavellite, smikite, felsőbányaite, semseyite, andorite, fizélyite, fülöppite, klebelsbergite, zincauserite, and monsmédite.) The in-depth mineralogical study of these ore deposits has contributed considerably to the overall knowledge of the mineral kingdom.

The history of mining and ore prospecting in the area are briefly presented, from the medieval Hungarian Kingdom to recent times. The new minerals that were discovered here by Hungarian and other scientists are briefly described (i.e. locality, name of the vein, paragenesis, see *Table I*). The uncertain and probable mineral occurrences are listed in *Table II*.

Összefoglalás

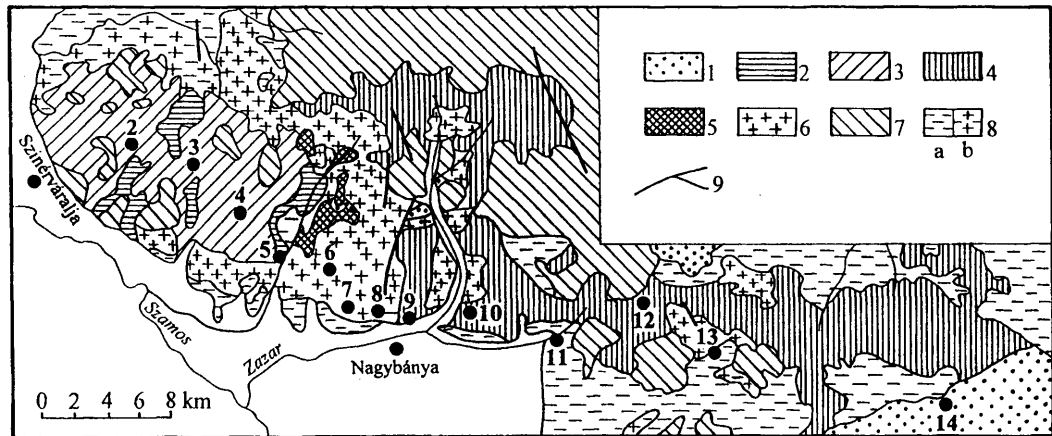
A Gutin, Kőhát (Pietrosul) és Avas (Oaş) vulkáni eredetű neogén hegyvonulat (Románia), Turc (Turț) és Erzsébetbánya (Baiuț) között, ÉNy–DK irányú zónába rendeződött, ismert nemesfém és polimetallikus, főleg teléres ércesedéseinek legtöbb ásványa, a hidrotermás fázis vulkáni epitermális szakaszában jött létre. Gazdag ásványvilága és a magyar vonatkozású ásványfajok, mint a rodonit, rodokrozit, wavellit, szmikit, felsőbányait, semseyit, andorit, fizélyit, fülöppit, klebelsbergit, zincauserit és a monsmédit révén világhíre tett szert, hiszen alapvetően gazdagította az ásványtan és teleptan egyetemes ismeretanyagát.

A cikk röviden ismerteti a Nagybánya környéki bányászkodás és érckutatás történetét. Az idők során, külföldi és a magyar tudósok révén, néhány új ásványfaj is ismertté vált. Ezek rövid leírására itt is sor kerül, ahol lelőhelyeik és a telérek nevei mellett, ezeknek az ásványoknak a paragenézisét emeljük ki. Az *I. táblázatban*, az itt megtalált ásványok, bányák (telepek) szerinti előfordulásait tüntettük fel. A *II. táblázatban* pedig, a bizonytalan megjelölésű és valószínűsíthető ásványelőfordulásokat mutatjuk be.

Bevezetés

Nagybánya és vidékének nemesfém és polimetallikus, főleg teléres ércesedései, a Keleti-Kárpátok neogén-egyedidőszaki vulkáni ívében, a Cibles (Țibles) - Vihorlát hegyvonulat középső részén található, a Gutin-hegységtől nyugatra egész az avasi hegyekig, a Szamos (Someș) és annak mellékága a Lápos (Lapus) völgyétől északra (*1. ábra*).

¹ 1046 Budapest, Dunakeszi u. 6, 3/10



1. ábra. Ilobabánya (Ilba) és Erzsébetbánya (Baiuț) közötti hidrotermális ércezési zóna vázlatos földtani térképe (BORCOȘ et al. 1977–1980). 1. Paleogén üledékek 2. Riodacit összlet 3. Szinerváraljai piroxénandezit összlet 4. Jerapeni piroxénandezit 5. Dacit és piroklasztikuma 6. Kvarcandezit 7. Ilobai fedőandezit 8. Neogén üledékek/a/ vulkáni üledék/b/ 9. Vetővonal. Helységnevek: 2. Ilobabánya /Ilba/, 3. Nagy-Sikárló /Cicirlau/, 4. Misztbánya /Nistru/, 5. Láposbánya /Baița/, 6. Borpatak /Valea Borcutului/, 7. Zazar /Sasar/, 8. Veresvíz /Valea Roșie/, 9. Kereszthegy /Dealul Crucii/, 10. Herzsa /Herja/, 11. Felbőbánya /Baia Sprie/, 12. Sujor /Șuior/, 13. Kapnikbánya /Cavnic/, 14. Erzsébetbánya /Baiuț/

Fig. 1 Geological map of the hydrothermal mineralisation zone between Ilba and Baiuț (BORCOȘ et al. 1977–1980). 1 Paleogene sediments, 2 Rhyodacite complex, 3 Sein pyroxene andesite complex, 4 Jerapeni pyroxene andesite, 5 Dacite and dacite pyroclastics, 6 Quartz andesite, 7 Ilba overlying andesite, 8 Neogene sediments (a), volcanic sediments (b), 9 Fault line. Names of localities: 2 Ilba, 3 Cicirlau, 4 Nistru, 5 Baița, 6 Valea Borcutului, 7 Sasar, 8 Valea Roșie, 9 Dealul Crucii, 10 Herja, 11 Baia Sprie, 12 Șuior, 13 Cavnic, 14 Baiuț

A terület morfológiája, hasonló más neogén vulkáni területek morfológiájához. Meredek szélű lávaplátók, mély völgyekkel elválasztott párhuzamosnak mondható hegygerincek, és jól körvonalazódó kúpalakú hegytömbök jellemzik.

Ezen a területen alakultak ki, a neogén magmás ciklusban, azok a nagyvonalakban ÉNy–DK irányú zónába rendeződött ásványokban gazdag érctelések, amelyeknek ásványvilágát és magyar vonatkozású ásványait tekintjük át, a teljes paragenezisével. Ezek a főleg telérformájú ércesedések, részben neogén eredetű üledékes (márga, agyag), részben pedig vulkáni eredetű kőzetekbe ágyazódva vannak jelen.

Amikor a terület ismert bányái, érctelerei ásványvilágának összeállításához kezdtem, a teljességre csak annak figyelembevételével törekedhettem, hogy az évszázadokkal korábban kitermelt ércmennyiség ásványvilágát megismerni, ma már szinte lehetetlen. Másfelől pedig azért, mivel a területen található piritess stockwerkek, impregnációs övek kutatására, ásványviláguk megismerésére, nem túl nagy lendülettel, csak az utóbbi időben került sor. Így e terület ásványvilágának összeállításánál csak a jelenleg megtalálható feljegyzésekre, főleg az általam feltüntetett irodalomra, a személyes és az ott tevékenykedő kollégák tapasztalatára támaszkodhattam. Az általam feltüntetett ásványnevek, minden esetben tükrözik a Nemzetközi Ásványtani Asszociáció (IMA), s az Új Ásványfajok és Ásványnevek Bizottsága (CNMMN) mai szigorú elvárásait, amit BOGNÁR László által 1995-ben megjelentetett „Ásványnévtár” alapján állítottam össze. A hagyományok fenntartása céljából, a régi elnevezéseket, zárójelben tüntettem fel. Kivételt csupán néhány változatnév, és egy-két olyan nem elismert ásvány képez, amelyeket e területhez kötődően ismerhettünk meg, amelyekre a táblázat végén található tájékoztató hívja fel a figyelmet.

Rövid történelmi áttekintés

A máramarosi hegyekben, Nagybánya és vidéke volt Európa és benne Erdély ásványokban egyik leggazdagabb területe. Itt az arany mosásának, majd bányászati úton való kitermelésének kezdete a történelem homályába vész. Ezt a Máramarossziget (Sighetul Marmatiei) közelében Szarvasszó (Sarasau) községnél talált aranylelet is bizonyítja, aminek kora i.e. 1100-ra tehető (CHIRILA & SOCOLAN 1971.) Ez a tevékenység a római korban, majd a későbbi népvándorlás időszakában és utána is kisebb-nagyobb megszakításokkal, egész napjainkig folytatódott.

Nagybánya vidékén, mint Európa legtöbb hasonló típusú ércesedése esetében a bányászati munkálatok az arany és ezüst kitermelésével, vagyis a neogén vulkanizmushoz kötődő telérkibúvások és breccsás övek nemesfém-ércesedésének felszíni fejtésével kezdődtek, aminek nyomai még napjainkban is fellelhetők. Bányászkodás, valamikor az ókorban kezdődött, amelyet később a mélyben polimetallikus jelleget mutató galenit, szfalerit, pirit és kalkopiritben gazdagabb telérek, telérrészek felé haladva folytattak. Ennek a régen lefejtett felszíni és felszínközeli ércesedésnek az ásványtani összetevőiről csupán elképzeléseink vannak.

A hagyományok szerint, a magyarok letelepedése után az arany kitermelésének elkezdése és az itt található aranybányák művelése céljából, az első század telepeseiket a Kereszt-hegy (Dealul Crucii) és a felsőbányai Bánya-hegy tövébe, még 1030 körül Szt. István király felesége, Gizella telepítette le. Más források szerint a zászokat 1142-ben II. Géza király hozta be, aki már hallott az aranyban gazdag Zazur (ma Zazar) patakának hordalékáról és a környék aranyban gazdag hegyeinek aranybányáiról. Az erre vonatkozó első írásos emlék azonban csak 1327-ből származik, amiben Nagybányát, mint Civitas de rivulo dominarium, Felsőbányát pedig, mint az a város pecsétjén is látható volt, S. Civitas de Medio Monte néven említik. Magyarul Cives de Asszonypataka (1391) és Civitas Felsewbánya néven. Más dokumentumokban pedig Nagybánya neve Castellum Rivuli dominarium (1469), Rivulus dominarium vagy „Királyasszony pataka”, német nevén Frauenbach.

A régi feljegyzések szerint, a nemesfémérc kitermelése a szatmári hegyekben Nagybányán (Baia Mare) – a kereszthegyi, a veresvízi és a borpataki területen – valamint Felsőbányán (Baia Sprie), a város fölé magasodó 729 méter magas Bánya-hegy (Mons Medius) alatt meghúzódó bányákban – kezdődött el. 1329-ben már Lăposbányáról (Baița) is említést tesznek, ekkor I. Károly Róbert király ezt a területet és annak bányáit, Nagybánya városának adományozta. 1332-ben pedig pápai tizedszedők lajstromában is szerepel, ahol mint írják a Tarnicza-hegyekben gazdag aranyerek vannak. Abban az időben Lăposbányán (Baița) a Tárnicza, a Verespatak- vagy Sărgapatak-völgy és a Szt. György-völgy – amely később Feketebánya (Gheorghie Negru) néven vált ismertté – aranyban és ezüstben gazdag ércesedéseit termelték ki. 1336-ban már Kapnikbányáról (Cavnic) is említést tesznek, amelynek abban az időben községi jellege volt. Itt az Ércpataka, a Fejedelem, a Ferenc, a József és a Kristóf telérek felső, aranyban és ezüstben gazdag szintjei hívták fel először magukra a bányászok figyelmét. A legtöbb és legszebb terméсарanyat az ércpataka egyik mellékágából termelték ki. Ilobabánya (Ilba) is már 1490-től ismert. Misztbánya (Nistru) lakossága, főleg az Aranykorona, a Szófia és a Kisasszony-völgy bányáiban talált aranyból éltek. Erzsébetbánya (azelőtt: Oláhlăposbánya) ma Baiuț lakossága is, már az ősidok óta a Horgospataka völgyében kialakult bányászatból tengették napjaikat. A Herzsa-hegy alatti Kisbánya, ma Herzsabánya (Herja), bányászatáról 1793-tól adnak hírt. Nagy-Sikárló (Cicarlau), a Kova-hegy (Cremene) aljában található Sujur (Șuior) és Turcz (Turț) ércesedései, csak később kerültek a bányászok látókörébe. Az itt felsorolt területeken, a régi bányászati tevékenységre utaló jelek még ma is láthatók. Régi bányabejáratok és az újranyitott régi bányákból előkerült tárgyi emlékek utalnak a múltban végzett bányászati tevékenységre.

A Nagybánya vidékén található érctelérek gazdagságáról, az eddig kitermelt nagymennyiségű arany és ezüst mellett – pl. csak 1910-ben több mint 820 kg aranyat 4000 kg ezüstöt termeltek ki (PÁLFY 1929) – a szakirodalomban említett 163 ásványfaj és változat jelenléte árulkodik. Ezekből néhányának a nevét is innen ismerte meg a világ. Nagybányának és környékének – mint TOKODY írta 1942-ben – ásványtörténeti szempontból is igen fontos szerepe van. Ma már a Nagybányán és a környékén található érctelérek, bányák nem csupán a szakemberek, de a világ ásványgyűjtőinek köreiben is jól ismertek.

Az itt megtalálható ásványok, ásványújdontságok felfedezésében és azok genetikai, geokémiai és megjelenési formáinak, körülményeinek megismertetésében igen kiemelkedő szerepük volt a következő tudósoknak: BORN Ignác 1774, BENKŐ Ferenc 1786, SZABÓ József 1875, TÓTH Mike 1882, H. J. BROOK, W. HAIDINGER, G. A. KENNGOTT 1853, J. von SCHRÖCKINGER, KRENNER József, KOCH Antal 1884–1885, KOCH Sándor, TOKODY László, ZSIVNY Viktor, PETRULIAN Nicolae és számtalan más kutatónak és mecénásnak. Ezek között említendő még FRIDVALSZKY 1767, RUPRECHT 1783, FICHTEL 1791, ZAY 1791, HAUSMANN 1813, HOUT 1841, GROTH & MILLER 1852, SZOKOL 1895, SZELLEM 1896, RADULESCU & DIMITRESCU 1966, BERBELEAC 1985, JUDE 1986.

A nagybányai ásványgyűttek genetikai, geokémiai alapjai

A Nagybánya környékén található érctelések ásványaiban, a főbb kalkofil elemek, mint a Cu, Ag, Hg, Zn, Pb, Cd, Bi, As, S, Se és Te mellett, kisebb mennyiségben még számos kalkofil és pegmatofil elem is jelen van. Ezt TOKODY már 1942-ben megállapította Felsőbányán. A sziderofil elemek közül a Fe és Auon kívül csak kevés van jelen. A litofil vagy részben litofil elemek pedig, főleg az érceket kísérő telérasványokban mutathatók ki. A Te-t tartalmazó ásványok jelenléte, ezen a területen csak ritkán tapasztalható. Ez alól csak Láposbánya egyes telérei, mint a 141-es, 142-es, 143-as és 144-e képeznek kivételt, ahol a többi telérasványok mellett a hessit, a petzit, az altait és a szilvanit is jelen volt, valamint sujori főtélér, ahol a petzit volt jelent (GHÎȚESCU & ILIE 1968).

Egy-két kivételtől eltekintve, a legtöbb ércesedésnél, ugyanúgy, mint a felsőbányai bánya-hegyi főtélérén, a felszínközeli ércesedés aranyban és ezüstben volt gazdag. A mélység felé haladva, a legtöbb telérnél, a zonalitás szabályainak megfelelően, az Pb-ban és Zn-ben gazdag ércek domináltak, még végül a Cu-ben gazdag ásványok kerültek túlsúlyba.

Kiválási idejüket tekintve, a pirit és az arsenopirit képződött a leghamarabb. Felsőbányán a legmagasabb hőmérsékletet, a volframit, a scheelit és a magnetit jelenléte jelzi, ami a magma közelségére utal (TOKODY 1942) Magas képződési hőmérsékletre utaló jelek más bányáknál is fellelhetők. Ilyen például Herzsabányán a volframit, Kapnikbányán a volframit és scheelit, Misztbányán a magnetit és sillimanit, Erzsébetbányán a volframit és magnetit, valamint Kereszthegynél a magnetit jelenléte. Magas hőmérsékletre utal még a Sn, Mo, Co, Ni és Bi jelenléte, ami a legtöbb ércesedésben kimutatható volt. Az adular jelenléte pedig az oldat neutrális pH értékét jelzi (SZENTPÉTERI & MOLNÁR 2000). A kaolinit/dickit dúsulás, ami itt a legtöbb ércesedésben észlelhető, már alacsony hőmérsékleten ment végbe. A pirofillit és kaolinit jelenléte pedig, az erősen savas pH-jú hidrotermás folyamatok jele (MOLNÁR 1997). A wurtzit és a markazit, amelyek a terület ércteléseiben a legtöbb helyen megtalálhatók, az alacsony képződési hőmérséklet mellett, az oldatok savasságára is utalnak (KOCH & SZTRÓKAY 1955). Hasonló környezetben vált ki a Herzsabányán, Ilobabányán és Láposbányán előforduló vivianit, amiről csak nemrég derült ki, hogy elsődlegesen képződött (RÉTHY & GÖTZ 1998). A Sb tartalmú ásványok, mint

például a fizélyit, szintén alacsony képződési hőmérsékletre utalnak (PETRULIAN 1973). A legalacsonyabb hőmérsékleten a realgár vált ki (TOKODY 1942). Hasonlóan alacsony hőmérsékleten képződtek a szkelenoéderes természetű kalcitkristályok, a termés-antimon, az arzén és a cinnabarit is, aminek képződési hőfokát 100 °C körülire teszik (KOCH & SZTRÓKAY 1955). Ezen a területen a legtöbb ércesedés közepes, vagy alacsony hőmérsékletű folyamatok eredménye. Erre utalnak a folyadékzárványok homogenizációs hőmérsékletei, több ércesedésből vett kvarc, kalcit, szfalerit és fuorit kristályokban. Ilobabányán 210–215 °C, Misztbányán 200–285 °C, Zazaron 215–300 °C, Herzsabányán 190–240 °C, Felsőbányán 130–320 °C, és Kapnikbányán 260–300 °C közötti képződési hőmérsékletek mutathatók ki (PETRULIAN 1973). Erre utal a hessit, petzit, altait, szilvanit, akantit (argentit), proustit, pirargirit, miargirit, stefanit, andorit, fülöppit, polibázit és más ásványok jelenléte is.

Nagybánya vidékéről leírt ásványok

Az alábbiakban, a leírások időrendjét betartván, ismertetjük azokat az ásványokat, amelyeket Nagybányán, vagy környékén találtak és írtak le, anélkül, hogy felsorolnánk azok minden tulajdonságát. Főleg az ásványok lelőhelyét, formáját, színét próbáljuk bemutatni, és azt az ásványtársulást, amelyben előfordul. A típuslelőhely és a leírás dátuma mellett megadjuk még, a leíró nevét – ha a ma használatos nevet más személy adta, annak nevét – és a változás időpontját is. A fajnév és vegyi képlet után, szerepel még (rendszerint hely jele), röntgendiffrakciós adatkártya-sorozat azonosítószáma, amit az International Center for Diffraction Data (ICDD) és a Joint Committee on Powder Diffraction Standards (JCPDS) adott ki.

Az ásványok rövid leírásánál, amennyiben ez lehetséges volt, lehetőleg az eredeti leírást próbáltuk felhasználni. Az időrendi sorrend összeállításánál pedig, a SZAKÁLL & GATTER-féle (1993) történeti táblázat (15–16. old.) szolgált alapul.

Rodokrozit MnCo₃, /7 AB/, 7–268

1770-ben, amikor BORN Ignác (1742–1791) gyulafehérvári születésű minéralógus és bányászati-kohászati szakember beutazta Magyarországot és Erdélyt, Felsőbányán (Baia Sprie) és Kapnikbányán (Cavnic) is járt. De említést tesz Lápobányáról (Baija) és Misztbányáról (Nistru) is. Kapnikbányán feltűnt neki, hogy a vaskos tetraedrit, mint írta „vörös földpátba” ágyazva ült (KOCH 1928) Ám valószínű, hogy SCOPOLI (1776) említette először ezt az ásványt, de a ma használatos néven HAUSMANN írta le 1813-ban Kapnikbányáról.

Rodonit (Mn, Fe, Mg, Ca)SiO₃, /4 DN/, 13–138

Jelenlétét először Kapnikbányán (Cavnic), RUPRECHT Antal (1750–1810), a selmecbányai Bányászati Akadémia első magyar kémia- és kohásztanára jelezte 1783-ban. BORN Ignáccal ő fejlesztette tovább az arany kivonására alkalmas

foncsorozás módszerét. Ennek az ásványnak, a ma használatos nevét HOUT (1841) adta, de nem a Kapnikbányán talált példány után. Jelenlegi összetételét pedig, THOMSON határozta meg.

Felsőbányait $Al_4(SO_4)(OH)_{10} \cdot 5H_2O$, /6DD/, 25–1491

Mint azt a neve is mutatja, ezt az ásványt először Felsőbányán (Baia Sprie) fedezte fel 1853-ban KENNGOTT, a „Grossgrubeni-hegy” keleti részében barit táblákon, de a nevet csak később HÄIDINGERRE hivatkozva ismertette. Maga az ásvány, sárgásfehér, vagy hófehér lemezekből összeállt, magas fényű, gumós kifejlődésű. Megjelenésük fennőtt, a széleken áttetsző, egyedi, vagy csoportos (HÄIDINGER 1854). Létezik két hasonló összetételű változat, amelyekben több a víz, mint a felsőbányaitban. Az egyik a winebergit $Al_4(SO_4)(OH)_{10} \cdot 7H_2O$, a másik pedig a paraluminit $Al_4(SO_4)(OH)_{10} \cdot 10H_2O$. Nem kizárt, hogy Felsőbányán ezek is jelen voltak. Érdeemes még megemlíteni, hogy a bázaluminit néven 1950-ben leírt ásvány, az újabb vizsgálatok szerint, a felsőbányaittal azonos összetételű (BOGNÁR 1995)

Szmitkit $MnSO_4 \cdot H_2O$, /6CA/, 33–906

Jelenlétét SZMIK már 1859-ben jelezte, de csak 1877-ben írta le SCHRÖCKINGER egy Felsőbányán (Baia Sprie) talált példány után, ami a „Szent Mihály” bányából került elő. Ez egy ritkán előforduló piszkosfehér, rózsaszínű, vagy pirosas, cseppkőszerű képletekben, néha gumós, vagy szemcsés-földes halmazokban előforduló, másodlagosan képződött ásvány. Nevét SZMIK NÁTÁN Ignác felsőbányai bányamester után kapta (SCHRÖCKINGER 1877).

Dietrichit $(Zn, Fe, Mn)Al_2(SO_4)_4 \cdot 22H_2O$, /6CD/, 25–1173

Egy másik, szintén Felsőbányán (Baia Sprie), a nagy kincstári (Grossgrubeni) bányában talált ásvány DIETRICH után, a dietrichit nevet kapta. Ezt az új ásványt, szintén SCHRÖCKINGER határozta meg és írta le 1878-ban. Ez a monoklin rendszerbe kristályosodott ásvány, a Leppen bányával párhuzamos, régi elhagyott táró falain képződött, selyemfényű hófehér, szürkésfehér, néha barnássárga vékony tűk, vagy csoportosan, rostosszálal alakzatban, máskor vesés-gumós halmazokban. Az egyes kristálytűk hossza, néha elérte a 33 milliméter nagyságot is (SCHRÖCKINGER 1878).

Semseyit $Pb_9Sb_8S_{21}$, /2HC/, 22–1130

Ez Nagybánya (Baia Mare) vidékének egyik legismertebb ásványa, amelynek első példányát Felsőbánya (Baia Sprie) főtélerén találta és írta le 1881-ben KRENNER József híres magyar mineralógus. Nevét SEMSEY Andor ásványgyűjtő és bőkezű mecénás tiszteletére kapta. Vékony táblás kristályai, magányosan, vagy legyező és rozettaszerű csoportokban ültek a már korábban kivált korrodált

galeniten, diaforit, szfalerit és bournonit társaságában. Színük fémes fényű, világos ólomszürke (KRENNER 1881).

A későbbiek során Herzsabánya (Kisbánya) teléreiből is előkerült. Itt az első példányt a Makavé teléren találták. Ezek pirites agyaggalán, vagy galeniten ütek, kvarc, szfalerit, vagy néha fizélyit és dolomit kíséretében (KOCH 1931).

Az itt talált példányok – kivétel nélkül – sötétszürke színűek és fénytelenek voltak. Ez az ásvány a Klementina és a Salán telérekéből is előkerült. A Klementina telérben egyesével fényes kissé görbült felületű táblák formájában, vagy legyező alakú csoportokban fordult elő, egy kevés fizélyit kíséretében. Egyes példányokat vékony heteromorfit réteg vonta be. A Salán telérben piritre, vagy pirrotinra telepedett. Legtöbbször kicsiny lemezek alkotta halmazokban, vékony galenit és szfalerit réteg fölött. A telér üregeinek falán, a fennőtt fényes kristályok, néha még a centiméteres nagyságot is érték. Az azonban minden esetben kiderült, hogy a semseyit fiatalabb, mint a galenit, szfalerit és a kvarc, de a fizélyitnél és dolomitnál idősebb (KOCH 1931). Később Ilobabányán (Ilba), a Kereszthegy alatti bányában, Kapnikbányán (Cavnic) és Erzsébetbányán (Băiuț) is megtalálták.

Andorit $PbAgSb_3S_6$, /2HA/, 35–596, 13–462

Felsőbánya (Baia Sprie) főtelérében, amit helyenként valamivel fiatalabb képződésű, 1–3 cm vékony, aranyban dús, antimonitban és baritban is gazdag telérek metszenek át, 1892-ben hosszú, túszerű antimoniton, feketébe hajló sötét ólomszürke, gyakran tarkára futtatott, fényes fényű, 5–10 mm hosszú és 2–3 mm vastagságú, rövid oszlopszerű kristályokat találtak. Ezt az ásványt LOCZKA elemezte, KRENNER írta le és nevezte el 1892-ben. A már említett SEMSEY Andor tiszteletére, ez az új ásvány az andorit nevet kapta.

Ez az erősen rostozott, rideg, törékeny, többnyire legömbölyödött végű ásvány, főleg antimonit, kvarc, szfalerit, barit és manganosziderit társaságában, vagy plumozitba (tollércbe) ágyazva fordult elő. Kristályainak egyik jellemzője, hogy a domináns prizmaöv lapjai, hosszanti irányban rostozottak. Később a kereszthegyi bányából és Herzsabányán (Herja) is előkerült (KRENNER 1892–1893).

Fizélyit $Pb_5Ag_2Sb_8S_{18}$, /2HA/, 23–753

Az andoritnak egy igen közeli ezüstben szegényebb rokonvegyületét 1910-ben a Herzsa-hegy alatt húzódó Herzsabánya (hajdan Kisbánya) teléreiben fedezték fel. Ezt az ásványt KRENNER József írta le 1913-ban, ami FIZÉLY Sándor neves ásványgyűjtő bányatanácsos tiszteletére a fizélyit nevet kapta. Kristályai többnyire lapos fémes felületű szürke prizmák. Hosszúságuk 7–8 mm, vastagságuk pedig nem haladja meg az 1–2 mm-t, és a prizmaöv lapjai erősen rovátkoltak. Alacsony keménységű, törékeny ásvány, egyenetlen törésfelülettel.

A fizélyit főleg a Makavé és a Klementina telérekben volt jelen, többnyire semseyit, görbültlapú dolomit és „romboéder?” kíséretében. Az utóbbiak főleg a Salán és a Makavé teléreken voltak fellelhetőek, mint egyik legfiatalabb képződmények (KRENNER 1913).

Fülöppit $Pb_3Sb_8S_{15}$, /2HC/, 22–648

Ez az ásvány, a (fülöppit, plagionit, heteromorfit, semseyit) ásványsor tagja, amelynek két egyedét Nagybányán (Baia Mare), illetve Felsőbányán (Baia Sprie) fedezték fel. Ezt az új s nagyon ritka előfordulású ásványt 1929-ben KOCH Sándor fedezte fel és írta le, és FÜLÖPP Béla neves ásványgyűjtő tiszteletére a fülöppit nevet kapta. A néhány milliméter nagyságú oszlopos, vagy tús kristályai fémes, élénk fényű acélszürke színűek, ám felszínük legtöbbször kékesre vagy bronzszínűre futtatottak. Kristályai főleg, plagionit, semseyit és jamesonit kíséretében jelentkeztek (KOCH 1929).

Klebensbergit $Sb_4O_4(OH)_2SO_4$, /6BA/, 35–464

1925-ben FIZÉLY Sándor nyugalmazott bányatanácsos, a felsőbányai főtételén, a IX-es szint alatt egy fejtésben, élénksárga ásvánnyal bevont antimonit kristályokat talált barit társaságában. Ezt az ásványt 1929-ben ZSIVNY Viktor írta le, és KLEBELSBERG Kunó akkori vallás- és közoktatásügyi miniszter tiszteletére klebensbergit névre keresztelte. Ennek az ásványnak az antimoniton elhelyezkedő apró kristályai többnyire lapos tús, vagy egyirányban nyúlt, 0,5 mm táblácska formájában voltak jelen, gyakran hosszirányú párhuzamos rovátkoltság és jól kivehető véglapok látszanak rajtuk. Selymesfényű kristályai, legyező-, kéve-, vagy buzogányszerű csoportokat képeznek, máskor pedig szálas-rostos aggregátum halmazokban jelentkeztek. Ez az ásvány, valószínűleg az oxidáció hatására, másodlagosan képződött (ZSIVNY 1929).

Cinkfauserit $(Mn,Mg,Zn)SO_4 \cdot 7H_2O$, /N/

A felsőbányai főtétel nyugati részén, a XII-es szinten, ahol főleg ólmos-cinkes ásványok voltak jelen, 1944-ben a tárna falán TOKODY László egy cseppkőszerűen kifejlődött, halványrózsaszínű ásványt talált. Tapadási felületén 5–7 mm-es nagyságú kristályok csillogtak. Ennek az új ásványnak, SCHULEK Elemér elemzése után, a fauserittel való rokonsága miatt, a cinkfauserit nevet adták, mivel vegyületben a Mn- és Mg-kationok mellett a Zn is helyet kapott. Leírója szerint, a cinkfauserit a mangánt tartalmazó cinkércék mállási terméke, ami erősen meleg és nedves zónában képződött. Vízben igen könnyen oldódik, s ha levegőn kristályvizéből veszít, felületén egy vékony fehér kéreg képződik (TOKODY 1949).

Ma már legtöbbször a fauseritet Mn-tartalmú epsomitnak tartják, ha ez így van, akkor a cinkfauserit Mn- és Zn-tartalmú epsomitnak tekinthető. A $Mg(0,78\Box)$, $Zn(0,83\Box)$, $Mn(0,91\Box)$ ionrádiuszainak közelsége miatt kölcsönös helyettesítésük nem kizárt. Ezt Láposbányán (Baita) a 14-es telér felső szintjéről vett goszlarit minták analíziseinek eredményei is jól mutatták, ahol a Zn mellett a Mg is elég nagy mennyiségben volt jelen.

Monsmedit $K_2O \cdot Tl_2O_3 \cdot 8SO_3 \cdot 15H_2O$, /N/, 41-1448

A Nagybánya vidékén talált új ásványok sorát, az 1963-ban felfedezett monsmedit zárja. Nevét a felsőbányai Bánya- vagy Közép-hegy latin elnevezése Mons Medius után kapta. Ez az ásvány a főtélér északi részén, vagyis a vele párhuzamosan húzódó Róthmundi telércsoport oxidációs övezetében, az 516-os szint üregeiben volt jelen. Az egyedül álló, vagy csoportosan megjelenő kristályok, a legtöbb esetben kvarcon foglaltak helyet markazittal és barittal együtt, néha azokkal egybenőve. Jól fejlett, kocka formájú, külön álló kristályai pedig rostos szálas szulfát ágyban ültek. A kocka, ritkábban rombtizenkettes lapokkal kombinált oktaéder formájú kristályok, színe sötétzöld, vagy feketészöld. A kisebb kristályok felületei simák, csillogók, a nagyobb kristályok felületei pedig enyhe lépcsőzetességet mutatnak, középen kis horpadással. Törékeny, a hexaéder lapokkal párhuzamosan hasad, vízben oldódik. A kristályok formái szerint úgy tűnik, hogy ez az ásvány szabályos rendszerben kristályosodik, azonban szerkezete szerint a rombos rendszerbe sorolandó, vagyis átalakot mutat (GÖTZ et al. 1968).

Ez az ásvány ZEMANN (1993) vizsgálatai szerint, mivel Tl nem mutatott ki benne, valójában voltait. Állítja ezt, annak ellenére, hogy a két ásvány sem kémiai összetételben, sem pedig szerkezetileg nem mutat azonosságot.

Az eddig említett ásványokon kívül még más ismert ásványok új változatainak a leírására is sor került. Ilyen például a Kapnikbányán (Cavnic) talált wavellit sugaras-gömbös változata a kapnicit, amit valószínűleg KENNGOTT írt le 1856-ben, mint víztartalmú Al-szulfát. Később 1859-ben azonban kiderült, hogy valójában foszfát és a wavellittel azonos. BROOKE 1840-ben, az ismeretlen lelőhelyről származó későbbi whewellitet írta le. HEULAND szerint, a példány Magyarországról származhatott, tekintettel a későbbi biztos leletekre, Kapnikbányát feltételezik lelőhelyként. A whewellit nevet 1852-ben BROOKE és MILLER adta az ásványnak.

Nagybánya térség ércbányáinak ásványnevtára

Az I. táblázat, amit KOCH & SZTRÓKAI ásványtana szerint állítottunk össze, ismerteti azokat az ásványokat, ásványváltozatokat és azok előfordulási helyeit, amelyek Nagybányán és annak térségében ismert érctelésekben, bányákban voltak fellelhetők. Ilyen ismert lelőhely ÉNy-ről DK felé haladva, Turc/1/, Ilobabánya/2/, Nagy-Sikárló/3/, Misztbánya/4/, Láposbánya/5/, Borpatak/6/, Zazar/7/, Veresvíz/8/, Kereszthegy/9/, Herzsa/10/, Felsőbánya/11/, Sujor/12/, Kapnikbánya/13/ és Erzsébetbánya/14/. Az ásványnevek írásánál figyelembe vettük a ma használatos helyesírási szabályokat, a BOGNÁR László-féle ásványnevtárhoz (1995) igazodva. Itt csak a nemzetközileg elismert ásványnevek szerepelnek, kivételt csupán néhány változatnév és egy-két olyan nem elismert ásványnevé képez, amelyeket e területhez kötődően ismerhettünk meg. Esetenként zárójelbe tettük a régi szakirodalomban használt és törölt elnevezéseket.

A II. táblázat pedig a valószínű ásvány-előfordulásokat és azok valószínű megjelenési helyeit tünteti fel, amelyeknek jelenlétét, az itt kimutatott elemeket,

I táblázat. Nagybánya vidéke ásványinak bányák szerinti előfordulása
 Table I Occurrence of minerals in mining work of the Baia Mare area

Előforduló ásványok (Régi és törölt nevek)	Nagybánya vidékének ismertebb értelepei (bányái)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Turc	Ilobabánya	Nagy-Sikártó	Miszrbánya	Láposbánya	Borpatak	Zazar	Veresviz	Kereszthegy	Herzsa (Kisbánya)	Felsőbánya	Sujor	Kapnikbánya	Erzsébetbánya
1. Termésarany Au	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
2. Elektrum (Au,Ag)							•							
3. Ezüst Ag	•				•			•	•		•			•
4. Réz Cu	•	•			•	•			•					•
5. Arzén As								•	•		•			•
6. Antimon Sb					•				•	•				•
7. Kén S									•		•			•
8. Diszkrazit Ag ₃ Sb					•					•	•			•
9. Hessit Ag ₂ Te					•									
10. Petzit Ag ₃ AuTe ₂					•								•	
11. Szilvanit, AgAuTe ₄					•									
12. Akantit (Argentit) Ag ₂ S		•			•	•	•	•					•	•
13. Digenit (Neodigenit) Cu ₉ S ₅					•									
14. Kalkozin (Redruthit) Cu ₇ S		•			•						•			•
15. Jalpait Ag ₃ Cu ₂ S ₇		•												
16. Bornit Cu ₅ FeS ₄				•	•							•	•	•
17. Galenit PbS	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
18. Altait PbTe					•									
19. Alabandin MnS											•		•	
20. Cinnabarit HgS	•	•									•		•	•
21. Miargirit (Kenggottit) AgSbS ₂									•		•			
22. Matildit AgBiS ₂		•												
23. Pirrhotin Fe _{1-x} S	•	•						•				•		•
24. Wurtzit (Zn,Fe)S	•	•		•	•			•			•	•		•
25. Greenockit CdS		•									•			
26. Kubanit CuFe ₂ S ₃										•				
27. Szfalerit (Horganyfényle) ZnS	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
28. Metacinnabarit HgS	•													
29. Kalkopirit CuFeS ₂	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
30. Tetraedrit (Cu,Fe) ₁₂ Sb ₄ S ₁₃	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
31. Tennantit (Cu,Fe) ₁₂ As ₄ S ₁₃		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
32. Freibergit (Ag,Cu,Fe) ₁₂ (SbAs) ₄ S ₁₃		•	•		•	•			•	•	•		•	
33. Germanit Cu ₃ (Ge,Fe) (S,As) ₄		•								•	•		•	
34. Colusit Cu ₃ (As,Sn,V)S ₄		•												
35. Proustit Ag ₃ AsS ₃	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
36. Pirargirit Ag ₃ SbS ₃ , Tr	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
37. Pirostzilpmit Ag ₃ SbS ₃ , M						•	•							
38. Xantokon (Rittingerit) (Ag ₃ AsS ₃)											•			
39. Molibdenit MoS ₂					•									•
40. Valleriit 4(Fe,Cu)S. 3(Mg,Al)(OH) ₂		•								•				

I táblázat. (folytatás)

Előforduló ásványok (Régi és törölt nevek)	Nagybánya vidékének ismertebb érctelepei (bányái)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Turc	Ilobabánya	Nagy-Sikárló	Misztbánya	Láposbánya	Borpatak	Zazar	Veresviz	Kereszthegy	Herzsa (Kisbánya)	Felsőbánya	Sujor	Kapnikbánya	Erzsébetbánya
115. Inezit $\text{Ca}_2\text{Mn}_7\text{Si}_{10}\text{O}_{28}(\text{OH})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$							•	•	•					
116. Laumontit $\text{CaAl}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$											•		•	
117. Kabazit $\text{CaAl}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$									•					
118. Szilbit (Dezmin) $\text{NaCa}_2\text{Al}_3\text{Si}_{13}\text{O}_{36} \cdot 14\text{H}_2\text{O}$											•			
119. Haidingerit $\text{CaHAsO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$													•	
120. Piromorfit $\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$		•											•	
121. Wolfeit $(\text{Fe}, \text{Mn})_2(\text{PO}_4)(\text{OH})$											•			
122. Kolbeckit (Eggonit) $\text{Sc}(\text{PO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$											•			
123. Vivianit $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$		•			•					•	?			
124. Szimplezit $\text{Fe}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$											•			
125. Eritrin $\text{Co}(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$														•
126. Wavellit (Kapnicit) $\text{Al}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH}, \text{F})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$													•	
127. Diadochit $\text{Fe}_2(\text{PO}_4)(\text{SO}_4)(\text{OH}) \cdot 5\text{H}_2\text{O}$									•	•	•			
128. Barit BaSO_4	•	•	•	•	•	•			•	•	•	•	•	•
129. Anglesit PbSO_4		•			•				•	•	•	•	•	•
130. Anhidrit (Karstenit) CaSO_4									•	•	•	•	•	
131. Brochantit $\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6$		•												
132. Szmilkit $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$											•			
133. Kalkantit $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$		•			•						•			•
134. Melanterit $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$		•		•	•						•		•	•
135. Epsomit $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$			•								•			
136. Goslarit $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$					•						•			
137. Monsmedit (N) $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Ti}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{SO}_3 \cdot 15\text{H}_2\text{O}$							•				•			
138. Cinkfauserit (N) $(\text{Mn}, \text{Mg}, \text{Zn})\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$											•			
139. Dietrichit $(\text{Zn}, \text{Fe}, \text{Mn})\text{Al}_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$											•			
140. Romboklász $\text{HFe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$										•				
141. Gipsz $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$				•	•				•	•	•		•	•
142. Felsőbányait $\text{Al}_2(\text{SO}_4)(\text{OH})_{10} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$											•		•	
143. Klebelsbergit $\text{Sb}_2\text{O}_4(\text{OH})_2\text{SO}_4$											•			
144. Pitticit $\text{Fe}(\text{AsO}_4)(\text{SO}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}$											•			
145. Krokoit PbCrO_4		•												
146. Volframit (Ö) $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$										•	•f		•	•h
147. Scheelit CaWO_4											•		•	

ásványokat és az egyik, vagy másik érc telér teleptani körülményeit figyelembe véve, az izomorfia, vagy polimorfia révén nem zárhatjuk ki.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet fejezem ki dr. MOLNÁR Ferenc egyetemi docensnek (ELTE Ásványtani Tanszék) és dr. VICZIÁN István tudományos tanácsadónak (Magyar Állami Földtani Intézet) a kézirat lektorálásáért, hasznos javaslataikért és tanácsaikért. A munkához nyújtott kedves segítségükért dr. PAPP Gábornak, dr. ZELENKA Tibornak dr. DUDICH Endrének, ZIMMERMANN Katalinnak és mindazoknak, akik az anyaggyűjtésben segítségemre voltak.

Irodalom – References

- BENKŐ F 1786: Magyar Mineralógia. – Kolozsvár, p. 181.
- BERBELEAC, I. 1985: Zacaminte de aur. Editura Technica. – Bucuresti, 251–268.
- BOGNÁR L. 1995: Ásványnévtár. – Eötvös Lóránd Tudományegyetem Eötvös Kiadó, Budapest, 345 p.
- BORCOŞ, et al. 1977–1980: Harta sumara a geologiei intre Ilba şi Baiuţ.
- BORN, I. 1774: Briefe über mineralogische Gegenstände auf seiner Reise durch das Temesvárer Banat, Siebenbürger, Ober u. Nieder-Ungarn, an den Herausgeber derselben J. J. FERBER, Frankfurt, und Leipzig
- CHIRILĂ, E. & SOCOLAN, A. 1971: Tezaure şi descoperiri monetare din cadrul Muzeului Judeţean Maramures. – Baia Mare, 126 p.
- FICHTEL, J. E. 1791: Mineralogische Bemerkungen von den Karpathen. I-II. – Wien, 730 p.
- FRIDVALDSZKY, J. 1767: Mineralogia magni principatus Transylvaniae. – Kolozsvár, 219 p.
- GHIŢECU, T. & ILIE, P. 1968: Particularităţile minereului Ţuior şi relaţiile aurului nativ cu celelalte minerale. – *Revista Minelor* 19/9, 389–394.
- GÓTZ A., MIHALKA ST., IONITA, I. & TÓTH, Z. 1968: Monsmeditul, un nou mineral de talie de la Baia Mare. – *Rev. Min.* 19/4 154–159.
- HAIDINGER, W. 1854: Über den Felsöbányait, eine neue Mineralspecies. – *Sitzungsb. k. Akad. Wiss. Wien, Mat. Nat. Kl.* 22, 236–239.
- JUDE, R. 1986: Metalogeneza asociata vulkanismului neogen din nord-vestul muntilor Oaş. Editura Academiei R.S.R., Bucureşti, p. 132.
- KOCH A. 1884–1885: Erdély ásványainak kritikai átnézete. – *Orvosi Term. tud. Ért., Kolozsvár*, 211 p.
- KOCH S. 1928: Adatok Magyarország ásványainak ismeretéhez. – *Ann. Mus. Nation. Hung.* 25. 439–450.
- KOCH S. 1929: Fülöppit, egy új ásvány Nagybányáról. – *Math. Term. tud. Ért.* 46. 663–672.
- KOCH S. 1931: Magyarországi semseyitek. – *Math. Term. tud. Ért.* 48. 800–808.
- KOCH S. & SZTRÓKAY K. I. 1955: *Ásványtan.* – Tankönyvkiadó, Budapest, 438 p.
- KRENNER J. 1881: Egy Felsöbányán talált új ólomércről. – *MTA Ért.*, 15/4, 111–113.
- KRENNER J. 1892–1893: Andorit, új hazai ezüstérc. – *Math. Term. tud. Ért.* 11. 119–122.
- KRENNER J. 1913: Fizélyit, egy új magyar ezüstérc. – *Akad. Ért.* 24. p. 523.
- MOLNÁR F. 1997: Epitermás aranyércesedések kialakulásának modellezése ásványtani genetikai vizsgálatok alapján: példák a Tokaji-hegységéből. – *Földtani Kutatás* 34/1, 8–12.
- PÁLFI M. 1929: Magyarország arany-ezüst bányáinak geológiai viszonyai és termelési adatai. – Budapest, 27–59.
- PETRULIAN, N. 1973: Zacaminte de minerale utile. – *Ed. Techn., Bucureşti*, p. 503.
- RADULESCU, D. & DIMITRESCU, R. 1966: Mineralogia Topografica a Romaniei. – *Editura Academiei R.S.R.*, p. 376.
- RÉTHY, K. & GÓTZ, E. 1998: Vivianite occurrence at the Nistru Mine (Misztbánya), Romania. – *Acta Geologica Hungarica* 41/1, 139–145.

- VON SCHROECKINGER, J. 1877: II. Szmikit, ein neues Mangansulphat. – *Verh. d. k. k. geol. Reichsanst., Wien*, 115–117.
- VON SCHROECKINGER, J. 1878: Dietrichit, ein neuer Alaun aus Ungarn. – *Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt., Wien*, 189–191.
- SCOPOLI, J. A. 1776: *Krystallographia Hungarica*. – Pragae
- SZÁDECZKY-KARDOS E. 1955: *Geokémia*. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 229–436.
- SZAKÁLL S. & GAITER I. 1993: *Magyarországi ásványfajok*. – Fair System Kft., Miskolc, 15–16.
- SZELLEMY G. 1896: *Vihorlát–Gutin trahit-hegység érctelepei*. – Budapest, 17–19.
- SZENTPÉTERI K. & MOLNÁR F. 2000: Adulár-szericit típusú hidrotermás indikáció ásványtani és genetikai vizsgálata a sárszentmiklósi Szarvas-hegyen. – *Földtani Közöny* **130/1**, 1–23.
- SZOKOL P. 1895: A Nagybánya vidék bányaterület bányageológiai viszonyai. – *Bányászati és Kohászati Lapok* **28**, 4–20.
- TOKODY L. 1942: Felsőbánya ásványai geokémiai szempontból. – *Math. Term. tud. Ért.* **61**, 191–223.
- TOKODY L. 1949: Cinkfauserit, új ásvány Felsőbányáról. – *Földtani Közöny* **79**, 68–78.
- TÓTH M. 1882: *Magyarország ásványai*. – Pest, 568 p.
- ZAY S. 1791: *Magyar Mineralógia*. – Komárom, 349 p.
- ZEMANN, J. 1993: What is monsmelite? – *Rom. J. Mineralogy* **76/1**, 97–98.
- ZSIVNY V. 1929: Klebelsbergit, egy új ásvány Felsőbányáról. – *Math. Term. tud. Ért.* **46**, 19–24.
- Kézirat beérkezett: 2000. 05. 10.

Karbonáttartalmú és karbonátmentes szilikátolvadék-csomók jelentősége a felsőköpenyben a Szentbékállai köpenyeredetű ultrabázisos zárványok példáján

*The significance of carbonate-bearing and carbonate-free silicate melt pockets in the upper mantle:
a case study on ultramafic xenoliths of Szentbékálla*

BALI Enikő¹ – SZABÓ Csaba¹– TÖRÖK Kálmán² – Orlando VASELLI³
(8 ábra, 11 táblázat)

Tárgyszavak: Bakony–Balaton-felvidék, felsőköpeny, szilikátolvadék csomó, karbonatit, szubdukció
Key words: Bakony–Balaton-Highland, upper mantle, silicate melt pocket, carbonatite, subduction

Abstract

Carbonate-bearing and carbonate-free melt pockets occurring in upper mantle xenoliths from the alkali basalts of the Bakony – Balaton Highland Volcanic Field have been studied. Based on the bulk composition of the melt pockets estimated by mass balance calculation, for both the carbonate-barren and the carbonate-bearing melt pockets, reactions of primary mantle clinopyroxene, and/or amphibole and different external CaO-, Al₂O₃- and alkali-rich and MgO-poor melts percolating in the upper mantle, are assumed to have formed these melt pockets. To produce the carbonate-bearing melt pockets the external melt must have been particularly rich in CaO and volatile materials. The latter contained large amounts of carbonate (up to 35%) and therefore the melt can be considered to be carbonatitic. It is believed that the external silicate melts contributed to the formation of the carbonate-barren melt pockets which were rich in silica but poor in volatile materials. Such melts could have originated from a subducting carbonated oceanic slab. The source is probably the same but the different evolution of the two types of melts cannot be ruled out.

Összefoglalás

Munkánk során a Bakony–Balaton-felvidék neogén vulkáni terület jól ismert lelőhelyéről – Szentbékálláról – származó felsőköpeny eredetű ultrabázisos xenolitokat tanulmányoztuk. Vizsgálataink szerint a xenolitok kb. tizedében ismerhetők fel ún. szilikátolvadék-csomók, amelyeknek tanulmányozása egyrészt a köpenyben lezajló fluidmozgás, valamint a fluidum és a köpenyásványok közti kölcsönhatás, másrészt a bazaltos magmába kerülést követő olvadási folyamat megértéséhez nyújt segítséget. A szilikátolvadék-csomók a petrográfiai vizsgálatok alapján két fő csoportra oszthatók: 1) karbonáttartalmú; és 2) karbonátmentes olvadékcsoomók. A szilikátolvadék-csomók teljes kémiai összetétele alapján – amelyet tömegegyensúly számítással becsültünk meg – megállapítható, hogy mindkét típus a felsőköpeny klinopiroxénjének vagy amfiboljának, továbbá a felsőköpenyben migráló, különböző összetételű nagy CaO-tartalmú olvadék (vagy fluidum) – mint metasztatikus ágens – reakciótermékeként jött létre. A karbonáttartalmú olvadékcsoomókat létrehozó olvadék illő (elsősorban CO₂) gazdag volt. Becslésünk szerint a reagens olvadék legalább 35%-nyi oldott karbonátot tartalmazott és karbonatitnak nevezhető. Ezzel szemben a karbonátmentes olvadékcsoomók elsősorban a köpeny amfibolok in situ olvadékaikain és szubdukálódó, karbonátos óceáni kéregből nagy nyomáson és viszonylag kis hőmérsékleten felszabaduló, illóban szegény olvadékok reakciótermékei lehetnek. A két metasztatizáló olvadéktípus számolt kémiai összetétele az illó tartalomtól eltekintve hasonló, közös forrásuk nem zárható ki.

¹ ELTE, Természettudományi Kar, Kőzettani és Geokémiai Tanszék,
1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/c

² ELTE, Természettudományi Kar, Geofizikai Tanszék 1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/c

³ Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Firenze

Bevezetés

Az ultrabázisos felsőköpeny eredetű zárványokban előforduló ún. szilikát olvadék-csomók jelenlétére gyakran találunk utalást már a korábbi évtizedek szakirodalmában is (pl. FREY & GREEN 1974). A beágyazások részletes szöveti, ásványkémi, fő- és nyomelem-geokémiai vizsgálata azonban csak az elmúlt öt-hét évben vált elterjedté, amikor a műszeres anyagvizsgálat technikai fejlődése lehetővé tette a rendkívül kisméretű (~10 mikron) elegyrészek szöveti elemzését és analitikai vizsgálatát. Ma már teljesen nyilvánvaló, hogy a szilikátolvadék-csomóknak sokkal nagyobb a jelentőségük a felsőköpeny kutatásban, mint azt korábban gyanították. Az irodalmi adatok alapján (pl. SCHIANO et al. 1992; IONOV et al. 1993, 1996; SCHIANO & CLOCCHIATTI 1994; SZABÓ et al. 1996; DRAPER & GREEN 1997) a felsőköpeny xenolitokban az alábbi folyamatok során jöhetnek létre olvadékcsomok és hozzájuk kapcsolódó olvadékek:

1) A felsőköpeny tartalmaz víztartalmú ásványt – pargasitot vagy flogopitot (korábbi köpenymetaszomatózis termékeként) – amely hőmérséklet emelkedés és/vagy nyomás csökkenés hatására, kikerülve a stabilitási tartományból, helyben részlegesen vagy teljesen megolvad (pl. STOSCH & SECK 1980; YAXLEY et al. 1997). Hőmérséklet emelkedést válthat ki az asztenoszférából feláramló, a litoszférához képest forróbb, bázisos szilikátolvadék, ami megmintázhatja a köpeny litoszféráját és a xenolitokat nagy sebességgel a felszínre szállíthatja, jelentős dekompresziós hatást okozva a már xenolitiként jelenlévő felsőköpeny peridotit anyagban.

2) Hasonló folyamat játszódhat le akkor is, ha valamely „száraz” köpenyásvány olvad meg a fentiekben említett hatások eredményeként. A vizsgálatok és megfigyelések szerint leggyakrabban klinopiroxén és ortopiroxén szenved in situ olvadást (pl. TRACY 1980; FRANCIS 1987).

3) Az alkáli bazaltos magma a xenolitokat részben asszimilálhatja, ami a xenolitokba beszivárgó magma erek mentén történő olvasztó és asszimiláló hatásában is megnyilvánul (pl. FRANCIS 1987; EDGAR et al. 1989).

4) A bazaltos olvadéktól független, a köpenyben vándorló, nagy illótartalmú olvadék vagy fluidum a köpenyásványokkal való kölcsönhatás eredményeként – rejtett és modális metaszomatózis mellett – szintén előidézhet szilikátolvadék képződést (HARTE 1983; DAWSON, 1984).

A Kárpát–Pannon régióban előforduló ultrabázisos zárványok közül először EMBEY-ISZTIN et al. (1989) említett szilikátolvadék-csomókat szentbékállai (Bakony–Balaton-felvidék vulkáni terület) xenolitjaiban. Később SZABÓ et al. (1995a) közölt kémiai elemzéseket a gércei (Kisalföldi vulkáni terület) xenolitok olvadékcsomóinak fázisairól, de azok részletes közettani, geokémiai feldolgozása eddig nem történt meg. Ugyanakkor SZABÓ et al. (1996) összesítette a Nógrád–Gömör vulkáni területről származó peridotit xenolitok szilikátolvadék-csomóinak és zárványainak fizikai és kémiai jellegzetességeit és lehetséges eredetét. Jelen munka célja a Bakony–Balaton-felvidék vulkáni terület reprezentatív ultrabázisos xenolitjaiban található szilikátolvadék-csomók szöveti elemzése és az elegyrészek összetételének meghatározása, ami további ismereteket nyújt a Kárpát–Pannon régió felsőköpenyében lejátszódó folyamatok jobb megértéséhez és a felsőköpenyben mozgó, a köpeny ásványaival reakcióba lépő, olvadék/ fluidum összetételére.

Földtani környezet

A Kárpáti takarók felgyűrődésével és kiemelkedésével részben egyidőben részben azt követően a miocén–kvarter szubdukcióhoz kapcsolódik, a Belső-Kárpáti vulkáni koszorút létrehozó mészkáli magmás tevékenység, amelyet a pliocén–pleisztocén során alkáli bazaltos vulkanizmus követett (ROYDEN & BURCHFIEL 1989; SZABÓ et al. 1992; EMBEY-ISZTIN et al. 1993). Ez utóbbi akkor történt, amikor a Pannon-medence kialakulását befolyásoló köpenydiapír lehülése már folyamatban volt. A felsőköpeny zárványokat tartalmazó alkáli bazaltos vulkanizmus termékei szórványosan helyezkednek el a Pannon-medencében (EMBEY-ISZTIN et al. 1993), nyugatról kelet felé haladva: Stájer-medence, Kisalföld, Bakony–Balaton-felvidék, Nógrád–Gömör és Persányi-hegység. A Bakony–Balaton-felvidék az Alcapa blokk központi részén, a Pannon-medence belsejében található (1. ábra), ahol a szubkontinentális litoszféra sokkal erősebben deformált, mint a medence keleti és nyugati szegélyének felsőköpenye (KURAT et al. 1991; DOWNES et al. 1992; SZABÓ et al. 1995b).

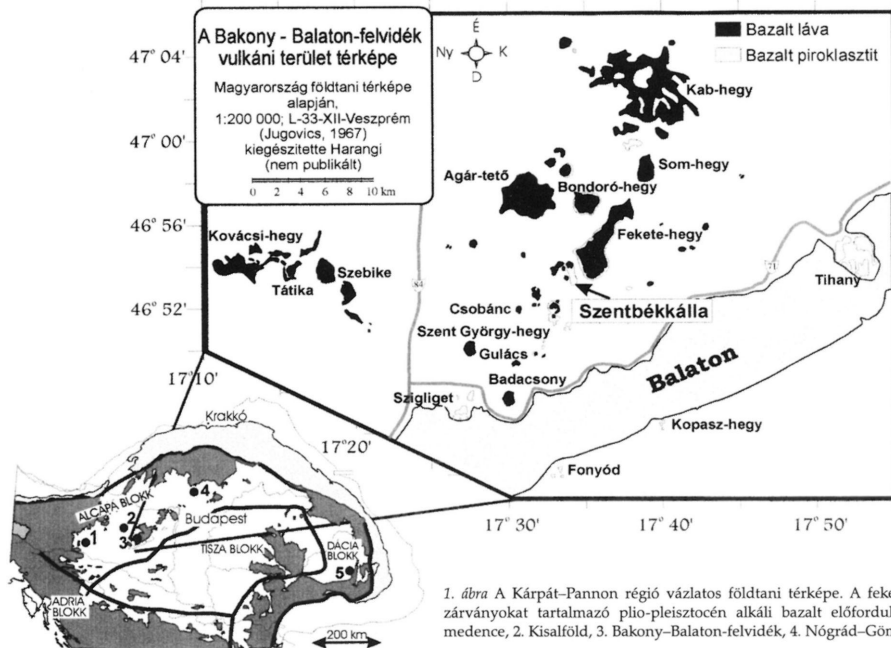
Az ultrabázisos zárványok petrográfiaja

Munkánk során a 72 db ultrabázisos zárványból 6 olyan mintát választottunk ki részletes feldolgozásra, amelyekben a zárványt tartalmazó alkáli bazaltos olvadék hatása a mikroszkópos vizsgálatok alapján nem fedezhető fel, azaz a tanulmányozott olvadékcsomok és a xenolitokat felhozó bazaltos olvadék között fizikai kölcsönhatás nem látható. Feltűnő, hogy ennek a feltételnek kizárólag Szentbékálláról származó xenolitok feleltek meg. A kiválasztott minták közül – a modális összetétel alapján – öt spinell peridotitnak (lherzolit, harzburgit, wehrlit) egy olivin klinopiroxenitnek nevezhető (1. táblázat). Az olvadékcsomókat tartalmazó peridotitok leginkább ekvigranuláris, ritkábban protogranuláris szövetűek MERCIER & NICHOLAS (1975) szöveti rendszere alapján (1. táblázat), míg az olivinklinopiroxenit magmás szöveti elemeket mutató durvaszemcsés kőzet. A xenolitok lényeges elegyrészei (olivin, ortopiroxén, klinopiroxén és spinell) mellett amfibol is előfordul a szilikátolvadék-csomók rezorbeálódott elegyrészeként (1. táblázat).

A szilikátolvadék-csomók petrográfiaja

A tanulmányozott xenolitokban a szilikátolvadék-csomók részaránya 12–17 tf% között változik, egy esetben azonban eléri a 25 tf%-ot is. Az olvadékcsomókat a legtöbb xenolitban (Szb04 ekvigranuláris harzburgit, Szb21 ekvigranuláris wehrlit, Szb55 ekvigranuláris lherzolit, Szb59 protogranuláris harzburgit) vékony (0,05–0,25 mm széles) szilikátolvadék-erek kötik össze egymással (2. ábra, a), de előfordul olyan zárvány is (Szb50 magmás olivin-klinopiroxenit és Szb52 protogranuláris lherzolit), amelyben az olvadékcsomok között az említett összeköttetés nem fedezhető fel.

A szöveti bélyegek és a modális összetétel alapján a szilikátolvadék-csomók két fő csoportja különíthető el: 1) karbonáttartalmú; és 2) karbonátmentes olvadék-



1. ábra A Kárpát-Pannon régió vázlatos földtani térképe. A fekete körök az ultrabázisos zárványokat tartalmazó plio-pleisztocén alkáli bazalt előfordulásokat jelölik: 1. Stájer-medence, 2. Kisalföld, 3. Bakony-Balaton-felvidék, 4. Nógrád-Gömör, 5. Persány-hegység

Fig. 1 Schematic geological map of the Carpathian-Pannonian Region. Black filled circles show the ultramafic xenolith bearing Plio-Pleistocene alkali basalts. 1 Styrian Basin, 2 Little Hungarian Plain, 3. Bakony-Balaton Highland, 4 Nógrád-Gömör Region, 5 Persani Mts.

I. táblázat. A Bakony-Balaton-félvídek vulkáni terület ultrabázisos zárványainak szövete, modális összetétele, számlott egyensúlyi hőmérséklete (BREY & KÖHLER 1990, WOOD & BANO 1973), nyomása (MERCIER 1980) és oxigén fugacitása (BALLHAUS et al. 1991)

Table I Texture types, modal proportions, equilibrium temperature (BREY & KÖHLER 1990, WOOD & BANO 1973), pressure (MERCIER 1980) and oxygen fugacity (BALLHAUS et al. 1991) of ultramafic xenoliths from the Bakony – Balaton Highland Volcanic Field

I. Táblázat

Minta	Kőzet	Szövet	Olvadécsomó típus	Modális összetétel					Egyensúlyi			
				olivin	ortopiroxén	klinopiroxén	spinell	amfibol	olvadécsomó	T [°C]	p [GPa]	Alogf _{O2}
Szb04	harzburgit	ekvigranuláris	amf. és karb. mentes	54	29	1	2	-	14	895*	1,7	0,5059
Szb21	wehrit	ekvigranuláris	karb. tartalmú	45	1	39	2	-	13	953*	1,6	-0,612
Szb50	olivin klinopiroxeniifanozemeses magmás	ekvigranuláris	karb. tartalmú	18	1	62	2	-	17	815*, 973 [^]	1,5	0,5032
Szb55	lherzolit	ekvigranuláris	karb. és amf. tartalmú	58	13	5	1	1	24	913*	1,9	-
Szb59	harzburgit	ekvigranuláris	karb. tartalmú	57	27	3	1	-	12	1014*, 1142*	2,0	0,705
Szb52	lherzolit	protogranuláris	amf. tartalmú	68	4	12,6	-	0,4	15	1008*	1,9	0,8824

* = T-BNK (BREY & KÖHLER 1990)

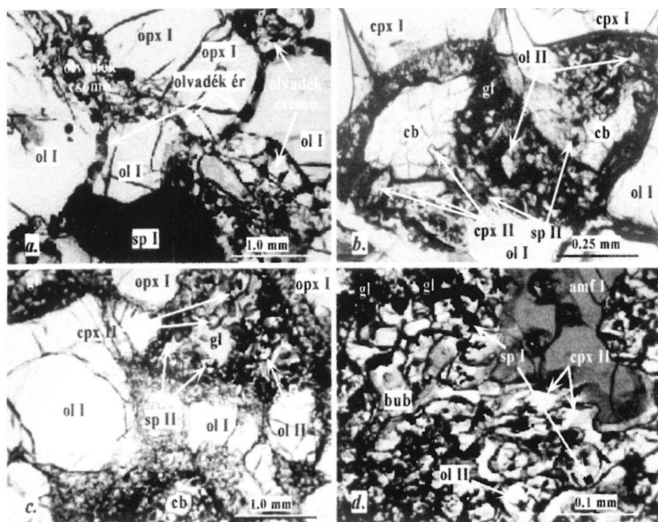
[^] = T-Ca-in-opx (BREY & KÖHLER 1990)

^o = WOOD & BANO (1973)

csomók. A szilikátolvadék-csomók modális összetételét a csomókról készült fényképek képelemzésével becsültük meg. Az átlagos modális összetétel meghatározásához egy-egy xenolithból legalább öt olvadécsomót mértünk ki (II. táblázat).

1) A karbonáttartalmú olvadécsomók átmérője 0,5–4,5 mm. Az olvadécsomók és a környező primer köpenyásványok egymással többnyire egyenes vonallal, az Szb55 ekvigranuláris lherzolitban ívelt felülettel érintkeznek (2. ábra, b, c). A csomók idiomorf klinopiroxén (cpx II), olivin (ol II) és spinell (sp II) szemcséket tartalmaznak, amelyeknek mérete 0,05 és 0,5 mm között változik (2. ábra, b, c). E fenokristályok úsznak a szemcsék közötti teret alkotó szintelen kőzetüvegben (gl). Az olvadécsomó további jellegzetes elegrésze a karbonátásvány (cb), amely mozaikos szövetű halmazként jelenik meg. A karbonát aggregátumok átmérője 0,5–0,8 mm. A karbonát „lekerekített” szegéllyel érintkezik a kőzetüveggel (2. ábra, b). Gyakran megfigyelhető, hogy az egyes szilikátolvadék-csomókból kristályosodó idiomorf ásványok – elsősorban a klinopiroxén szemcsék – belenőnek a karbonát szemcsék halmazába (2. ábra, b). Az Szb55 ekvigranuláris lherzolit szilikátolvadék-csomóiban rezorbeálódott amfibol is megjelenik.

2) A karbonátmentes szilikátolvadék-csomók maximális átmérője 2–5 mm. Ezeknek az olvadécsomóknak szabálytalan alakjuk van, és a környezetükben megjelenő primer köpenyásványok ívelt szegéllyel mutatkoznak (2. ábra, a). Az olvadécsomók összetétele – a karbonátásvány kivételével – és az elegrészeik jellege teljesen megegyezik a karbonáttartalmú szilikátolvadék-csomókéval. A karbonát-



2. ábra. Szilikátolvadék-csomók vékonycsiszolati fényképe a Bakony–Balaton-felvidék ultrabázisos zárvaibaól. a: Karbonátmentes szilikátolvadék-csomók, amelyeket vékony szilikátolvadék-ér köt össze (Szb04 ekvigranuláris szövétű harzburgit, áteső fény, 1N). b: Karbonát (cb) tartalmú szilikátolvadék-csomó, amely egyes határvonalak mentén érintkezik a környező köpeny-ásványokkal (Szb50 középszemcsés, magmás szövétű olivin klinopiroxenit, áteső fény, 1N). c: Szabálytalan alakú, karbonát tartalmú szilikátolvadék-csomó, amely ívelt vonalak mentén érintkezik a környező köpeny ásványokkal (Szb55 ekvigranuláris szövétű lherzolit, áteső fény, 1N). d: Szabálytalan alakú, karbonátmentes szilikátolvadék-csomó rezorbeált amfibollal (amf I) (Szb52 protogranuláris szövétű spinell lherzolit, áteső fény, 1N). ol I - primer olvine, opx I - primer ortopiroxén, cpx I - primer klinopiroxén, ol II - szilikátolvadék-csomók olvadékából kristályosodott olivin, cpx II - szilikátolvadék-csomók olvadékából kristályosodott klinopiroxén, sp II - szilikátolvadék-csomók olvadékából kristályosodott spinell, cb - szilikátolvadék-csomók olvadékából kristályosodott karbonát, bub - buborék a szilikátolvadék-csomókban, gl - a szilikátolvadék-csomók kristályos fázisai közt elhelyezkedő közetüveg.

Fig. 2 Photomicrographs of silicate melt pockets in ultramafic xenoliths of the Bakony – Balaton Highland Volcanic Field. a: Carbonate-free silicate melt pockets connected with each other by silicate melt vein (Szb04 equigranular textured harzburgite, plane-polarized light, 1N). b: Carbonate-bearing silicate melt pocket showing straight border lines (Szb50 medium grained igneous textured olivine clinopyroxenite, plane-polarized light, 1N). c: Irregularly shaped carbonate-bearing silicate melt pocket (Szb55 equigranular textured lherzolite, plane-polarized light, 1N). d: Irregularly shaped carbonate-free silicate melt pocket containing resorbed primary amphibole (amf I) (Szb52 protogranular textured spinel lherzolite, plane-polarized light, 1N). ol I - primary mantle olivine, opx I - primary mantle clinopyroxene, ol II - olivine crystallized in the melt pocket, cpx I - primary mantle clinopyroxene, ol II - olivine crystallized in the melt pocket, cpx II - clinopyroxene crystallized in the melt pocket, sp II - spinel crystallized in the melt pocket, cb - carbonate crystallized in the melt pocket, bub - empty bubble occurring in the melt pocket, gl - silicate glass interstitially to the mineral phases in the melt pocket

Table II Average modal compositions, standard deviations, and normalized modal compositions of the silicate melt pockets in ultramafic xenoliths from the Bakony – Balaton Highland Volcanic Field

Szb52, protogranuláris szövetű spinell lherzolit (n=5)

Ásvány	Modális összetétel	Std deviáció	Normált összetétel
ol II	5,7	0,006	6,0
gl	20,4	0,125	21,5
sp II	1,5	0,006	1,6
cpx II	67,3	0,128	70,9
cb	0,0	0,000	0,0
amf I rez	2,6	0,032	0,0
bub	2,6	0,009	0,0

Szb04, ekvigranuláris szövetű harzburgit (n=6)

Ásvány	Modális összetétel	Std deviáció	Normált összetétel
ol II	5,7	0,025	6,2
gl	40,9	0,173	44,2
sp II	0,6	0,005	0,7
cpx II	45,1	0,173	48,8
cb	0,0	0,000	0,0
amp I rez	0,0	0,000	0,0
bub	7,4	0,053	0,0

Szb50, finomszemcsés magmás szövetű olivin klinopiroxenit (n=8)

Ásvány	Modális összetétel	Std deviáció	Normált összetétel
ol II	16,9	3,697	16,9
gl	37,9	11,757	37,9
sp II	0,5	0,538	0,5
cpx II	21,9	8,403	21,9
cb	22,8	7,420	22,8
amf I rez	0,0	0,000	0,0
bub	0,0	0,000	0,0

Szb55, ekvigranuláris szövetű lherzolit (n=6)

Ásvány	Modális összetétel	Std deviáció	Normált összetétel
ol II	15,4	6,459	16,0
gl	45,5	5,329	47,41
sp II	1,2	0,413	1,2
cpx II	23,8	2,737	24,8
cb	10,1	5,690	10,5
amf I rez	1,5	0,671	0,0
bub	2,5	0,050	0,0

Szb21, ekvigranuláris szövetű wehrilit (n=5)

Ásvány	Modális összetétel	Std deviáció	Normált összetétel
ol II	8,3	4,528	8,3
gl	53,9	4,686	53,9
sp II	0,6	0,286	0,6
cpx II	25,1	12,862	25,1
cb	12,1	6,302	12,1
amf I rez	0,0	0,000	0,0
bub	0,0	0,000	0,0

Szb59, protogranuláris szövetű harzburgit (n=5)

Ásvány	Modális összetétel	Std deviáció	Normált összetétel
ol II	14,6	4,394	14,6
gl	55,1	7,450	55,1
sp II	3,2	2,017	3,2
cpx II	19,1	6,900	19,1
cb	8,0	2,689	8,0
amf I rez	0,0	0,000	0,0
bub	0,0	0,000	0,0

Ez utóbbit a szilikátolvadékok-csomókban megjelenő reziduális köpeny amfibol (amf I rez) és a buborékok (bub) elhanyagolásával becsültük. Az n a tanulmányozott olvadékcsoomok számát, ol II, sp II, cpx II, gl, cb az olvadékcsoomot alkotó olivint, spinellt, klinopiroxént, közetüveget és karbonátásványt jelöli

The normalized modal compositions have been calculated by ignoring the primary mantle amphiboles (amf I rez), occurring as residual phases in the melt pockets, and empty bubbles. Letter n indicates number of melt pockets studied, ol II, sp II, cpx II, gl, cb indicate olivine, spinel, clinopyroxene, glass and carbonates forming the melt pockets

mentes olvadékcsozóban a legtöbb esetben rezorbeálódott amfiból (amf I) és a közelében 2-3 tf%-nyi buborék (bub) is látható, ami az egykori olvadék jelentős illótartalmára utal (2 ábra, a, d).

Analitikai módszerek

Az elektronmikroszondás elemzést a Firenzei Egyetem Földtudományi Tanszékén végeztük JEOL Superprobe JXA-8600 elektronmikroszondával, hullámhossz felbontású spektrométerekkel. A gyorsító feszültség 15 kV, az elektronáram 10 nA, a sugáratmérő 10 mm volt. Fázisonként 3 elemzés történt. Az adatok korrekciója BENCE & ALBEE (1968) módszerrel történt. Az elemzésekhez természetes standardokat használtunk.

A xenolitik primer ásványainak kémiai összetétele

A xenolitik elsődleges ásványai (olivín, ortopiroxén, klinopiroxén és spinell) zárványon belül azonos összetételűek, zónásságot nem mutatnak. A vizsgált mintákban az olivín mg-száma ($100 \times \text{Mg}/\text{Mg} + \text{Fe}^{2+}$) 88,7 és 90,8 között változik a peridotitokban, míg az olivínklinopiroxénben lényegesen kisebb (83,8). Az olivinek NiO tartalma a peridotitokban 0,32-0,38 m/m% közötti (III. táblázat). Az ortopiroxén mg-száma a peridotit xenolitikokban 90 körül mozog, az olivínklinopiroxénre kisebb (85,2) érték jellemző (IV. táblázat). Az Al_2O_3 tartalom 2,77 és 4,12 m/m% között mozog. A klinopiroxén mg-száma a peridotit xenolitikokban 87,8 és 93,2 között változik, ennél kisebb (87,5) az olivínklinopiroxénit xenolitikban (IV.

III. táblázat. A Bakony-Balaton-felvidék vulkáni terület ultrabázisos zárvényaiban található köpeny olivín és spinell kémiai összetétele

Table III Chemical compositions of primary mantle olivines and spinels from upper mantle xenoliths of the Bakony-Balaton Highland Volcanic Field

Minta Közet	Olivin						Spinell				
	Szb50 olivín klinopiroxénit mágmás	Szb59 harzburgit proto	Szb21 wehrlit ekvi	Szb52 spinell lherzolit proto	Szb55 lherzolit ekvi	Szb04 harzburgit ekvi	Szb50 olivín klinopiroxénit mágmás	Szb59 harzburgit proto	Szb21 wehrlit ekvi	Szb52 spinell lherzolit proto	Szb04 harzburgit ekvi
SiO ₂	40,0	41,2	41,0	40,8	40,8	40,9	0,02	0,03	n.d	0,04	0,05
TiO ₂	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,05	0,16	0,08	0,20	0,09
Al ₂ O ₃	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	55,0	30,6	55,4	35,6	52,3
Cr ₂ O ₃	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	8,75	33,7	11,8	29,4	12,3
FeO	15,6	9,49	10,4	9,03	11,1	10,7	19,4	16,7	12,4	17,2	14,9
MnO	0,25	0,13	0,20	0,13	0,17	0,14	0,09	n.d.	0,07	n.d.	0,07
NiO	n.a.	0,33	0,35	0,32	0,35	0,38	0,21	0,24	0,34	0,27	0,35
MgO	45,3	50,2	49,0	49,8	48,7	49,3	17,7	16,7	19,9	17,2	19,1
CaO	0,05	0,08	0,08	0,10	0,07	0,04	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Összesen	101,2	101,4	101,1	100,1	101,1	101,5	101,3	98,2	100,0	99,9	99,1
mg#	83,8	90,4	89,3	90,8	88,7	89,1	69,3	73,3	77,8	72,9	76,2
cr#	-	-	-	-	-	-	9,1	39,4	12,2	33,2	13,0

n.a.=nem analízált elem,

n.d.=nem detektált elem,

mg#=100*Mg₂₊/((Mg₂₊)+(Fe₂₊)),

cr#=100*Cr³⁺/((Cr³⁺)+(Al³⁺)+(Fe³⁺))

FeO₂-teljes vas FeO-ban,

ekvi = ekvigranuláris szövet,

proto = protogranuláris szövet

IV. táblázat A Bakony–Balaton-felvidék vulkáni terület ultrabázisos zárvényaiban található primer ortopiroxén, klinopiroxén és amfibol kémiai összetétele

Table IV Chemical compositions of primary mantle orthopyroxenes, clinopyroxenes and amphiboles from upper mantle xenoliths of the Bakony – Balaton Highland Volcanic Field

Minta Kőzet Szövet	Ortopiroxén						Klinopiroxén					
	Szb50 olivin klinopiroxenit magsás	Szb59 harzburgit proto	Szb21 wehrlit ekvi	Szb52 spinell lherzolit proto	Szb55 lherzolit ekvi	Szb04 harzburgit ekvi	Szb50 olivin klinopiroxenit magsás	Szb59 harzburgit proto	Szb21 wehrlit ekvi	Szb52 spinell lherzolit proto	Szb55 lherzolit ekvi	Szb04 harzburgit ekvi
SiO ₂	55,1	56,1	55,0	55,3	55,9	56,0	51,7	52,3	52,0	52,9	51,8	53,2
TiO ₂	0,03	0,04	0,03	0,09	0,14	0,08	0,14	0,71	0,25	0,18	0,44	0,28
Al ₂ O ₃	3,65	2,77	4,12	3,25	3,41	3,51	2,95	4,87	4,48	3,67	3,98	3,35
Cr ₂ O ₃	0,21	0,56	0,31	0,52	0,34	0,25	0,26	0,89	0,66	0,78	0,46	0,21
FeO	9,77	5,61	6,74	5,95	8,43	7,15	4,20	4,08	2,92	3,15	3,78	2,86
MnO	0,23	0,13	0,08	0,17	0,17	0,20	0,08	0,06	n.d.	0,12	0,10	0,09
MgO	31,6	34,4	32,9	33,6	31,9	33,4	16,5	16,5	16,6	17,3	16,5	17,0
CaO	0,58	0,86	0,71	0,86	0,74	0,50	23,2	19,8	21,8	21,9	22,5	23,4
Na ₂ O	0,07	0,02	0,08	0,03	0,00	0,03	0,24	0,98	0,77	0,52	0,40	0,18
Összesen	101,2	100,50	100,00	99,80	101,10	101,10	99,30	100,20	99,40	100,40	100,00	100,50
mg#	85,2	91,6	89,7	91,0	87,0	89,3	87,5	87,8	91,0	90,7	93,2	91,4
Ensztatit	84,3	90,1	88,5	89,5	85,6	88,4	46,4	49,9	49,0	49,7	47,3	47,9
Ferroszillit	14,6	8,2	10,2	8,9	13,0	10,6	6,6	6,9	4,8	5,1	6,2	4,5
Wollastonit	1,1	1,6	1,4	1,6	1,4	1,0	46,9	43,1	46,2	45,2	46,5	47,5

n.a.=nem analizált elem

n.d.=nem detektált elem

mg#=100*Mg²⁺/((Mg²⁺)+(Fe²⁺))

ekvi = ekvigranuláris szövet

proto = protogranuláris szövet

Minta Kőzet Szövet	Amfibol	
	Szb52 spinell lherzolit proto	Szb55 lherzolit ekvi
SiO ₂	43,9	43,1
TiO ₂	0,65	1,73
Al ₂ O ₃	13,6	14,0
Cr ₂ O ₃	1,71	0,98
FeO	3,94	5,65
MnO	0,08	0,06
MgO	18,7	17,3
CaO	11,4	11,7
Na ₂ O	2,55	2,49
K ₂ O	0,95	0,95
F	0,16	n.a.
Cl	0,03	n.a.
Összesen	97,6	98,0
mg#	89,4	84,5

táblázat). A klinopiroxén Al_2O_3 tartalma 2,95 és 4,87 m/m%, Na_2O tartalma 0,18 és 0,98 m/m% között változik, a kiemelkedő értéket az Szb59 harzburgit mutatja (IV. táblázat). A spinell kémiai összetétele változatos. A protogranuláris szövetű lherzolit és harzburgit spinellje Cr_2O_3 -ban lényegesen gazdagabb és Al_2O_3 -ban szegényebb, mint a többi xenolit spinellje. A xenolitok spinelljeire 69,3–79,0 közötti mg-szám és 9,1 és 39,4 közötti cr-szám ($100 \times Cr/Cr^{+}Al^{+}Fe^{3+}$) jellemző (III. táblázat).

A szilikátolvadék-csomók fázisainak összetétele

A szilikátolvadékokból kristályosodott idiomorf olivin fenokristályok mg-száma 90,1 és 94,4, a CaO-tartalma 0,13 és 0,27 m/m% között változik (V. táblázat). Ez utóbbi érték minden esetben nagyobb, mint ugyanabban a xenolitban található elsődleges olivin CaO-tartalma (III. és V. táblázat). Az olivin fenokristályok zónásak, az Fe-dús sáv a peremükön azonban túl vékony ahhoz, hogy mikroszondával elemezhető legyen. Bár a klinopiroxén fenokristályok összetétele változatosabb, mint a primer klinopiroxéneké, különösen az Al, Ti és Cr tartalom vonatkozásában, azok Cr-diopszidnak nevezhető MORIMOTO et al. (1988) rendszer alapján. A klinopiroxén TiO_2 -tartalma 0,47 és 2,08, Cr_2O_3 -tartalma 0,65 és 1,94, Al_2O_3 -tartalma 5,90 és 8,74 m/m% közötti, általában magasabb, mint ugyanabban a xenolitban található primer klinopiroxén TiO_2 -, Cr_2O_3 - és Al_2O_3 -tartalma (IV. és VI. táblázat). Az mg-szám 86,3 és 91,2 között ingadozik, a legkisebb értéket az Szb50 olivinklinopiroxénit olvadékcsoomóra számoltuk, míg a legnagyobb értéket az Szb04 harzburgit olvadékcsoomóit jellemzi

V. táblázat A Bakony - Balaton-felvidék vulkáni terület ultrabázisos zárványainak szilikátolvadék-csomóiban található olivin és spinell kémiai összetétele

Table V Chemical compositions of olivines and spinels from melt pockets occurring in upper mantle xenoliths of the Bakony - Balaton Highland Volcanic Field

Minta	Olivin						Spinell					
	Szb50	Szb59	Szb21	Szb52	Szb04	Szb55	Szb50	Szb59	Szb21	Szb52	Szb04	Szb55
Kőzet	olivin klp.	harzburgit	wehrlit	spinell lherzolit	harzburgit	lherzolit	olivin klp.	harzburgit	wehrlit	spinell lherzolit	harzburgit	lherzolit
Elemzett csomó	3	3	2	4	4	3	2	2	2	3	2	3
SiO ₂	41,3	41,1	41,5	41,7	41,6	41,6	0,12	0,05	0,06	0,07	0,12	0,15
TiO ₂	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,25	0,62	0,29	0,27	0,61	0,26
Al ₂ O ₃	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	58,1	44,2	50,0	47,8	45,8	45,4
Cr ₂ O ₃	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	7,85	20,6	16,4	17,1	18,7	20,2
FeO	9,53	9,59	7,24	5,56	7,83	7,83	13,1	14,1	10,4	11,8	15,2	12,7
MnO	0,15	0,17	0,12	0,10	0,10	0,10	0,06	0,02	0,03	n.d.	0,00	0,03
NiO	0,22	0,31	0,36	0,34	0,39	0,39	0,25	0,39	0,29	0,37	0,33	0,23
MgO	48,7	49,7	51,0	52,5	51,3	51,3	20,5	20,2	21,3	21,5	19,2	19,9
CaO	0,29	0,13	0,24	0,27	0,15	0,15	0,27	0,08	0,13	0,12	0,07	0,17
Összesen	100,2	101,1	100,4	100,4	101,3	101,3	100,5	100,2	99,0	99,0	99,9	99,0
mg#	90,1	90,2	92,6	94,4	92,1	92,1	78,7	80,9	84,5	85,9	77,0	80,6
cr#	-	-	-	-	-	-	8,0	22,3	17,4	18,2	21,0	22,0

n.a. = nem analizált elem

n.d. = nem detektált elem

mg# = $100 \cdot Mg^{2+} / ((Mg^{2+}) + (Fe^{2+}))$

klp. = klinopiroxén

FeO_T = teljes vas FeO-ban

cr# = $100 \cdot Cr^{3+} / ((Cr^{3+}) + (Al^{3+}) + (Fe^{3+}))$

VI. táblázat. A Bakony – Balaton-felvidék vulkáni terület ultrabázisos zárványainak szilikátolvadékcsoomóiban található klinopiroxén kémiai összetétele.

Table VI Chemical compositions of clinopyroxenes from melt pockets occurring in upper mantle xenoliths of the Bakony – Balaton Highland Volcanic Field

Minta Kőzet Elemzett csomó	Klinopiroxén					
	Szb59 harzburgit	Szb50 olivin klinopiroxénit	Szb21 wehrlit	Szb52 spinell lherzolit	Szb55 lherzolit	Szb04 harzburgit
	3	2	2	3	4	3
SiO ₂	51,4	47,6	48,2	49,1	49,2	47,2
TiO ₂	0,91	1,23	1,21	0,47	0,69	2,08
Al ₂ O ₃	5,90	8,74	8,65	6,73	7,70	8,87
Cr ₂ O ₃	1,17	0,65	1,82	1,94	1,55	1,27
FeO	3,17	3,95	3,03	2,66	3,17	3,66
MnO	0,09	0,02	0,08	0,08	0,06	0,07
MgO	16,3	14,0	14,7	15,3	15,8	14,2
CaO	20,2	23,0	21,3	22,7	20,7	22,0
Na ₂ O	0,82	0,47	0,66	0,48	0,40	0,50
Összesen	100,0	99,7	99,7	99,4	99,3	99,9
mg#	90,2	86,3	89,7	91,1	89,9	91,2
Ensztatit	50,0	42,7	46,2	46,2	48,7	44,22
Ferroszillit	5,4	6,8	5,4	4,5	5,5	6,52
Wollastonit	44,6	50,5	48,4	49,3	45,9	49,25

$$\text{mg\#} = 100 \cdot \text{Mg}^{2+} / ((\text{Mg}^{2+}) + (\text{Fe}^{2+}))$$

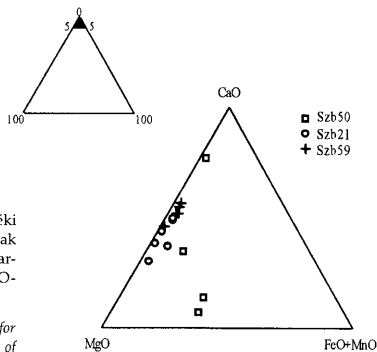
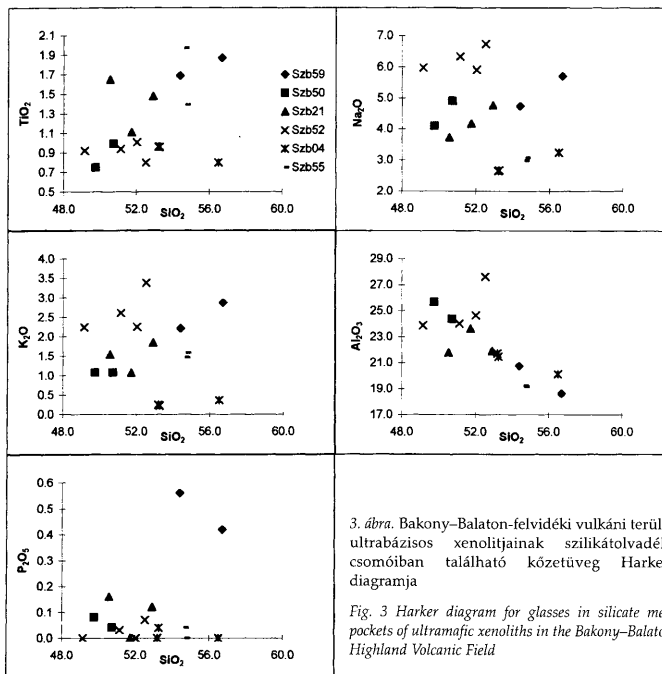
(VI. táblázat). A szilikátolvadékból kristályosodott ásványok közül a spinell mutatja a legváltozatosabb összetételt. A mg-szám 77,0 és 85,9 között, a cr-szám 8,0 és 22,3 között változik, a TiO₂ tartalom 0,25–0,62 m/m% tartományon belül mozog, ami jellegzetesen nagyobb, mint a primer spinell TiO₂ koncentrációja (III. és V. táblázat).

A szilikátolvadékcsoomók kőzetüvegeinek összetételét a VII. táblázat mutatja. Az SiO₂-tartalom 49,2 (Szb52-es protogranuláris spinell lherzolit) és 56,7 m/m% (Szb59 protogranuláris harzburgit) között változik. A karbonáttartalmú csomók kőzetüvegeire jellemző, hogy a SiO₂-tartalom emelkedésével növekszik a kőzetüveg alkália- és TiO₂-tartalma, ellenben csökken az Al₂O₃-mennyisége. Ehhez hasonló trend a karbonátmentes olvadékcsoomók kőzetüvegeiben nem látható (3. ábra). A kőzetüveg P₂O₅ tartalma igen alárendelt (3. ábra, VII. táblázat).

A karbonátásványok minden esetben Mg-kalcitnak adódtak, változó FeO (0,05–0,54 m/m%), MnO (0,02–1,51 m/m%), MgO (1,15–3,65 m/m%) és SrO (0,02–0,12 m/m%) tartalommal (4. ábra, VIII. táblázat).

A szilikátolvadékcsoomók teljes kémiai összetétele

A szilikátolvadékcsoomók modális (II. táblázat), valamint az egyes fázisok kémiai összetételének (V–VIII. táblázatok) ismeretében tömeggyensúly-számo-lással becsültük meg az olvadékcsoomók teljes kémiai összetételét. A kapott ada-tokat a IX. táblázat mutatja.



VII. táblázat. A Bakony–Balaton-felvidék vulkáni terület ultrabázisos zárványainak szilikátolvadék- csomóiban található kőzetüveg kémiai összetétele.
 Table VII Chemical compositions of glasses in silicate melt pockets of ultramafic xenoliths from the Bakony – Balaton Highland Volcanic Field.

Minta Kőzet Elemzett csomó	Szb50 olivin klinopiroxenit		Szb59 harzburgit		Szb04 harzburgit		Szb21 wehrlit		Szb52 spinell lherzolit		Szb55 lherzolit	
	2		2		3		3		4		2	
	átlag	tartomány	átlag	tartomány	átlag	tartomány	átlag	tartomány	átlag	tartomány	átlag	tartomány
SiO ₂	50,3	49,8–50,7	55,6	54,4–56,7	53,2	53,2–53,3	51,7	50,6–52,9	51,2	49,2–52,5	54,7	54,7
TiO ₂	0,87	0,75–0,99	1,78	1,67–1,87	0,96	0,96	1,41	1,11–1,65	0,92	0,80–1,01	1,68	1,39–1,97
Al ₂ O ₃	25,0	24,4–25,7	19,7	18,6–20,8	21,6	21,5–21,6	22,4	21,8–23,6	25,0	23,9–27,6	19,2	19,2
Cr ₂ O ₃	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,04–0,05	0,04	0,03–0,04	0,08	0,02–0,10	0,02	0,00–0,04
FeO	6,79	6,54–7,03	3,37	3,14–3,60	4,44	4,27–4,60	3,69	2,68–3,99	3,56	2,87–3,92	4,32	4,28–4,35
MnO	0,12	0,10–0,14	0,09	0,08–0,09	0,09	0,06–0,12	0,08	0,04–0,11	0,07	0,05–0,12	0,07	0,06–0,08
MgO	2,30	2,13–2,47	3,30	2,96–3,64	5,06	5,04–5,06	4,18	3,02–5,48	2,99	1,37–3,80	3,50	3,44–3,56
CaO	6,12	5,52–6,72	6,72	5,57–7,86	10,8	10,8	9,84	8,16–10,8	7,41	3,63–9,53	7,70	7,44–7,95
Na ₂ O	4,50	4,10–4,89	5,23	4,74–5,71	2,67	2,66–2,67	4,22	3,73–4,76	6,24	5,90–6,73	3,03	2,98–3,07
K ₂ O	1,07	1,07	2,54	2,21–2,87	0,23	0,22–0,24	1,48	1,07–1,84	2,62	2,24–3,38	1,52	1,46–1,58
SrO	0,07	0,07	0,10	0,10	0,05	0,05	0,08	0,03–0,15	0,10	0,08–0,16	0,05	0,00–0,10
BaO	0,02	0,02	0,06	0,03–0,09	0,04	0,04	0,12	0,09–0,16	0,08	0,05–0,12	0,00	0,00
F	0,17	0,17	0,09	0,07–0,11	0,13	0,13	0,13	0,12–0,13	0,05	0,05	0,19	0,15–0,23
Cl	0,06	0,05–0,06	0,14	0,10–0,18	0,04	0,03–0,05	0,14	0,12–0,15	0,08	0,06–0,10	0,11	0,10–0,11
SO ₃	0,15	0,08–0,22	0,02	0,00–0,03	0,04	0,03–0,04	0,04	0,02–0,05	0,04	0,03–0,06	0,02	0,00–0,03
P ₂ O ₅	0,06	0,04–0,08	0,49	0,42–0,56	0,04	0,04	0,14	0,12–0,16	0,05	0,03–0,07	0,04	0,04
Összesen	97,6		99,2		99,4		99,8		100,5		96,1	

Az első oszlopok az átlagos összetételt, a második oszlopok az összetétel tartományát mutatják
 First columns show average compositions, second columns show compositional ranges of glasses

VIII. táblázat. A Bakony - Balaton-felvidék vulkáni terület ultrabázisos zárványainak szilikátolvadékcsoomókban található karbonát kémiai összetétele

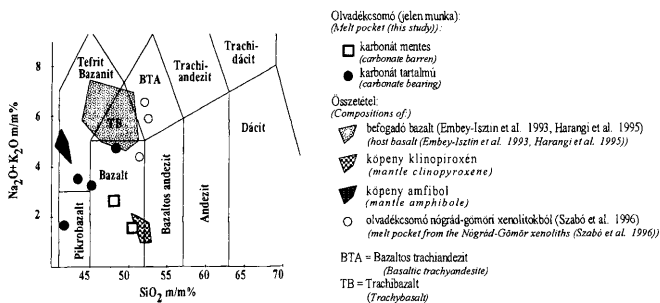
Table VIII Chemical composition of carbonates in silicate melt pockets of ultramafic xenoliths from the Bakony - Balaton Highland Volcanic Field.

Minta Közet Elemzett csomó	Szb50 olivín klinopiroxénit 4		Szb21 wehrlit 6		Szb59 harzburgit 4		Szb55 lherzolit 4	
	átlag	tartomány	átlag	tartomány	átlag	tartomány	átlag	tartomány
FeO	0,24	0,05-0,54	0,13	0,08-0,26	0,11	0,05-0,14	0,16	0,11-0,13
MnO	0,92	0,07-1,51	0,07	0,02-0,15	0,04	0,04	0,34	0,04-0,92
MgO	2,46	1,15-3,15	3,03	2,62-3,65	2,52	2,29-2,94	2,67	2,46-3,03
CaO	51,0	49,2-54,5	51,8	51,3-52,5	52,2	52,0-52,6	51,7	51,0-52,2
SrO	0,07	0,02-0,13	0,06	0,04-0,12	0,07	0,04-0,09	0,07	0,06-0,07
BaO	0,04	0,04	0,05	0,02-0,08	0,03	0,03	0,04	0,03-0,05
Összesen	54,7		55,2		55,0		54,9	
mg#	94,8		97,6		97,6		96,7	

$$mg\# = 100 \cdot Mg^{2+} / ((Mg^{2+}) + (Fe^{2+}))$$

Az első oszlopok az átlagos összetételt, a második oszlopok az összetétel tartományát mutatják
First columns show average compositions, second columns show compositional ranges of carbonates

A szilikátolvadékcsoomók teljes összetétele az SiO₂- és összes alkáli-tartalom alapján bazalt, pikrobazalt, amit a TAS diagram (5. ábra) szemléltet. Az olvadékcsoomókat jellemzi a nagy MgO- (10,7-15,0 m/m%) és kis FeO- (3,16-5,17 m/m%) tartalom. Ezzel szemben a CaO-tartalom tág határok között (11,8-19,0 m/m%) mozog. Az összes illó (számlált CO₂ {karbonátból} + H₂O {100%-total}) 0,35 és 11,3 m/m% között változik, növekvő értékkel a karbonáttartalmú olvadékcsoomókban (IX. táblázat). A szilikátolvadékcsoomók K₂O és FeO-tartalma alacsonyabb, CaO- és MgO-tartalma pedig lényegesen nagyobb, mint amit a



5. ábra. A Bakony-Balaton-felvidéki vulkáni terület ultrabázisos xenolitjaiban található szilikátolvadékcsoomók átlagos összetétele TAS diagramban. Összehasonlításként feltüntetjük a köpeny klinopiroxének, amfibolok, a befogadó bazalt és a Nógrád-Gömör vulkáni terület xenolitjaiban található szilikátolvadékcsoomók teljes összetételét is

Fig. 5 TAS diagram for calculated bulk compositions of silicate melt pockets in the Bakony - Balaton Highland ultramafic xenoliths. For a comparison, compositions of mantle clinopyroxenes, amphiboles, host basalt, and melt pockets from the Nógrád-Gömör ultramafic xenoliths are also shown

IX. táblázat. A Bakony – Balaton-felvidék vulkáni terület ultrabázisos zárványaiban található szilikátolvadékok-csomók teljes kémiai összetétele.
 Table IX Calculated average bulk compositions of the silicate melt pockets occurring in the Bakony – Balaton Highland Volcanic Field ultramafic xenoliths (first columns).

Mintaszám	Szb52	st.dev.	Szb04	st.dev.	Szb21	st.dev.	Szb50	st.dev.	Szb55	st.dev.	Szb59	st.dev.
SiO ₂	48,3	0,22	50,1	0,09	43,4	3,34	36,4	3,68	44,3	2,58	46,4	1,24
TiO ₂	0,54	0,04	0,76	0,01	1,07	0,13	0,60	0,07	1,32	0,06	1,17	0,08
Al ₂ O ₃	10,9	1,64	13,6	0,08	14,6	0,87	11,7	2,28	11,9	0,97	13,4	1,65
Cr ₂ O ₃	1,66	0,13	0,91	0,04	0,57	0,20	0,19	0,09	0,53	0,07	0,88	0,35
FeO	3,16	0,08	4,07	0,09	3,42	0,09	5,17	0,51	4,59	0,52	4,31	0,42
MnO	0,08	0,00	0,08	0,00	0,08	0,00	0,28	0,06	0,11	0,01	0,09	0,01
NiO	0,03	0,00	0,03	0,01	0,03	0,02	0,04	0,01	0,00	0,00	0,06	0,02
MgO	15,0	1,25	13,2	0,62	10,7	1,32	12,8	2,28	13,7	2,99	13,0	2,51
CaO	17,7	1,16	14,9	0,30	16,9	0,88	19,0	3,41	14,6	3,07	11,8	1,65
Na ₂ O	1,68	0,48	1,37	0,00	2,44	0,16	1,81	0,50	1,56	0,15	3,04	0,34
K ₂ O	0,56	0,22	0,10	0,00	0,80	0,07	0,41	0,13	0,72	0,08	1,40	0,19
SrO	0,02	0,00	0,02	0,00	0,05	0,01	0,04	0,01	0,03	0,00	0,06	0,01
BaO	0,02	0,00	0,02	0,00	0,07	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00
F	0,01	0,01	0,06	0,00	0,07	0,01	0,06	0,02	0,09	0,01	0,05	0,01
Cl	0,02	0,01	0,02	0,00	0,07	0,01	0,02	0,01	0,05	0,01	0,08	0,01
SO ₃	0,01	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,06	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00
P ₂ O ₅	0,01	0,01	0,02	0,00	0,08	0,01	0,02	0,01	0,02	0,00	0,27	0,04
CO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	5,33	2,78	9,97	3,25	4,64	2,51	3,52	1,18
H ₂ O*	0,35	0,10	0,74	0,38	0,33	0,05	1,34	0,20	1,81	0,27	0,45	0,14
Összesen	99,6		99,3		99,7		98,7		98,2		99,5	
mg#	89,4		85,3		84,7		81,6		84,2		84,3	

H₂O* = 100-totál

CO₂ = karbonát tartalomból meghatározva

mg# = $100 \cdot \text{Mg}^{2+} / ((\text{Mg}^{2+}) + (\text{Fe}^{2+}))$

Az első oszlopok a számolt átlagos teljes összetételt, a második oszlopok a standard deviáció értékeit mutatják

The standard deviations (st.dev.) are also shown (second columns)

zárványokat felszínre hozó alkálilbazaltok mutatnak (IX. táblázat és I. EMBEY-ISZTIN et al. 1993).

Azokban a karbonáttartalmú szilikátolvadékokban, amelyek egyenes határvonalak mentén érintkeznek a környező köpenyásványokkal és alakjuk azt sejteti, hogy a klinopiroxén megolvadása során keletkeztek (2 ábra, b), a számolt olvadék TiO_2 -, Al_2O_3 -, Na_2O -tartalma nagyobb (5. és 6 ábra, a, b, f IX. táblázat), az SiO_2 - és MgO -tartalma kisebb (6 ábra, d IX. táblázat) a primer klinopiroxének összetételéhez képest. Továbbá az olvadékok számolt mg-száma (81,6–84,7) kisebb a primer klinopiroxének mg-számánál (87,5–93,2) és jelentősen meghaladja a befogadó bazalt mg-számát (IX. táblázat). Azokban a karbonáttartalmú olvadékcsoportokban, amelyek rezorbeálódott relik amfibol is tartalmaznak és ívelt határvonalak mentén érintkeznek a környező köpenyásványokkal (ilyen az Szb55 lherzolit), jelentős MgO -csökkenés és CaO -növekedés figyelhető meg az amfibol összetételéhez képest (6 ábra, d e). Ebben a xenolitban az olvadékok átlagos mg-száma 84,2, amely kisebb, mint a relik amfibolé (88,0–89,4). A karbonáttartalmú olvadékcsoport SiO_2 -tartalmának növekedésével a TiO_2 -, Al_2O_3 - és alkália-tartalma is növekszik, míg CaO -tartalma csökken (6 ábra, a, b, f, g).

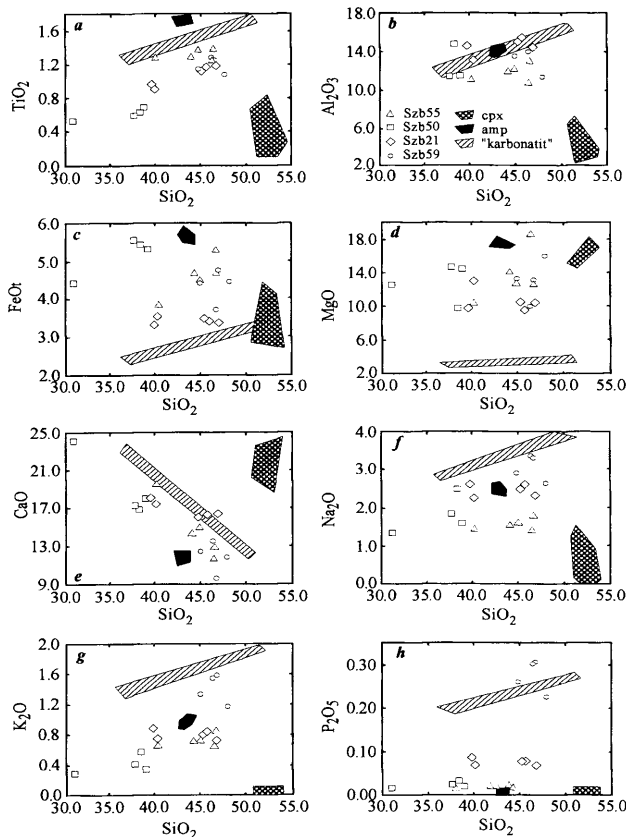
A karbonátmentes olvadékok – akár tartalmaznak rezorbeálódott relik amfibol, akár nem – mg-száma 85,3 és 89,4 között változik (IX. táblázat), ami általában alacsonyabb vagy közel megegyező érték, mint amit a köpeny-amfibolok mutatnak. Ezek az olvadékcsoportok a megjelenésük alapján azt sejtetik, hogy amfibol megolvadásából keletkeztek. A számolt olvadék-összetétel azonban az amfiboléhoz viszonyítva gazdagabb SiO_2 -ban és CaO -ban, továbbá szegényebb MgO -ban (7 ábra, d e).

A bemutatott kémiai jelek arra utalnak, hogy a szilikátolvadék-csoportok létrejöttében jelentős szerepet játszottak ugyan a primer köpeny ásványok (klinopiroxén, ill. amfibol), de a csoportok összetétele arra utal, hogy – a befogadó bazalttól eltérő – illógazdag, összetételében változatos fluidum keveredhetett a köpenyeredetű klinopiroxén, illetve amfibol olvadékához.

Diszkusszió – Karbonátásványok a felsőköpenyben

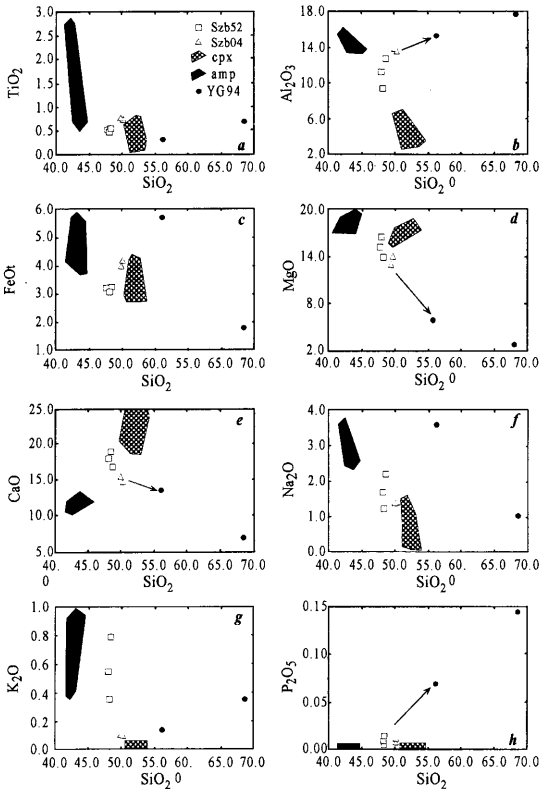
Bár a kísérleti munkák azt mutatják, hogy a karbonát igen széles nyomás-hőmérséklet tartományban stabil ásvány a köpenyben, mégis meglehetősen kis számban kerültek elő felsőköpenyből származó karbonátot tartalmazó ultrabázisos kőzetek. AMUNDSEN et al. (1987), IONOV et al. (1993 1996), IONOV (1998), SCIANO et al. (1992) és VARELA et al. (1998) tanulmányozott ultrabázisos zárványokat, amelyekben a karbonát kőzetüveggel együtt jelenik meg a szilikátolvadék-csoportban, érben és szilikátolvadék-zárványban, továbbá ZANETTI et al. (1999) intersticiális karbonátról ír primer köpenyásványok között.

A kalcit, dolomit és magnezit viselkedése köpeny eredetű kőzetekben, ahol az olivin forszterit tartalma legalább 90%, nagy hőmérséklet és nyomás körülményeket modellező kísérleti munkák (pl. WOERMAN & ROSENHAUER 1985; DALTON & WOOD 1993a, b) alapján ismert. A kísérleti adatok szerint lherzolitban 800 és 1000 °C között a karbonátásvány 2,0–3,0 GPa nyomás fölött magnezit,



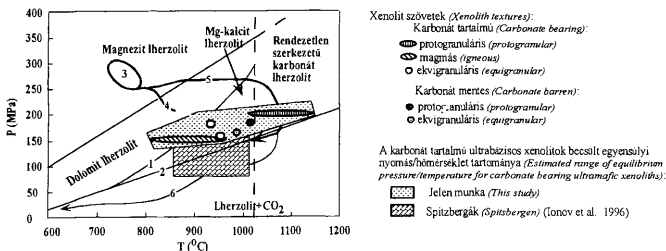
6. ábra. Karbonáttartalmú szilikátolvadék-csomók összetétele a Bakony-Balaton-felvidéki vulkáni terület ultrabázisos zárványaiból. A Harker-diagram a zárványok reprezentatív csomóinak teljes összetétele mellett a köpeny klinopiroxén (cpx) és amfibol (amf), valamint a metasomatizáló karbonatitos olvadék összetételének mezejét is mutatják

Fig. 6 Harker diagrams for bulk compositions of carbonate-bearing silicate melt pockets in ultramafic xenoliths from the Bakony-Balaton Highland Volcanic Field. Beside the bulk compositions of the melt pockets, compositions of primary mantle clinopyroxenes (cpx), amphiboles (amf), and of the calculated composition of the metasomatizing carbonatitic melt ("karbonatit") are also shown



7. ábra. Karbonátmentes szilikátolvadék-csomók összetétele Bakony–Balaton-felvidéki vulkáni terület ultrabázisos zárvényaiból. A Harker-diagram a zárvényok reprezentatív csomóinak teljes összetétele mellett a köpeny klinopiroxén (cpx) és amfibol (amf) mezejét mutatják, valamint YAXLEY és GREEN (1994) nagy nyomású és hőmérsékletű kísérletei során előállított szilikátolvadékok összetételét (YG94). A b., d., e. és h. ábrán látható nyilak a lehetséges keveredési trendet mutatják.

Fig. 7 Harker diagram for bulk compositions of carbonate-free silicate melt pockets in ultramafic xenoliths from the Bakony–Balaton Highland Volcanic Field. Beside the bulk compositions of the melt pockets, compositions of primary mantle clinopyroxene (cpx), amphiboles (amf), and of the silicate melt (YG94) produced by high P-T experiments of YAXLEY & GREEN (1994) are also shown. The arrows show possible mixing trends between the mantle minerals and metasomatizing melt.



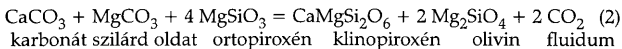
8. ábra. Ultrabázisos kőzetek elegyrészeivel [ahol az olivin Fo-tartalma legalább 90% (DALTON & WOOD 1993)] egyensúlyban lévő karbonátok stabilitási mezői. Az ábra szintén mutatja az általunk vizsgált ultrabázisos xenolitok egyensúlyi P-T tartományát és szövettípusait. Összehasonlításként feltüntetettük a Spitzbergákról származó karbonát tartalmú felsőkőpeny xenolitok egyensúlyi P-T mezéjét is. 1) $2\text{CaCO}_3 + 2\text{MgSiO}_3 = \text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 + \text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ reakció (DALTON & WOOD 1993), 2) $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3 + 4\text{MgSiO}_3 = \text{CaMgSi}_2\text{O}_6 + 2\text{Mg}_2\text{SiO}_4 + 2\text{CO}_2$ reakció (DALTON & WOOD 1993), 3) Bakony-Balaton-felvidék szubkontinentális litoszféra köpenyét metasomatizáló olvadékok feltételezett közös forrás régiója, 4) karbonát tartalmú metasomatizáló olvadék lehetséges P-T útja, 5) karbonát mentes metasomatizáló olvadék lehetséges P-T útja, 6) metasomatizáló olvadékból távozó CO_2 lehetséges útja.

Fig. 8 Stability fields of carbonates in equilibrium with ultramafic rocks [where olivines are at least Fo=90 (DALTON & WOOD 1993)]. Bakony-Balton Highland xenoliths studied showing their texture types fall mostly in field of Mg-calcite lherzolite. For a comparison, equilibrium P-T range of carbonate-bearing ultramafic xenoliths from Spitsbergen is also shown. 1) reaction of $2\text{CaCO}_3 + 2\text{MgSiO}_3 = \text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 + \text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ (DALTON & WOOD 1993), 2) reaction of $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3 + 4\text{MgSiO}_3 = \text{CaMgSi}_2\text{O}_6 + 2\text{Mg}_2\text{SiO}_4 + 2\text{CO}_2$ (DALTON & WOOD 1993), 3) suspected source region of the melt metasomatized the subcontinental lithospheric mantle beneath the Bakony-Balaton Highland Volcanic Field, 4) possible P-T path for the carbonate-bearing metasomatizing melt, 5) possible P-T path for the carbonate-free metasomatizing melt, 6) possible P-T path for CO_2 released from the metasomatizing melts

kisebb nyomáson dolomit, további csökkenő nyomás mellett (1,0–2,0 GPa) pedig Mg-kalcit. Ez utóbbi fázis stabil 0,7–1,2 GPa-ig. A dolomit és az Mg-kalcit stabilitási mezéjét (8. ábra) az alábbi reakció határozza meg:



DALTON & WOOD (1993b) szerint. Kísérleti adatok szerint (DALTON & WOOD 1993b) 800 és 1000 °C között 0,7–1,2 GPa-nál kisebb nyomáson CO_2 jelenik meg a lherzolittal egyensúlyban az alábbi reakció szerint:



Az általunk vizsgált karbonáttartalmú ultrabázisos xenolitok számolt egyensúlyi nyomás-hőmérséklet értékei [BREY & KÖHLER (1990) valamint MERCIER (1980) módszerét követve] az Szb21 wehrlit és Szb55 lherzolit xenolit esetében az Mg-kalcit stabilitási mezéjébe esnek (8. ábra). Azonban az Szb50 olivin klinopiroxénit xenolitra becsült egyensúlyi hőmérsékletet (815 °C) csak minimális

értéknek fogadjuk el, hiszen a minta Mg-kalcitot tartalmaz (8. ábra és VIII. táblázat) és nem dolomitot, ahogyan azt a becsült egyensúlyi hőmérséklet jelzi. Ezért az Szb50 olivin klinopiroxénit zárványhoz valamivel nagyobb egyensúlyi hőmérséklet rendelhető, mint amit BREY & KÖHLER (1990) geotermométere alapján kaptunk. Ezzel szemben az Szb59 protogranuláris harzburgit xenolitnak számolásaink alapján irreálisan nagy az egyensúlyi hőmérséklete (és nyomása), amit alátámaszt az is, hogy karbonátja nem dolomit (ahogyan azt a nagy P–T értékek a kísérleti adatok alapján megkívnának, l. 8. ábrát), hanem a többi zárványhoz hasonlóan Mg-kalcit (VIII. táblázat és 4. ábra). Mindazonáltal a Mg-kalcit jelenléte a szentbékállai ultrabázisos xenolitokban, valamint a szakirodalomban nem egyöntetűen elfogadott MERCIER (1980) féle geobarométerrel számolt nyomásértékek (I. táblázat, 8. ábra) – Szb59 protogranuláris harzburgit kivételével – megegyeznek azzal az általánosan elfogadott elképzeléssel, hogy a Bakony–Balaton-felvidék spinell peridotit xenolitjainak az egyensúlyi nyomása <1,5 GPa, azaz származási mélységük nem lehet nagyobb 45–50 km-nél (EMBEY-ISZTIN et al. 1989; DOWNES et al. 1992; SZABÓ et al. 1995a).

A 8. ábrán összehasonlításként feltüntettük IONOV et al. (1996) által tanulmányozott – Spitzbergákról származó – karbonáttartalmú peridotitxenolitok becsült egyensúlyi hőmérséklet- és nyomástartományát. Eddig ez az egyetlen terület, ahol a karbonáttartalmú xenolitokat részletesen megvizsgálták. A hasonlóság a két xenolitsozort között szembetűnő, bár a Spitzbergákról származó xenolitok adatai szűkebb egyensúlyi hőmérsékleti és valamivel kisebb nyomás tartományt jelölnek ki. Mindezek vitathatatlanul teszik, hogy a Bakony–Balaton-felvidék szubkontinentális felsőköpeny litoszférájában karbonát van jelen.

A szilikátolvadék-csomók eredete

Vizsgálataink alapján megállapítható, hogy a szilikátolvadék-csomók egy része tartalmaz a környezetével egyensúlyban lévő karbonátásványt és, hogy az olvadékcsomók becsült teljes összetétele nem egyezik meg a legkönnyebben olvadó köpenyásványok (klinopiroxén és amfibol) összetételével még abban az esetben sem, ahol az olvadékcsomók alakja (2. ábra, b, c) és/vagy a reliket amfibol jelenléte (2. ábra, d) egyértelműen jelzi, hogy klinopiroxén vagy amfibol olvadt meg. Mindez arra enged következtetni, hogy az olvadékcsomók nem csupán a fent említett ásványok in situ megolvadásával jöttek létre, hanem a köpenyben migráló illógazdag olvadékkal vagy fluidummal is keveredett a klinopiroxénből és amfibolból keletkezett olvadék. Felvetődik a kérdés, hogy milyen összetételű olvadékok migráltak a vizsgált terület alatti köpenyben?

1) A karbonátmentes szilikátolvadék-csomók szöveti elemzése egyértelműen mutatja, hogy a szabálytalan alakú olvadékcsomók képződéséhez az amfibol megolvadása mellett a környező ásványok (főleg a klinopiroxén) megolvadása is hozzájárult (2. ábra, a, d). Ezért különböző köpenyásványok különböző arányú megolvasztásával modelleztük az olvadékcsomók összetételét. Azonban az olvadékcsomók és a primer amfibolok közti MgO-, Al₂O₃-, SiO₂-tartalomban mutatkozó különbséget nem lehetett ezzel a számolási módszerrel („elméleti

olvasztással”) kompenzálni, mivel a csomók SiO_2 -, Al_2O_3 -tartalma mindig túl kicsinek, míg MgO -tartalma túl nagyra adódott (X. táblázat, 7. ábra, b, d, e). Ebből arra a következtetésre jutottunk, hogy a helyben keletkezett olvadék minden bizonnyal keveredett egy, a köpenyben migráló olvadékkal, amely az olvadék-csomók teljes összetétele alapján SiO_2 -ben és Al_2O_3 -ban gazdagította, míg MgO -ban szegényítette az in situ – főleg amfibolból és klinopiroxénből keletkezett – olvadékot (X. táblázat és 7. ábra, b, e). Ezzel szemben az olvadékcsoomók CaO -tartalma nem változott jelentősen, ami arra enged következtetni, hogy az in situ olvadékhoz keveredő szilikátolvadék Ca-ban is meglehetősen gazdag lehetett (X. táblázat és 7. ábra, e). Tehát az in situ bázisos-neutrális összetételű olvadékhoz savanyúbb, Ca-ban és Al-ban gazdag és Mg-ban szegény olvadéknak kellett keveredni legalább felsőköpeny körülmények alatt. YAXLEY & GREEN (1994) nagy nyomású (2,5 GPa) és viszonylag kis hőmérsékletű (750–850°C) kísérleti körülmények között nagy SiO_2 - (56,1–68,5 m/m%), CaO - (6,6–13,2 m/m%), alkália (1,4–3,7 m/m%) és kis MgO - (2,7–5,8 m/m%) tartalmú szilikátolvadékok „állítottak elő” karbonátosodott oceáni lemez szubdukciója során bekövetkező megolvadást modellezve. Elképzelhető, hogy a Bakony–Balaton-felvidék vulkáni terület felsőköpenyébe is felemelkedhetett ilyen savanyú, szubdukálódott lemezből származó olvadék. Ezt erősíti meg DOWNES et al. (1992) által vizsgált porfiroklastos és ekvigranuláris (tehát erősebb deformációt szenvedett) minták radiogén izotóp-összetétele, amiből a szerzők arra következtettek, hogy a terciér szubdukcióhoz kapcsolódó fluidok gazdagíthatták a Bakony–Balaton-felvidék alatti felsőköpenyt.

2) A karbonáttartalmú szilikátolvadék-csomók alakja arra utal, hogy klinopiroxén, ritkábban amfibol in situ megolvadásával (2. ábra, b) jöhettek létre, azonban a karbonáttartalom, valamint a csomók teljes összetétele ebben az esetben is egy külső, a köpenyben migráló olvadék/fluidum jelenlétét feltételezi. Ezekre az olvadékcsoomókra is elvégeztük az olvasztási modell számolást. Mindezek alapján elmondható, hogy a köpenyben migráló olvadék a klinopiroxénhez képest Al-, Fe-, alkáliában és illóban gazdagított és Si-, Mg és Ca-ban szegényített olvadék lehetett (6. ábra, b, c, d, e). Talán nem véletlen, hogy BALI (1999) egy szentbékállai és egy gércsei lherzolit xenolitban kőzetüveg+karbonát összetételű ereket talált, amelyek SiO_2 -, Al_2O_3 -, alkáliában és illóban nagy értékeket mutatnak a számolt teljes kémiai összetételükben ($\text{SiO}_2=53,5\text{--}56,1$ m/m%, $\text{Al}_2\text{O}_3=18,2\text{--}20,0$ m/m%, alkália=5,29–7,44 m/m%, $\text{CO}_2=2,13\text{--}2,22$ m/m%). Nem kizárt, hogy hasonló összetételű olvadék lehetett, ami az in situ olvadékkal keveredett. Azonban az olvadékerekben található mintegy 2,13–2,22 m/m%-nyi CO_2 nem eredményezhette a karbonáttartalmú csomókban jelenlévő 15–20 tf%-nyi karbonátásványt, ami arra utal, hogy a köpenyben migráló olvadék még gazdagabb volt CO_2 -ben és minden bizonnyal karbonatitnak nevezhető.

Mindezek figyelembevételével kísérletet tettünk a köpenyásványokkal (klinopiroxén és amfibol) reakcióba lépő, köpenyben migráló karbonatit összetételének és részarányának becslésére, felhasználva a szilikátolvadékokban található kőzetüveg, ill. karbonát összetételét és változtatva azok egymáshoz viszonyított arányát. Az eredményeket a XI. táblázat és a 6. ábra tartalmazza. Számolásaink szerint a karbonáttartalmú olvadékcsoomókat 23–45%-

X. táblázat. A karbonátmentes szilikátolvadékcsoмок teljes összetételének modellezése a köpeny ásványok (amfibol, klinopiroxén, spinell és ortopiroxén) különböző arányú megolvasztásával.

Table X Model calculation of the bulk composition of the carbonate-free silicate melt pockets by the entire melting of primary mantle minerals (amphibole, clinopyroxene, orthopyroxene and spinel) in hazburgite Szb04.

Szb04	Teljes olvadékcsoмок összetétel	Beolvadó primer ásványok összetétele					Modell olvadékcsoмок összetételek a primer köpenyásványok különböző arányú beolvasztásával					
		amf I	ol I	cpx I	opx I	sp I	52%amf+40%cpx teljes összetétel - +3%sp+5%opx	41%amf+52%cpx teljes összetétel - modell összetétel +7%opx	59%amf+33%cpx teljes összetétel - modell összetétel +8%sp	teljes összetétel - modell összetétel	teljes összetétel - modell összetétel	
SiO ₂	50,1	43,9	40,9	53,2	56,0	0,05	46,9	3,19	49,6	0,52	43,4	6,64
TiO ₂	0,76	0,65	0,00	0,28	0,08	0,09	0,45	0,31	0,42	0,34	0,48	0,28
Al ₂ O ₃	13,6	13,6	0,00	3,35	3,51	52,3	10,2	3,42	7,57	6,02	13,3	0,27
Cr ₂ O ₃	0,91	1,71	0,00	0,21	0,25	12,3	1,35	-0,44	0,83	0,08	2,06	-1,15
FeO	4,07	3,94	10,7	2,86	7,15	14,9	4,00	0,07	3,60	0,47	4,46	-0,39
MnO	0,08	0,08	0,14	0,09	0,20	0,07	0,09	-0,01	0,09	-0,02	0,08	0,00
NiO	0,03	0,00	0,38	0,00	0,00	0,35	0,01	0,02	0,00	0,03	0,03	0,00
MgO	13,2	18,7	49,3	17,0	33,4	19,1	18,8	-5,51	18,8	-5,58	18,2	-4,92
CaO	14,9	11,4	0,04	23,4	0,50	0,00	15,3	-0,41	16,9	-1,98	14,4	0,45
Na ₂ O	1,37	2,55	0,00	0,18	0,03	0,00	1,45	-0,08	1,14	0,23	1,56	-0,19
K ₂ O	0,10	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	-0,44	0,39	-0,29	0,56	-0,46
SrO	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02
BaO	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02
F	0,06	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	-0,02	0,07	-0,01	0,09	-0,04
Cl	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02
SO ₃	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02
P ₂ O ₅	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00
CO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H ₂ O*	0,74	2,39	0,00	0,00	0,00	0,00	1,31	-0,57	0,98	-0,24	1,41	-0,67
totál	100,4	97,6	101,5	100,5	101,1	99,1	100,4		100,4		100,1	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)		(9)		(11)	(12)

H₂O*=100-totál

A modell számítás menetét az Szb04, ekvigranuláris harzburgit olvadékcsoмокának és primer ásványainak összetételével mutatjuk be. Az első oszlopban a szilikátolvadékcsoмок teljes összetétele, a 2–6 oszlopokban a beolvadó primer ásványok összetétele, a 7, 9, 11 oszlopokban a köpeny ásványok különböző arányú megolvasztásával kapott modell olvadékcsoмок-összetételek, a 8, 10, 12 oszlopokban a szilikátolvadékcsoмок teljes összetételének és a modell összetételeknek a különbsége látható. A legnagyobb különbségeket mutató elemeket vastag betűvel emeltük ki.

1st column shows the bulk composition of silicate melt pockets, 2nd – 6th columns show the chemical compositions of the primary mantle minerals melted to the melt pockets, 7th, 9th and 11st columns show example model compositions of melt pocket calculated by adding different percentage of the primary mantle minerals into the melt pockets, 8th, 10th and 12nd columns show the difference between the calculated average bulk composition of melt pockets and the model composition of melt pockets. The major differences are shown in bold

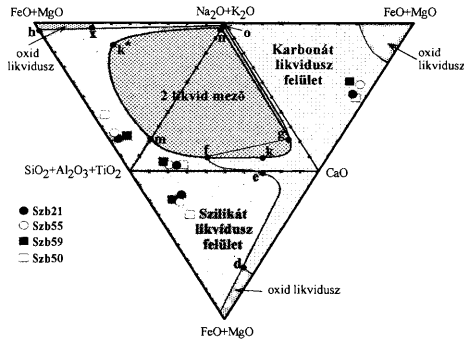
XI. táblázat. Kőpeny ásványok (amfibol, klinopiroxén, spinel és olivin) olvadásával keletkezett in situ olvadék és a kőpenyben migráló karbonatitós metasomatizáló olvadék összekeveredésével keletkezett szilikátolvadék-csomók becslült összetétele (első oszlopok).

Table XI Bulk compositions of the silicate melt pockets estimated by compositions of remelted primary mantle minerals (amphibole, clinopyroxene, olivine, spinel) and those of the carbonatitic metasomatic melt migrating in the mantle (first columns).

Minta	Sz55			Sz21			Sz50			Sz59					
gl+cb	23%			40%			41%			45%					
cb/(cb+gl)	0,26			0,21			0,37			0,11					
Összetétel	67%amp+10%cp+17%gl+6%cb			50%cp+10%sp+32%gl+8%cb			43%cp+10%sp+6%ol+26%gl+15%cb			40%cp+7%sp+8%ol+40%gl+5%cb					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
SiO ₂	43,6	0,70	41,9	44,0	-0,59	44,7	39,3	-2,85	36,8	46,8	-0,34	50,4			
TiO ₂	1,53	-0,21	1,42	0,76	0,31	1,52	0,57	0,03	1,25	1,07	0,10	1,71			
Al ₂ O ₃	13,0	-1,17	13,6	13,9	0,63	14,5	11,8	-0,07	12,0	11,8	1,60	16,4			
Cr ₂ O ₃	0,71	-0,18	0,01	1,53	-0,96	0,02	1,00	-0,81	0,01	2,73	-1,85	0,02			
FeO	4,78	-0,20	2,74	3,86	-0,44	2,92	5,64	-0,48	2,42	5,01	-0,70	3,27			
MnO	0,07	0,04	0,06	0,04	0,05	0,06	0,08	0,20	0,05	0,07	0,02	0,07			
NiO	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,04	0,01	0,00			
MgO	14,0	-0,33	3,25	11,6	-0,98	3,33	12,9	-0,05	3,09	13,4	-0,34	3,51			
CaO	14,5	0,09	18,9	17,5	-0,60	16,6	19,9	-0,90	22,9	13,6	-1,81	12,2			
Na ₂ O	2,42	-0,87	3,27	1,74	0,71	3,49	1,20	0,60	2,87	2,08	0,95	3,93			
K ₂ O	0,98	-0,26	1,58	0,66	0,14	1,68	0,53	-0,13	1,38	0,82	0,58	1,90			
SrO	0,02	0,01	0,05	0,04	0,01	0,05	0,04	0,00	0,04	0,04	0,02	0,05			
BaO	0,01	-0,01	0,03	0,02	0,05	0,03	0,02	0,00	0,02	0,03	0,01	0,03			
F	0,02	0,07	0,05	0,04	0,03	0,05	0,03	0,03	0,06	0,05	0,00	0,06			
Cl	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,03	-0,01	0,02	0,05	0,03	0,05			
SO ₃	0,01	0,00	0,04	0,02	0,00	0,04	0,01	0,04	0,03	0,02	-0,01	0,04			
P ₂ O ₅	0,10	-0,08	0,23	0,20	-0,12	0,24	0,16	-0,14	0,20	0,24	0,03	0,27			
CO ₂	2,65	1,99	11,4	3,98	2,22	9,21	6,60	3,37	15,4	2,21	2,22	4,83			
H ₂ O*	1,36	-1,36	1,46	0,76	0,28	1,41	0,00	1,34	1,56	0,00	0,28	1,32			
Összesen	99,9			100,0			99,8			99,94			100,00		

A táblázat tartalmazza az így kiszámolt szilikátolvadék-csomó összetételek és a tömeggyensúly számolással meghatározott szilikátolvadék-összetételek (IX. táblázat) közti különbséget (második oszlopok), továbbá a karbonatitós metasomatizáló olvadék becslült összetételét (harmadik oszlopok). gl+cb = metasomatizáló olvadék részaránya a szilikátolvadék-csomóban (gl = kőzetüveg, cb = karbonát összetételét a VII. és VIII. táblázat tartalmazza). cb/(cb+gl) = karbonát (cb) és szilikát részaránya a metasomatizáló olvadék összetételében. Összetétel = a beolvadt primer ásványok (amp+cpx+sp+ol) és a metasomatizáló olvadék (gl+cb) részaránya a szilikátolvadék-csomóban (amp = amfibol, cpx = klinopiroxén, ol = olivin, sp = spinell összetételét a III. és IV. táblázat tartalmazza). H₂O* = (100-összesen)

Differences between these bulk compositions and those calculated by mass balance calculations (Table IX) are also shown (second columns). Compositions of the metasomatizing carbonatitic melt are shown in the third columns. gl+cb = Portion of the metasomatizing melt in the silicate melt pockets (gl=silicate glass, cb = carbonate from carbonatitic vein studied by BALI (1999) cb/(cb+gl) = Portion of carbonate and silicate glass in the metasomatizing melt Összetétel = Portion of the in situ melted primary mantle minerals (amp+cpx+sp+ol) and the metasomatizing melt (gl+cb) in melt pockets (amp = amphibole, cpx = clinopyroxene, ol = olivine, sp = spinel see Table III). H₂O* = (100 - total)



9. ábra. Karbonáttartalmú szilikátolvadék-csomóban jelenlévő szilikátolvadék becsült összetétele a karbonát kristályosodásakor. Az olvadék összetételét a karbonát + kőzetüveg + karbonáttal együtt kristályosodott klinopiroxén modális összetételéből és az elegyrészek kémiai összetételéből határoztuk meg. Megjegyzés: a számolt szilikátolvadék összetételek nem esnek a LEE & WYLLIE (1998) által 1,0 GPa-n és 1200 °C-on meghatározott karbonátos-szilikátos olvadékok közti szételegyedési mezőbe. e-f-g-o=szilikát-karbonát likvidusz fázishatár, m-f-k-g-n=szételegyedési hézag fázishatára, k*=CaO mentes szételegyedési hézag kritikus pontja, k=kritikus pont, ahol a szilikát és karbonát olvadék megegyezik, h-d-x=szilikát-oxid likvidusz fázishatár.

Fig. 9 Estimated compositions of silicate melts during crystallization of the carbonate from the carbonate-bearing silicate melt pockets. Compositions of silicate melts were calculated from the modal and the chemical compositions of the carbonate + silicate glass + clinopyroxene crystallized together with the carbonate. Note, composition of the silicate melts are outside the two liquid immiscibility field proposed by LEE & WYLLIE (1998) at 1.0 GPa and 1200 °C. e-f-g-o=silicate-carbonate liquidus boundary, m-f-k-g-n boundary of the immiscibility field, k*=critical point of the CaO-free immiscibility field, k=critical point where the carbonate and the silicate is the same, h-d-x=silicate-oxide liquidus boundary

ban a köpenyben migráló karbonatit építi fel. Az illótartalom 6,15 és 16,9 m/m%, és ezen belül a CO₂-tartalom 4,83 és 15,4 m/m% között változik (XI. táblázat). Továbbá jelentős különbség gyanítható a migráló olvadék SiO₂ (36,8–50,4 m/m%), Al₂O₃ (12,0–16,4 m/m%) és CaO (12,2–22,9 m/m%) tartalmában (6. ábra, b, e és XI. táblázat).

Felmerülhet az a kérdés, hogy ilyen nagy mennyiségű karbonát oldva maradhat-e a szilikátolvadékban. LEE & WYLLIE (1997) nagy nyomású és hőmérsékletű kísérletei bebizonyították, hogy 1,0 és 2,5 GPa és 1200–1350 °C körülmények között Mg-mentes olvadékok maximum 80 m/m%, alacsony Mg-tartalmú olvadékok maximum 50 m/m% CaCO₃-t képesek oldani, tehát az általunk becsült legtöbb karbonátot tartalmazó olvadék is létezhethet és vándorolhatott a felsőköpenyben, hiszen maximum 35 m/m% karbonátot tartalmazhatott.

A petrográfiai jellegzetességek arra utalnak, hogy a karbonatitos olvadék és a primer köpenyásványokból kialakult olvadék keveredése után létrejött karbonáttartalmú olvadékból kikristályosodott az olivin és a spinell, valamint a

klinopiroxén egy része (90–60%-a) mielőtt a karbonát szételegyedése vagy kristályosodása megkezdődött. Annak az olvadéknak az összetétele, amelyből leszámoljuk a kikristályosodott fázisokat (olivin, spinell és a klinopiroxén 90–60%-a) nem esik a LEE & WYLLIE (1997) által meghatározott szételegyedési mezőbe (9. ábra), amely arra utal, hogy a karbonátolvadékból nem szételegyedett, hanem inkább kristályosodott. Megjegyzendő azonban, hogy a kísérlet során alkalmazott 1200 °C hőmérséklet (58–385°C-kal) nagyobb, mint amit az általunk vizsgált xenolitok egyensúlyi hőmérséklete mutat, ami a következtetéseink bizonytalanságát is jelzi.

Felvetődik a kérdés, hogy lehet-e genetikai kapcsolat a két, köpenyben migráló olvadék – azaz a karbonatit és a karbonátmentes Si-gazdag olvadék – között. A bemutatott modell számolásaink alapján megállapítható, hogy mind a karbonátotartalmú, mind a karbonátmentes metasomatizáló olvadék Ca-, Al-, alkália gazdag, ellenben Mg-szegény volt változatos SiO₂-tartalom mellett. A két reagens közti jelentős különbséget az illó, azon belül is a CO₂ mutatja és az eltérő illóösszetétel a két olvadék különböző forrására utalhat. Azonban felmerülhet az is, hogy a két olvadéknak a forrása azonos, az illótartalomban mutatkozó különbséget azok eltérő fejlődéstörténete is magyarázhatja (8. ábra). A karbonatit a forrásától (2,5–3,0 GPa, 750–850 °C) (3) a vándorlása során egészen a köpeny klinopiroxénnel, ill. amfibolokkal történő reakciójáig a karbonát stabilitási mezőn belül vándorolt (1,5–1,8 GPa, 800–1100 °C tartományban) (4), így karbonát tartalma megőrződhetett. Az ugyanebből a forrásból felszabaduló olvadék egy része azonban vándorlása során elhagyhatta a karbonát stabilitási tartományát (~1,5 GPa, >1000 °C tartományban) (5), így a benne szállított karbonát CaO-tartalma a kőzetüvegben oldódhatott és létrehozhatta a nagy CaO-tartalmú szilikátolvadékokat, a széteső karbonát CO₂-tartalma pedig az olvadéktól szeparálódva folytathatta útját a köpenyben (<1,5 GPa, <1000 °C tartományban) (6). A fenti elképzelést támaszthatja alá a Bakony–Balaton-felvidék ultrabázisos xenolitjaiban megjelenő nagy mennyiségű primer CO₂ fluidzárvány is (TÖRÖK & DE VIVO 1995).

A köpenyben migráló, kétféle olvadék (karbonatit és Si-gazdag szilikátolvadék) azonos forrása a rendelkezésünkre álló adatok alapján egyértelműen nem bizonyítható, azonban az olvadékok főelem összetétele és a Kárpát–Pannon régió fejlődéstörténete nem mond ellent a vázolt elképzelésnek. Mindazonáltal a vizsgált olvadékok forrásának meghatározásához, az olvadékok közötti azonosságok és különbségek pontosabb felderítéséhez további vizsgálatok szükségesek, amelyek kiinduló pontját képezheti ez a munka.

Következtetések

A Bakony–Balaton-felvidék egyik legismertebb ultrabázisos zárvány lelőhelyének (Szentbékállai) felsőköpeny eredetű xenolitjaiban található szilikátolvadék-csomók a pliocén–pleisztocén vulkanizmust megelőző folyamat eredményeként jöttek létre.

A köpenyben cirkuláló karbonatitos olvadék reakcióba lépett a primer köpeny klinopiroxénnel, ill. amfibolokkal, létrehozva az olvadékcsomókat.

A karbonatitos olvadék 23–44%-ban járult hozzá a szilikátolvadék-csomók kialakulásához. Az olvadék karbonát tartalma (11–35%) helyről helyre változott a köpenyásványokkal történt reakció hatására, létrehozva a változatos kémiai összetételű szilikátolvadék-csomókat.

A karbonátmentes szilikátolvadék csomók karbonátosodott óceáni kéregből szubdukció során felszabadult savanyú olvadék, ill. primer köpenyamfibolok rekcioérmékei lehetnek.

A karbonatitos és a karbonátmentes, savanyú metasomatizáló olvadékok főelem-összetételük alapján jelentős hasonlóságot mutatnak, amelyek a két olvadék azonos forrására utalnak.

Összefoglalva mindezt feltételezhető, hogy a Pannon-medence alatti felsőköpenyben, az amfibolok kialakulása után, migrált egy a szubdukálódó óceáni kéregből felszabadult olvadék/fluidum, amelynek összetétele feltételezhetően karbonatitos volt. Az olvadék egy része a karbonát stabilitási mezéjének megfelelő körülmények között vándorolhatott és reakcióba lépett a felsőköpenyben található klinopiroxénnel, valamint amfibolokkal, létrehozva a karbonáttartalmú szilikátolvadék-csomókat. Az olvadék másik része vándorlása során elhagyhatta a karbonát stabilitási mezéjét, aminek köszönhetően magas Ca-tartalmú szilikátolvadékként folytathatta útját, amíg reakcióba lépett a köpeny amfiboljainak egy részével.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük HARANGI Szabolcsnak a MINPROG program használatában nyújtott segítségét és a hasznos konzultációkat. Köszönettel tartozunk EMBEY-ÍSZTIN Antalnak és DOBOSI Gábornak az építő jellegű kritikai észrevételekért, valamint az ELTE Kőzettani és Geokémiai Tanszék Litoszféra Kutatócsoport tagjainak munkánk során nyújtott segítségét. Ez a munka a T030846 számú OTKA pályázat támogatásával készült és a Litoszféra Kutatócsoport második publikációja.

Irodalom – References

- AMUNDSEN, H. E. F. 1987: Evidence for liquid immiscibility in the upper mantle. – *Nature* **327**, 692–695.
- BALL, E. 1999: Peridotit xenolitikok kőzettani, geokémiai vizsgálata, különös tekintettel a metasomatikus folyamatokra (Bakony–Balaton-felvidék és Kisalföld). – Diplomamunka, ELTE TTK, Kőzettan-Geokémiai Tanszék, 135 p.
- BALLHAUS, C. BERRY, R. F. & GREEN, D. H. 1991: Oxygen fugacity controls in the Earth's upper mantle. – *Letters to Nature* **348**, 437–440.
- BENCE, A. E. & ALBEE, A. L. 1968: Empirical correction factors for the electron microanalysis of silicates and oxides. – *Journal of Geol.* **76**, 382–403.
- BREY, G. P. & KÖHLER, T. P. 1990: Geothermobarometry in four phase lherzolites II. New thermobarometers and practical assessment of existing thermobarometers. – *Journal of Petrology* **31**, 1353–1378.
- DALTON, J. A. & WOOD, B. J. 1993a: The compositions of primary carbonate melts and their evolution through wallrock reaction in the mantle. – *Earth and Planetary Science Letters* **119**, 511–525.

- DALTON, J. A. & WOOD, B. J. 1993b: The partitioning of Fe and Mg between olivine and carbonate and the stability of carbonate under mantle conditions. – *Contributions to Mineralogy and Petrology* **114**, 501–509.
- DAWSON, J. B. 1984: Kimberlites II: The mantle and crust-mantle relationships (J. KORNPROBST, ed.), Elsevier Science Publishers, Holland, p. 289.
- DOWNES, H., EMBEY-ISZTIN, A. & THIRWALL 1992: Petrology and geochemistry of spinel peridotite xenoliths from the western Pannonian Basin (Hungary): evidence for an association between enrichment and texture in the upper mantle. – *Contributions to Mineralogy and Petrology* **109**, 340–354.
- DRAPER, D. S. & GREEN, T. H. 1997: P-T phase relations of silicic, alkaline, aluminous mantle xenolith glasses under anhydrous and C-O-H fluid-saturated conditions. – *Journal of Petrology* **38/9**, 1187–1224.
- EDGAR, A. D., LLOYD, F. E., FORSZTH, D. M. & BARNETT R. L. 1989: Origin of glass in upper mantle xenoliths from the Quaternary volcanics of Gees, West Eifel, Germany. – *Contributions to Mineralogy and Petrology* **103**, 277–286.
- EMBEY-ISZTIN, A., SCHARBERT, H. G., DIETRICH, H. & POULITIDIS, H. 1989: Petrology and Geochemistry of Peridotite Xenoliths in Alkali Basalts from the Transdanubian Volcanic Region, West Hungary. – *Journal of Petrology* **30/1**, 79–105.
- EMBEY-ISZTIN, A., DOWNES, H., JAMES, D. E., UPTON, B. G. J., DOBOSI, G., INGRAM, G., HARMON, R. S. & SCHARBERT, H. G. 1993: The petrogenesis of Pliocene alkaline volcanic rocks from the Pannonian Basin, Eastern Central Europe. – *Journal of Petrology* **34**, 317–343.
- FRANCIS, D. 1987: Mantle – Melt interaction recorded in spinel lherzolite xenoliths from the Alligator Lake volcanic complex, Yukon, Canada. – *Journal of Petrology* **28**, 569–597.
- FREY, F. A. & GREEN, D. H. 1974: The mineralogy, geochemistry and origin of lherzolite inclusions in Victorian basanites. – *Geochimica and Cosmochimica Acta* **38**, 1023–1059.
- HARANGI, SZ. 1990–93: MINPROG, A program-package for manipulation and interpretation of mineral chemical data. User manual. – Eötvös University, Department of Petrology and Geochemistry, 31 p.
- HARANGI, SZ., VASELLI, O., TONARINI, S., SZABÓ, Cs., HARANGI, R. & CORADOSSI, N. 1995: Petrogenesis of Neogene extension-related alkaline volcanic rocks of the Little Hungarian Plain Volcanic Field (Western Hungary). – *Acta Vulcanologica* **7/2**, 173–188.
- HARTE, B. 1983: Mantle peridotites and processes; The kimberlite sample. In: – HAWKESWORTH, C. J. & NORRIS, M. J. (eds) Continental basalts and mantle xenoliths, p. 46. Shiva, UK.
- IONOV, D. A. 1998: Trace element composition of mantle derived carbonates and coexisting phases in peridotite xenoliths from alkali basalts. – *Journal of Petrology* **125**, 375–392.
- IONOV, D. A., DUPUY, C., O'REILLY, S., KOPYLOVA, M. G. & GENSHAFT, Y. S. 1993: Carbonated peridotite xenoliths from Spitsbergen: implications for trace element signature of mantle carbonate metasomatism. – *Earth and Planetary Science Letters* **119**, 283–294.
- IONOV, D. A., O'REILLY, S., GENSHAFT, Y. S. & KOPYLOVA, M. G. 1996: Carbonate-bearing mantle peridotite xenoliths from Spitsbergen: phase relationships, mineral compositions and trace element residence. – *Contributions to Mineralogy and Petrology* **125**, 375–392.
- KURAT, G., EMBEY-ISZTIN, A., KRACHER, A. & SCHARBERT, H. 1991: The upper mantle beneath Kapfenstein and the Transdanubian Volcanic Region, E Austria and W Hungary: A comparison. – *Mineralogy and Petrology* **44**, 21–38.
- LEE, W. J. & WYLLIE, P. J. 1997: Liquid immiscibility between nephelinite and carbonatite from 1.0–25 kbar compared with mantle melt composition. – *Contributions to Mineralogy and Petrology* **127** 1–16.
- MERCIER, J. C. 1980: Single-pyroxene thermobarometry. – *Tectonophysics* **70**, 1–37.
- MORIMOTO, N., FABRIES, J., FERGUSON, A. K., GINZBURG, I. V., ROSS, M., SEIFERT, F. A., ZUSMANN, J., AOKI, K. & GOTTARDI, G. 1988: Nomenclature of pyroxenes. – *Mineralogical Magazine* **52**, 535–550.
- ROYDEN, L. H. & BURCHFIEL, B. C. 1989: Are systematic variations in thrust belt style related to plate boundary processes? (The Western Alps versus East Carpathians). – *Tectonics* **2**, 63–90.
- SCHIANO, P. & CLOCCHIATTI, R. 1994: Worldwide occurrence of silica-rich melts in sub-continental and sub-oceanic mantle minerals. – *Nature* **368**, 621–624.

- SCHIANO, P., CLOCCHIATTI, R. & JORON, J. L. 1992: Melt and fluid inclusions in basalts and xenoliths from Tahaa Island, Society archipelago: evidence for a metasomatized upper mantle. – *Earth and Planetary Science Letters* **111**, 69–82.
- STOSCH, H. G. & SECK, H. A. 1980: Geochemistry and mineralogy of two spinell peridotite suites from Dreiser Weiher, West Germany. – *Geochimica and Cosmochimica Acta*, **44**, 457–470.
- SZABÓ, CS., HARANGI, SZ. & CSONTOS, L. 1992: Review of Neogene and Quaternary volcanism of Carpathian-Pannonian region. – *Tectonophysics* **208**, 243–256.
- SZABÓ, CS., VASELLI, O., VANUCCI, R., BOTTAZZI, P., OTTOLINI, L., CORADOSSI, N. & KUBOVICS, I. 1995a: Ultramafic xenoliths from the Little Hungarian Plain (Western Hungary): a petrologic and geochemical study. – *Acta Vulcanologica* **7/2**, 249–267.
- SZABÓ, CS., HARANGI, SZ., VASELLI, O. & DOWNES, H. 1995b: Temperature and oxygen fugacity in peridotite xenoliths from the Carpathian-Pannonian Region. – *Acta Vulcanologica* **7/2**, 231–241.
- SZABÓ, CS., BODNAR, R. J. & SOBOLEV, A. V. 1996: Metasomatism associated with subduction related, volatile-rich silicate melt in the upper mantle beneath the Nógrád–Gömör Volcanic Field, Northern Hungary/Southern Slovakia: Evidence for silicate melt inclusions. – *European Journal of Mineralogy* **8**, 881–899.
- TORÖK, K. & DE VIVO, B. 1995: Fluid inclusions in upper mantle xenoliths from the Balaton Highland, Western Hungary. – *Acta Vulcanologica* **7/2**, 277–284.
- TRACY, R. J. 1980: Petrology and genetic significance of an ultramafic xenoliths suite from Tahiti. – *Earth and Planetary Science Letters* **48**, 80–96.
- YAXLEY, G. M. & GREEN, D. H. 1994: Experimental demonstration of refractory carbonate bearing eclogite and siliceous melt in the subduction regime. – *Earth and Planetary Science Letters* **128**, 313–325.
- YAXLEY, G. M., KAMENETSKY, V. GREEN, D. H. & FALLON, T. J. 1997: Glasses in mantle xenoliths from western Victoria, Australia, and their relevance to mantle processes. – *Earth and Planetary Science Letters* **148**, 433–446.
- VARELA, M. E., CLOCCHIATTI, R., MASSARE, D. & SCHIANO, P. 1998: Metasomatism in subcontinental mantle beneath Northern Patagonia (Rio Negro Patagonia), Argentina: evidence from silica-rich melt inclusions. – *Mineralogy and Petrology* **62**, 103–121.
- WOERMAN, N. E. & ROSENHAUER, M. 1985: Fluid phases and redox state of Earth's mantle. – *Fortschr. Mineral.* **63**, 263–349.
- WOOD, B. J. & BANO, S. 1973: Garnet-orthopyroxene and orthopyroxene-clinopyroxene relationships in simple and complex systems. – *Contributions to Mineralogy and Petrology* **42**, 109–124.
- ZANETTI, A., MAZZUCHELLI, M., RIVALENTI, G. & VANUCCI, R. 1999: The Finero phlogopite-peridotite massif: an example of subduction related metasomatism. – *Contributions to Mineralogy and Petrology* **134**, 107–122.

Kézirat beérkezett: 2000. 06. 14.

A Görgeteg G–I és az Udvari U–2A fúrások negyedidőszaki képződményeinek párhuzamosítása

Correlation of the Quaternary sediments in the Görgeteg G–I and the Udvari U–2A boreholes

KOLOSZÁR László¹ – LANTOS Miklós¹ – CHIKÁN Géza¹
(5 ábra)

Tárgyszavak: litosztratigráfia, magnetosztratigráfia, lösz, szárazföldi üledékek, pleisztocén, DK-Dunántúl

Key words: lithostratigraphy, magnetostratigraphy, loess, terrestrial sediments, Pleistocene, Southeastern Transdanubia

Abstract

Two different Quaternary sections from SE Transdanubia have been compared with each other. Basinfill Quaternary alluvial sediments have been deposited on Upper Pannonian formations in the Görgeteg G–I borehole in the Dráva Basin, whereas the Udvari U–2A borehole on the Tolna Hegyhát Hills intersected a hilly, subaerial sequence that also overlies Upper Pannonian strata.

The magnetostratigraphic correlations indicate that post-Pannonian deposition started approximately at the same time in both areas, at 2.0–2.1 Ma. At that time the sediments accumulated under fluvial conditions in the basin (Görgeteg G–I) during the entire Pleistocene period. The sequence can be divided into two parts by the nature of the sedimentation and the results of analytical methods. The first part is the Tengelic Formation which consists of fluvial half-cycles of the grain size, and the second is the less cyclic, partly aeolian Marcali Sand Formation.

The sedimentation is essentially different from the Tolna Hegyhát Hills (Udvari–2A). Here, the older part of the Quaternary sequence is also represented by the Tengelic Formation deposited on a higher level. Above the basal, alluvial, coarse-grained strata, eluvial-deluvial variegated clay has been deposited on a dried up flood plain overlain by residual red clay. The overlying loess sequence is the most complete recorded in Hungary to date.

The development of both basin and subaerial heteropic facies can be explained by changes in palaeogeography and history during the Pleistocene period. The Dráva Basin and the Tolna Hegyhát Hills became sedimentary basin almost at the same time, during the Early Pleistocene period, as a result of a regional subsidence after the strong tectonic events and erosion at the end of Pannonian period. This is proved by the identical facies of the basal strata and their same ages. Subsequent differences in sedimentation may have been due to differences in subsidence in the two areas.

The fluvio-lacustrine sedimentation of the Holocene period was generated by a continuous and nearly uniform subsidence in the basin. On the area of the Tolna Hegyhát Hills, the basin was filled up progressively during the deposition of the Tengelic Formation, up until the beginning of the deposition of loess (~1.07 Ma). The large thickness and undisturbed bedding of the Paks Loess Formation indicate that the immediate vicinity of the Udvari U–2A borehole remained as a sedimentary basin during younger parts of the Pleistocene period. The erosional intervals which appear to be present in the section are not verified by sedimentary features. A minor gap in the Olduvai chron can be inferred from the lack of pyroclasts belonging to the basalt volcanism at Bár.

The matrix of a 1.3 m thick bentonitic clay layer at the lower part of the Görgeteg G–I borehole probably belongs to the basalt volcanism at Bár. An age of 1.9 Ma can be estimated for the bentonitic clay layer in the borehole from magnetostratigraphic correlation. The basalt drilled at Bár has an age of 2.17 ± 0.17 Ma (BALOGH et al. 1986). The magnetostratigraphic age falls to the interval of double standard deviation (95% level of probability).

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

Összefoglalás

A szerzők két különböző fáciesű DK-dunántúli negyedidőszaki rétegsort hasonlítanak össze a Dráva-medence (Görgeteg G–I fúrás), illetve a Tolnai-Hegyhát (Udvari U–2A fúrás) területéről. A Görgeteg–I fúrás medencekitöltő, alluvialis, az Udvari–2A fúrás dombvidéki, száraztérzíni kvarter szelvényt tárt fel felső-pannoniai formációkra települve.

A magnetosztatográfiai korreláció szerint mindkét területen nagyjából egyidőben, kb. 2,0–2,1 millió évvel ezelőtt kezdődött a posztpannon üledékképződés. A medenceterületen (Görgeteg–I) ezt követően végig folyóvízi üledékképződés zajlott a pleisztocén folyamán. Az üledékegyüttes a szedimentáció jellege és az anyagvizsgálati eredmények alapján két részre tagolható: a folyóvízi szemnagysági félciklusokból felépülő Tengelici Formációra és a ciklikus bélyegeket kevésbé mutató, részben eolikus Marcali Homok Formációra.

Ezzel egyidőben alapvetően eltérő üledékképződés folyt a Tolnai-Hegyhát (Udvari–2A) területén. Az itteni kvarter kifejlődés idősebb összelete ugyancsak a Tengelici Formáció, csak magasabb térszíni kifejlődésben. A durvaszemcsés folyóvízi bázisrétegsor fölött a kiszáradó ártéren eluviális-deluviális tarkaagyagos összlet, majd reziduális vörösgyagag keletkezett. E fölött az eddig megismert legteljesebb magyarországi löszrétegsor települ.

A pleisztocén folyamán medencebeli és száraztérzíni heteropikus fáciesek kialakulásának ősföldrajzi, fejlődéstörténeti okai vannak. A Dráva-medence és a Tolnai-Hegyhát nagyjából egyidőben – a kora-pleisztocénben – vált üledékegyüttvé a megelőző pannonnvégi erőteljes tektonikai események és lepusztulás után regionális süllyedés eredményeképpen, mint ezt a bázisrétegsorok azonos fáciesű és képződési ideje bizonyítja. A későbbiekben kialakult üledékképződési különbségek valószínűleg a két területre sz differenciált süllyedésének eredményei.

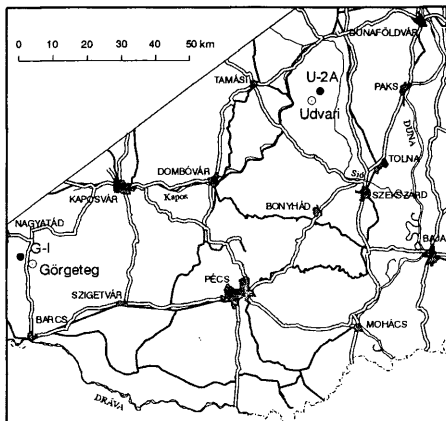
A medenceterületen a holocénig tartó fluviolakusztikus üledékképződés a folyamatos és nagyjából egyenletes süllyedésnek köszönhető. A Tolnai-Hegyhát területén az üledékegyütő fokozatos feltöltődése zajlott a Tengelici Formáció keletkezése alatt egészen a löszképződés megindulásáig, kb. 1,07 Ma évig. A Paksi Löss Formáció nagy vastagsága és nyugodt települése azt jelzi, hogy Udvari közvetlen környéke változatlanul üledékegyütő térszín maradt a pleisztocén további részében is. A feltételezhető lepusztulási intervallumokat szedimentológiai jelenségek nem bizonyítják a rétegsorban. Egy kisebb üledékhányt valószínűsíthetünk az Olduvai kronban, mert a bárri bazaltvulkanizmus piroklasztikumának nincs nyoma a szelvényben.

A Görgeteg–I fúrás alsó szakaszán harántolt 1,3 méter vastag bentonitos agygréteg alapanyagának a bárri bazaltvulkanizmus piroklasztikumát valószínűsítjük. A fúrásban harántolt bentonitos agygréteg korát a magnetosztatográfiai korreláció alapján 1,9 Ma-re becsüljük. A Báron megfúrt bazalt radiometrikus kora $2,17 \pm 0,17$ Ma (BALOGH et al. 1986). A két érték a kétszeres szóráson belül (95% megbízhatósági szint) egyezik.

Bevezetés

A Görgeteg G–I földtani alapfúrás 1991. évben mélyült, végig magvételes módszerrel 501,0 m mélységig (1. ábra). Célja a Dráva-medence É-i része újkainozoos rétegsorának megismerése volt. A fúrás az általánosan ismert DK-dunántúli kvarter kifejlődésektől jelentős mértékben eltérő összletet tárt fel (CHIKÁN & CHIKÁNNÉ 1993). A kissé északabbi területen oly jellemzőnek számító alsó-pleisztocén sárga, barna, vörös tarkaagyagos szárazföldi képződmények, valamint a löszformáció hiányoznak a rétegsorból. A harántolt 270,2 m vastagságú negyedidőszaki képződménysor legnagyobb részét folyóvízi szállítású, szél által többé-kevésbé átmozgatott, áthalmozott üledékek alkotják. Az összlet tipikus síkvidéki, medencekitöltő kifejlődés.

Az Udvari U–2A földtani alapfúrás 1996. évben mélyült, végig magvételes módszerrel 170,4 m mélységig (1. ábra). Célja a Tolnai-Hegyhát posztpannoniai képződményeinek megismerése volt. A fúrás 150,3 m vastag negyedidőszaki



1. ábra. A vizsgált fúrások topográfiai helyzete

Fig. 1 Location map

rétegsorát alapvetően két részre lehetett osztani: a folyóvízi, illetve kiszáradó ártéri fáciesű szárazföldi „tarkaagyagos” Tengelici Formációra, valamint a löszformációra (KOLOSZÁR 1997). A negyedidőszaki rétegsor tipikus dombvidéki, száraztérszíni kifejlődésű.

A medencebeli és a dombvidéki üledékgyűjtők eltérő fáciesű képződményeinek finomrétegtani párhuzamosítására a két fúrás rétegsora alapján nincs lehetőség. Dolgozatunkban az eltérő kifejlődések jellemzésére és összehasonlítására vállalkozunk, a magnetosztatográfiai korreláció alapján valószínűsítve, hogy azok egymás heteropikus fáciesei.

A fúrásokban harántolt képződmények

Mindkét fúrás teljes hosszában felső-pannóniai, illetve kvarter üledékes rétegsort harántolt. A negyedidőszaki szárazföldi képződmények fekéjében az eltérő mértékű posztpannon kiemelkedés és lepusztulás következtében a felső-pannóniai összlet különböző formációi találhatóak a két területrészén. Ezekkel a formációkkal csak érintőlegesen foglalkozunk, miután a dolgozat témája a negyedidőszaki kifejlődések összehasonlítása.

Pannóniai (s. l.) képződmények

A medenceterületen a felső-pannóniai összletet 230,8 m vastagságban, 501,0–270,2 m között harántolta a Görgeteg G–I fúrás. A fúrásban a Toronyi Lignit Formáció alkotja a kvarter sorozat fekéjét (2. ábra). A formáció jellegzetes kifejlődésű, szürke, felső részén tarka agyagmárgás aleurit és finom-, aprószemű homok váltakozásából álló sorozat, 20 db, változó vastagságú lignit betele-

püléssel. A formáció fekjűt a fúrás nem tárta fel, fedőjét a diszkordánsan települő Tengseli Formáció alkotja.

A Tolnai-Hegyháton az Udvari U–2A fúrásban a Tihanyi Formáció alkotja a kvarter képződmények fekjűt (2. ábra). A fúrás 150,3 métertől a talpig, 170,4 méterig harántolt felső-pannóniai üledékeket. Az összletet finomszemű törmelées közöttípusok alkotják, uralkodóan középészürke aleurit, agyagos aleurit. A felső részen az oxidáció következtében színe világosbarnára változott, és a szemcseméret is durvul. Ezt a szintet jól rétegzett, finomszemű homok, kőzetlisztes finomhomok építi fel, agyagos aleurolit közbetelepüléssel. A felső-pannóniai összlet fekjűt a fúrás nem tárta fel, a fedőben a Tengseli Formáció települ diszkordánsan.

Negyedidőszaki képződmények

Tengseli Formáció a síkvidéki (medencekitöltő) területen – Görgeteg G–I fúrás

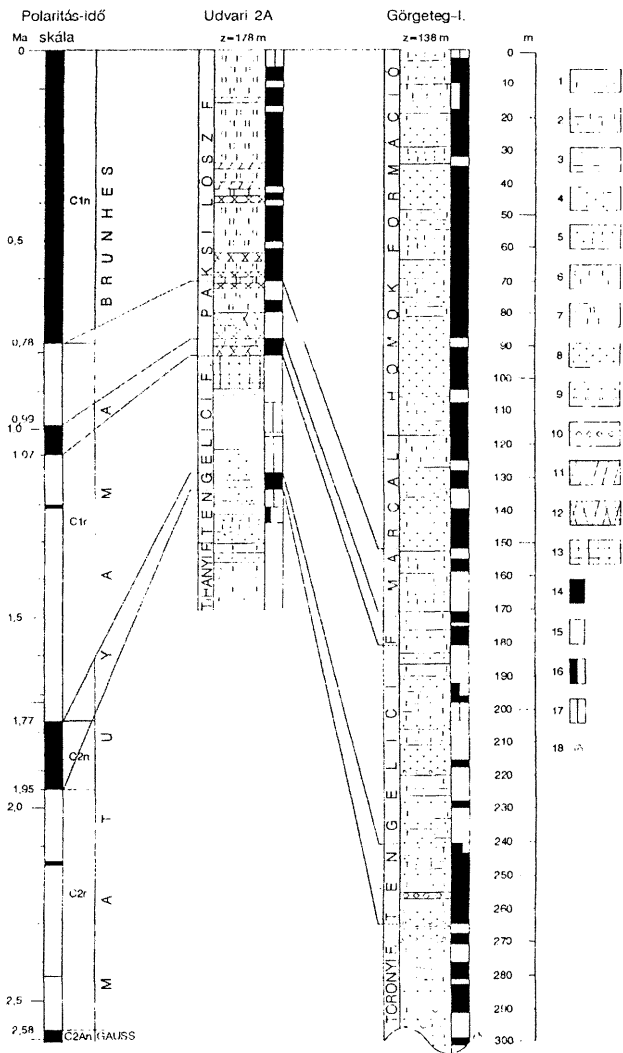
A síkvidéki kifejlődési területen, a Dráva-medencében szürke, sárga, tarka homok és agyagmárgás aleurit váltakozásából épül fel a formáció, az alsó részén egy bentonitos agyag betelepüléssel.

A Görgeteg G–I fúrás 270,2–170,5 m között harántolta (2. ábra). A formáció alja éles litológiai határ: a zöldesszürke-sárgásszürke agyagmárgás kőzetliszt és finomszemű homok váltakozásából felépülő felső-pannóniai összletre kavicsos homok települ, mint a Tengseli Formáció legidősebb, cikluskezdő rétege. Mindkét réteg vízszintes településű, szögdiszkordancia nem látszik. A bázis-réteget alkotó szürke, rosszul osztályozott, közép-, durvaszemű homokban közepesen kerekített, főleg kvarc, továbbá kvarcit és metamorfit anyagú kavicsok találhatóak. 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

2. ábra. → A vizsgált 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, kiegészítve MÁRTON lektori véleménye szerint. Jelmagyarázat: 1. kőzetlisztes agyagmárga, 2. agyagos kőzetliszt, 3. agyag, 4. agyagos homok, 5. homokos kőzetliszt, 6. kőzetliszt, 7. lősz, 8. homok, 9. homokos kavics, 10. bentonit, 11. a fiatal lőszsorozat paleotalajhorizontjai, 12. az idős lőszsorozat paleotalajhorizontjai, 13. a Tengseli 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. 2 → Lithology and magnetic polarity zones of the two 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. 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 Tengseli Formation, 14 normal polarity, 15 reversed polarity, 16 mixed polarity, 17 no samples, 18 first occurrence of the fauna surely older than Pleistocene



összlet a Marcali Homok Formációnak feleltethető meg. A határ valószínűleg konkordáns.

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

A röntgendiffrakciós és a 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 áthalmozásra utal, amely során az oxidatív (goethites) üledék redukzív (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) bázis-reflexiójának félerékszélesség markáns változása a szelvényben 272,3–280,0 m között (3. ábra) (BOGNÁR et al. 1993).

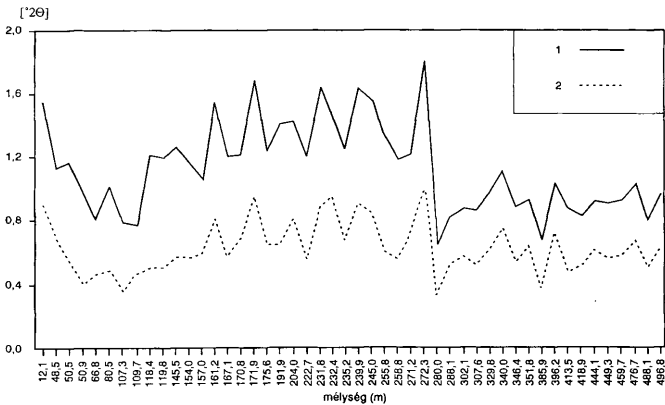
Ezek az anyagvizsgálati eredmények is alátámasztják a 270,2 m-nél tapasztalható litológiai váltásnál meghúzott felső-pannóniai–pleisztocén határt, így ezt tekintjük a Tengelici Formáció aljának.

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 szemeloszlás 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 (2. ábra). 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 szemnagysággal. A 219,7 m-ben kezdődő félciklus bázisrétegében agyag- és mészkonkréció kavicsokból álló intraformációs konglomerátum települ. A homokrégekre változó, felfelé finomodó szemnagyságú, szürke, zöldesszürke, ibolyásszürke 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.

255,8–257,1 m között barnásszürke színű, kemény, szögletes törésű, bentonitos agyagréteg települ.

Az összlet homok és kőzetliszt rétegeire a mikrokeresztrétegzettség, lencsés keresztrétegzettség jellemző. A változó mennyiségű muszkovitlenczék általában



3. ábra. Az illit (001) bázisreflexió féllértékszélességének ($^{\circ}2\theta$) változásai. Jelmagyarázat: 2μ frakcióból készített orientált preparátumra elvégzett röntgendiffrakciós felvételek 1. etilén-glikolos kezelés után ($60^{\circ}/12</math> óra), 2. kezeletlenül felkent állapotban$

Fig. 3 Changes of the half width value ($^{\circ}2\theta$) of the (001) peak of the illite. Legend: X-ray diffractograms of the 2μ fraction on 1. ethylen-glycolated and 2. untreated oriented preparates

párhuzamosan rendezettek, ritkábban bioturbált az anyag. A rétegsorra a szenesedett növényi törmelékeken kívül, az egyes szakaszokon összesomott, illetve ritkábban autochton helyzetű „*Unio wetzleri*” és *Pisidium* héjtöredékek is jellemzők.

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

Tengelici Formáció a dombvidéki (száraztérészini) területen – Udvari U–2A fúrás

A dombvidéki kifejlődési területén, a Tolnai-Hegyháton az Udvari U–2A fúrás 150,3–93,3 m között harántolta a szárazföldi törmelékes üledékes Tengelici Formáció képződményeit (2. ábra).

A formáció diszkordánsan települ a felső-pannóniai Tihanyi Formációra, alja jellegzetes pleisztocén cikluskezdő réteg. A formációhatár alatt az idősebb összlet finoman rétegzett, laminált, fölötté a szárazföldi réteg homogén, rétegzetlen, durvább szemű. Mindkét összlet települése vízszintes, szögdiszkordancia nincs közöttük, de az üledékképződési különbség határozott.

Az 57 m vastagságú szárazföldi rétegsor a kőzettani összetétel és a képződési környezet változásai alapján három részre osztható:

1. 150,3–137,8 m között egy folyóvízi félciklus jelölhető ki a terepi leírás, a szemeloszlás és a karottázs szelvény alapján. A bázisréteg világosbarna–szürkésbarna, jól osztályozott, rosszul kerekített, muszkovitos, homogén finomszemű kvarchomok. Felső határa 145,8 m. JÁMBOR (1997) ezt a réteghatárt tekinti a felsőpannoniai–pleisztocén határnak, de véleményünk szerint a tipikus félciklus bázisréteg jelleg már pleisztocén kifejlődésre utal. Az anyagvizsgálati eredmények alapján, a határ környékén – 142–153 m között – átmeneti jellegeket mutató, bizonyos tulajdonságaikban mindkét formációtól különböző szakasz jelölhető ki (FÖLDEVÁRI et al. 1999). A félciklus felső szakaszán két lépcsőben, hirtelen változásokkal lecsökken a szemcsenagyság, 145,8–140,4 m között kőzetlisztes finomszemű homok települ, majd 140,4–137,8 m között tarkaagyag, mint a félciklus zárórtege.

Az Udvari U–2A fúrás Tengelici Formációjának ezen szakasza U – 150,3–137,8 m között – tipikus fluviolakusztikus fáciesű törmelékes üledékegyüttes, és mint bázisösszlet, jól párhuzamosítható a Görgeteg G–I fúrás Tengelici Formációjának megegyező fáciesű – 270,2–251,4 között települő – pleisztocén cikluskezdő rétegsorával.

2. 137,8–103,0 m között tarkaagyagos sorozat települ. A felfelé finomodó szemnagyságú törmelékes rétegsor alsó részén átmeneti szakasz található, ahol a finomhomok-frakció 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 egész összlet rétegtetlen, tömeges, a rétegekjelölések a színváltozásokhoz köthetők. Az összlet tarka, színe a világosbarnától-sárgásbarnától a vörösesbarnán át a sötétbarnáig 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. A limonit-mangándioxid kicsapódása a legsötétebbre festődött szintekben rétegszerűen jelenik meg, emellett szórtan gömb alakú, 1–5 mm-es, fekete limonit-mangándioxid pizoidokat is tartalmaz. Az egész összlet erősen kötött, jól cementált, kiszáradva leveles elválású, mozaikos törésű. Két helyen 45–50°-os dőlésű, szabálytalan lefutású, fényes, párhuzamos és közel függőleges irányú csúszási nyomokat-karcokat tartalmazó atektonikus síkok figyelhetők meg.

Az összlet túlnyomórészt kiszáradó ártéri, esetenként mocsári képződmény, epizodikus folyóvízi anyagbeszállítódással. Tarka színe a redoxpotenciál gyakori változásának, a redukív kiszáradási és az oxidatív előntési periódusok váltakozásának köszönhető. Eluviális-deluviális és részben alluviális genetikájú rétegsor. Ilyen összlet a Görgeteg G–I fúrás Tengelici Formációjának rétegsorában nem található.

3. 103,0–93,3 méter között a szárazföldi törmelékes összlet zárótagja települ. Ez a szint fosszilis talajsorozat. 97,0–103,0 m között található az idősebb talaj, melynek alsó, félméteres szakaszán mészfelhalmozódási szint is kialakult. A kőzet barnászörös színű, szürke–zöldesszürke foltos, anyaga csillámmentes agyag, szórt elhelyezkedésű mészkonkréciókkal. A mészfelhalmozódási szint világos-

barna, fehér foltos, ezen a szakaszon a mállott, gyengén összecementált mészkonkréciók dominálnak.

A terepi feldolgozás során ennek a talajnak a tetejénél húztuk meg a Tengelici és a Paksi Löss Formáció közti határt. JÁMBOR (1997) véleménye szerint a szárazföldi törmelékes összlet felső határa az általunk paleotalajnak tekintett szint közepe táján, 101,2 méternél jelölhető ki.

A két összlet közötti határ pontosításához az egyes minták agyagásványaihoz kötődő molekuláris víztartalom mennyiségét használtuk fel, mely a termoanalitikai 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 (FÖLDVÁRI et al. 1999) – de biztos adatunk csak 93,3 m-ben van, úgyhogy ezt fogadjuk 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 talaj élénkvörösteiglavörös színű, homogén, rétegzetlen, szórtan limonit-mangándioxid pizoidos kőzetlisztes agyag, alján 0,3 m vastag mészfelhalmozódási szinittel.

Az Udvari U-2A fúrás Tengelici Formációjának ezen majd 10 m vastag zárórétegsora eluviális genetikájú reziduálisan keletkezett mediterrán (terra rossa) típusú paleotalaj. Ilyen összlet a Görgeteg G-I fúrás Tengelici Formációjának rétegsorában nem található.

A formáció felső határán az üledékképződés folyamatosnak tűnik, litológiai változás nem látszik, diszkordancia nem tapasztalható. MÁRTON (1998) feltételezését elfogadva 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 (2. ábra). A fent 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 formáció fedőjében a Paksi Löss Formáció települ.

Marcali Homok Formáció a síkvidéki (medencekitöltő) területen – Görgeteg G-I fúrás

A formációt a Görgeteg G-I fúrás 170,5–4,2 m között harántolta (2. ábra). Alsó határán az üledékképződés folyamatosnak tűnik, a település konkordáns. Az összlet uralkodóan jól kerekített szemcsékből álló, túlnyomórészt szürke színű homok, kőzetlisztes homok, homokos kőzetliszt, kőzetliszt rétegekből áll. A réteghatárokon mindenhol folyamatos és fokozatos szemnagysági változást figyelhettünk meg.

A homokban a szabad szemmel elkülöníthető két fő ásványi alkotó a kvarc és – jóval kisebb mennyiségben – a muszkovit. A homokrétegek szürke, zöldes-szürke színűek, egyes szakaszokon sárgásszürke foltosak. A rétegsor felső 30 m-

es szakaszán a kvarcsemcséket limonit színezi, vékony kéreg, illetve bevonat formájában. Többnyire jól osztályozott, finom-, ritkábban közepszemű. A homok általában laza, rétegzetlen. Elszórtan szenesedett növényi törmelék, s egyes szakaszokon összehalmozott mollusca faunahéjtöredékek figyelhetők meg benne. A formáción belül található a kvarter rétegsor legvastagabb homokrétege, melynek vastagsága több mint 24 m, és e rétegen belül a szemnagyság alig változik.

Az összletben végig jelentős a szél által megmunkált homokszemcsék mennyisége. A koptatottsági vizsgálatok eredményei jól tükrözik a képződmény származását, a folyóvíz által szállított szemcsék szél általi áthalmazódást szenvedtek. A K-index a rétegcsoport felső, nagyobbik részén – mintegy 150 m-ig – 2,0 fölött van, ami egyértelműen jelzi a szél hatását. A koptatottsági vizsgálatok szerint éles határ mutatkozik a pleisztocén rétegsor 157,0 m fölötti, illetve 185,0 m alatti szakaszán. 157,0 m fölött a szemcsék nagyobb része jól vagy közepesen gömbölyödött, szilánkos vagy élein koptatott szemcse kevés, míg 185,0 m alatt élein alig vagy kissé koptatott szemcsék a jellemzőek. A szél általi áthalmazás nagyjából a pleisztocén összletet alkotó két formáció határán kezdődött.

A rétegsor felépítésében a vastagabb, viszonylag durvábszemű homokszintek dominálnak, vékonyabb finomabbszemű közbetelepülésekkel. A kőzetliszt, homokos kőzetliszt rétegekben a kvarc mellett már több a muszkovitcsillámok mennyisége. E kőzet típusok színére is a szürke dominanciája jellemző, a felső szakaszon sárga foltokkal, míg a mélyebb részeken a szerves színezőanyagok következtében sötétszürke, ibolyásszürke árnyalatokkal. A rétegsor e szakaszán ezekhez a finomszemű üledékekhez kapcsolódik a szervesanyag-tartalom, részben diszperz, részben határozott körvonalú, szenesedett növényi törmelék formájában.

A formáció 166,3 m vastag rétegsora változó felépítésű üledékképződési szemnagysági félciklusokból épül fel. A szemeloszlás és a karottázs alapján négy nagyobb vastagságú félciklus különíthető el. A félciklusok határai itt elmosdottabban jelentkeznek, mint a Tengelici Formáció esetében. A legalsónak – 170–143 m között – a legkevésbé fokozatosan finomodó szemnagyságú a belső felépítése, a többi – 143–106 m, 106–49 m, 49–10 m között – vastag homokrétegekkel kezdődik, és ha belső ingadozásokkal is, de felfelé fokozatosan finomodó félciklusok (2. ábra).

A rétegsor felső 4,2 m vastag szakaszát, mely kiválóan kerekített, kőzetliszt tartalmú futóhomok szürkésbarna színű talajosodásra utaló sávokkal, a holocénbe soroltuk.

A Görgeteg G–I fúrásban harántolt Marcali Homok Formáció túlnyomórészt folyóvízi eredetű, részben eolikusán áttelepített törmelékes üledékegyüttes. A fúrás 4,2–0,0 m közti szakaszában jelenkori futóhomok kifejlődés zárja a rétegsort.

Paksi Löss Formáció a dombvidéki (száraztér-színi) területen – Udvari U–2A fúrás

A formációt az Udvari U–2A fúrás 93,3–0,85 m között harántolta (2. ábra). A fúrásban feltárt löszrétegsor az eddig megismert legvastagabb és legteljesebb

hazai szelvény. A rétegsort a paksi téglagyári szelvény 1995-ben revidiált rétegtani egységei alapján tagoljuk (PÉCSI et al. 1995; PÉCSI 1995).

1. 93,3–68,3 m között az idős löszsorozat alsó összlete települ. A löszformáció bázisán kifejlődött három vastag, élénkvrös–téglavrös fosszilis talajhorizont jól korrelálható az összesített paksi téglagyári szelvény legalsó vrörsztalajhorizontjaival, a Pv1–3 talajokkal. Az udvari fúrásban a legalsó – Pv3 jelű – paleotalaj fokozatos átmenettel fejlődik ki a Tengelici Formáció felső fosszilis talajsintjéből. Az idős löszsorozat alsó összletével korrelálható rétegsorban összesen hat fosszilis, mediterrán típusú talajsintet – négy paleotalaj horizontot és két alhorizontot – lehetett elkülöníteni, melyek közül a felső három színe már nem élénkvrös, hanem vrösesbarna, barnásvrös. A PDK jelű fosszilis talajt csak vékony löszréteg választja el a Pv1-től, majd egy 7,4 m vastag löszhorizont fölött a Paks Dupla talajkomplexum települ. A paleotalaj-szintek erősen kötöttek, homogének, rétegzetlenek. A nem talajosodott löszhorizontok vastagsága 1–7 méter között változik. Túlnyomórészt fakósárga, piszkossárga színű a kőzet, de két szintben okkersárga színű, barna foltos. Ezek a paleotalaj-szintek alatti, illetve közötti átmeneti szakaszok, ahol a barna foltosságot az áthalmazott löszpizoidok okozzák. A lösz kőzetanilag homogén, gyengén finomcsillámos kőzetliszt, mészkonkréciók szintekkel tagolva. A mészkonkréciók szórtn az egész lösz-összletben megtalálhatók, de néhány helyen rétegszerű betelepülésként jelentkeznek. A konkréciók mérete 1–8 cm között változik, szövetük aprókristályos.

2. 68,3–43,7 m között az idős löszsorozat felső összlete települ. Ezen a szakaszon a típusos lösz kifejlődés dominál. Mindössze két paleotalaj betelepülés bontja meg az igen homogén löszrétegsort. Mindkettő vrösesbarna színű barna erdőtalaj típusú paleotalaj, melyek közül az alsó a paksi homokos talajkomplexum (Ph) szintjében települ, a felső a Mende Bázis fosszilis talajkomplexummal párhuzamosítható. A teljes löszrétegsort vizsgálva csak ezen a szakaszon jelentkezik reduktív közegben, vízzel borított térszínen keletkezett kőzettípus, az ún. „mocsári lösz”. Ennek a szakasznak az alsó részén, 61,7–62,6 m között, világosszürke színű, közepesen kötött, rétegzetlen, homogén, jól osztályozott, csillámmentes kőzetliszt-betelepülés található.

3. 43,7–14,0 m között a fiatal löszsorozat alsó összlete települ. Itt is a típusos lösz kifejlődés uralkodik, négy sötétbarna–szürkésbarna színű, vékony, csernozjom barna erdőtalaj típusú paleotalaj betelepüléssel. Ezek pontosan párhuzamosíthatók a Basaharc Alsó, Basaharc Dupla és Mende Felső talajkomplexumokkal (a Basaharc Dupla paleotalaj két alhorizontból épül fel). Anyagát tekintve mind a négy csillámmentes, kőzetlisztes agyag. Jól kifejlett mészfelhalmozódási, cementációs szint a Mende Felső talajhorizont alján alakult ki, valamint a Basaharc Dupla talajkomplexum közötti réteg egy nagyobb mésztartalmú szint két paleotalaj között. Nagyobb mennyiségben a mészkonkréciók is ettől a szakasztól lefelé jelentkeznek a löszformációban. A vastag, homogén típusos lösz rétegek fakósárga, szürkésárga színűek, apró, sötétbarna limonit-mangánpettyesek és fehér mészeresek, mészpelyhesek. Anyaguk gyengén–közepesen csillámos kőzetliszt, apró mészgöbcecsetek csak elvéve tartalmaznak. A kőzet jól osztályozott, szemcsenagyságbeli változás nem látszik, homogén, rétegzetlen.

4. 14,0–0,85 m között a fiatal löszsorozat felső összelete települ. Egy csernozjom jellegű paleotalaj-horizontot tartalmaz az alsó szakaszán. A fosszilis talajréteg szürke-barnásszürke színű, lazán kötött, morzsalékosan széteső. A löszrétgsor e felső szakasza egy majd 10 méter vastag, homogén, rétegzetlen, közepesen csillámos, jól osztályozott kőzetliszt-réteggel fejeződik be. Ez fakósárga, piszkossárga, barna színű mangán- és vöröses limonitpettyes, néhol gyengén mészes. A rétegsor felső 0,85 m vastag szakasza a jelenkori mezőségi típusú talajszintet tárta fel.

Magnetosztratigráfia

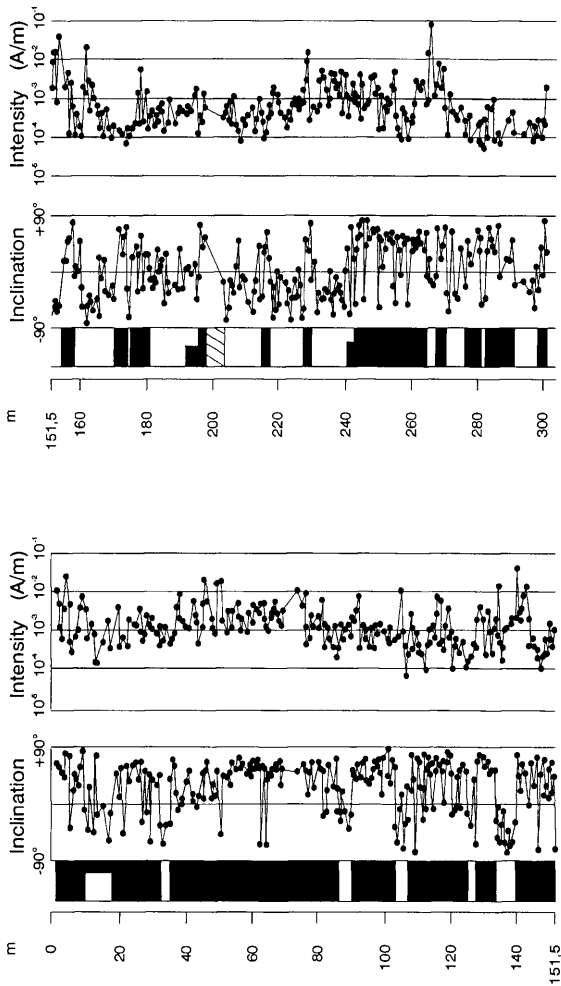
Az Udvari U–2A fúrásból méterenként, illetve rétegenként történt mintavétel mágneses mérésekre, utólagosan a magraktárban. A paleomágneses feldolgozás eredményei, valamint azok értelmezése MÁRTON (1998) jelentésében található meg.

A Görgeteg G–I fúrás paleomágneses vizsgálata

A mintákat 0,5 m-ként gyűjtötték a fúrásnál az ép, eredeti kőzetekből. A zavart, szétesett magokat és a paleomágneses mérésekre alkalmatlan kőzeteket (például kavics) nem mintázták meg. A homokból vettek mintát, mert tapasztalataink alapján a fúrásból származó, nem oxidált homok megfelelő mintavétel esetén jó eredményt ad. Összesen 939 mintát gyűjtöttek, a mintákat kocka alakú műanyag dobozba tették, majd légmentesen lezárták.

A minták mágnesezettségét a Magyar Állami Földtani Intézet és az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet közös magnetosztratigráfiai laboratóriumában mértük meg egy CCL gyártmányú kriogén magnetométeren, amelynek zajszintje $3\text{--}5 \times 10^{-5}$ A/m volt. A természetes remanens mágnesezettség (NRM) megmérése után 24 „pilot” mintát választottunk ki úgy, hogy azok mind a kőzettípusok, mind a mélység, mind a mágneses sajátosságok (irány, intenzitás) tekintetében reprezentatívak legyenek. A pilotmintákat váltótérben lépésenként teljesen lemágneseztük egy Schonstedt GSD–1 típusú egykomponenses váltótérű berendezéssel. A kevésbé stabil másodlagos mágnesezettség 15–20 mT lemágnesezés után tűnt el, egyes esetekben 30 mT-nál. A minták többségénél az inklináció nem váltott előjelet a lemágnesezés során, amint az a fúrásnál gyűjtött üde mintáknál általános.

A lemágnesezési görbék kiértékelése alapján a többi mintát 15–30 mT váltótérben mágneseztük le, egy vagy két lépésben. Azokat a mintákat, amelyeknek nem volt stabil mágnesezettségük vagy a mérési hibájuk nagy volt, nem vettük figyelembe. A minták inklinációit szelvényben ábrázoltuk (4. ábra). A szelvényen viszonylag sok az egyponos átfordulás és egyes fordított szakaszokon a nulla körüli inklinációk. Ezek a kiüti értékek főleg homokrétegekben fordulnak elő, és valószínűleg utólagos ásványátalakulás (elsősorban oxidáció) eredményei, így nem az eredeti mágnesezettséget tükrözik. A fúrás polaritás zónáit az inklináció előjele alapján határoztuk meg, felhasználva az inklináció



4. ábra. A Görgeteg G-1 fúrás polaritás, inklináció és mágneses intenzitás szelvénye
 Fig. 4 Polarity, inclination and magnetic intensity records for borehole Görgeteg G-1

lemágnesezés alatt mutatott menetét is. A kiütő értékeket és az 1 m-nél vékonyabb zónákat nem vettük figyelembe.

A mágnesezettség hordozója a röntgendiffrakciós vizsgálatok szerint hematit, és a minták goethitet csak 171,9 m alatt tartalmaztak (BOGNÁR et al. 1993; KOVÁCS-PÁLFFY P. szóbeli közlés). A hematit valószínűleg eredeti, törmelékes eredetű. Ezt támasztja alá a szelvény sok polaritásváltása is. Ha ugyanis a mágnesezettség végig másodlagos eredetű lenne, a polaritásnak is egyformának kellene lennie.

A szelvények magnetosztatográfiai korrelációja

Mindkét szelvény felső része normál polaritású (2. ábra). A Görgeteg G–I fúrásban a Marcali Homok kora molluszkával igazoltan pleisztocén (KROLOPP 1992), ezért a 0–151,5 m közötti, dominánsan normál polaritású szakasz a Brunhes kronnak felel meg, a 151,5–170,5 m közötti intervallum a Matuyama kronnak (0,78–2,58 Ma, 2. ábra). A szelvényen 133,5–139,7 m között egy viszonylag vastag fordított polaritású szakasz van egy homokrétgeben, amely valószínűleg gyorsan halmozódott fel, és így rövid idő-intervallumot képvisel. A szelvényeken a Brunhes kronban több rövid, fordított polaritású intervallum van és a Matuyama kronban több rövid, normál polaritású szakasz. Ezeket a BERGGREN et al. (1995) polaritás-idő skála nem tartalmazza, de több helyen kimutatták (pl. CHAMPION et al. 1988; SINGER et al. 1999).

A Paks-Dunakömlőd területen a löszformáció a molluszka fauna alapján pleisztocén korú (PÉCSI et al. 1979; WAGNER 1979), és a felső normál polaritású része a Brunhes kronnal, az alsó fordított polaritású intervalluma a Matuyama kronnal korrelál. Az udvari szelvényen nincs közvetlen koradat, de a löszhorizontok és a talajkomplexumok jól azonosíthatóak a Paks–Dunakömlőd terület szelvényeivel, így joggal feltételezhető, hogy a löszformáció felső részén lévő normál polaritású intervallum itt is a Brunhes kronnak, és az alatta lévő fordított polaritású intervallum a Matuyama kronnak felel meg (2. ábra).

A Tengelic Formáció teteje a Görgeteg G–I fúrásban a molluszkák alapján pleisztocén korú (KROLOPP 1992). A 255,8–257,1 m között települő barnásszürke színű, kemény, szögletes törésű, bentonitos agyagréteg valószínűleg egykori piroklasztikum szórás mállásterméke, és képződése a $2,17 \pm 0,17$ Ma korú (BALOGH et al. 1986) bár bazaltvulkanizmussal hozható összefüggésbe.

A bentonitos agyagréteg a C_{2n} jelű Olduvai szubkron idején keletkezett, amelynek kora 1,77–1,95 Ma (BERGGREN et al. 1995). A bentonitos réteg korát 1,9 Ma-re becsüljük, jó egyezésben a radiometrikus korral. Ezzel kapcsolatban egy tévhitet szeretnénk eloszlatni. A valószínűségszámítás szerint a szórás (σ) azt jelenti, hogy a legvalószínűbb érték 68%-os valószínűséggel van az átlag körüli $\pm\sigma$ intervallumban, nem pedig teljes bizonyossággal. Annak a valószínűsége, hogy a legvalószínűbb érték az átlag körüli $\pm 2\sigma$ intervallumban van, 95%, a $\pm 3\sigma$ tartományban pedig 99,7%. A bár bazalt kora tehát 68%-os valószínűséggel 2,00–2,34 Ma, 95%-os valószínűséggel 1,83–2,51 Ma, az általunk 1,9 Ma-re becsült érték ebbe az intervallumba esik.

A különböző ősmaradvány vizsgálatok is nagymértékben hozzájárultak a jó rétegtani besoroláshoz, bár a felső-pannóniai–pleisztocén határt csak viszonylag

nagy intervallumban lehetett segítségükkel behatárolni. KROLOPP (1992) malakológiai vizsgálata szerint 237 m-nél nagy valószínűséggel, 299 m-nél, majd ez alatt pedig biztosan pleisztocénnél idősebb taxonokkal azonosítható példányok kerültek elő (2. ábra). A pollenvizsgálatok alapján a felső-pannóniai-pleisztocén határ 288,3–326,5 m közé tehető, mert az asszociáció rendkívüli elszegényesedése 288,3 m-ben tapasztalható először (NAGY T-né 1992).

Az összes vizsgálati adatot figyelembe véve valószínűnek tartjuk, hogy a Görgeteg G–I fúrás Tengelici Formációjának egésze a Matuyama kron folyamán képződött, mivel a terepi megfigyelések sem utalnak jelentős üledékhianyra.

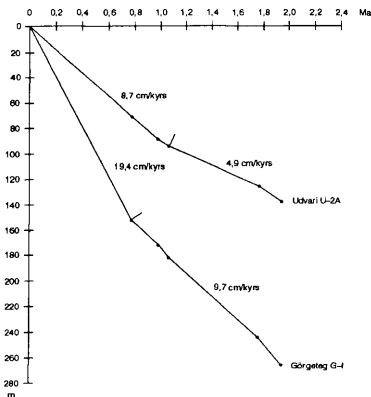
Az Udvari U–2A fúrásban a Tengelici Formáció korára jelenleg nincs közvetlen radioaktív vagy biosztratigráfiai adat, az alapvetően fordított polaritású szakasz nem illeszthető egyértelműen az idő skálához. Báron bazalt települ vörös agyagban (HÖNIG 1971), és JÁMBOR (1997) ezt az agyagot egyértelműen a Tengelici Formációval azonosítja. Ha Báron és Udvarinál a Tengelici Formáció képződése nagyjából egyidejű, és az Udvari U–2A fúrásban 150,3 m fölött nincs kb. 300 ezer évnél nagyobb hiány, akkor a fúrás 93,3–150,3 m közötti intervalluma a Matuyama kron nagyobb részével korrelálható (2. ábra). Amennyiben a Tengelici Formáció képződése nem egyidejű Báron és Udvariban, vagy a formáción belül jelentős hiány van, az Udvari U–2A fúrás Tengelici Formációja több millió évvel idősebb is lehet.

A magnetosztratigráfiai korreláció alapján megszerkesztettük a két fúrás mélység–Idő diagramját, amelyből a látszólagos üledékfelhalmozódás sebessége számítható (5. ábra). Ez nem azonos a tényleges üledékfelhalmozódási sebességgel, mert az adatok nincsenek korrigálva a kompakcióval. A Tengelici Formáció üledékfelhalmozódási sebessége az Udvari U–2A fúrásban 4,9 cm/ezer év, a Görgeteg G–I fúrásban 9,7 cm/ezer év. A Marcali Homok Formáció üledékfelhalmozódási sebessége 170,5–151,5 m között szintén 9,7 cm/ezer év, 151,5 m fölött 19,4 cm/ezer év. A löszformáció üledékfelhalmozódási sebessége az Udvari U–2A fúrásban 8,7 cm/ezer év, egyezésben MÁRTON (1998) jelentésében számított 9 cm/ezer év értékkel.

A Tengelici Formáció legvalószínűbb kora mindkét fúrásban kora-pleisztocén. Keletkezési ideje a Görgeteg G–I fúrásban 0,99–2,0 Ma közé tehető, az Udvari U–2A fúrásban 1,07–2,1 Ma közé. A Marcali Homok Formáció képződése a kora-pleisztocénben (0,99 Ma) kezdődött és a holocénig tartott. A löszformáció képződése a kora-pleisztocénben (1,07 Ma) kezdődött és a holocénig tartott.

Fejlődéstörténeti következtetések

A posztpannóniai szerkezeti kiemelkedés az egész DK-dunántúli területet érintette, az erózió mértékéről nem rendelkezünk pontos adatokkal, a felső-pannóniai összletből akár többszáz méter vastag üledék is lepusztulhatott. Az is kérdéses, hogy a késő-pannóniai üledékképződés befejeződése után a pliocén korban végig és mindenhol lepusztulási térszín volt-e a terület, vagy esetleg a relatív alacsonyabban fekvő területrészekben üledékképződés is folyt. Posztpannóniai, pliocén korú képződmények jelenléte egyelőre nem igazolt, de figye-



5. ábra. Az üledékfelhalmozódás változása az időben, a kompaktáció figyelembevétele nélkül

Fig. 5 Accumulation vs. time, without compaction

lembe kell vennünk egy esetleges későbbi lepusztulást, valamint azt is, hogy a terület földtani ismeretességi hiányai nem zárják ki ezek előfordulását.

Jelenlegi ismereteink szerint a vizsgált két területen a felső-pannóniai összletre több millió éves üledékhiánnyal negyedidőszaki üledékek települnek. A koraleisztocénben megkezdődött a DK-dunántúli terület süllyedése, melynek hatására ezek a területek is üledékfelhalmozási térszínre váltak. A magnetostratigráfiai korreláció alapján valószínűsíthető, hogy mindkét területen nagyjából egyidőben, kb. 2,0-2,1 millió évvel ezelőtt kezdődött a negyedidőszaki üledékképződés.

A bázisösszlet megegyező genetikájú és felépítésű folyóvízi félciklus mindkét terület Tengelici Formációjában. Az e fölött tapasztalható különbségek valószínűleg a két területre sz differenciált süllyedésének, illetve eltérő morfológiai felépítésének köszönhetőek.

A medenceterületen tovább folytatódott a folyóvízi üledékképződés, fluviolakusztikus fáciesű üledéksor rakódott le, elsokélyesedő-kiszáradó artéri 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 artéri, időnként pangóvízi-mocsári összlet rakódott le, esetenkénti folyóvízi előntéssel. A Tengelici Formáció felső részén keletkezett vastag fosszilis talajsínt az üledékgyűjtő feltöltődésének végső szakaszát jelzi, amikor már csak a közvetlen környékről történhetett deluviális anyagbeszállítás, és az üledékgyűjtés helyben, reziduálisan vastag talajsorozattá alakult.

A medenceterületen a Tengelici Formáció fölött üledékfolytonosan települő Marcali Homok Formáció zömében szintén folyóvízi eredetű, alárendelten szél

által áttelepített törmelékes összlet. Ezt a formációt nem jellemzik mocsári–kiszáradó periódusok (mint a feküjét), a zavart belső felépítésű, vastag félciklusokat homokos, kőzetlisztes 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 – valószínűleg szintén üledékfolytonosan. 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 települő két eltérő fáciesű, folyamatosnak tekinthető összlet finomrétegtani párhuzamosítására ezen két fúrás rétegsora alapján nincs meg a lehetőség. JÁMBOR (1998) szerint: „A dombvidéki és a medencebéli rétegsorok korrelációjának nehézségeit az okozza, hogy a löszrétegek, 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 talajszerkezetet 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 medencebéli 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 medencebéli üledékgyűjtő főbb törvényszerűségei, tendenciái rögzíthetők, a pontos rétegtani felépítés megismeréséhez még számos magfúrás részletes feldolgozására lenne szükség.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak dr. KAISER Miklósnak fontos észrevételeiért, valamint dr. MÁRTON Péternek és dr. JÁMBOR Áronnak a kézirat részletes lektorálásáért. A munkánkhoz és a publikáláshoz a T. 025202 sz. OTKA pályázat nyújtott segítséget.

Irodalom – References

- BALOGH, K., ÁRVA-SÓS, E., PÉCSKAY, Z. & RAVASZ-BARANYAI, L. 1986: K/Ar dating of post-Sarmatian alkali basaltic rocks in Hungary. – *Acta Mineralogica-Petrographica, Acta Universitatis Szegediensis* **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. & VARGANÉ BARNA Zs. 1993: Jelentés a Görgeteg–I. sz. fúrás anyagának termoanalitikai és röntgendiffrakciós fázisanalitikai vizsgálati eredményeiről. – Kézirat. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest. Somogy-Baranya Projekt Jelentéstára, 2 p.
- CHAMPION, D. E., LANPHERE, M. A. & KUNTZ, M. A. 1988: Evidence for a new geomagnetic reversal from lava flows in Idaho: Discussion of short polarity reversals in the Brunhes and late Matuyama polarity chrons. – *Journal of Geophysical Research* **93/10**, 11667–11680.
- CHIKÁN G. & CHIKÁN G.-né 1993: A Görgeteg G–I fúrás földtani eredményei. – Kézirat. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest. Somogy-Baranya Projekt Jelentéstára, 14 p.
- FÖLDVÁRI M. & KOVÁCS-PÁLFFY P. 1998: Kiegészítések az Udvari–2A fúrás szelvényének fázisanalitikai vizsgálatához. – Kézirat. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest. Somogy-Baranya Projekt Jelentéstára, 14 p.
- FÖLDVÁRI M., KOVÁCS-PÁLFFY P. & LANTOS M. 1999: Tanulmány a Tengelic Formáció és a lösz-összlet műszeres ásványtani vizsgálatának eredményeiről és a magnetosztatográfiai értékeléséről. – Kézirat. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest. Somogy-Baranya Projekt Jelentéstára, 18 p.
- HÓNIG Gy. 1971: A Bár B-4 fúrás rétegsora. – Kézirat, Országos Földtani és Geofizikai Adattár, Budapest, 5 p.
- JÁMBOR, Á. 1997: Some problems of the Late Cenozoic stratigraphy and history of Middle Transdanubia. (A Közép-Dunántúl fiatal kainozoos rétegtanának és fejlődéstörténetének néhány kérdése). – *MÁFI Évi Jelentése 1996/II*, 199–202.
- 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.
- KOLOSZÁR, L. 1997: Geological evaluation of the Udvari–2A borehole (Az Udvari–2A fúrás földtani értékelése). – *MÁFI Évi Jelentése 1996/II*, 149–158.
- KROLOPP E. 1992: A Görgeteg–I. sz. fúrás mintáinak malakológiai vizsgálata. – Kézirat. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest. Somogy-Baranya Projekt Jelentéstára, 11 p.
- MÁRTON P. 1998: Jelentés az udvari (U–2A) és a diósberényi (Db-1A) fúrású szelvények paleomágneses méréseinek eredményeiről. – Kézirat, ELTE Geofizikai Tanszék, 15 p.
- NAGY T.-né 1992: A Görgeteg–I. sz. fúrás palinológiai vizsgálatának eredményei. – Kézirat. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest. Somogy-Baranya Projekt Jelentéstára, 15 p.
- PÉCSI, M. 1995: Loess stratigraphy and Quaternary climatic change. – *Loess inForm* **3**, 23–30.
- PÉCSI, M., SCHWEITZER, F., BALOGH, J., BALOGH, M., HAVAS, J. & HELLER, F. 1995: A new loess–paleosol lithostratigraphical sequence at Paks (Hungary). – *Loess inForm* **3**, 63–78.
- PÉCSI M., SZEBÉNYI L.-NÉ, GEREI L., REMÉNYI M.-NÉ, BALOGHNÉ DI GLERIA M., BALOGH J., HAVAS F.-NÉ, HERBERTH J.-NÉ, MÉSZÁROS E., SCHWEITZER F., PÉCSINÉ DONÁTH É., MÁRTON P. & WAGNER M. 1979: Az 1977–1978 évi Paks környéki negyedkorkutatások eredményeinek összefoglalása. – Kézirat, MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, 185 p.
- SINGER, B. S., HOFFMANN, K. A., CHAUVIN, A., COE, R. S. & PRINGLE, M. S. 1999: Dating transitionally magnetized lavas of the Matuyama Chron: Toward a new ⁴⁰Ar/³⁹Ar timescale of reversals and events. – *Journal of Geophysical Research* **104/1**, 679–693.
- WAGNER, M. 1979: Mollusc fauna of the Paks loess profile. – *Acta Geologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **22/1–4**, 433–441.

Granulite pebbles from the Upper Pleistocene terrace of the Danube at Délegyháza, Hungary

Granulit kavicsok a Duna felső-pleisztocén teraszából (Délegyháza)

Ferenc ZSEMLE¹ – Kálmán TÖRÖK² – Sándor JÓZSA³ – Miklós KÁZMÉR⁴
(4 figs, 6 tables, 3 plates)

Key words: granulite pebbles, Upper Pleistocene, terrace of the Danube, P–T estimations, geothermobarometry

Tárgyszavak: granulit kavics, felső-pleisztocén Duna-terasz, geotermobarometria

Összefoglalás

A Délegyháza környéki felső-pleisztocén Duna-terasz granulitkavicsokat tartalmaz. Petrográfiai vizsgálatok alapján kétféle, egymástól eltérő egyensúlyi ásványegyüttesrel jellemezhető granulittípus különíthető el:

a) Káliföldpát-sillimanit granulit: a kőzetet először amfibolit (gránát-biotit-sillimanit/kianit), majd a hőmérséklet emelkedésével granulit fáciesű metamorfózis érte, amely káliföldpát-sillimanit egyensúlyi ásványegyüttesrel jellemezhető.

b) Káliföldpát-cordierit granulit: a granulit fáciesű metamorfózis során képződött káliföldpát-sillimanit és káliföldpát-cordierit-gránát egyensúlyi ásványegyüttesek jellemzik.

Mindkét granulit kis nyomáson képződött metapélit. A szöveti megfigyelések alapján a káliföldpát-sillimanit granulitot ért metamorfózis hőmérséklete valószínűleg elérte a 700 °C-ot, míg az erre vonatkozó geotermobarometriai számítások túl alacsony értéket adtak. A nyomás pedig az utóbbi módszer alkalmazásával 300–500 MPa közé tehető. A termobarometriai módszerek (összhangban az egyensúlyi ásványegyüttesekkel) a káliföldpát-cordierit granulit esetében magasabb hőmérséklet- és nyomásértékeket határoztak meg: 730–790 °C, illetve 350–650 MPa.

A Cseh-masszívum (320 km-re a Dunán felfelé) ugyan tartalmaz granulitot, de nem valószínű, hogy a gyenge kopószilárdságú kőzet onnan származna. Feltételezzük, hogy abból az alsó-miocén konglomerátumból halmozódott át, amely a Pannon-medence kinyílása során keletkezett.

Abstract

Granulite pebbles have been found in the Upper Pleistocene gravel terrace of the Danube at Délegyháza, 10 km south of Budapest (Hungary). Two types of granulite were identified by petrological observations:

a) K-feldspar-and sillimanite granulite, metamorphosed during amphibolite (i.e. garnet-biotite-kyanite and garnet-biotite-sillimanite mineral assemblages), and then granulite facies (coexisting K-feldspar and sillimanite);

b) K-feldspar- and cordierite-bearing granulite with K-feldspar-sillimanite and K-feldspar-cordierite-garnet mineral assemblages formed in equilibrium.

¹ Department of Applied and environmental Geology, Eötvös Loránd University, 1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/c, Hungary

² Department of Geophysics, Eötvös Loránd University, 1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/c, Hungary

³ Department of Petrology and Geochemistry, Eötvös Loránd University, 1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/c, Hungary

⁴ Department of Paleontology, Eötvös Loránd University, 1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/c, Hungary

Both granulites are low-pressure metapelites. According to the estimations based on textural observations of the K-feldspar- and sillimanite granulite, the peak temperature reached was probably at least 700 °C, although the geothermobarometric calculations indicate a much lower temperature – with the assumed pressure between 300–500 MPa. The K-feldspar- and cordierite-bearing granulite show higher maximum temperature and pressure: 730–790 °C and 350–650 MPa respectively, as determined by geothermobarometry; this in accordance with the mineral assemblages.

Although granulite is known in the Bohemian Massif 320 km upstream, its low resistance to attrition excludes the possibility that the pebbles originated from there. The research here suggests that they were reworked from Lower Miocene conglomerates, syntectonic with the birth of the Pannonian Basin.

Introduction

The Danube, after draining the Eastern Alps and much of the Western Carpathians, has been depositing its bedload in a large gravel fan south of Budapest at least since the Late Pleistocene (LIEPOLT 1967; KRIVÁN 1973). The Late Pleistocene terrace, dated by large mammals (JASKÓ & KORDOS 1990), contains a wide variety of pebbles of igneous, metamorphic, and sedimentary origin. SCHAFARZIK (1914) and BÓDI (1938) listed limestone, granodiorite, andesite, amphibolite eclogite and granulite pebbles, although they did not offer detailed petrographic descriptions.

At Délegyháza (Fig. 1) gravel pits expose the Csepel Member of the Pestvidék Gravel Formation (JASKÓ & KORDOS 1990). Besides the ubiquitous quartzite, probably originating from the Alps and Miocene andesite originating from the nearby Dunazug and Börzsöny Mountains, (PÉCSI 1959) the whole sedimentary succession of the Buda Hills is recorded in the

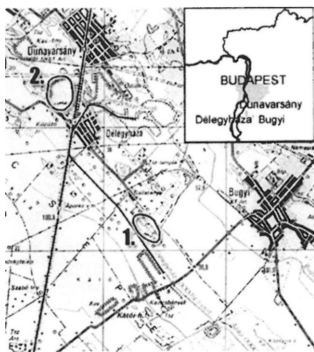


Fig. 1 Location of the granulite pebbles

1. ábra. Granulitkavicsok lelőhelye

composition of the gravel (BODA 1982).

The origin of several rock types is unclear (i.e. limestone, tourmaline- and garnet-bearing granodiorite (LEMBERKOVICS 1998), amphibolite, granulite and eclogite). The gravel is very polymictic. The roundness of the pebbles ranges from well-rounded to angular types, and their size ranges between 80 mm and 200 mm. Furthermore, there are often mainly gneiss cobbles.

The research describes the petrology and thermobarometry of two granulite pebbles and offers considerations on their possible origin.

Analytical methods

In addition to macro- and microscopic investigations mineral analyses were made on an AMRAY 18301 scanning electron microscope, equipped with an EDAX EDS PV 9800 detector at the Department of Petrology and Geochemistry of Eötvös University, Budapest, with working conditions of 15 kV accelerating potential, 100 sec. counting time and 1.5–2 nA sample current. All of the measurements are ZAF corrected.

Petrography

K-feldspar- and sillimanite granulite

The size of the angular pebble is 120×50×30 mm. Mainly felsic minerals make up the greyish white gneiss (with granoblastic and blastomylonitic texture), in which reddish brown garnets occur along with kyanite, sillimanite, biotite, plagioclase, K-feldspar, quartz and some accessories (e.g. rutile, apatite and zircon). The granulite is cut by a coarse grained vein containing K-feldspar, sillimanite and quartz. This vein is parallel to the foliation marked by the biotites of the host rock.

K-feldspar- and cordierite-bearing granulite

This rounded pebble, having dimensions of 100×60×40 mm, can be divided into two parts according to its texture and colour: I. A dark grey, foliated and lepidoblastic type with mylonitic features dominated by biotites with preferred orientation; II. A lighter one including more felsic minerals with gneissose structure and granoblastic texture.

The investigated sample contains coarse K-feldspar, cordierite and tiny sillimanite needles. Sillimanite is enclosed mainly in cordierite and sometimes in K-feldspar porphyroblasts. Plagioclase, biotite, quartz and a few small garnets are observed as abundant inclusions in K-feldspar and cordierite. Apatite and zircon can be found as accessories.

The protolith of both granulites was probably sandstone-enriched in pelite, as shown by the texture and the chemistry of the minerals.

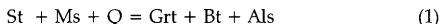
Mineral assemblages

K-feldspar- and sillimanite granulite

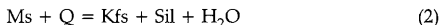
This metapelitic rock has both amphibolite and granulite facies mineral paragenesis. The following assemblages show amphibolite facies metamorphism:

1. garnet-biotite-kyanite (*Plate I/1*)
2. garnet-biotite-sillimanite (*Plate I/2*)

These mineral assemblages probably originated from the following reaction (GANGULY 1972), represented here by the mineral abbreviations after KRETZ (1983):



During the prograde metamorphism the metapelitic rock reached the granulite facies. The mineral assemblage representing this period occurs in the coarse-grained vein, which contains quartz, K-feldspar and tiny sillimanite needles (Plate II/1); this is due to the muscovite dehydration reaction in the presence of quartz (CHATTERJEE & JOHANNES 1974):



This coarse-grained vein may represent either a migmatitic vein or recrystallisation along a fluid pathway close to the peak of the metamorphism.

The main event of the deformation took place between the amphibolite and granulite facies metamorphism, or during the affection of amphibolite facies, since only the mineral assemblages formed in the P-T conditions of the

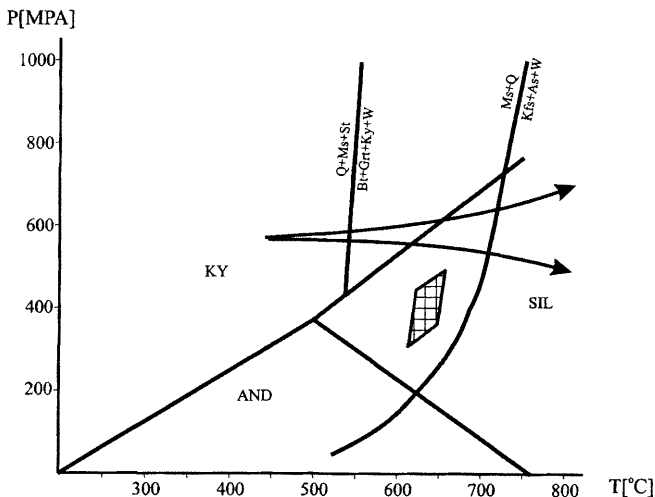


Fig. 2 On the basis of the mineral assemblages of the K-feldspar- and sillimanite granulite, the interval showing the peak metamorphic P-T conditions can be found on the right-side, from the reaction curve $\text{Ms} + \text{Q} = \text{Kfs} + \text{Sil}$ which represents higher temperatures. Two arrows illustrate possible P-T paths. The interval, marked with lines, demonstrates the calculated P-T results using geothermobarometry

2. ábra. A káliföldpát-sillimanit granulit egyensúlyi ásványgyűjtése alapján a képződési hőmérséklet és nyomás az $\text{Ms} + \text{Q} = \text{Kfs} + \text{Sil}$ reakciógörbe magasabb hőmérsékletű értéket képviselő oldalára esik. A két nyíl a kőzet lehetséges metamorf fejlődéstörténetét szemlélteti. A vonalkázott terület a geothermobarometriai módszerekkel kapott hőmérséklet- és nyomástartományt mutatja

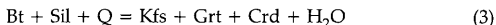
amphibolite facies are foliated; the characteristic equilibrium (mainly sillimanite needles) of the granulite facies metamorphism have a radial texture. Based on this observation mineral assemblage containing kyanite was formed first. During the prograde metamorphism a sillimanite-biotite-garnet assemblage was generated from the metastable mineral assemblage of staurolite, muscovite and quartz. The last mineral assemblage is the K-feldspar-sillimanite in the coarse-grained veins.

The estimations based on textural observations of the P-T path is presented in Figure 2. The peak temperature was probably reached at least 700 °C; however, no presumptions can be made about the peak pressure due to the lack of appropriate reaction curves.

K-feldspar- and cordierite-bearing granulite

The following lines of petrological evidence have proved that this metapelitic rock reached the following granulite facies conditions:

1. Coarse-grained K-feldspar including sillimanite needles and small garnet inclusions are observed (*Plate II/2*).
2. Towards the peak temperature the coexistence of cordierite, K-feldspar, sillimanite and biotite are described by the equilibrium (*Plate III/1, 2*):



In some places aluminosilicate or biotite disappeared due to the previous reaction, so cordierite, K-feldspar and garnet are in contact either with biotite or sillimanite.

The peak temperature and pressure based on the texturally observed equilibrium of mineral assemblages can, respectively, be assumed as having been between 650–800 °C (due to the lack of orthopyroxene) and 200–600 MPa according to the reaction curves shown in Fig. 3.

Mineral chemistry

Analysis of the core and rims of garnets and the coexisting biotite, plagioclase and cordierite were carried out. Representative mineral compositions used for geothermobarometrical calculations are listed in the tables.

Biotites are not zoned and are different in the two granulite types. Biotite with a high Ti content (0.413–0.536 atoms pfu.) can be found in K-feldspar- and sillimanite granulite with the Mg/Fe+Mg ratio being about 0.71 (*Table I*). The biotite in the K-feldspar- and cordierite-bearing granulite has less Ti content (0.045–0.058 atoms pfu.), and its Mg/Fe+Mg ratio is around 0.35–0.44 (*Table IV*).

The garnets in the two granulite types seem to be homogenous (*Fig. 4*). The garnet in the K-feldspar- and sillimanite granulite (*Table II*) is almandine-rich (63–71%) with additional pyrope (26–34%) and traces of grossularite (1.8–5.0%) and spessartine (0.9–1.5%). The garnet in K-feldspar- and cordierite-bearing granulite (*Table V*) is almandine-rich (79–82%) with relatively low pyrope content (9–13%), and it contains much less grossularite (0.9–1.8%).

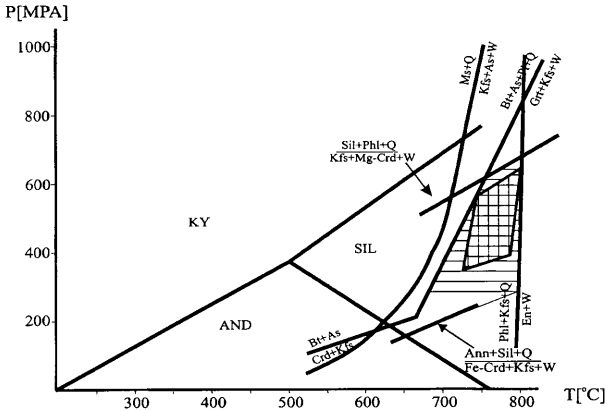


Fig. 3 This shows the assumed P-T conditions of the K-feldspar- and cordierite-bearing granulite on the basis of the texturally observed mineral assemblages in equilibrium (i.e. the interval marked with horizontal hatching), and geothermobarometrical calculations (i.e. the cross-hatched interval).

3. ábra. A káliföldpát-cordierit granulit egyensúlyi ásványegyüttese alapján (vonalkázott terület) és geothermobarometriai módszerekkel (rácsozott terület) feltételezett képződési P-T körülmények

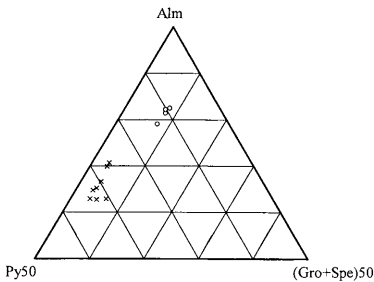


Fig. 4 Distribution of garnet compositions in the Alm-(Gro+Spe)50-Py50 triangle, marked by circles (K-feldspar- and cordierite-bearing granulite) and crosses (K-feldspar- and sillimanite granulite)

4. ábra. A káliföldpát-cordierit granulit (kör) és káliföldpát-sillimanit granulit (kereszt) gránátjainak összetétele Alm-(Gro+Spe)50-Py50 háromszögdiagramon ábrázolva

The plagioclase is quite uniform, having an anorthite-component ranging from 14–21% in both granulites. The oligoclase does not show zoning (Tables III, VI).

The cordierite is homogenous and slightly pinitized, and analyses give an Mg/Mg+Fe value of about 0.53.

Table I Representative biotite compositions of the K-feldspar- and sillimanite granulite (cation numbers on the basis of 22 oxygens)

I. táblázat. Jellemző biotitösszetételek a káliföldpát-sillimanit granulitban (a kationszámok 22 oxigénre számolva)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	FeO	MgO	CaO	K ₂ O	Sum:	Si	Al	Ti	Fe ₂	Mg	Ca	K	Sumcat	mg:
1a ₁	38.32	17.03	3.92	11.37	15.98	-	9.10	95.72	5.555	2.909	0.427	1.378	3.453	-	1.683	15.405	71.47
1b ₁	38.08	16.89	3.77	11.63	15.90	-	9.42	95.69	5.543	2.898	0.413	1.416	3.450	-	1.749	15.469	70.91
2a ₁	37.84	17.26	4.37	11.16	15.22	-	8.98	95.10	5.520	2.968	0.479	1.362	3.309	0.042	1.671	15.352	70.85
2b ₁	38.13	17.47	4.32	11.09	15.48	-	9.19	95.68	5.524	2.983	0.471	1.344	3.343	-	1.698	15.363	71.34
2c ₁	38.07	17.41	4.92	11.00	14.98	-	9.48	95.86	5.514	2.972	0.536	1.332	3.234	-	1.752	15.340	70.82

Table II Representative garnet compositions of the K-feldspar- and sillimanite granulite (cation numbers on the basis of 12 oxygens)

II. táblázat. Jellemző gránátösszetételek a káliföldpát-sillimanit granulitban (a kationszámok 12 oxigénre számolva)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	FeO	CaO	MnO	Sum:	Si	Al	Mg	Fe ₂	Ca	Mn	Sumcat:	mg:	Prp	Sps	Grs	Alm
1a ₁ (core)	38.25	22.03	6.83	31.50	0.66	0.55	99.82	2.997	2.034	0.798	2.064	0.055	0.036	7.985	27.87	27.006	1.236	1.876	69.883
1b ₁ (rim)	37.61	22.26	6.61	31.67	0.61	0.65	99.41	2.967	2.070	0.777	2.089	0.052	0.043	7.998	27.10	26.244	1.466	1.739	70.551
2a ₁ (core)	38.78	22.03	8.01	29.78	0.83	0.57	100.00	3.008	2.014	0.926	1.931	0.069	0.037	7.985	32.41	31.241	1.262	2.325	65.172
2b ₁ (rim)	38.44	22.04	7.56	30.12	0.81	0.63	99.60	3.001	2.028	0.880	1.967	0.068	0.042	7.985	30.90	29.765	1.408	2.291	66.537
2c ₁ (rim)	38.21	22.22	8.26	29.65	0.80	0.43	99.57	2.977	2.040	0.959	1.932	0.067	0.028	8.003	33.18	32.122	0.948	2.234	64.696

Table III Representative plagioclase compositions of the K-feldspar- and sillimanite granulite (cation numbers on the basis of 8 oxygens)

III. táblázat. Jellemző plagioklászösszetételek a káliföldpát-sillimanit granulitban (a kationszámok 8 oxigénre számolva)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Sum:	Si	Al	Ca	Na	K	Sumcat:	Or:	Ab:	An:
1a ₁	62.33	23.24	4.56	9.13	0.28	99.54	2.775	1.220	0.218	0.788	0.016	5.017	1.556	77.153	21.290
1b ₁	62.60	22.94	4.79	9.08	0.32	99.73	2.784	1.202	0.228	0.783	0.018	5.015	1.759	76.069	22.173
2a ₁	62.12	23.26	4.65	9.35	0.32	99.70	2.767	1.221	0.222	0.807	0.018	5.035	1.728	77.086	21.186
2b ₁	62.20	23.65	4.65	8.94	0.11	99.55	2.766	1.239	0.221	0.771	0.006	5.003	0.621	77.191	22.188
2c ₁	62.49	23.66	4.63	9.20	0.22	100.20	2.765	1.234	0.219	0.789	0.012	5.019	1.215	77.295	21.491

Table IV Representative biotite compositions of the K-feldspar- and cordierite-bearing granulite (cation numbers on the basis of 22 oxygens)

IV. táblázat. Jellemző biotitösszetételek a káliföldpát-cordierit granulitban (a kationszámok 22 oxigénre számolva)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	FeO	MgO	CaO	K ₂ O	Sum:	Si	Al	Ti	Fe ₂	Mg	Ca	K	Sumcat:	mg:
3a ₁	35.43	21.40	0.40	20.69	8.87	0.00	9.30	96.09	5.348	3.807	0.045	2.612	1.996	-	1.791	15.598	43.32
3b ₁	35.46	21.80	0.51	20.12	8.90	0.00	9.04	95.83	5.340	3.869	0.058	2.534	1.998	-	1.737	15.535	44.08
4a ₁	35.52	22.14	0.44	20.40	8.39	0.00	9.02	95.91	5.346	3.928	0.050	2.568	1.882	-	1.732	15.506	42.30
4b ₁	34.91	19.14	4.25	21.24	6.37	0.00	9.07	94.98	5.367	3.468	0.491	2.731	1.460	-	1.779	15.296	34.83

Table V Representative garnet compositions of the K-feldspar- and cordierite-bearing granulite (cation numbers on the basis of 12 oxygens)

V. táblázat. Jellemző gránátösszetételek a káliföldpát-cordierit granulitban (a kationszámok 12 oxigénre számolva)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	FeO	CaO	MnO	Sum:	Si	Al	Mg	Fe ₂	Ca	Mn	Sumcat:	mg:	Prp	Sps	Grs	Alm
3a ₁ (core)	37.12	21.32	2.62	35.64	0.43	2.87	100.00	2.999	2.030	0.315	2.408	0.037	0.196	7.986	11.57	10.667	6.639	1.258	81.436
3b ₁ (rim)	37.27	21.41	2.43	35.09	0.31	2.81	99.32	3.020	2.045	0.294	2.378	0.027	0.193	7.957	10.97	10.151	6.668	0.930	82.251
4a ₁ (core)	36.80	21.32	2.27	35.68	0.36	3.04	99.47	2.994	2.045	0.275	2.428	0.031	0.209	7.983	10.18	9.351	7.116	1.063	82.470
4b ₁ (rim)	37.31	21.70	3.22	34.20	0.60	2.55	99.58	3.001	2.057	0.386	2.300	0.052	0.174	7.970	14.36	13.256	5.965	1.775	79.003

Table VI Representative plagioclase compositions of the K-feldspar- and cordierite-bearing granulite (cation numbers on the basis of 8 oxygens)

VI. táblázat. Jellemző plagioklászösszetételek a káliföldpát-cordierit granulitban (a kationszámok 8 oxigénre számolva)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Sum:	Si	Al	Ca	Na	K	Sumcat:	Or:	Ab:	An:
3a ₁	64.20	22.27	3.04	9.90	0.12	99.53	2.842	1.162	0.144	0.850	0.007	5.005	0.670	84.928	14.403
3b ₁	63.69	22.80	3.23	9.77	0.10	99.59	2.820	1.190	0.153	0.839	0.006	5.007	0.561	84.080	15.358
4a ₁	64.04	22.34	2.96	10.58	0.17	100.09	2.829	1.163	0.140	0.906	0.009	5.047	0.900	85.837	13.263
4b ₁	62.70	22.56	3.69	10.28	0.15	99.38	2.797	1.186	0.176	0.889	0.009	5.058	0.791	82.787	16.422

Geothermobarometry

K-feldspar- and sillimanite granulite

A garnet-biotite geothermometer and garnet-aluminosilicate-plagioclase-quartz geobarometer were applied to estimate the maximum temperature and the corresponding pressure. The P-T data were calculated using the Program Thermobarometry of KOHN & SPEAR (1995) and the Program Tweekue of BERMAN (1991).

The calculated temperatures, based on the calibrations of FERRY & SPEAR (1978) and the HODGES & SPEAR (1982) database, give values in the range of 600–650 °C for the granulite. This is regarded as unrealistically low in view of the mineral assemblages present. The result – which could be interpreted as garnet-biotite thermometry – is, in general, hampered by the problem of extensive retrograde exchange during cooling, due to the fast diffusion rate in the biotite (SPEAR 1991).

The pressure was estimated from the calibrations of HODGES & CROWLEY (1985), GANGULY & SAXENA (1984), HODGES & SPEAR (1982) and NEWTON & HASELTON (1981); these gave a range of 300–500 MPa (Fig. 2). The garnet-aluminosilicate-plagioclase geobarometer is much less sensitive to resetting since retrograde diffusion involves the coupled (Ca, Al) = (Na, Si) exchange and this is considered to be slow (FITZSIMONS & HARLEY 1994).

K-feldspar- and cordierite-bearing granulite

To constrain the P-T conditions during the metamorphism, a garnet-biotite geothermometer and a garnet-aluminosilicate-plagioclase geobarometer were selected, using the same calibrations as those for the previous metapelitic rock; this was in addition to the garnet-cordierite-sillimanite-quartz geobarometer, applying the database of NICHOLS *et al.* (1992).

The calculated peak temperature and pressure, overlapping and reducing the range of P-T conditions based on the textural observations, were 730–790 °C and 350–650 MPa, respectively (Fig. 3).

Discussion

The source area for the pebbles of the Late Pleistocene Danube terrace is traditionally recognised in the Alps (for quartzite) and in the nearby Dunazug and Börzsöny Mountains (for andesite). Granulite and other, relatively soft rocks (e.g. eclogite) are considered to be unable to withstand transport as river bedload for 300 km (KUKAL 1971 recorded 20–30 km for non-quartzite metamorphics).

HORUSITZKY (1917) and KRIVÁN (1973) suggested that large blocks were transported frozen in ice floes, from as far as the Little Carpathians 200 km upstream. Granulite outcrops occur in the Bohemian Massif 320 km upstream (NIEDERMAYR 1967). While we cannot exclude the latter way of transport, the co-occurrence of angular amphibolite and Mesozoic limestone pebbles (KÁZMÉR *et al.* in prep.) suggest an alternative origin. Instead of this model, we suggest that

Lower Miocene conglomerates exposed upstream (NOSZKY 1940) might be considered as a source of the reworking of pebbles in the Pleistocene.

Acknowledgements

This project was supported by the grants of OTKA T30794 and KAC CP-40. The authors acknowledge the numerous fruitful discussions, advice and technical support received from Péter HORVÁTH and Balázs KOROKNAI. Thanks are due to professors György SZAKMÁNY, Csaba SZABÓ and Péter ÁRKAI whose suggestions improved the quality of the manuscript. The two referees, Gyöngyi LELKES-FELVÁRI and Tibor SZEDERKÉNYI were also offered great assistance to the project. The senior author would like to thank his first-class teacher Anita HORVÁTH for the English lessons, and his colleague, Viktor LEMBERKOVICS for his help.

References

- BERMAN, R. G. 1991: Thermobarometry using multiequilibrium calculations: a new technique with petrologic applications. – *Canadian Mineralogist* **29**, 833–855.
- BODA J. 1982: Adatok a Duna pleisztocén kori eróziójához Dél-Buda területén. (Beitrag zur Frage der pleistozänen Donau-Erosion im Raum Süd-Buda Zus.) – *Földtani Közlöny* **112/4**, 455–458.
- BÓDI B. 1938: A Budapest-környéki harmadkori kavicsok közettani vizsgálata, különös tekintettel a levantei kavicsképződményekre. (Petrographische Untersuchung der tertiären Schotterablagerungen aus der Umgebung von Budapest.) – *Földtani Közlöny* **68**, 180, 207.
- CHATTERJEE, N. D. & JOHANNES, W. 1974: Thermal stability and standard thermodynamic properties of synthetic 2M1 muscovite $KAl_2(AlSi_3O_{10}OH_2)$ – *Contrib. Mineral. Petrol.* **48**, 89–114.
- FERRY, J. M. & SPEAR, F. S. 1978: Experimental calibrations of the partitioning of and Mg between biotite and garnet. – *Contributions to Mineralogy and Petrology* **66**, 113–117.
- FITZSIMONS, I. C. W. & HARLEY, S. L. 1994: The influence of retrograde cation exchange on granulite P-T estimates and a convergence technique for the recovery of peak metamorphic conditions. – *Journal of Petrology* **35**, 543–576.
- GANGULY, J. 1972: Staurolite stability and related parageneses theory, experiments and applications. – *J. Petrol.* **13**, 335–365.
- GANGULY, J. & SAXENA, S. K. 1984: Mixing properties of aluminosilicate garnets: constraints from natural and experimental data, and applications to geothermobarometry. – *American Mineralogist* **69**, 88–97.
- HODGES, K. V. & CROWLEY, P. D. 1985: Error estimation and empirical geothermobarometry for pelitic systems. – *American Mineralogist* **70**, 702–709.
- HODGES, K. V. & SPEAR, F. S. 1982: Geothermometry, geobarometry and the Al_2SiO_5 triple point at Mt. Moosilauke, New Hampshire. – *American Mineralogist* **67**, 1118–1134.
- HORUSITZKY H. 1917: A győri ipari- és hajózási csatorna geológiai szelvénye. – *A Magyar Királyi Földtani Intézet évi jelentése 1916-ról*, II. rész, 619–626.
- JASKÓ S. & KORDOS L. 1990: A Budapest–Adony–Örkény közötti terület kavics formációja. – *MÁFI Évi Jelentése 1988-ról*, 153–167.
- KÁZMÉR M. & KOROKNAI B. (in prep): Egzotikus kavicsok a Duna felső-pleisztocén kavicssteraszában Budapestenél.
- KOHN, M. J. & SPEAR, F. S. 1995: Program Thermobarometry
- KRETTZ, R. 1983: Symbols for the forming minerals. – *American Mineralogist* **68**, 277–279.
- KRIVÁN P. 1973: A periglaciális Duna-üledékek közelségi törmelékanyagának eredete a Duna-kanyartól a Pesti Síksáig. – *Földtani Közlöny* **103**, 136–144.
- KUKAL, Z. 1971: *Geology of Recent Sediments*. – Academic Press, London & New York, 100 p.

- LEMBERKOVICS V. 1998: Gránát-turmalin tartalmú granitoid kőzetek a Délegyháza környéki pleisztocén kavicsteraszából. – Egyetemi tanulmányi diákköri dolgozat, Eötvös Loránd Tudományegyetem, 12–41.
- LIEPOLT, R. 1967: *Limnologie der Donau*. – Stuttgart, 740 p.
- NEWTON, R. C. & HASELTON, H. T. 1981: Thermodynamics of the garnet-plagioclase- Al_2SiO_5 -quartz geobarometer. – In: NEWTON, R. C. et al (eds.): *Thermodynamics of Minerals and Melts*. Springer-Verlag, New York 131–147.
- NIEDERMAYR, G. 1967: Die akzessorischen Gemengteile von Gföhler Gneis, Granitgneis und Granulit im niederösterreichischen Waldviertel – *Ann. Naturhist. Mus. Wien 70 in Der Geologische aufbau Österreichs* – Springer-Verlag (Oberhauser, R.) 1980
- NICHOLS, G. I., BERRY, R. F. & GREEN, D. H. 1992: Internally consistent garnitic spinel-cordierite-garnet equilibria in the FMASHZn system: geothermobarometry and applications. – *Contributions to Mineralogy and Petrology* **111**, 362–377.
- NOSZKY J.: A Cserhát-hegység földtani viszonyai. – *Földtani Közöny* **71**, 41–42.
- PÉCSI M. 1959: *A magyarországi Duna-völgy kialakulása és felszínaktana* – Budapest, 345 p.
- SCHAFARZIK F. 1914: Jegyzőkönyv az 1913. nov. 5-i szakülésről. – *Földtani Közöny* **40**, p. 88.
- SPEAR, F. S. 1991: On the interpretation of peak metamorphic temperatures in the light of garnet diffusion during cooling. – *Journal of Metamorphic Geology* **9**, 379–388.
- Kézirat beérkezett: 1999. 09. 07.

Explanation of plates – Táblamagyarázat

Plate I – I. tábla

- Garnet, kyanite and biotite in contact, showing amphibolite facies metamorphism (200X, N||).
Egymással érintkező gránát, kianit és biotit amfibolit fáciesű metamorfózist jelez (200X, N||).
- Garnet porphyroblast around biotite with minor sillimanite, suggesting that all three minerals coexisted during amphibolite facies metamorphism (100X, N||).
Gránát porfiroblaszt biotit körül kisméretű sillimanitokkal. Mindhárom ásvány amfibolit fáciesű metamorfózis során képződött (100X, N||).

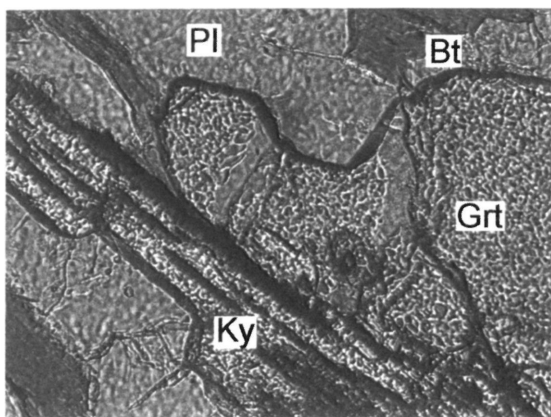
Plate II – II. tábla

- Coarse-grained vein containig dominantly K-feldspar and quartz, with sillimanite penetrating into K-feldspar, suggesting that both minerals were in equilibrium during granulite facies metamorphism (40X, N+).
Durvaszemcsés káliföldpát-, illetve kvarcérben sillimanit hatol a káliföldpátba, amely granulit fáciesű metamorfózis során képződött egyensúlyi ásványegyüttesre utal (40X, N+).
- Garnet, plagioclase, biotite and sillimanite inclusions in poiciloblastic K-feldspar; this represents the mineral assemblage garnet and K-feldspar in equilibrium during granulite facies (40X, N+).
Gránát, plagioklász, biotit és sillimanit szövetű káliföldpát poikiloblasztban, amely a gránát és káliföldpát egyensúlyát mutatja granulit fáciesű körülmények között.

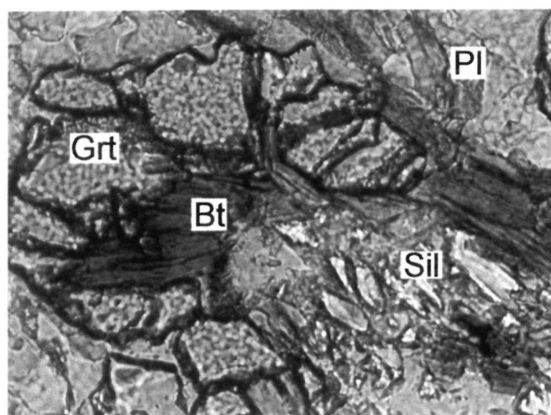
Plate III – III. tábla

- Porphyroblastic cordierite and K-feldspar in contact, suggesting that both minerals coexisted during granulite facies metamorphism (40X, N+).
Egymással érintkező cordierit és káliföldpát porfiroblasztok granulit fáciesű metamorfózist jeleznek.
- Two mineral assemblages (a) K-feldspar with sillimanite needles; (b) fibrolitic sillimanite and garnet inclusions in cordierite in contact with K-feldspar and biotite), can be seen, these were formed in equilibrium, during the metamorphism (40X, N+).
Két egyensúlyi ásványegyüttes látható a granulit fáciesű kőzetben: a) Káliföldpát sillimanitűkkel; b) fibrolitos sillimanit és gránátok zárványként cordieritben, amely káliföldpáttal és biotittal érintkezik

Plate I – I. tábla

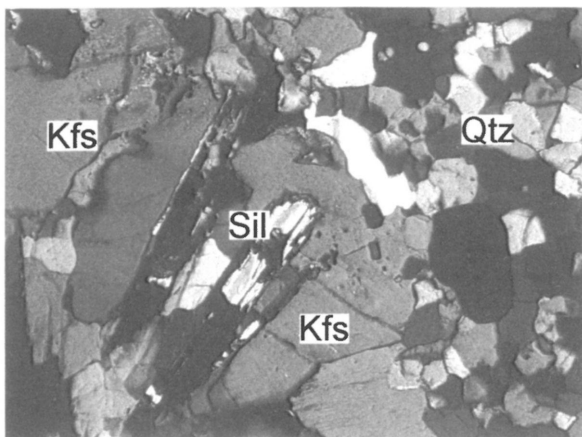


1.

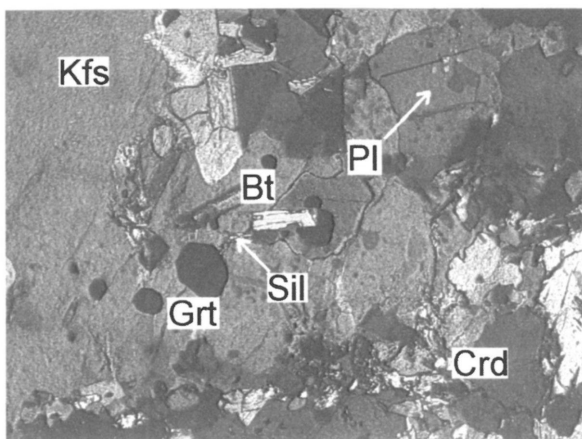


2.

Plate II – II. tábla

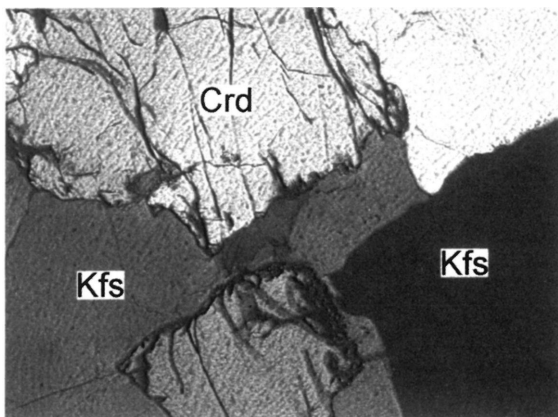


1.

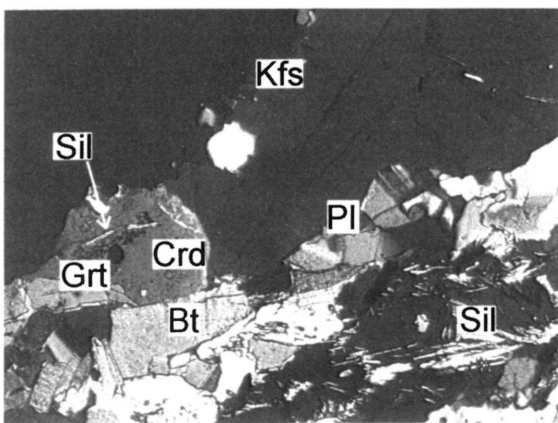


2.

Plate III – III. tábla



1.



2.

Az időszakos Péteri-tó (Kiskunsági Nemzeti Park) keletkezése és üledékképződése

*Evolution and sedimentation of the ephemeral Péteri Lake
at Kiskunság National Park*

MOLNÁR Béla¹ – Ursula SCHNEIDER-LÜPKES²
(6 ábra, 4 táblázat, 3 tábla)

Tárgyszavak: limnogeológia, természetvédelem, karbonátképződés, karbonátdiagenézis

Key words: limnogeology, nature protection, carbonate precipitation, carbonate diagenesis

Abstract

The Péteri Lake is a protected natural area of the Kiskunság National Park. The lake and its environment are marked by plant and animal species. In autumn it is a resting place of migratory birds. The lake developed in a deflation-deep depression at higher groundwater in the Holocene. The depression flooded by water seasonally. It is proven by alternation of fossils lived either in lacustrine and terrestrial environments. Due to strong evaporation the water of the lake became rich in hydrogen carbonate and salt content with high pH, sodium, magnesium and calcium. The plant assimilation deprived water of carbonate-dioxide therefore calcite precipitated. Owing to the high evaporation the water enriched in magnesium and high magnesium calcite also precipitated, which has probably transformed early diagenetic dolomite. Seasonally the groundwater table was lowered and due to diagenetic influence carbonate mud has become cemented carbonate. On the edge of the lake the wind occasionally has blown aeolian sand which today appears in the carbonate mud either as component, or lense or as cover on the surface.

Összefoglalás

A Péteri-tó a KNP természetvédelmi területe. A tó környezetének gazdag növény- és állatvilága van. Ősszel a vándormadarak pihenőhelye. A tó a holocénben deflációs mélyedésben, magasabb talajvízálláskor alakult ki. A vízborítás időszakos volt, amelyet a tavi üledékben a vízi és a száraztérzsinű fossziliák együttes megjelenése igazol. A tóban az erős evaporáció hatására nagy sókoncentrációjú, magas pH-jú, nátriumban, magnéziumban, kalciumban és hidrogén-karbonátban gazdag víz jött létre, amelyből a növényzet széndioxid elvonó hatására kalcit, az erős evaporáció eredményeként pedig a tóvíz jelentős magnézium többlete miatt nagy magnézium tartalmú kalcit vált ki, amely valószínűleg koradiagenetikusan dolomitá alakult át. A talajvíz időszakonkénti süllyedésekor diagenetikus hatásra a karbonátiszap cementációja indult meg. A tó peremére a szél többször futóhomokot fúj be, amely ma a karbonátiszapban alkotórészként, közbeteleplülésként, vagy ráfújásként jelenik meg.

Bevezetés

A Kiskunsági Nemzeti Parkhoz tartozó Péteri-tó tájvédelmi körzet és elsősorban madárrezervátum. A tó az E 5-ös útról – Kiskunfélegyházát elhagyva

¹Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Földtani és Őslénytani Tanszék, 6722 Szeged, Egyetem u. 2–6.

²Westfáliai Műnsteri Wilhelms Egyetem, Földtani Tanszék

– a Petőfiszállásra vezető bekötőútról, vagy az E 5-ös úton D felé továbbhaladva, az utat keresztező Dongér-csatorna mentén Ny felé fordulva közelíthető meg.

A tó a Duna–Tisza közti futóhomok hátság területén, a Tisza felé lejtő oldalon helyezkedik el. A tavat a Dongér-csatorna DK-en, a Szentkúti pedig ÉK-en érinti. A természetvédelmi terület a tó kiterjedésénél valamivel nagyobb, mert közvetlen környezete is védett, és Ny-on a Budapest–Szeged vasútvonalig tart, így összesen 684 hektárt ölel fel.

A tó alakjára jellemző, hogy az a Duna–Tisza közti ÉNy–DK-i irányú buckasorok közötti mélyedésben ÉNy-ról DK felé kiszélesedve nyúlik el.

Délen a vele párhuzamos homokbuckasor kisebb tavával egyesül, így a D-i része lényegesen kiszélesedik. A tóba félszigetszerűen benyúló buckasort a tavaszi szél az 1970-es évekig D felé növelte. Ez a futóhomokmozgás akkor szűnt meg, amikor a területet mezőgazdasági művelésbe vonták. D-i határa a tavat D-en lezáró, morfológiailag magasabb buckák ÉNy-i pereme mentén halad.

Az ÉNy–DK-i irányú Dongér-csatornáiig tartó kiterjedése 2,4 km, de a csatornán túl DK felé még mintegy 450 m hosszúságú kisebb tórész is csatlakozik hozzá. Délen, ahol a két buckasor közötti tó egyesül, 2,2 km szélességű.

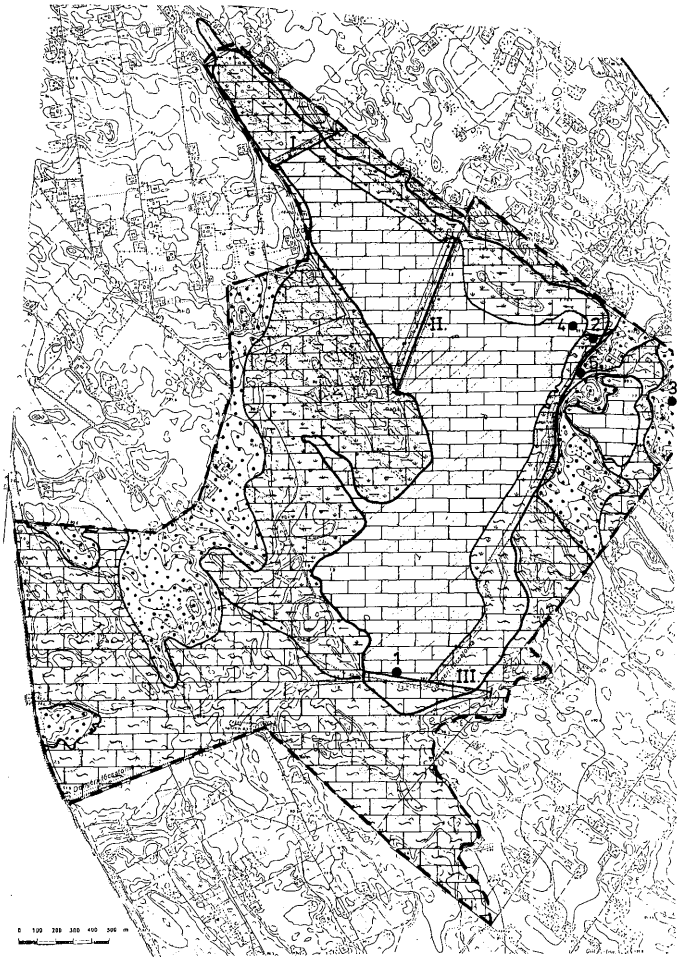
A tó közvetlen környezetében a terület tengerszint feletti magassága ÉK-en 92,0 m, DK felé haladva a K-i oldalon 91,5 m, a Ny-i oldalon 91,2–92,0 m, a tó DNy-i pereméhez közel 90,8 m, D-i részén pedig 89,8 m.

A tófenék 89,5 m körüli. A tóban lévő átlagos vízmélység eredeti állapotában 0,3–1,0 m volt. Ezt a helyzetet a Keleti Fény Tsz. változtatta meg, amikor ártézi kutatva halgazdaságot épített ki benne. A gazdaság ma azonban már nem működik. A jellegzetes karbonáton és futóhomokon kialakult talajon különböző és gazdag növényvilág található, ugyancsak változatos a gerinctelen állatvilága is. Ősszel pedig az ÉD-i irányú vándorlási vonal mentén vándormadarak fontos pihenőhelye.

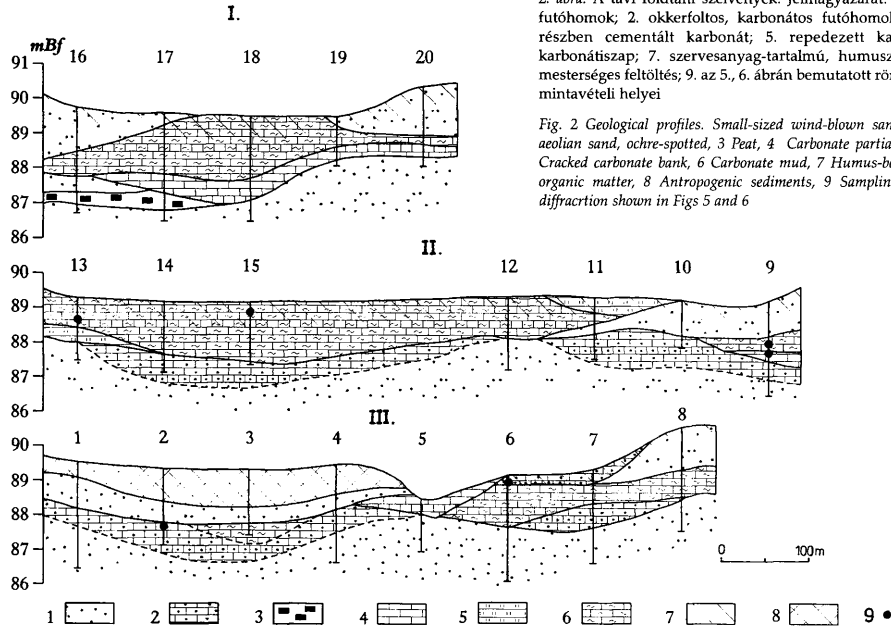
Ma már egyértelmű, hogy az élettelen és az élő természet kölcsönös viszonyban és kapcsolatban van egymással. Fontos, hogy a területre látogató szakembereknek a természetvédelmi területet teljes tudományos értéke ismeretében mutassuk be. Mindezek indokolták, hogy a Péteri-tó kialakulását és földtani fejlődéstörténetét megismerjük. A kapott adatok egyben földtani állapotfelmérést is jelentenek, és a későbbi, esetleges aktív természetvédelmi beavatkozáshoz alapadatokat szolgáltatnak.

1. ábra → A Péteri-tavi természetvédelmi terület földtani térképe. Jelmagyarázat: 1. tavi karbonátiszap; 2. időszakos vízelöntésből származó, rosszul osztályozott karbonátiszap; 3. szervesanyag-tartalmú karbonátiszap; 4. apró szemű futóhomok; I–II. a földtani szelvények helye --a természetvédelmi terület határa; 1–4 vízmintavételi helyek

Fig. 1 Geological map of the protected Péteri Lake. 1 Lake carbonate, 2 Bed-classified carbonate mud which originated from periodical water flush, 3 Organic-matter with carbonate mud, 4 Small-sized wind-blown sand, I, II Sites of geological sections, - - - Boundary of nature-protected area, 1–4 Sites of water-samples



1 2 3 4 I-III. ●1-5



Vizsgálati módszerek

A tóban három szelvény mentén húsz – 2,3–3,0 m mélységű – fúrás mélyítésére került sor (1, 2. ábra). A fúrások azért csak ilyen kis mélységűek, mert MIHÁLTZ (1953) korábbi fúrási eredményeiből ismerjük, hogy a tavi üledék alatti futóhomok sokszor tíz méternél is vastagabb, így a tó kialakulásának és fejlődéstörténetének tisztázásához elegendő volt a homokot csak elérni.

A fúrásokon kívül 167 felszíni mintát gyűjtöttünk, amelyek a teljes természetvédelmi területet, vagyis a tó közvetlen környezetének megismerését is lehetővé tették.

A minták vétele úgy történt, hogy azok természetes víztartalma is meghatározható legyen.

A fúrások gépi erővel, talajmechanikai fúrófelszereléssel készültek. Fúrás-minták vétele sűrűn, illetve rétegváltozás szerint történt.

A mintákat szárítás után makroszkóposan leírtuk. A homokfrakciókat szitálással, a finomabb frakciókat pedig Atterberg-féle módszerrel szemcseösszetételre elemeztük. A finomabb frakciónál elemzés előtt H_2O_2 -vel a szervesanyag oxidálására került sor.

A karbonátszázalékot sósavas oldással határoztuk meg. 52 mintánál röntgenelemzést végeztünk, hogy főleg a karbonátásványok fajtáit (kalcit-dolomit) lássuk. Az elemzés D–500 Siemens röntgendiffraktométerrel, 30 kV és 30 mA mérésfeltételek mellett és DIFFAC-számítógépes programmal történt. Cambridge-i Stereoscan 250 MK2 típusú pásztázó-elektronmikroszkóppal a mintákon az alapanyagot, a mikrofáciesjegyeket, a diagenetikus folyamatokat és a neomorf cementet követtük nyomon. Néhány felvétel a faunataralomról is készült.

Főleg a II. szelvény fúrásaiban ui. olyan minták voltak, amelyek faunát tartalmaztak, és ezeket meghatároztuk.

1993. szeptember–október hónapban négy helyről vízmintavételre került sor (1. ábra). A vizeket elemzésig HNO_3 -al <2pH értékig stabilizáltuk és 4 °C-on jég-szekrényben tartottuk.

A vízminták hőmérsékletét, elektromos vezetőképességét, pH és redoxpotenciál értékét, oxigén-, kation- és aniontartalmát, valamint a keménységét, hidrogénkarbonát és karbonátmennyiségét határoztuk meg.

A víz- és a léghőmérsékletet és a vezetőképességgel a pH értéket kombinálva mértük meg. Az elektromos vezetőképességet ms/cm-ben, a Co WTW cég LF 91 típusú konduktométerével, valamint KLE 1/T elektródával, a pH mérés ugyanazon cég pH 91-es típusú készülékével és egy pH/mV-mérő integrált LCD hőmérővel készült.

A redoxpotenciál mérés mV-ban, a WTW cég pH 91-es készülékével, platina elektródával és egy Ag/AgCl beépített elektródával valósult meg. Az oxigéntartalom vizsgálat mg/l-ben és százalékban a WTW cég OXI 91-es oximéterével történt. A készülék membránpolarometrikus mérés technikával működött.

A karbonátkeménységet német keménységi fokban, vagy mmol/l-ben, savas titrálással, Merck standard oldat segítségével határoztuk meg. Ezekre a vizsgálatokra terepen került sor.

A többi nagyműszeres elemzésre a Weszfáliai Münsteri Egyetem Földtani Intézetében a kationoknál atomemissziós-spektrométerrel (ICP-OES) és atomabszorpciós spektrométerrel került sor. Az anionok meghatározása IC–1000 Biotron cég által gyártott ionkromatográffal történt. A HCO_3^- és a CO_3^{2-} ion vizsgálata a Metron cég gyártotta 672 típusú titroprocesszorral és egy pH elektródával készült.

A vizsgálati eredmények értékelése

A szemcseösszetélteli elemzés

A felszíni üledéktípusok

A természetvédelmi területen a felszínen a következő üledéktípusok találhatóak. A tómedencében karbonátiszap borítja a felszínt (1. ábra, 1.). Ennek átlagos karbonáttartalma 55% körüli. Szemcseösszetételére jellemző, hogy az agyagtól az aprószemű homokig mindegyik frakciót tartalmazza. Az uralkodó szemcseösszetétele a kőzetliszt frakcióra esik. Ez az üledéktípus a legmélyebb területet – és így a vízzel legtávolabb borított részt – foglalja el.

A tómedencén kívüli, de morfológiailag még szintén mélyebb területeken ugyancsak karbonátiszap van (1. ábra, 2.). Ennek vastagsága nagyon változó. Az előző típusnál a homoktartalma gyakran nagyobb. Szemcseösszetétele kis távolságon belül is nagyon változik. Ez azzal függ össze, hogy ezt a területet a víz csak nagyobb vízállásoknál borította. A homokfrakciót pedig a környező futóhomokterületekről a szél helyenként és időnként különbözőképpen fújta ide.

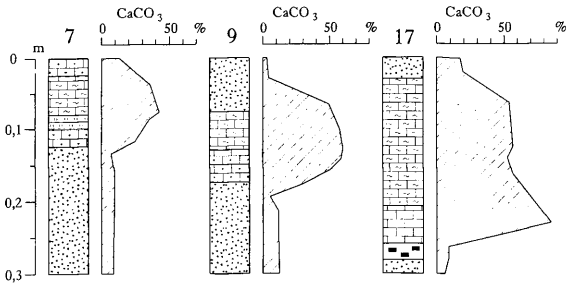
Ugyancsak a mélyebb területeken találjuk azt a karbonátiszap típust, amely jórészt a ma is náddal borított területekre jellemző. Ez az üledék részben a tavat veszi körbe, és főleg a tó É-i és DNy-i részén jelenik meg (1. ábra, 3.). Az előző karbonáttól nagyobb szervesanyag-tartalma különbözteti meg, amely tág határok, 2–15% között változik (1. ábra, 3.).

Az utóbbi két üledéktípus karbonáttartalma az elmondottakból következően igen változatos. Osztályozottságuk is rosszabb, mint a tómederben települő karbonáté. Az értékek mindig a futóhomok és a szervesanyag-tartalmuktól függően változnak.

A morfológiailag magasabb területeken az előző üledéktípusokat részben a védett területen belül, részben azon kívül mindenhol futóhomok veszi körbe (1. ábra, 4.). Ennek uralkodó frakciója a jól kopottott 0,1–0,2 mm között van, amely gyakran a 60%-ot is eléri. Karbonáttartalma pedig 10% körüli.

A tómederben fúrásokkal feltárt üledéktípusok

A tóban a fúrások három szelvény mentén 100 m-enként mélyültek (1, 2. ábra). A szelvények alul mindenhol a felszínen is megjelenő futóhomokot tárták fel. Ez általában 0,5–2,6 m mélységközökben jelentkezett, de a felette települő rétegek között közbetelepülve is többször megjelent (2. ábra, 1.). A korábbi vizsgálatokból ismert, hogy a futóhomokot a Duna-völgyből az uralkodó ÉNy-i irányú szél fújta a területre. Összetételére jellemző, hogy az sziliciklaszt (MOLNÁR 1961). A következőkben a homok alatt mindig ezt az összetételt értjük.



3. ábra. Néhány fúrásszelvény üledékkifejlődése és karbonátszázaléka. Jelmagyarázata a 2. ábránál
 Fig. 3 Columnar sections of boreholes and their carbonate content in %.

A II. és a III. szelvényben a futóhomok fölött karbonátiszapos homok jelenik meg (2. ábra, 2.). A homok karbonáttartalma a felette települő karbonátból származik, és a lefelé szivárgó víz szállította ide. A fentiek miatt ez a karbonát a homokban nagyon változó százalékban van jelen. Néhány fúrásban a homok és a karbonát közel azonos százalékot ér el, vagyis a sziliciklaszt és a kémiai kicsapódású anyag közel azonos mennyiségben van jelen (2. ábra, 9. fúrás). Ha a karbonát kisebb százalékot ér el, ez akkor is elegendő arra, hogy a futóhomok eredeti sárga színét piszkosfehérre színezza. A homok a vastartalomtól gyakran okkerfoltos is. A karbonátos homok legnagyobb vastagsága 1,0 m körüli.

A legészakibb I. szelvényben ez az üledéktípus hiányzik, mert a futóhomok felett a szelvény legnagyobb részén részben cementált, keményebb karbonát-közet települ. A szelvény DNY-i részén pedig tőzeg van. A tőzeg valószínűleg nedvesebb időszakokban képződött, amikor ezt a részt már állandó víz borította. A tőzegnek igen nagy az ásványanyag tartalma, amely jórészt karbonátból és kisebb részben sziliciklasztos homokból áll, vastagsága 0,5 m.

A szelvényekben a bemutatott üledéktípusok felett a legtöbb helyen a karbonátüledékek települnek. Ezek kifejlődése azonban szelvényenként is változó, ezért É-ről D felé haladva tekintjük át (2. ábra, 4, 5, 6).

Az I. sz. É-i szelvényben a tőzegen futóhomok közbetelepülésével kemény, cementált karbonát jelenik meg, amely ÉNY felé tőzeg nélkül folytatódik. A karbonát legnagyobb vastagsága 0,7 m. A 17. fúrásban a kőzet karbonátszázaléka eléri a 83,0%-ot (3. ábra). A II. szelvény 9. sz. fúrásában a karbonátos futóhomokon jelenik meg, míg a III. szelvényben a 3. sz. fúrás érte el. Kifejlődésük a 17. sz. fúráséhoz hasonló, legfeljebb karbonáttartalmuk kisebb, de 50%-nál minden esetben nagyobb. Ez a kőzettípus a környéken mélyített vízvezető csatornáknak is gyakran megfigyelhető. Korábban a parasztházak alapozásánál használták, de az ópusztaszeri templom és kolostor építésénél, valamint a XIII.

századi szóregi és a Csongrádhoz közeli középkori csomorkányi templom építésénél is alkalmazták.

Az elmondottakon kívül kifejlődésére jellemző, hogy vastagsága és minősége gyorsan változik. Cementációja nagyon különböző mértékű. Vannak közöttük igen kemény, de porlékony típusok is.

A szelvényben való megjelenése is ezt mutatja. A 100 m-enként mélyült fúrások közül is csak az I. szelvényben érte el egymás mellett két fúrás, máshol csak egy-egy fúrás harántolta.

A karbonátnak van egy kevésbé cementált változata, amely lencsésen az egyáltalán nem cementált karbonátiszapba települ be. Ennek az előzőnél a karbonáttartalma is valamivel kisebb, 40–50% közötti. Ez a kifejlődés a II. szelvény 13. fúrásában a karbonátos homok fölött, a 11. sz. fúrásban részben ugyancsak e felett, részben pedig valószínűleg a karbonátiszap felett jelenik meg. Kifejlődése legfeljebb 0,5 m vastagságot ér el.

A következő karbonáttípus a tavi karbonátiszap, amelynek karbonáttartalma ugyancsak 50–60% körüli, de a tavi üledéktípusok közül ez éri el a II. szelvényben a legnagyobb, maximum 1,8 m-es vastagságot. Ez az üledék nedvesen teljesen vízzáró, szárazon világosszürke és porhanyós. A karbonátiszap minden szelvényben megjelenik, de a III. szelvényben előfordulása nem folyamatos.

A karbonátüledékekre, különösen a tó pereménél, többször futóhomokot hordott a szél. Az I. és a III. szelvény mindkét végén jól látható ez. A II. szelvény ÉK-i oldalán figyelhetjük ugyanezt meg. Sőt, a 9. fúrás karbonátiszap kifejlődése jól mutatja, hogy valamikor itt kisebb törész volt. A III. szelvény 7. sz. fúrásában a felszínen karbonátos futóhomok települ, amely nyilván a tóba történő intenzív homokbefúvás eredménye.

A tóban felszínen lévő üledék a legtöbb esetben nagyobb humusz- és szervesanyag-tartalmú, mint a felszín alatti. Ennek a magasabb peremeken a talajosodás, a mélyebb részeken pedig a nád és a szerves növényi anyagból származó finom törmelék az oka.

A III. szelvény DNy-i részén mesterséges feltöltés van, amelyet a halgazdaság készített, amikor a tavat haltenyésztésre használta.

Az üledék természetes víztartalma

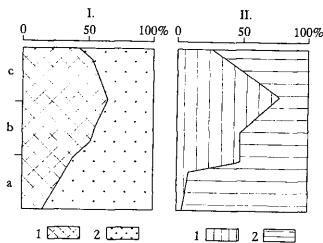
A II. és a III. szelvény 1–17. sz. fúrásmintáinak természetes víztartalom meghatározására került sor. A talajmechanikusok szerint a földnedves homok és a kavics víztartalma 2–10%, a gyengén plasztikus talajé, vagyis az agyag, kőzetliszt és a finom homokos agyagé 10–25%, a plasztikus agyagé 25–40%, az erősen plasztikus agyagé 40–80%, végül a szerves talajé 50–80% közötti.

A Péteri-tónál talált üledékeknél ezek az értékek a következőképpen alakultak. A futóhomok víztartalma 4–20% közötti volt, vagyis a talajmechanikusok által megadott értéknél valamivel nagyobb. Ez karbonáttartalma miatt van így. Az utóbbi ugyanis a finom frakciót növeli, amely nagyobb vízfelvételekre képes.

A karbonátok természetes víztartalma 40–80% közötti volt. Értéke erősen függött attól, hogy karbonátiszapról, vagy már részben cementált karbonátról volt szó. A cementált karbonát, bár pórustartalma igen nagy, mégis kevesebb

4. ábra. A tavi üledéktípusok átlagos sósavban oldható része (I.) és a röntgennel kimutatható karbonátásvány-fajták (II.). Jelmagyarázat: I. 1. a sósavban oldható karbonátrész; 2. a sósavban oldhatatlan rész; II. 1. a kalcit és a nagy magnéziumtartalmú kalcit; 2. dolomit (ferrodolomit)

Fig. 4 Part of lacustrine sediment soluble in hydrochloric acid (I.) and carbonate minerals determined with the help of X-ray analysis (II.). I. 1. Carbonates soluble in hydrochloric acid, 2 Insoluble residue, II. 1 Calcite and high magnesium calcite, 2 Dolomite (ferrodolomite)



vizet tartalmazott, mint a karbonátiszap. A karbonátiszapok, a talajmechanikusok által megadott értékek szerint, a plasztikus üledékek csoportjába tartoznak. A karbonátiszap plaszticitása az agyag-kőzetliszt szemcseméretéből is következik. Ez nedvesen erősen elkenődő üledéktípus. A szervesanyagot tartalmazó kevés vizsgált minta víztartalma 60% körüli volt, amely érték a szerves talajok első határa közelében van.

Karbonátásvány-fajták

A korábbi karbonátszázalék, valamint az 52 röntgenvizsgálat alapján a földtani szelvényekben a tavi üledékeket három részre lehetett tagolni (4. ábra).

A szelvényben az „a” rész a karbonátos sziliklasztos homok, a „b” a részben cementált karbonát és a „c” a karbonátiszap. Az utóbbinak a felszínén lévő része, mint korábban láttuk, „talajosodott”, illetve szervesanyagot is tartalmaz.

A vizsgálati eredményeket összegezve, az „a” rész karbonátos homokja tartalmazza a legkisebb, sósavban oldható karbonátmennyiséget. A szelvényben felfelé haladva ez növekszik. Legnagyobb értékét 60–70% között a részben cementált karbonátban és a karbonátiszap határán, valamint a karbonátiszapban éri el. A felszínig azonban 40% körüli értékre csökken (4. ábra, I).

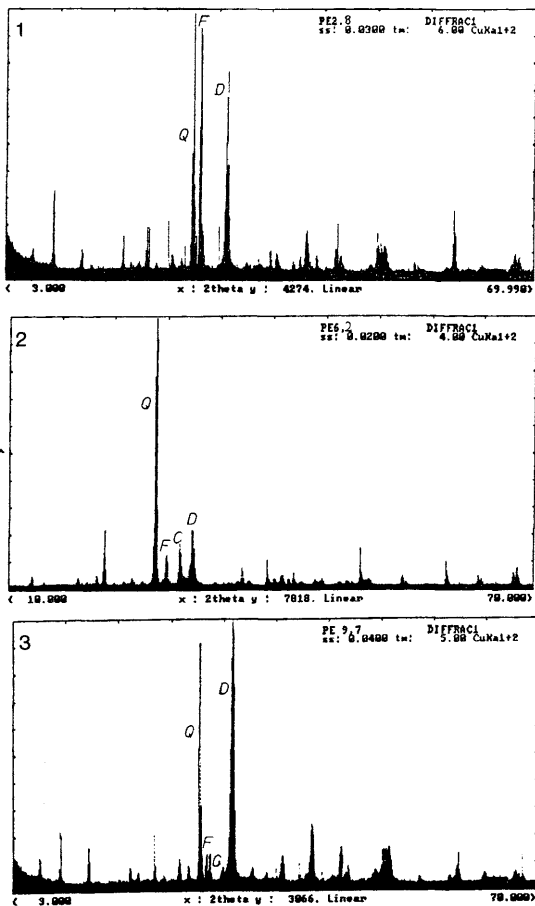
A röntgenscúcsok intenzitása alapján a karbonátokban a kalcit és a dolomit arányát is meghatároztuk.

Az 5. ábra 1. felvétele homokos karbonát, a 2. felvétele karbonátos homok röntgenképét adja, ahol az 1. felvételen a dolomit, a 2.-on a dolomit mellett a kalcit is jelentős. A nem oldható résznek megfelelően ezek mellett az 1. felvételen a kvarc és a földpát, a 2. felvételen különösen a kvarc mennyisége jelentős.

Az 5. ábra 3. felvétele részben cementált karbonátnak mutatja a röntgenképét, amelyen egyértelműen a dolomit látható.

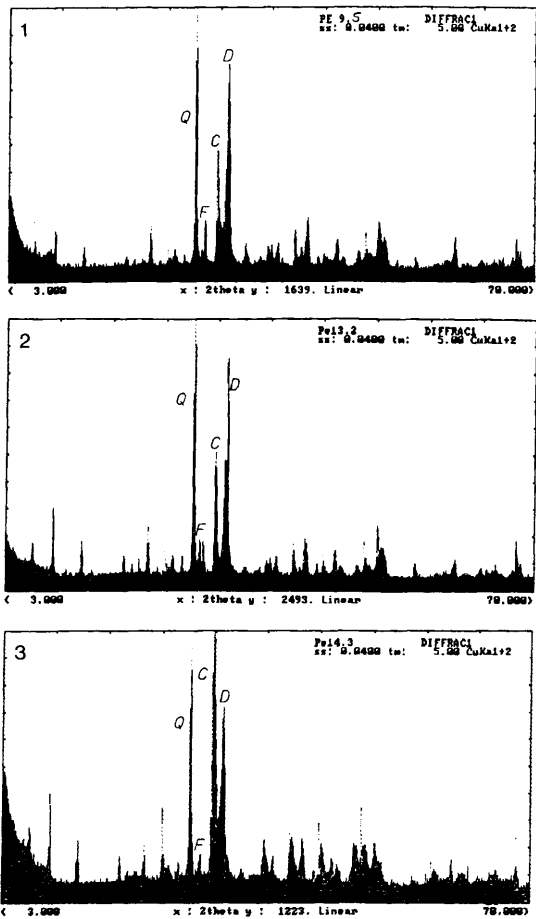
A 6. ábra mindhárom felvétele különböző mélységből származó karbonátiszapok röntgenképét adja, amelyek közül az első kettőben a dolomit az uralkodó, de a kalcit is fontos szerepet játszik. A harmadik felvételen pedig a dolomittal szemben a kalcit van túlsúlyban. Mivel még a legnagyobb karbonát-százalékot mutató minta is tartalmaz sósavban oldhatatlan részt, így minden mintában a kvarc és a földpát csúcsa is jelentkezik.

A röntgenfelvételek eredményei alapján megállapítható, hogy a homokos karbonátban a dolomit, illetve az okkerfoltos, vasat tartalmazó mintákban a



5. ábra. Példák a röntgenfelvételekből. Jelmagyarázat: 1. 2. sz. fúrás 1,7–1,9 m-ből homokos karbonát, karbonátszázalék 36,50; 2. 6. sz. fúrás 0,4–0,7 m-ből homokos karbonát, karbonátszázalék 35,0; 3. 9. sz. fúrás 1,25–1,4 m-ből, cementált karbonát, karbonátszázalék 58,25; Q = kvarc; F = földpát; D = dolomit; C = kalcit

Fig. 5 X-ray analysis. Key: 1 Borehole No.2: 1.7–1.9 m sandy carbonate, carbonate per cent 36.50, 2 Borehole No. 6: 0.4–0.7 m sandy carbonate, carbonate per cent 35.0, 3 Borehole No. 9: 1.25–1.4 m, cemented carbonate, carbonate per cent 58.25. Q = Quartz, F = Feldspar, D = Dolomite, C = Calcite



6. ábra. Példák a röntgenfelvételekből. Jelmagyarázat: 1. 9. sz. fúrás 1,0–1,1 m-ből, karbonátiszap, karbonátszázalék 53,0; 2. 13. sz. fúrás 0,55–0,80 m-ből, karbonátiszap, karbonátszázalék 40,25; 3. 14. sz. fúrás 0,65–0,93 m-ből, karbonátiszap, karbonátszázalék 53,50; Q = kvarc; F = földpát; D = dolomit; C = kalcit

Fig. 6 X-ray analysis. Key: Borehole No. 9: 1.0–1.1 m carbonate mud, carbonate per cent 53.0, Borehole No. 13: 0.55–0.8 m carbonate mud, carbonate per cent 40.25, Borehole No. 14: 0.65–0.93 m carbonate mud, carbonate per cent 53.50, Q = Quartz, F = Feldspar, D = Dolomite, C = Calcite

ferrodolomit az uralkodó (4. ábra II. a). Felfelé a „b” rész felé haladva azonban a kalcit jelentkezése is egyre gyakoribb.

A „b” részben, annak is különösen a felső felében, a sósavban oldható mennyiség növekedésével párhuzamosan, a kalcit válik uralkodóvá. Ez a kalcit azonban nagy magnéziumtartalmú. A „c” részben újra a dolomit uralkodik. A ferrodolomitban és a nagy magnéziumtartalmú kalcitban a vas, illetve a magnézium nagy része a kristályrács-szerkezetbe még nem épült be. Az utóbbiakat a felvételeken a kevésbé rendezett rácsszerkezet jelzi.

Az alapanyag és a diagenetikus folyamatok

A pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálat lehetővé teszi, hogy a karbonát alapanyagát (a mátrixot) és a diagenetikus cementet (pátitot), vagyis a diagenetikus folyamatot értékeljük. Jelen esetben, amikor a karbonátokon belül az instabil, nagy magnéziumtartalmú kalcitnak is jelentős a szerepe, érdemes ezt a vizsgálatot elvégezni.

A Dongér-csatornától délre a felszínről gyűjtött, erősen cementált, de nem dolomit kőzetblokk vékonycsiszolatának pásztázó elektronmikroszkópi képét az I. tábla a–d felvétele mutatja. Korábban kimutattuk, hogy a cementált karbonát röntgen vizsgálata gyakran már tiszta kalcitot (mészkövet) jelez (MOLNÁR et al. 1981). A cement ugyanis nem a tóvízből válik ki, hanem a talajvíz hatására jön létre, amelynek a kémiai összetétele a tó vizétől eltérő, és ez a kalcit, és nem a dolomit képződésének kedvez, így a nagy porozitással rendelkező karbonátiszap pórusokat kalcitpátit tölti ki (MOLNÁR 1991). A folyamatot az I. tábla felvételei mutatják be.

Látható tehát, hogy az elsődleges mikrit mátrix a tóvízből való kiválást, a másodlagos diagenetikus póruskiöltő blokkcement a diagenetikus folyamatokat tükrözi.

A II. tábla felvétele a tó felszínén megjelenő „penészgombát” és a karbonátos homok összetételében szereplő sziliciklaszt szemcséket mutatja be vagyis azt, hogy a kémiai kicsapódáson kívül milyen folyamatok befolyásolták még az üledékképződést.

A fossziliatartalom

A II. és III. földtani szelvény fúrásai korlátozott mennyiségben faunát tartalmaztak, amelyek statisztikus értékelést ugyan nem tettek lehetővé, de a fáciesre utaltak.

47 minta fossziliáit határoztuk meg. A talált fossziliák elsősorban a tavi karbonátokból kerültek elő. A futóhomok csak elvéve tartalmazott egy-két csigát.

A Bócsa-bugaci szikes tavak üledékeinek molluszka-faunáját TÓTH & MOLNÁR (1987) korábban részletesen megvizsgálta és ökológiai csoportokba sorolta. Ott a több tavat érintő, nagyszámú fúrás jelentős mennyiségű faj- és egyedszámú csigája lehetővé tette a statisztikus értékelést is.

Az ott talált és táblázatba foglalt fajok mellett megjelöltük a Péteri-tóban előfordulókat, valamint vastagon kiemeltük a pluszként jelentkező fajokat (I. táblázat).

A fentiekén kívül a 9. sz. fúrás 1,5–1,6 m-ből származó vasfoltos karbonátiszapból áthalmazott bryozoa-telep és *Pisidium* kagylók, a 15. sz. fúrás 0,7–0,5 m-éből származó karbonátiszapból és a 14. sz. fúrás 1,52–1,7 m-éből származó karbonátos homokból ostracoda teknők kerültek elő (III. tábla).

A fossziliák a Bócsa-bugaci tavakhoz hasonlóan itt is a tavi fáciest, valamint az időszakos vízborításokat bizonyítják. A tóban a víz csak időszakosan fordult elő. Időnként úgy kiszáradt, mint az 1985-ben kezdődő száraz időszakban. Az egyetlen lösz-csiga (*Trichia* sp) valószínűleg löszből átmosottan került ide

Vizelemzések

1993. szeptember–október hónapban a tóban sajnos már csak kevés víz volt, így mindössze négy helyről sikerült vízmintát gyűjteni. A kapott adatok is csak tájékoztató jellegűek, de összhangban vannak a korábbi vizsgálatokkal (MOLNÁR 1980, 1985).

Az 1. sz. mint a III. földtani szelvény 3. sz. fúrás 1,5 m-ből, a 2. sz. a Dongércsatornából, a 3. sz. a Dongércsatorna hidjától, a 4. sz. a csatorna kifolyásától, végül az 5. sz. minta a tavi vízszintet szabályozó zsiliptől származik (1. ábra). Az utóbbi vételre 1993. október 8-án került sor. Az aszály miatt az ezt követő két hétben a tó már kis is száradt.

A II. táblázat adatai mutatják, hogy az 1. sz. talajvízminta hőmérsékletét a terület évi átlaghőmérséklete (9,5 °C) határozza meg, ezért az jóval kisebb értéket mutat, mint a többi vízmintáé, amelyeknél a napi hőmérsékletváltozás befolyása figyelhető meg. A 4. sz. minta kisebb értéke a későbbi mintavétel léghőmérséklet csökkenésére vezethető vissza.

Ugyancsak a II. táblázatban látható a vizek elektromos vezetőképessége, amely az oldott sók, savak és bázisok, valamint a hőmérséklet függvénye. A vízminták vezetőképessége 970–2830 ms/cm között változott. Legnagyobb értéke a 3. sz. fúrás talajvizének volt. HÜTTNER (1992) vizsgálata és osztályozása szerint ezek az értékek, még a legkisebb is, a jól ásványosodott és az ún. „ásványvíz” csoportba tartoznak, vagyis jelentős az oldott tartalom, ami a Duna–Tisza közti talaj- és felszíni vizekre általánosan is jellemző (RÓNAI 1956; MOLNÁR & KUTI 1978). A nagy értékek az erős evaporációra vezethetők vissza.

A pH érték 8,5–10,02 között változott. Ugyancsak az evaporációs hatásként különösen a nagy Na-mennyiség miatt nagy az értéke (Lásd később!).

A redoxpotenciál 398 mV és 410 mV közötti értékű volt. A redox folyamatot azonban az Eh értéknél az rH érték jobban kifejezi. Ezt a következőképpen lehet kiszámítani:

$$rH = 2 \times \frac{Eh}{En} + 2 \times pH$$

ahol az rH a víz parciális nyomása, EN a NERNST-feszültség és pH az ionkoncentráció. E szerint az 1. sz. minta Eh 609 mV értéke, rH = 38,6-nak felel meg és ez az érték erős oxidációs tulajdonságot jelez. A 2. sz. minta rH értéke hiányzik, a 3. sz. mintáé 33,7, a 4. számúé 34,4, végül az 5. sz. mintáé 33,7, ami azt jelenti, hogy ezek a minták gyengén oxidált tulajdonságúak.

I. táblázat A Kiskunsági Nemzeti Park Bócsa-bugaci tavi és tókönyéki fúrások molluszka-faunája és a fauna ökológiai csoportjai, valamint a péteri-tavi fúrásokban talált molluszka-fajok megjelenésével (TÓTH & MOLNÁR 1987).

Table I Molluscs and their ecological groups from the borehole core samples of Bócsa-Bugac Lake and of its environs, Péteri Lake, Kiskunság National Park (TÓTH & MOLNÁR 1987)

I. Vizi fajok		II. Szárazföldi fajok	
Ökológiai igény	Az ökológiai csoportba tartozó fajok	Ökológiai igény	Az ökológiai csoportba tartozó fajok
V ₁ Állandó vízborítást és meleget igénylő fajok	•Planorbis planorbis (L.) •Limnaea stagnalis (L.) •Limnaea palustris (O. F. MÜLL.)	SZ ₁ Nedvességigényes vízparti fajok	•Succinea elegans RISSO •Succinea oblonga DRAP. •Carychium minimum O. F. MÜLL. Succinea putris (L.)
	•Planorbis cornuus (L.) •Gyraulus albus (O. F. MÜLL.) •Bythinia leachi (SHEP.) •Gyraulus crista (L.) •Acroloxus lacustris (L.)	SZ ₂ Kevésbé nedvességigényes fajok	Zonitoides nitidus (O. F. MÜLL.) •Euconulus fulvus (O. F. MÜLL.) •Cochlicopa lubrica (O. F. MÜLL.) •Limax sp. •Vitrea crystallina (O. F. MÜLL.)
V ₂ Időszakos víz tőrő fajok	•Valvata cristata O. F. MÜLL. •Armiger crista (L.) •Gyraulus riparius (WEST) •Fisidium sp. •Bathymphalus concertus (L.) •Segmentina nitida (O. F. MÜLL.) •Valvata pulchella STUD. •Physa fontinalis (L.)	SZ ₃ Melegigényes szárazterszíni fajok	•Vallonia enniensis (GRED.) •Vallonia pulchella (O. F. MÜLL.) Vertigo antivertigo (DRAP.) Vertigo angustior (JEFFR.) •Monachoides rubiginosa (A. SCH.) Nesovitrea hammonis (STRÖM)
	•Anisus spirorbis (L.) •Anisus septemgyratus (ROSS) •Anisus leucostoma (MILLET) •Anisus vortex (L.) •Aplexa hypnorum (L.) Galbe truncatula (O. F. MÜLL.) •Radix peregra (O. F. MÜLL.) •Lymnaea truncatula (O. F. MÜLL.)	SZ ₄ Nagy ökológiai tűrőképességű fajok	Pupilla muscorum (L.) Vallonia costata (O. F. MÜLL.) •Vertigo pygmaea (DRAP.) •Punctum pygmaeum (DRAP.) Clausilia sp.
		SZ ₅	Abida frumentum (DRAP.)
		Xeroterm fajok	Chondrula tridens (O. F. MÜLL.)
		III. Lőszfajok	
	L ₁ Nedvességet és hideget tűrő fajok	L ₁ Trichia hispida (L.) Vertigo substriata (JEFFR.)	
	L ₂ Szárzságot és hideget tűrő fajok	L ₂ Columella columella (G. MARTENS) •Columella edentula (DRAP.) Vertigo parcedentata (A. BRAUN) Discus ruderatus (FERUSS.)	

o. meghatározott fajok,
determined species

□ előforduló fajok
found species

A felszíni vizek oxigéntartalma függ egyrészt az atmoszférával való érintkezéstől, másrészt a növények asszimilációs tevékenységétől. A hideg víz több oxigént képes felvenni, mint a meleg. A mi esetünkben az értéke 8,6–30,8 között változott. Mint látható, a legkisebb értéket a 3. sz. fúrásból származó talajvíz mutatta, amelynél az előzőekben ismertetett befolyások lényegtelenek. A felszíni minták azonban nagyobb mennyiségű oxigént oldottak (II. táblázat). természetesen az oxigén telítettségi koncentráció is ennek megfelelően változott. az 1. sz. mintáé 10,23, a 2. számúé 9,24, a 3. mintáé 8,62, a 4. számúé 8,66 és az 5. sz. mintáé 8,82 volt.

A III. táblázat a vizsgált vízminták kation és anion tartalmát mutatja. A kationok közül mindegyikben a Na⁺ éri el a legnagyobb mennyiséget. Értéke 160,70–265,00 mg/l között változott. Legnagyobb értéke a 3. sz. fúrás talajvízének, legkisebb pedig az 5. sz. felszíni vízének volt. A nagy értékek a késő őszi mintavétel eredményei, vagyis a nyár végi jelentős evaporációnak köszönhetőek.

II. táblázat A Péteri-tavi és környéki vízminták fizikai tulajdonságai

Table II The physical characteristics of the water samples, Péteri Lake

A minta száma	A mintavétel ideje	Óra	Helye	Zavarosság	Szín	Hőmérséklet		pH	Elektromos vez. kép. Lfjús/cm	Redox potenciál mV	Karbonát-keményység °dH	Összes keménység °dH	Oxigéntartalom O ₂ mg/l
						Levegő °C	Víz °C						
1.	1993. 09. 08.	15	3. sz. f. 1,5 m	Tiszta	Szintelen	29,3	14,2	8,6	2830	609	65	58	8,6
2.	1993. 09. 09.	17	Tóviz	Fehér-csapadék	Sárgászöld	27,5	25,7	8,5	1320	-	33	15	-
3.	1993. 09. 16.	15	Felszín	-	-	28,4	22,4	10,02	970	401	21	11	15,8
4.	1993. 09. 30.	11	Felszín	-	Zöldes	18,5	14,3	10,0	1280	410	26	13	25,4
5.	1993. 10. 08.	11 ³⁰	Felszín	-	-	22,7	21,5	9,75	1060	398	28	15	30,8

III. táblázat A Péteri-tavi és környéki vízminták kémiai tulajdonságai

Table III The chemical characteristics of the water samples, Péteri Lake

Kation	Mintaszám: 1			2			3			4			5		
	mg/l	mmol(eq)/l	mmol(eq)/%	mg/l	mmol(eq)/l	mmol(eq)/%	mg/l	mmol(eq)/l	mmol(eq)/%	mg/l	mmol(eq)/l	mmol(eq)/%	mg/l	mmol(eq)/l	mmol(eq)/%
Li	0,033	-	-	0,016	-	-	0,012	-	-	0,014	-	-	0,008	-	-
Na ⁺	265,00	11,527	35,9	237,70	10,34	64,8	164,3	7,147	61,3	230,70	10,35	66,9	160,7	6,99	54,4
K ⁺	17,31	0,443	1,4	14,92	0,382	2,4	16,26	0,416	3,6	15,87	0,406	2,7	16,88	0,436	3,4
Ca ²⁺	111,70	5,574	17,4	26,49	1,322	8,3	14,21	0,709	6,0	8,87	0,443	2,9	26,98	1,346	10,5
Mg ²⁺	>176,80	14,533	45,3	47,46	3,901	24,5	41,22	3,388	29,1	50,20	4,126	27,5	49,49	4,068	31,7
Sr ²⁺	1,160	-	-	0,179	-	-	0,098	-	-	0,05	-	-	0,199	-	-
Ba ²⁺	0,046	-	-	0,027	-	-	0,015	-	-	0,006	-	-	0,032	-	-
Fe ²⁺⁽³⁺⁾	0,015	0,005	-	0,079	0,003	-	0,029	-	-	0,019	-	-	0,058	-	-
Mn ²⁺	0,023	-	-	0,021	-	-	0,008	-	-	0,004	-	-	0,04	-	-
Σ	>572,087	32,082	100	326,892	15,948	100	236,152	11,66	100	305,72	15,1	100	254,39	12,834	100
Anion															
SO ₄ ²⁻	112,00	2,329	7,9	70,7	1,47	8,6	51,0	1,061	9,2	49,0	1,02	7,1	33,4	0,695	5,8
Cl ⁻	102,00	2,882	9,8	101,0	2,85	16,6	67,1	1,892	16,3	81,0	2,284	16,0	37,3	1,052	8,7
F ⁻	1,12	-	-	0,5	-	-	0,6	-	-	Nyom	-	-	0,4	-	-
NO ₃ ⁻	Nyom	-	-	11,3	0,18	1,1	6,3	0,111	1,0	Nyom	-	-	0,4	0,006	-
NO ₂ ⁻	Nyom	-	-	Nyom	-	-	Nyom	-	-	Nyom	-	-	Nyom	-	-
HCO ₃ ⁻	1411,54	23,140	78,1	726,81	11,92	69,4	458,1	7,51	64,8	570,7	9,355	65,6	606,04	9,935	82,4
CO ₃ ²⁻	37,50	1,250	4,2	22,5	0,75	4,3	30,6	1,02	8,7	48,45	1,615	13,3	11,25	0,375	3,1
Σ	1666,16	29,601	100	932,81	17,17	100	614,3	11,594	100	749,1	14,27	100	668,79	12,063	100

Relatív jelentős 15,87–17,31 mg/l értékkel jelen van a K^+ is. A legnagyobb értéket itt is az 1. sz. vízminta érte el. Az alkáli fémek közül 0,012–0,033 mg/l értéket még a litium. Az utóbbi nagyobb érték itt is az 1. sz. mintában volt.

A Ca^{2+} 8,87–111,70, a Mg^{2+} pedig 41,22–176,80 mg/l közötti értéket ér el. Ismételten az 1. sz. minta értékei mutatják a maximumot. Fontos megjegyezni, hogy a víz Mg^{2+} tartalma minden esetben jóval meghaladta a Ca^{2+} értékét. Ez a dolomitiszap képződésnél fontos tényező (MÜLLER et al. 1972; MOLNÁR 1980). A 4. sz. minta kis Ca^{2+} tartalma valószínűleg azzal függ össze, hogy a vízből az őszi időszakra a karbonátkiválás már jórészt befejeződött, és így a Ca^{2+} mennyisége erősen lecsökkent, illetve elfogyott, úgy, mint ezt a fülöpházi Szappanosszék-tónál korábban tapasztaltuk (MOLNÁR & MURVAI 1976).

Az alkáli földfémek közül előfordul még a stroncium 0,050–1,160 és a bárium 0,006–0,046 mg/l értékkel. Mindkét esetben a legnagyobb érték továbbra is az 1. sz. mintában volt. A vas és a mangán 0,015–0,058, illetve 0,008–0,040 mg/l értékével relatíve kis mennyiségben van jelen.

Az anionok közül a hidrogénkarbonát messze kiemelkedő szerepű, értéke 458,1–1411,54 mg/l között alakult.

Az anionok közül fontos komponens volt még a szulfát, amely 33,4–112,0 mg/l között változott. Ezt a klorid követte, amely 37,3–102 mg/l közötti volt. A fluor és a nitrít, valamint a nitrát alárendelt szerepű.

A CO_3^{2-} 11,25–48,45 mg/l közötti értéket mutatott.

Összegezve megállapítható tehát, hogy a vizek jelentős oldott sótartalommal, nagy pH értékkel, nátrium, magnézium és részben kalcium értékkel rendelkeznek. Az anionok közül a hidrogénkarbonát, a CO_3^{2-} a szulfát- és a klorid-tartalmuk a legnagyobb. A vizek összetételéből az is megállapítható, hogy mindazok az elemek jelen vannak benne, amelyek a karbonát (kalcit-dolomit) keletkezését lehetővé teszik.

A II. táblázat tartalmazza még ugyanezen vízminták karbonát- és összes keménység értékeit is, amelyek elsősorban a kalcium és a magnézium ion koncentrációjától függenek. A karbonátkeménység 21–65 °dH, az összkeménység pedig 11–58 °dH közötti volt. A vizek közül e szerint a 3. sz. közép kemény (8–12 °dH között), a 2. és 4. sz. a meglehetősen kemény (12–18 °dH) és az 1. sz. minta a nagyon kemény (> 30 °dH) vizek csoportjába tartozik.

A tó kialakulása, fejlődéstörténete és a tavi üledék keletkezése

A tó a Duna–Tisza közti futóhomokhátság ÉNy–DK-i irányú buckasora között deflációs mélyedésben jött létre. D-i részén csatlakozott hozzá a vele Ny-on párhuzamos, kisebb deflációs mélyedés. A futóhomok, mivel a legfiatalabb lösz felett települ, holocén korú. A tó ezen a futóhomokon a holocén csapadékosabb szakaszában, a magasabb talajvízálláskor jött létre, amikor a buckasor közötti mélyedésben a talajvíz a felszín fölé emelkedett.

A tó vize nagy sókoncentrációjú, magas pH értékű, jelentős nátrium, magnézium, kalcium és hidrogénkarbonát tartalmú volt. Mindezek az elemek

IV. táblázat A szervetlen karbonátkiválás módjai a tavakban (MÜLLER et al. 1972)
 Table IV The types of inorganic carbonate precipitation in the lakes (MÜLLER et al. 1972)

I. CO ₂ veszteség vagy elvonás hatására, amely a következőképpen jön létre	1. A p-t feltétel megváltozása	
	2. Növényi asszimiláció	a) Makrofiton b) Mikrofiton
II. Evaporáció		
III. Különböző vizek keveredése		

nyár végére a víz magas hőmérséklete, és így nagy evaporációja miatt, még tovább koncentrálták.

MÜLLER et al. (1972) szerint a szervetlen karbonátkiválásnak több oka lehet (IV. táblázat). A Péteri-tónál mint láttuk a tóvíz augusztus végére többé-kevésbé már kiszáradt, így a karbonát kiválásban a különböző vizek pl. a csapadékvíz keveredése nem jöhetnek számításba. Felszíni víz esetén ugyancsak kevésbé befolyásolhatja a p megváltozása. A karbonát szervesanyag tartalma miatt azonban a növényzet biztosan szerepet játszott. A korábbi tavi karbonát oxigén- és szén-stabilizotóp vizsgálat kiderítette, hogy ott ahol a karbonátkiválásban a növényzet széndioxid elvonása a fontosabb ott az oxigén- és szén-stabilizotópok értékei negatívabbak. Ilyenek voltak pl. a tőzeges Kolon-tó, vagy az ásothalmi tavak karbonátüledékei. Ezeknél a kivált karbonátok kalcit összetételűek és csigákban gazdagok voltak, mert az utóbbiak a vízből testük felépítéséhez a mészyagot könnyebben kiválasztották.

Amikor viszont a karbonát-kiválásban az evaporáció a fontosabb a karbonátok stabil izotópjai kisebb negatív értékűek, vagy az oxigénstabilizotóp még gyengén pozitív is lehet.

Ilyenkor nagy magnézium tartalmú kalcit válik ki, amelyet a tóvíz kalciummal szembeni magnézium többlete tesz lehetővé. Ez valószínűleg koradiagenetikusan dolomitá alakul át. Ebben az esetben csigákban szegény az üledék, mert a víz nagy sótartalma miatt a nem optimális biotóp és a víz felépítéshez a jelenlévő nagy magnézium tartalom miatt a meszet is nehezebb kiválasztani. A Duna-Tisza közén ilyen tó típus volt a szintén a KNP-hez tartozó Kiszréti-, vagy a Bugac melletti Ródliszék-tó, de a Fertő-tó is (MOLNÁR & BOTZ 1966; MOLNÁR & DINKA 1997).

A fentiek ismeretében analógiák alapján megállapítható tehát, hogy a Péteri-tóban amikor a kivált karbonát kalcit összetételű volt a karbonát kiválásban a növényzet széndioxid elvonó hatása játszott fontosabb szerepet. Amikor viszont a dolomit uralkodik ott az evaporáció volt a jelentősebb. Azokon a helyeken, ahol a vízborítás állandóbb volt, ott viszont még a tőzegképződés is megindult.

A tavi összesítő szelvényben láttuk (4. ábra) a szelvény alján és tetején a dolomit a közepén pedig a kalcit uralkodott, ezért a terület holocén éghajlatában két szárazabb és egy nedvesebb időszakot lehet megkülönböztetni.

A nagy porozitású mész- és dolomitiszapon áthaladó tó- és csapadékvíz az anyag egy részét a fekvő homokba mosta át, és így jött létre a karbonátos homok. Közben az oxidációs folyamat eredményeként ez a homok több esetben vasfoltossá is vált.

A szárazabb időszakokban, mint pl. az 1985-től kezdődőben is, a talajvízszint a karbonátiszap mélyebb részéig süllyedt. Ennek eredményeként diagenetikus

folyamatként póruskítóltó cementképződés indult meg, amely a karbonát egy részét cementálta.

A szél a környező futóhomok területről időnként nagyobb mennyiségű homokot fújta a tóba, amely különösen a peremeken a karbonát felszínére rakódott. Az újabb magas vízállás karbonátképződménye ezeken a helyeken már erre a homokra rakódott rá.

A vízborítás időszakosságát a tavi karbonátban a vízi és száraztérzíni fossziliák együttes megjelenése igazolja.

Irodalom – References

- DUNHAM, R. J. 1962: Classification of carbonate rocks according to depositional texture. – In: HAM, W. E. (ed.): *Classification of carbonate rocks.* – *Am. Ass. Petr. Geol. Mem.* **1**, 108–121.
- DUNHAM, R. J. & KINSLEY, D. W. 1973: Meniscus Cement. – In: BRICKER, O. P.: *Carbonate Cements.* – Harper, Baltimore. 302 p.
- FLÜGEL, E. 1978: *Mikrofazielle Untersuchungsmethoden von Kalken.* – Springer Verlag, Heidelberg. 454 p.
- FÜCHTBAUER, H. & MÜLLER, G. 1970: *Sedimente und Sedimentgesteine II.* – E. Schweizerbartsche Verlag, Stuttgart. 726 p.
- HÜTTNER, L.A. 1992: *Wasser und Wasseruntersuchungen.* – 5. kiadás, Frankfurt. 516 p.
- MIHÁLTZ I. 1953: A Duna–Tisza köze déli részének földtani felvételei. – *MÁFI Évi Jelentése 1950. évről.* 113–114.
- MOLNÁR B. 1961: A Duna–Tisza közti eolikus rétegek felszíni és felszín alatti kiterjedése. – *Földtani Közönlöny* **91/3**, 303–315.
- MOLNÁR B. 1980: Hiperszalin tavi dolomitképződés a Duna–Tisza közén. – *Földtani Közönlöny* **110/1**, 45–64.
- MOLNÁR B. 1985: Földtani kutatások a Kiskunsági nemzeti Parkban. – In: TÓTH K. (szerk.): *Tudományos kutatások a Kiskunsági Nemzeti Parkban 1975–1984.* – OKTH Kiadása, 29–58.
- MOLNÁR, B. 1991: Modern Lacustrine Calcite, Dolomite and Magnesite Formation in Hungary – Publication of the Department of Quaternary Geology University of Turku, 70. Turun Yliopisto. 1–22.
- MOLNÁR B. & MURVAI I. 1976: A Kiskunsági Nemzeti Park fülöpházi szikes tavainak kialakulása és földtani története. – *Hidrológiai Közönlöny* **56/2**, 67–77.
- MOLNÁR B. & KUTI L. 1978: A Kiskunsági Nemzeti Park III. sz. területén található Kistréti-, Zabszék- és Kelemenszék-tavak környékének talajvízföldtani viszonyai. – *Hidrológiai Közönlöny* **58/8**, 347–355.
- MOLNÁR, B. & BOTZ, R. 1996: Geochemistry and stable isotope ratio of modern carbonates in natron lakes of the Danube-Tisza Interfluve, Hungary. – *Acta Geologica Hungarica* **39/2**, 153–174.
- MOLNÁR, B. & DINKA, M. 1977: Karbonát üledék keletkezése a Fertő-tó magyarországi részén. – *Hidrológiai Közönlöny* **77/3–4**, 115–122.
- MOLNÁR B., SZÓNOKY M. & KOVÁCS S. 1981: Recens hiperszalin dolomitok diagenetikus és litifikációs folyamatai a Duna–Tisza közén. – *Földtani Közönlöny* **111/1**, 119–144.
- MÜLLER, G., IRION, G. & FÖRSTNER, U. 1972: Formation and diagenesis of inorganic Ca-Mg carbonates in the lacustrine environment. – *Naturwissenschaften* **59/4**, 158–164.
- RÓNAI A. 1956: Talajvízszint térképezés az Alföldön 1954-ben. – *MÁFI Évi Jelentése az 1954. évről.*
- TÓTH Á. & MOLNÁR B. 1987: a Paleoecological Study of the Lacustrine Deposits of the Kiskunság National Park – in Holocene Environment in Hungary. – Contribution of the INQUA Hungarian National Committee to the XIIIth INQUA Congress Budapest, 113–128.

Kézirat beérkezett: 2000. 08. 03.

Táblamagyarázat – Explanation of Plates

I. tábla – Plate I

(Pásztázó elektronmikroszkópos felvételek – SEM photographs)

- a cementált karbonát, a kép felső részén elsődleges, koradiagenetikus, (Füchtbauer-féle (1988), „A” típusú cement) póruskitöltő magnézium-kalcit-mikrit és mikropátit látható. A szövet Dunham-féle osztályozással (DUNHAM 1962) mud supported típusú. Középen litoklaszt van, amely valószínűleg kvarcsemcse. A felvétel alsó részén ez diagenetikus blokkcementtel érintkezik, amelyet DUNHAM & KRINSLEY (1969) meniszkuszcementnek nevez. Ez a meteorikus víz (jelenleg talajvíz) diagenetikus hatására jön létre.
- a *Cemented carbonate; in the upper part of the photomicrograph primary early diagenetic samples are visible (by FÜCHTBAUER 1988 type “A” cement) pore-filling with magnesium-calcite micrite and microsparite. A texture type is mud-supported by the DUNHAM classification. In the middle section is a lithoclast, which is probably quartz-grain. In the lower part of the photomicrograph contact can be seen with diagenetic block-cement. This is referred to as DUNHAM (1962) meniscus-cement. This cement developed on the diagenetic influence of meteoric water (here groundwater)*
- b ugyanazon karbonát nem orientált, szerves kiválású mikritje, amely uralkodólag a szervetlen kiválású karbonátokra jellemző (FLÜGEL 1978)
- b *The organic development of micrite of the same carbonate is not oriented. It is characteristics of which have a dominance in the inorganic diagenetic carbonate (FLÜGEL 1978)*
- c póruskitöltő kusza elrendeződésű, tús cement kristályok, amelyek a freatikus (a talajvíz alatti) genetikus övben keletkeznek.
- c *Intergrown needle cement crystals are filling the pores. These are predominant in the inorganic precipitation*
- d a kalcitkristályok laza kapcsolódása.
- d *Loose contact of calcite-crystals*
- e valószínűleg áthalmazott bryozoa-kolónia és drúzás pátit, a vasfoltos karbonátközetből (9. sz. fúrás 1,5–1,63 m).
- e *Probably reworked Bryozoan colony and drusy sparite from iron-spotted carbonate rocks (Borehole No. 9 1.5–1.63 m)*
- f karbonátpadból törtkalcitos blokkcement-kristály, amely tipikusan a freatikus öv képződménye. A minta pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálat előtt H₂O₂-vel volt kezelve (11. sz. fúrás 0,5–0,8 m).
- f *Faulted calcite-blockcement crystal from the carbonate bed, which is typical in the freatic zone. Before the SEM investigation the sample was treated with H₂O₂ Borehole No. 11 0.5–0.8 m*

II. tábla – Plate II

(Pásztázó elektronmikroszkópos felvételek – SEM photographs)

- a a tó déli részéről, a kiszáradt tófenékről származó minta. Gyöngyfűzészzerű tömlőkkel és penészszerű fonalgombákkal.
- a *Sample from the southern part of the dried lake. Strings of pearls-like hoses and mould-like microspore.*
- b karbonátos homok H₂O₂-vel kezelt, 0,63 mm-nél durvább frakciója. A felvételen uralkodólag koptatott sziliciklaszt (kvarc) szemcsék vannak, kisebb mennyiségben pedig a felvétel bal felső és jobb alsó sarkában karbonát kiválás látható. 8. sz. fúrás 0,4–0,65 m

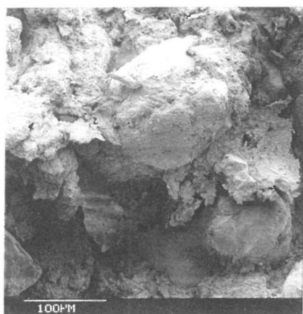
- b A coarser fraction (>0.63 mm) carbonate sand, with treated the H_2O_2 . The photomicrograph shows predominance of aeolian siliciclastic (quartz) grains, on the left upper side and the right lower side carbonate precipitation is visible. Borehole No. 8. 0.4–0.65 m
- c fosszilis Characeae oogonium vége. 14. fúrás 1,52–1,70 m
- c The edge of fossilien Characean oogonium. Borehole No. 14. 1.52–1.7 m
- d ugyanazon Characeae oldalnézetben
- d Side view of same Charaeae
- e futóhomokból édesvízi szivacsstűk. 9. sz. fúrás 1,63–1,90 m
- e Freshwater spicule from aeolian sand Borehole No. 9. 1.63–1.90 m
- f valószínűleg *Bithymia* (B.) *leachi* (SHIPPARD, 1823) Operculum képe.
- f Operculum of ?*Bithymia* (B) *leachi* (SHIPPARD 1823)

III. tábla – Plate III

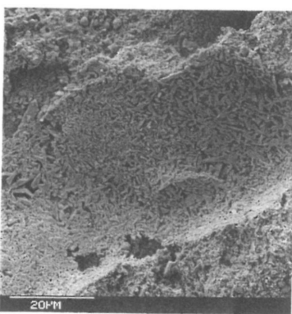
(Pásztázó elektronmikroszkópos felvételek – SEM photographs)

- a Ostracoda hátoldali (?) nézete a 14. sz. fúrás 1,52–1,7 m, karbonátos homokból
- a Rear side of Ostracodan, from carbonate sand. Borehole No. 14. 1.52–1.7 m
- b Ostracoda jobb (?) teknő, ugyanonnan.
- d Right shell of Ostracoda, from the same site
- c allochton bryozoa-kolónia a 9. sz. fúrás 1,5–1,63 m vasfoltos karbonátjából.
- c Allochthonous Bryozoan colony, from the iron-spotted carbonate. Borehole No. 9. 1.5–1.63 m
- d fiatal *Armiger crista* (LINNÉ 1758) ugyanonnan, az alsó oldala.
- d Lower side of young *Armiger crista* (LINEAUS 1758), from the same site

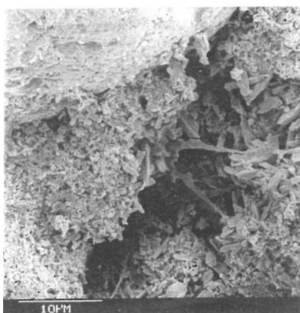
I. tábla – Plate I



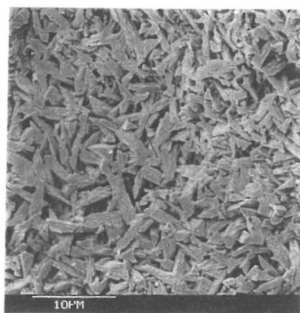
a



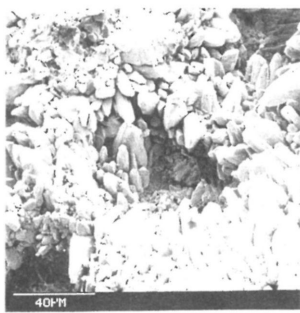
b



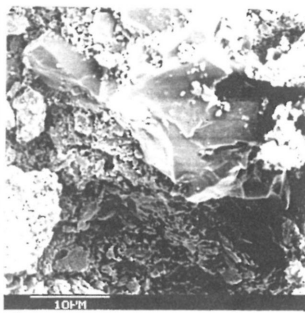
c



d

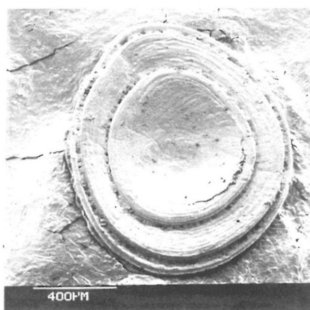
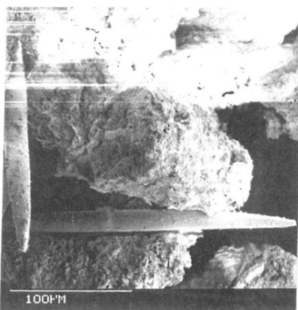
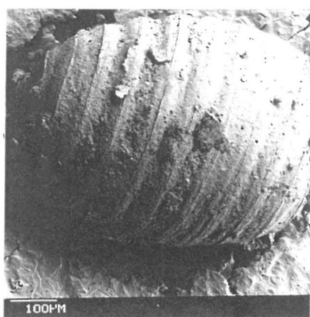
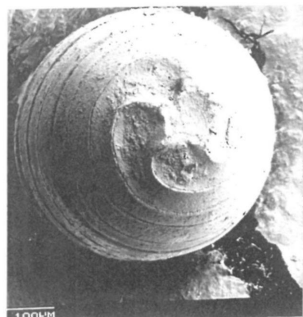
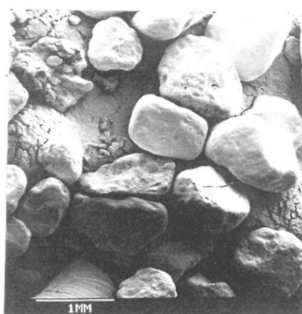
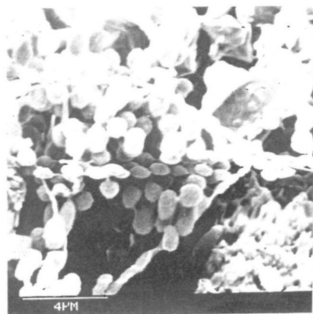


e

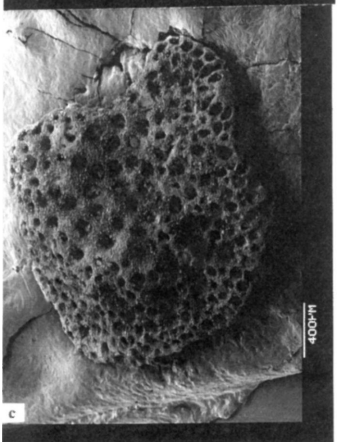
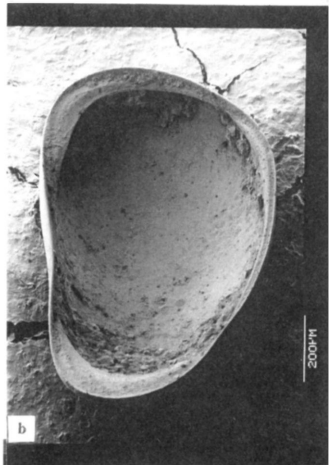
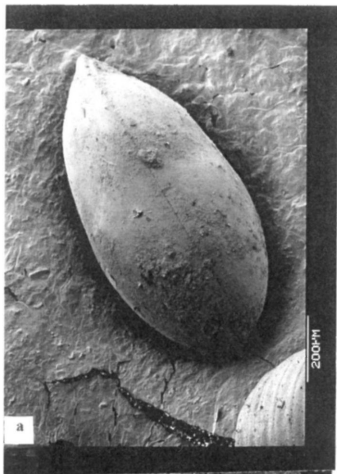


f

II. tábla – Plate II



III. tábla – Plate III



A Gödöllői Arborétum felszínközeli laza üledékeinek geokémiai jellemzése

Geochemical characterisation of the near-surface loose sediments of the Gödöllő Arboretum

KALMÁR János¹ – KUTI László¹ – SZENDREINÉ KÖREN Eszter²
(8 ábra, 5 táblázat)

Tárgyszavak: Gödöllő, felső-pliocén, geokémia, homok, kőzetliszt, agyag, mészkő, nehéz ásványok, statisztika, korreláció, tápelemek, nyomelemek, LAKAANEN-ERVIO oldat

Key words: Gödöllő, Upper Pliocene, geochemistry, sand, silt, clay, limestone, heavy minerals, statistics, correlation, nutrient and trace elements, LAKAANEN-ERVIO solution

Abstract

The Gödöllő Arboretum is situated 20 km NE of Budapest, in the middle part of the Gödöllő Hill Range. In this area, between 1988–1999, geological, sedimentological and environmental researches were carried out. In the studied area, there are Upper Pliocene detrital and carbonate sediments, such as sands, silty clays, marls and lacustrine limestone outcrops. In some shallow drilling samples the respective concentrations of the nutrient and trace elements were analysed. The present geochemical study deals with these analytical data, correlated with the mineralogical, sedimentological and stratigraphical data and with the forest vegetation types, which constitute several parcels of the Arboretum.

The nutrient and the trace elements were extracted by leaching with N/10 nitric acid and with LAKAANEN-ERVIO solution. Both analytical results present normal, lognormal and bi- or polymodal statistical distributions – i.e. the studied elements belong to one or more genetical (syngenetical or diagenetical) processes. Based on thorough monomineral analyses and statistical calculation, the respective mineralogical bonds of the elements were postulated.

By comparing the contents of nutrient and trace elements in different sediment types and in the sandy and silty-clayey levels, the lithologic and stratigraphic controls were demonstrated.

In several parcels, the variations in the amounts of the elements, depending on the wood species, prove their selective concentration or consumption as a part of the biological activity in the soil. A scarce pollution, as an effect of human (industrial) activity, was also observed.

Összefoglalás

A Gödöllői Arborétum a Gödöllői-dombság középső szegmensében, Budapesttól 20 km-re fekszik. A területen 1988–1999 között geológiai, szedimentológiai és környezeti kutatásokat végeztünk. Az Arborétum területén felső-pliocén törmelékes és karbonátos üledékek (homok, kőzetliszt, agyag, márga, tavi mészkő) jelennek meg. A területet feltáró sekélyfúrások anyagán geokémiai elemzéseket, ezen belül a táp- és nyomelemek koncentrációjának meghatározását végeztük. Ezeket az adatokat, a jelen tanulmány keretében összehasonlítottuk az ásványtani, szedimentológiai és rétegtani megfigyelésekkel, valamint a fás növényzettel való fedéssel az adott parcellák esetében.

A táp- és nyomelemek feltárását egyrészt N/10 salétromsavas, másrészt LAKAANEN-ERVIO oldattal végeztük. Mindkét extrakció során normális, lognormális és kettős vagy polimodális statisztikai eloszlások jelentkeztek, tehát az adott elem jelenléte egy vagy több genetikai (szingenetikai vagy diagenetikai) folyamathoz kapcsolható.

Ugyanakkor a félkvantitatív monominerallikus analízisek alapján az elemek ásványtani kötődését is meghatároztuk.

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

²Erdészeti Tudományos Intézet, Budapest Frankel Leó u.45.

Összehasonlítva a különböző üledékek és rétegek táp- és nyomelem-koncentrációit, megállapítottuk a litológiai és rétegtani kontroll létezését.

Különböző ültetvények (parcellák) esetében követhető volt az elemek biológiai szelektálása, koncentrációja vagy kivonása az üledékből, illetve a talajból. Ugyanakkor az Arborétum területén kimutatható az emberi tevékenység okozta kis méretű szennyezés is.

Bevezetés

A Gödöllői Arborétum területén a Magyar Állami Földtani Intézet és az Erdészeti Tudományos Intézet együttműködésében 1988. évi kezdettel komplex agrogeológiai és talajtani vizsgálatokat végeztünk, egy agrogeológiai mintaterület keretén belül. A sekélyfúrásokkal és termőhely-feltárásokkal valamint felszíni térképezéssel felkutatott területen a szedimentológiai, ásvány-kőzettani, rétegtani és ökológiai vizsgálatok során tisztáztuk az Arborétum és közvetlen környezete földtani felépítését, az üledékek ásványtanát, litológiáját és a vízháztartását (SZENDREINÉ KOREN 1991; KUTI et al. 1992; KALMÁR 1993; KALMÁR & SZENDREINÉ KOREN 1999) A minták egy részén a szedimentológiai vizsgálatokkal párhuzamosan meghatároztuk a táp-és nyomelemek koncentrációját a felszíni (talajosodott) rétegben, a gyökér-zónában és az anyakőzet rétegsora különböző szakaszaiban. Külön teljeskémiai és színképelemzéseket készítettünk jellegzetes üledékmintákból, valamint egyes monomineralikus ásványkoncentrátumokból. Ezek eredményeként egy nagy volumenű analitikai adatbázist kaptunk, amelynek geokémiai szempontból való kiértékelését a jelen tanulmány tűzte ki céljává.

Az Arborétum és közvetlen környezete földtani felépítése

A Gödöllői Arborétum a Gödöllői-dombság középső részén, Gödöllő és Isaszeg között, a Rákos-patak bal oldalán lévő Öreg-hegy nyugati és déli lejtőjén fekszik, 180–248 m tszf. magasságban.

A felszínen, szálban megjelenő képződmények triász, eocén, oligocén és miocén korú karbonátos és törmelékes rétegekre települnek, a Duna-balparti-rögök déli előterében.

A felszínen felső-pliocén, valamint pleisztocén és holocén üledékek találhatók.

Az arborétum részletes földtani térképe egy előző publikációban található (KALMÁR 1993).

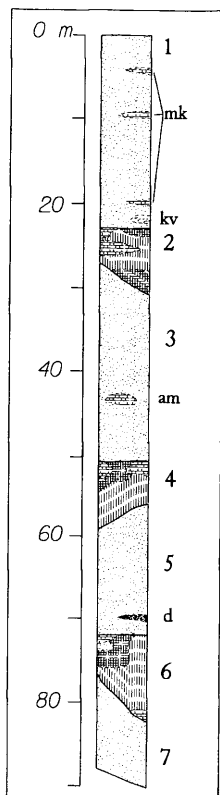
A felszíni térképezés és a fúrások szelvényeinek korrelálása alapján megállapítottuk, hogy az Arborétum területén négy homok- és három aleuritos-karbonátos réteg jelenik meg. A rétegek folyamatosan követhetők É-D irányban kb. 3 km, K-Ny irányban 1,5–2 km kiterjedésben. Vastagságuk 4–35 m között változik. Alulról felfelé a rétegeket a következők: ALHOM, AGYFEK, KÖZHOM, ALAGY, FÓHOM, FAGY, TETHOM. (1. ábra)

A rétegek egy szabálytalan, lapos teknőszerű, É-D irányú szinklinálisban helyezkednek el, amelyet egy DK-ÉNY irányú vető szel át, 5–10 m-es normális elvetési távolsággal.

A pleisztocént egy vékony kavicslepel és néhány, javarészt lepusztult teraszszint, a holocént a Rákos-patak ártéri üledékei, valamint a lejtő- és lejtőláb-üledékek képviselik.

1. ábra. Oszlópszelvény a Gödöllői Arborétum felső-pliocén üledékeiben. 1. TETHOM: közepes szemcséjű homok, helyenként finomhomok-betelepülésekkel; mk, három vékony mészkő-lencse; kv, durva homok apró kavicsal; 2. FAGY: Agyagos kőzetliszt és kőzetliszt, két mészkőszint és egy meszes homokkő réteg; 3. FŐHOM: apró és közepes szemcséjű homok; am, agyagos mészkőlencse; 4. ALAGY: agyagos kőzetliszt és kőzetliszt két homokos mészkő-lencsével; 5. KÖZHOM: közepes homok, finom és durva homok-kőzetelepülésekkel; d, durva homok-és kavicslencse; 6. AGYFEK: agyagos és homokos kőzetliszt, agyagos mészkő és homok-kőzetelepülésekkel; 7. ALHOM: közepes homok, helyenként kőzetlisztes hárttyákkal.

Fig. 1. Lithologic column of the Upper Pliocene sediments from Gödöllő Arboretum. 1. TETHOM: middle grained sands, with fine grained sand inbeddings; mk, three thin limestone lenses; kv: coarse sands, with fine grained pebbles; 2. FAGY: clayey silts and silts with two limestone levels, and a lime sandstone layer; 3. FŐHOM: fine and middle grained sands; am, clayey limestone lens; 4. ALAGY: clayey silts and silts, with two sandy limestone lenses; 5. KÖZHOM: middle sands with fine, and respectively, coarse sand inbeddings; d, coarse sand and pebble lens; 6. AGYFEK: clayey and sandy silts, with clayey limestone and sand inbeddings; 7. ALHOM: middle sands, locally with silty pellicula



A pliocén üledékek litológiája

Az Arborétum területén homokos és kőzetlisztes, alárendelten karbonátos üledékek ismeretesek; vastagságuk, fúrásonkénti eloszlásuk a terepi leírásokban és egy jelentésben található.

A homok finom-apró szemcseméretű, a durva frakció csak kivételesen jelenik meg, esetleg borsónyi kvarckavics-szemcsékkel. A 0,064 mm alatti frakció részaránya általában 10% alatt van. A homok szerkezete párhuzamosan rétegzett, vékony aleuritós hárttyákkal, vagy keresztarétegzett, ritka durvahomok- vagy murva-zsinórokkal.

A homok fő komponense a metamorf vagy magmás (főként vulkáni) eredetű kvarc, alárendelten a földpát, kevés csillám, a kevés, de jellegzetes kőzettörmelék (savanyú és intermedier vulkáni kőzetek, metamorf kőzetek stb.). A 0,064 mm alatti frakcióban a kvarcon és a földpáton kívül rendezetlen szerkezetű montmorillonit és illit, kevés kaolinit és klorit valamint illit/montmorillonit kevertszerkezetű agyagásvány található. Egyes mintákban jelentős mennyiségű limonitgél és kolloidális humuszanyag van.

A homokrétegeket elválasztó aleuritos-karbonátos rétegekben kőzetlisztes agyag, agyagos kőzetliszt, homokos kőzetliszt és karbonátos üledékek vannak. Az agyagos-aleuritos üledékek fő alkotói a montmorillonit és az illit, a homokban találhatóhoz viszonyítva rendezettebb rácsszerkezettel. Az agyagásványok közül csökkenő mennyiségben még jelen van a kaolinit, a klorit és a vermikulit valamint az illit-montmorillonit és a klorit-montmorillonit kevert szerkezet is. A nem agyagos ásványokat kvarc, földpát, muszkovit, kalcit, járulékosan sziderit, gipsz és pirit képviselik.

A karbonátos kőzeteket kalcittal cementált mésztörmelékes homokkő, mészmárga és mikrites vagy algás mészkő képviseli. A kalciton kívül kvarc, földpát, csillámok, kőzettörmelék, algagumók, ostracodapáncél-töredék és szivacsstűk, diagenetikus dolomit-kristályok, sziderit, pirit és opál található.

A fentiek alapján megállapítható, hogy a tanulmányozott üledékösszlet sokásványos diszperz rendszert képez. Keletkezését és evolúcióját a nagytérségi és lokális körülmények determinálták, ugyanakkor helyzetükből, összetételükből és szerkezetükből adódóan, mint geokémiai közeg szerepelnek, az alkotó elemek törvényszerű variációjának szintere gyanánt, amint ez számos laza, felszínközeli üledék esetében bebizonyosodott (BARTHA et al. 1987).

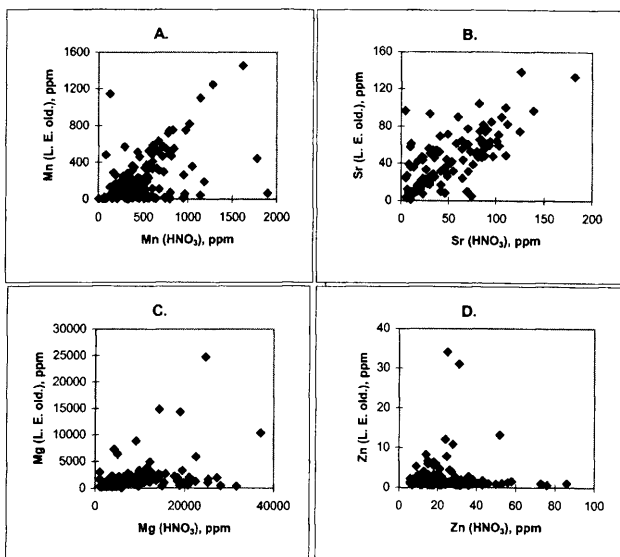
A geokémiai vizsgálatok célkitűzései és módszerei

A rendelkezésünkre álló analitikai adatok birtokában az Arborétumban megjelenő felszínközeli, nagyrészt laza üledékeken végzett geokémiai vizsgálatok célja a következő volt:

1. Megállapítani a táp- és nyomelemek geokémiai jellemzőit, s ezen belül a statisztikai eloszlás törvényeit;
 2. Megismerni az elemek kötődését az üledékeket alkotó ásványokban, azaz megállapítani a mineralógiai kontroll létezését vagy hiányát;
 3. Felderíteni a kapcsolatot az elemek koncentrációja és a különböző üledék-típusok között, más szóval megismerni a litológiai kontroll jellegét;
 4. Megvizsgálni az elemek koncentrációja és a rétegtani felépítés közti összefüggéseket, azaz a sztratigráfiai kontroll létezését;
 5. Összehasonlítani a különböző faállományok alatti talaj- és gyökérszóna táp- és nyomelem-háztartását;
 6. Megvizsgálni az esetleges nem természetes (ipari eredetű) elem-feldúsulást.
- A 257 analitikai adat feldolgozásához elkerülhetetlen volt a statisztikai módszerek igénybevétele.

A táp- és nyomelemek vizsgálata céljából a mintaanyagban megfelelő mechanikai előkészítést követően két kioldás történt: egy N/10 salétromsavas kioldás, amely az erősen és gyengén kötődött elemeket tárta fel és egy EDTA (ún. LAKAANEN-ERVIÖ) savas kioldás, a pH=4 érték körül, amely az elemek gyengén kötődött részét tárta föl, a gyökérrendszerben jelen lévő szerves savakhoz hasonló módon. Az eredmény egy erősen szóródott, kettős értéksor, amelyet röviden HNO₃-as és L.-E. oldásnak fogunk nevezni. A két értéksor között nem mindig mutatható ki a lineáris korreláció (2 ábra).

Szükségesnek tartjuk nyomatékosan kihangsúlyozni, hogy az így feltárt elemkoncentrációk nem jelentik a vizsgált üledékek teljes mennyiségét, csak azt, ami



2. ábra. A salétromsavval és a LAKAANEN-ERVIÖ-oldattal kioldott elemkoncentrációk közt mennyiségi összefüggés mutatható ki: A. Mangán: korrelációs együttható $r=0,42$, t teszt értéke 5,88; B. Strontium: $r=0,78$; $t=15,68$. A két kioldás között nincs mennyiségi összefüggés: C. Magnézium: $r=0,28$; $t=2,45$; D. Cink: $r=0,01$; $t=0,22$.

Fig. 2 Between the concentration of elements extracted with nitric acid and leached with LAKAANEN-ERVIÖ solution, quantitative interdependence can be depicted: A. Manganese: correlation coefficient $r=0,42$; value of the t test 5,88; B. Strontium: $r=0,78$; $t=15,68$. Between the concentration extracted and leached no connection appears: C. Magnesium: $r=0,28$; $t=2,45$; D. Zinc: $r=0,01$; $t=0,22$.

az oldatba került. Hogy ez mennyiben különbözik az adott elem teljes koncentrációjától, azt az általunk használt adatok és teljes mintákon valamint monominerallikus ásványkoncentrátumokon végzett kémiai és színképanalízis eredményeinek összehasonlításával próbáltuk megállapítani.

Az analitikai értékek alkotta halmazok keretén belül az értékeket osztályokba rangsoroltuk. Az osztályok határértékeit a STURGERS-képlettel határoztuk meg: e képlet a halmaz kiterjedését (x_{\max} , a legnagyobb és x_{\min} , a legkisebb érték közt) és a halmaz nagyságát (N) veszi figyelembe:

$$d = \frac{|x_{\max} - x_{\min}|}{\sqrt{1 + 3,322 \log N}} \quad [1]$$

Az analitikai adatok (elemkoncentrációk) esetében az értékek eloszlásának módja geológiai információkat hordoz (3. ábra). Az egymódusos eloszlás esetén, ha a normális (gaussi) illetve a lognormális eloszlás bizonyítható, okkal feltételezhető, hogy a szóban forgó elem egy egyszeri és háborítatlanul lezajló folyamat eredményeként került a rendszerbe (AHRENS 1954). A normál ill. lognormál eloszlás tesztelésére a χ^2 -tesztet alkalmaztuk, a táblázatokban lévő értékekkel összehasonlítva, amelyek az osztályok számát és az értékek pontosságát (a mi esetünkben $\pm 0,02\%$) veszik figyelembe (SARAPOV 1966). A két- vagy többmódusos eloszlás esetében joggal feltételezhetjük, hogy a halmaz nem homogén, azaz létrejött több genetikai folyamatnak köszönhető (DUVAL 1961).

A különböző (rétegtani, litológiai) egységek közötti ekvivalenciát (vagy különbözőséget) az analitikai adatok STUDENT-tesztjével értékeltük. E teszt az x_i , x_j átlagértékeket, az értékek s_i , s_j szóródását valamint a halmazok N_i , N_j nagyságát veszi figyelembe:

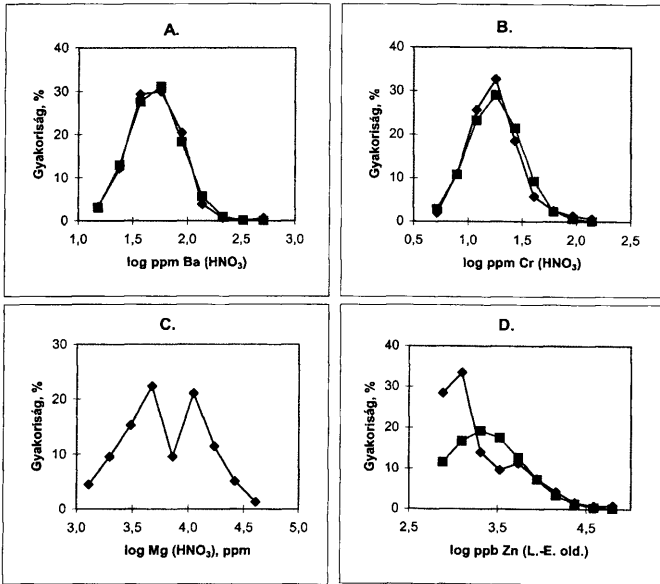
$$t = \frac{|x_i - x_j|}{\sqrt{N_i s_j^2 + N_j s_i^2}} \sqrt{\frac{N_i N_j (N_i + N_j - 2)}{N_i + N_j}} > t_{adm} \quad [2]$$

A megengedett t_{adm} az adott halmaz nagysága és pontosság függvénye és táblázatokban található; értéke a mi esetünkben 2,22–2,43 között változik.

Az analitikai értékek közötti összefüggést a lineáris korrelációs számítás definiálja. A korrelációs számítás eredménye az r korrelációs együttható, amely csak a korrelált halmazok nagysága (N) függvényében értékelhető. Ugyanis, ha a t teszt:

$$t = \frac{|r|}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{N-2} \quad [3]$$

a táblázatokban megadott (jelen esetben 2,5–3) értéknél nagyobb, a két sorozat között az összefüggés bizonyított; ha t az említett értékek felénél nagyobb, egy tendenciát feltételezhetünk, s végül ha ennél is kisebb, a két értéksor között az összefüggés teljesen véletlenszerű (CSUPROV 1960). Geológiai szempontból két érték között a bizonyított vagy feltételezhető összefüggés egy közös genetikai folyamatra utal.



3. ábra. A táp- és nyomelemek logaritmusos eloszlásai. A. A salétromsavval kioldható bárium eloszlása és B. a króm eloszlása majdnem tökéletesen felel meg az ideális Gauss-görbét; C. A salétromsavval kioldott magnézium két módusa a szilikátokban és a karbonátokban kötött magnéziumnak felel meg; D. A LAKAANEN-ERVIÖ oldattal extrahált cink véletlenszerű eloszlása

Fig. 3 Logarithmic distributions of some nutrient and trace elements. A. Distribution of Ba extracted with nitric acid and B., of the Cr one cover almost perfectly the Gauss' ideal curve; C. This two module of the magnesium, extracted with nitric acid correspond to silicate and carbonate links; D. The random distribution of zinc leached with LAKAANEN-ERVIÖ solution

A vizsgált elemek geokémiai kiértékelése és ásványtani helyzete

A Gödöllői Arborétum mintaanyagában három elemcsoportot lehet elkülöníteni:

1. A kőzetalkotó elemek csoportja: H, C, O, Na, Al, Si, P, S, K, Ti. Gyakoriságuk, egymáshoz viszonyított részarányuk a vizsgált kőzetre vagy üledéktípusra vonatkozó információkat szolgáltatja;

2. A szoros értelemben vett nyomelemek csoportja: Be, V, Ga, Zr, Ag, Sn, In, Au, Tl. Egyes kőzetalkotó, illetve táp- és nyomelemekkel együtt az üledék eredeti kőzeteire vagy az üledékekben lejáratott folyamatokra adnak információkat;

3. A szelektív kioldások által kimutatott táp- és nyomelemek: Mg, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Sr, Mo, Cd, Ba, Pb. Részben fontos jellemzői az üledékeknek, de ugyanakkor a növényzet fejlődésére is meghatározó jelentőségűek. A tanulmány a következőkben kizárólag ezekkel foglalkozik.

I. táblázat. A Gödöllői Arborétum mintaanyagán végzett geokémiai elemzések

Table I Geochemical investigations of the samples from the Gödöllő Arboretum

	Elemzés	Minták száma
1	Teljes szilikátos analízis	16
2	Üledékek félkvantitatív szinképelemzése	16
3	Ásvány-koncentrátum félkvantitatív szinképelemzése	16
4	Salétromsavas kioldásos kvantitatív táp- és nyomelelvizsgálat	157
5	Lakaanen-Erviö oldatos kvantitatív táp- és nyomelelvizsgálat	257
6	Szelektív karbonát-meghatározás	525

A táp- és nyomelemek koncentrációját a salétromsavas és a LAKAANEN-ERVIÖ oldatos kioldás, esetenként a teljeskémiai elemzés és az üledéken, illetve az ásvány-szeparátumokon végzett vizsgálatok alapján határoztuk meg. Az üledékeket alkotó ásványok, ismeretében az elemek eloszlása a következőképpen összegezhető (II. és III. táblázat):

A magnézium a kőzet (üledék) lényeges alkotóeleme. Az elemzések 0,30–3,25%-os MgO tartalma (180–19500 ppm Mg) több ásvány között oszlik el: a litoklasztok valamint a nehéz frakció szilikátjai (piroxének, amfibolok), a biotit és mindezek bomlástermékei (klorit), a szmektitek, valamint a karbonátok nehezen oldható frakciója (dolomit) között. Erre utal a logaritmusos eloszlási diagram két módusa is (3. ábra, C). A teljeskémia, a salétromsavas és a LAKAANEN-ERVIÖ kioldás összehasonlítása arra enged következtetni, hogy a HNO₃-as kioldás átlagban

II. táblázat. Táp- és nyomelemek statisztikai eloszlása

Table II Statistical distribution of the nutrient and trace elements

Elem	HNO ₃ -as kioldás	L.-E. oldatos kioldás
Mg	log-kétmodulus	log-kétmodulus
Ca	log-kétmodulus	log-kétmodulus
Cr	lognormális	log-kétmodulus
Mn	normális	log-kétmodulus
Fe	bimodális	lognormális
Co	normális	lognormális
Ni	kétmodulus	jobb-asszimmetrikus
Cu	normális	lognormális
Zn	lognormális	bal-asszimmetrikus
Sr	kétmodulus	szabálytalan
Mo	Poisson??	bal-asszimmetrikus
Cd	bal asszimmetrikus	bal asszimmetrikus
Ba	lognormális	lognormális
Pb	bal asszimmetrikus	log-kétmodulus

megegyezik az üledék teljes Mg-tartalmával. A magasabb maximum jelzi a Mg-gazdag (karbonátos) üledékek jelenlétét:

A kalcium igen változatos koncentrációban van jelen, a karbonátmentes, mindössze 50 ppm Ca-tartalmú homoktól a majdnem tiszta kalcium-karbonátból álló mészkőig. A logaritmusos eloszlási diagramon két módus látható, amely az alacsony Ca-tartalmakat adó szilikátokat (szulfátokat, foszfátokat stb., esetleg a szmektitek Ca-ionját) elválasztja a magas Ca-tartalmú karbonátoktól. A szelektív oldás eredményeként különválasztható a nehezen oldható (főleg dolomitos) és könnyen oldható (kalcitos) karbonát.

III. táblázat. A TETHOM-réteg egyes ásványainak
nyomelem-vizsgálata

Table III Trace elements investigations of the minerals of TETHOM bed

Ásvány	Co	Ni	Mn	Ba	Sr	Zn	Pb
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Magnetit	50	10	500	ny	ny	100	5
Turmalin	10	5	500	20	ny	ny	10
Gránát	25	20	1000	50	25	100	ny
Hornblende	10	200	250	20	ny	ny	ny
Hipersztén	500	100	1000	ny	ny	100	10
Augit	500	100	150	ny	ny	100	ny
Disztén	ny	ny	ny	ny	10	ny	ny
Staurolit	10	10	200	ny	ny	ny	ny
Cirkon	ny	ny	ny	10	25	ny	150
Titanit	15	10	200	ny	ny	ny	ny
Apatit	ny	10	10	5	200	50	250
Ortoklász	ny	ny	20	250	500	ny	350
Plagioklász	ny	ny	ny	100	200	ny	150
Biotit	100	150	250	25	250	500	100
Muszkovit	25	10	100	20	20	100	150
Limonit	500	200	2600	20	20	1500	5

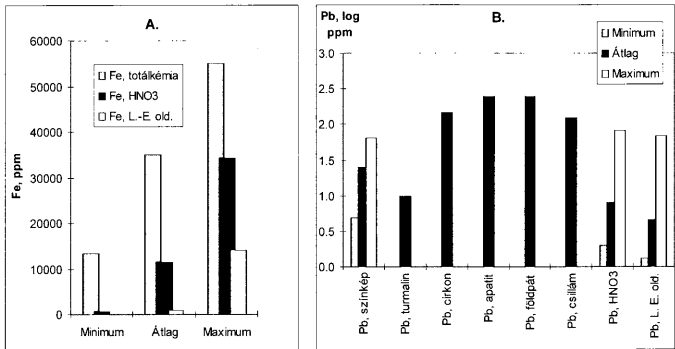
A monomineralikus ásvány-koncentrátumon végzett színképelemzés a bukaresti Intreprinderea de Prospectiuni Geologice i Geofizice laboratóriumában készült (1995)

A króm az üledékek egyik fontos mikroeleme, genetikai szempontból pedig az üledék eredetéről ad információt: a króm a magmás, intermedier és bázikus kőzetek egyik jellegzetes nyomeleme.

Példaértékű a salétromsavas kioldású króm eloszlási diagramja, amely egy közel ideális lognormál eloszlás (3. ábra, B). Ezzel szemben a LAKAANEN-ERVIÖ oldattal extrahálható króm egy kétmodusos eloszlásban jelenik meg. A savas kioldás az üledék teljes króm-mennyiségét érinti, a gyenge oldás viszont csak egy kis hányadát. Ezért valószínű, hogy a króm mint ásvány (kromit, pikotit) van jelen és csak kis hányada a L.-E. oldattal extrahálható, diszperz formában.

A mangán is egy fontos nyomelem, amelyet a teljeskémi, üledék-színképelemzés, ásványkoncentrátum-analízis és kioldásos analízis során egyaránt megvizsgáltunk. A különböző vizsgálati eredmények összehasonlításából az következik, hogy a mangán jelenléte valószínűleg az üledékbe került színes ásványoknak köszönhető, egyik fő hordozója a limonit és a másik, a könnyen oldható karbonátok. Ez a mangánnak a gaussi eloszlástól némileg eltérő eloszlásra is magyarázatot ad. A savas kioldással gyakorlatilag az üledékek egész mangán-tartalma vonódik ki; a gyenge oldás viszont inkább a karbonátokban kötött mangánt mobilizálja (6. ábra, D).

A vas jelen van egyaránt, mint üledékalkotó komponens, valamint fontos tápelem. Eloszlása bimodális, mert jelenléte a színes ásványokhoz, dolomithoz, pirithez és a limonit-hoz egyaránt kötődik (4. ábra, A), a gyenge oldás mindössze a negyvened részét vonja ki.



4. ábra. Elemek eloszlása az üledékben és különböző ásványokban. A. A salétromsavas kioldás csak a vas egy részét mobilizálja, a LAKAANEN-ERVIÖ oldat ennek töredékét; B. Az ólom számos ásványban kimutatható; a salétromsavas kioldás ennek egészét, míg a LAKAANEN-ERVIÖ oldat átlagban kb. a felét extrahálja a szinképlelemzésben kimutatott mennyiségnek

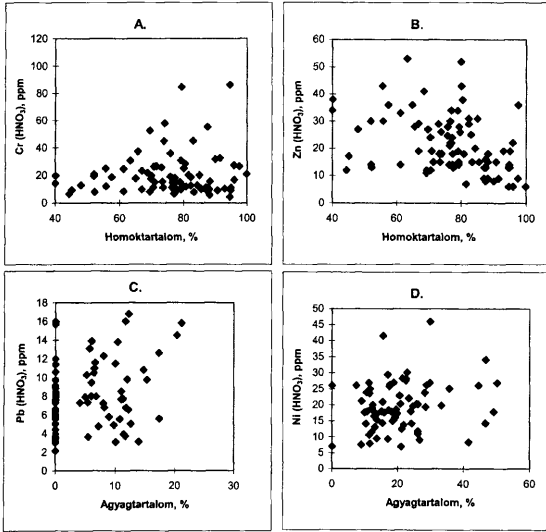
Fig. 4. Distribution of some elements in the sediments and different minerals. A. The extraction with nitric acid mobilizes only a part of total iron content, while the leaching with LAKAANEN-ERVIÖ solution, only its fortieth part. B. Lead was detected in numerous minerals. The extraction with nitric acid extracts the whole quantity, while the leaching with LAKAANEN-ERVIÖ solution, only the half of those, evidenced by spectral analysis

A vasásványokba, különösképpen a limonitgélbe számos elem, így a kobalt, a réz, a mangán, a molibdén, a nikkel, az ólom és a cink épül be.

A kobalt a monomineralikus szinképlelemzés szerint (III. táblázat), az ásványok közül az augithoz, a hiperszténhez és a limonitához kötődik. Az üledékek közül az agyagos-aleuritos rétegeket preferálja és a homokos frakcióval negatív korrelációt mutat. Normál ill. lognormál eloszlása egy egységes genetikai eredetre utal (magmás kőzetek).

A nikkel a piroxénekon kívül a hornblendéhez és a biotitához, úgyszintén a limonitához, mint gyűjtőásványhoz kötődik, de a kobalttal ellentétben bi- illetve polimodális eloszlásban jelenik meg, ami több genetikai folyamatra utal. Az üledékek közül az agyagos, aleuritos rétegeket (5. ábra, D), a homok agyagos frakcióját, a dolomitos betelepüléseket (6. ábra, B) és a limonitos szinteket preferálja (6. ábra, C). A savas kioldás az össztartalom kétharmadát, a LAKAANEN-ERVIÖ-oldás csak az egy tizedét vonja ki.

A réz a mikroelemek egyik lényeges képviselője, amely kis mennyiségben, de minden mintában jelen van. Eloszlása közel van a lognormál eloszláshoz. A szinképlelemzés, a salétromsavas kioldás és a gyenge kioldások eredményei között lényeges különbségek vannak, valószínűleg azért, mert az eredetiben magmás kőzettörmelékhez (szilikátokhoz) kötött réz csak részben került a bontási termékek, illetve az alterációs produktumok közé amelyekből könnyebben vonható ki.

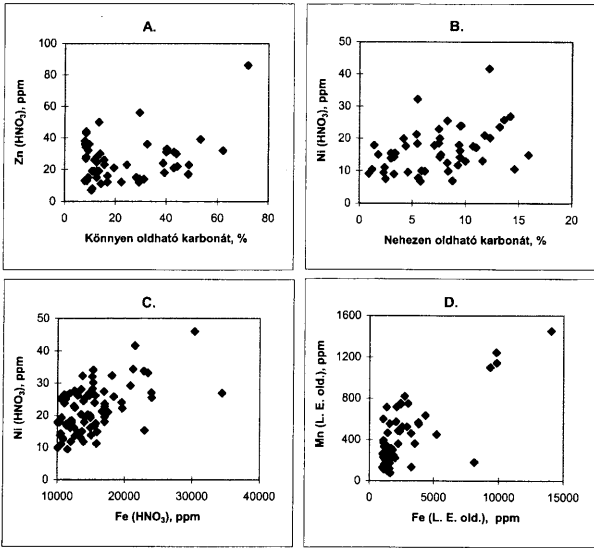


5. ábra. Üledékek táp- és nyomelem háztartása (1). A. A homokos üledékben a salétromsavval kioldott króm a homoktartalommal korrelációs tendenciát mutat (korrelációs együttható $r=0,22$; t teszt értéke 2,05); B. A salétromsavval kioldott cinktartalom a homoktartalom növekedésével csökken ($r=-0,38$; $t=3,71$); C. A salétromsavval kioldott ólom a homokos üledékek agyag- és kőzetliszt-tartalmával korrelációs tendenciát mutat ($r=0,30$; $t=2,85$); D. Az agyagos-kőzetlisztes üledékek salétromsavval kioldott nikkeltartalma korrelációs tendenciát mutat az üledék agyagtartalmával ($r=0,25$; $t=2,68$)

Fig. 5 Regime of nutrient and trace elements in the sediments (1). A. In the sandy sediments, the chrome, extracted with nitric acid shows correlation tendency with the sand content (correlation coefficient $r = 0.22$; value of t test 2.05); B. The content of zinc extracted with nitric acid decreases with the increasing of the sand fraction content ($r = -0.38$; $t = 3.71$). C. The lead extracted with nitric acid, shows a correlation tendency with the clay and silt contents of sandy sediments ($r = 0.30$; $t = 2.85$); D. The nickel content of clayey-silty sediments, extracted with nitric acid, shows correlation tendency with the clay content of the sediment ($r = 0.25$; $t = 2.68$)

A cink ugyancsak hasonló módon jelenik meg: csökkenő koncentráció a színképelemzés, a salétromsavas és a L.-E.-kioldás folyamán. Az salétromsavval kivont cink lognormál eloszlású, míg az utóbbi véletlenszerű (3. ábra, D). Nagyságrenddel nagyobb koncentrációk jelennek meg a limonitos-pirités mintákban. A cink a piroxén- és biotit-koncentrátumokban jelentkező és tendencia-szinten az agyagos üledékeket preferálja, antagonista a homoktartalommal (5. ábra, B), viszont jól korrelál a karbonátokkal (6. ábra, A), különösen a dolomittal. A limonitos üledékekben jó korrelációt mutat a vastartalommal is.

A stroncium az ásványzseparátumokban az apatitban, a biotitban és a földpátokban van jelen (III. táblázat), az üledékek közül pedig a karbonátosakat,



6. ábra. Üledékek táp- és nyomelem háztartása (2). A. A salétromsavval extrahált cink pozitív korrelációja a karbonátos üledék könnyen oldható (kalcitos) frakciójával (korrelációs együttható $r=0,31$; t teszt értéke 3,05); B. A salétromsavval extrahált nikkel pozitív korrelációja a karbonátos üledék nehezen oldható (dolomitos) frakciójával ($r=0,33$; $t=3,21$); C. A salétromsavval kioldott nikkel pozitív korrelációja a HNO₃-as vastartalommal a limonitos üledékekben ($r=0,36$; $t=3,46$); D. A LAKAANEN-ERVIÖ oldattal extrahált mangán pozitív korrelációja a gyengén kötött vasal a limonitos üledékekben ($r=0,66$; $t=7,12$)

Fig. 6 Regime of nutrient and trace elements of the sediments (2). The positive correlation of the zinc, extracted with nitric acid with the easily solubilised carbonate fraction (calcite) of the carbonate bearing sediments (correlation coefficient $r=0.31$; value of t test 3.05). B. Positive correlation of nickel, extracted with nitric acid with the scarce soluble carbonate (dolomitic) fraction ($r=0.33$; $t=3.21$). C. Positive correlation of nickel extracted with nitric acid with the NO₃H-soluble iron in limonitic sediments ($r=0.36$; $t=3.46$). D. Positive correlation between manganese leached with LAKAANEN-ERVIÖ solution and the slight bonded iron in the limonitic sediments ($r=0.66$; $t=7.12$)

ezen belül a dolomitos üledékeket preferálja. Polimodális, ill. szabálytalan eloszlási diagramja arra enged következtetni, hogy az üledékekben több eredetű stroncium található, amelynek csak kis hányada vonható ki a gyenge oldással.

A molibdén koncentrációja sem a színképelemzés során, sem a kioldásokban nem éri el a 10 ppm-et, így nem lehet sem az eloszlásából, sem más elemekkel való korrelációjából következtetéseket levonni.

A kadmium az agyagos-közetlisztes üledékekben jelenik meg mérhető koncentrációban. Érdekes módon nem korrelál a cinkkel. A savas és a gyenge kioldás között lényeges különbség nincs. Mindez valószínűsíti, hogy a kadmium egyes agyagásványokon adszorbeált ionként jelenik meg.

A bárium egy fontos mikroelem, a gödöllői üledékek egyik jellegzetes komponense. A színképelemzésben, a salétromsavas extraktumban és a LAKAANEN-ERVIÖS kioldásban a kioldható bárium mennyisége folyamatosan csökken. Eloszlása az ideális Gauss-görbéhez (3. ábra, A) igen közel álló lognormál eloszlás ($\chi^2=1,56$). Ez arra utal, hogy a bárium szigorúan egy genetikai folyamathoz, azaz egy ásványhoz kötődik és ez csak a barit lehet, akár a hornblendében, csillámokban, kvarcban zárványolva akár szabadon az agyagban mint neoformáció. A korrelációs számítás azt mutatja, hogy a bárium nem kapcsolódik semmi más elemhez és önálló, egy elemből álló csoportot képez.

Az ólom a gaussitól meglehetősen különböző eloszlásban jelenik meg (4. ábra, B) és a két kioldás közötti lényeges különbség van. Kötődik az agyagos, karbonátos és vasas üledékekhez (5. ábra, C). A koncentráció a talajrétegen keletről nyugat felé folyamatosan csökkenő tendenciát mutat.

A fentiekből kiindulva, az ásványtani-közzettani megfigyelések valamint statisztikai számítások alapján, a gödöllői terület geokémiai szempontból jellegzetes elemei a következők: Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Cd, Ba.

Az elemek és az üledéktípusok közötti kapcsolat

Az agyagos-aleuritós üledékek agyagtartalma pozitív korrelációban van a báriummal, kobalttal, nikkellel (5. ábra, D) és valamint a LAKAANEN-ERVIÖ oldattal mobilizálható krómmal.

A homokos üledékek uralkodó ásványa a kvarc, de számottevő mennyiségben jelen vannak a földpátok és a (főleg magmás eredetű) közettörmelék, kisebb mennyiségben a csillámok. Ezért a homokos üledékekben a króm (5. ábra, A), a mangán és a nikkel a homoktartalommal pozitív korrelációt, ill. tendenciát mutat, valószínűleg, hogy a törmelékes kromit és a nikkelen, mangánban dús vulkáni közettörmelékek jelenléte miatt. Ezzel szemben a kobalt és a cink (5. ábra, B) a homoktartalommal negatív korrelációban jelenik meg.

A homokos üledékek agyagtartalmával a salétromsavval kioldható nikkel, az ólom (6. ábra, C) és a cink mutat pozitív korrelációt, viszont a komplexálható nikkel ólom és a cink negatívan korrelál, ezek szerint a nikkel, az ólom és a cink főleg az agyagásványokban illetve a vaskolloidokban foglal helyet, ellentétben a törmelékben megjelenő krómmal és a közettörmelékben található nikkellel.

A karbonátos üledékek táp- és nyomelem-háztartásában a kalciumon kívül a könnyen oldható karbonát-frakció mangánt, stronciumot és cinket (6. ábra, A) visz magával; a nehezen oldható (dolomitos) frakció pedig magnéziumot, vasat, nikkelt (6. ábra, B), ólmot, stronciumot és cinket. Mindezen elemek karbonátjai romboéderes rendszerben kristályosodnak és izomorf helyettesítésekben képesek a kalcitban, illetve a dolomitban beépülni. Lényeges a különbség van ezek között, ha az erős savban oldható és a gyenge savban oldható mennyiségét

vesszük figyelembe, mert itt nem annyira a pH, mint az elem komplexképző hajlama játszik szerepet (nikkel, cink, ólom).

A karbonátos betelepülések bárium- és stronciumtartalma, a dolomitos zónák jelenléte és alkalmasint a sziderit megjelenése az üledékekben lezajlott koradiagenetikus folyamatokra utalnak.

A limonitos üledékekben az elemek a vashidroxidokhoz: a csak salétromsavban oldható, átkristályosodott vasásványokhoz és a LAKAANEN-ERVIÖ oldatban feltárható ferrihidrit-gélhez egyaránt kötődtek. Az első a kobaltot, nikkelt (6. ábra, C), rezet, ólmot és cinket építi be, a vashidroxid-gél pedig a már említett krómon kívül a nikkelt és a mangánt (6. ábra, D).

A fentiekből az a következtetés vonható le, hogy a vizsgált elemek koncentrációja jelentős mértékben hozható összefüggésbe az üledék litológiai és közvetlen, a szedimentológiai jellegével.

A táp- és nyomelemek rétegtani helyzete

A terület földtani felépítésének egyik sajátossága a homokos és agyagos-aleuritos-karbonátos rétegek váltakozása. E réteges szerkezet a geokémiai elemzésben is jól tükröződik, más szóval az elemek koncentrációja sztratigráfiai kontrollnak van alávetve

A sztatigráfiai kontroll abban nyilvánul meg, hogy geokémiai és üledékföldtani különbségek jelennek meg egyes rétegek és a rétegek összessége, egyes homokrétegek és egyes agyagos, aleuritos, karbonátos rétegek között. Ugyancsak különbözik, főleg geokémiai szempontból, a rétegek összessége és a felszint borító talajtakaró elemháztartása.

Az 1. fejezetben említett statisztikai számítások, mégpedig a STUDENT-féle t teszt [3] lehetővé teszi e különbségek számszerűsítését. Több komponensről lévén szó, a különbséget bizonyítottan tekintjük, ha a komponensek több mint kétharmada nem tesz eleget a tesztnek; ha csak a komponensek fele, akkor a különbség csak tendencia-szinten jelenik meg, ha pedig a komponensek többsége a tesztnek eleget tesz, akkor a két halmazzal jellemzett két réteg között nincs lényeges különbség.

A homokrétegek értelemszerűen különböznek a rétegek összességétől. A KÖZHOM és az ALHOM-rétegek között nincs különbség a táp- és nyomelemek szempontjából, a többi homokréteg közt viszont lényeges vagy esetleges a különbség. Az ásványtani vizsgálatok, különösképpen az ALHOM-rétegek a többtől különböző nehézásvány-összetétele (GYURICZA Gy. szóbeli közlése) ezzel geokémiai alátámasztást is nyert.

Az aleuritos-agyagos-karbonátos rétegek nem csak a rétegsor összességétől különböznek, de egymás között is lényeges szedimentológiai és geokémiai különbségeket mutatnak. Ezek szerint mind a három réteg külön „személyiséggel” rendelkezik (IV., V. táblázat).

Végül az üledékek összessége és a talajszint nyomelem-tartalma között is lényeges különbség van. Meg kell jegyezni, hogy a LAKAANEN-ERVIÖ kioldásnál a különbségek kisebbek, mint a salétromsavas kioldás esetén.

IV. táblázat. Az agyagrétegek szedimentológiai és nyomelem tartalom különbségei
 Table IV Differences in sedimentological patterns and in content of trace elements between clay horizons

Réteg	Szedimentológia										Salétromsavas kioldás								
	Agy.	Klisz	Hom.	Dol.	Kalc.	Co	Cu	Ca	Cr	Cd	Ba	Fe	Mg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	Sr
1. Minden-Fagy																			
t	21.26	34.66	53.66	4.27	13.37	5.99	0.08	651.17	28.44	0.09	7.76	73.84	72.73	43.72	0.09	2.69	1.55	3.85	12.29
tmeq	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38
Igen (1) nem (0)	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1
A Fagy réteg és az egész rétegsor között szedimentológiai és geokémiai szempontból lényeges különbség van																			
2. Minden-Alagy																			
t	23.45	28.38	49.40	2.83	10.69	7.92	0.18	229.34	18.03	0.06	8.52	68.89	163.90	42.12	0.04	2.24	0.64	1.29	2.95
tmeq	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38
Igen (1) nem (0)	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1
Az Alagy réteg és az egész rétegsor között szedimentológiai és geokémiai szempontból lényeges különbség van																			
3. Minden-Agyfek																			
t	7.81	3.67	33.96	1.53	1.30	2.46	0.15	104.81	27.10	0.07	6.65	23.96	104.69	2.36	0.05	2.89	0.14	2.39	10.99
tmeq	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39
Igen (1) nem (0)	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1
Az Agyfek réteg és az egész rétegsor között szedimentológiai és geokémiai szempontból lényeges különbség van																			
4. Fagy-Alagy																			
t	2.44	5.60	4.10	2.02	2.97	2.21	8.50	655.55	6.52	1.34	3.29	110.18	156.66	1.25	0.25	3.55	2.01	1.98	11.47
tmeq	2.41	2.41	2.41	2.41	2.41	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43
Igen (1) Nem (0)	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1
A Fagy és az Alagy rétegek között szedimentológiai és geokémiai szempontból lényeges különbség van																			
5. Fagy-Agyfek																			
t	2.18	1.94	6.44	2.56	9.90	4.23	5.80	316.91	2.97	1.39	3.33	73.77	124.96	23.36	0.23	1.00	1.25	0.99	16.16
tmeq	2.41	2.41	2.41	2.41	2.41	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43
Igen (1) nem (0)	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
A Fagy és az Agyfek rétegek között szedimentológiai és geokémiai szempontból lényeges különbség van																			
6. Alagy-Agyfek																			
t	4.48	3.01	2.97	0.86	7.69	5.04	0.86	200.33	8.73	0.24	5.91	31.97	5.32	22.56	0.10	3.68	0.32	0.92	6.86
tmeq	2.39	2.39	2.39	2.39	2.39	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42
Igen (1) nem (0)	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1
Az Alagy és az Agyfek rétegek között szedimentológiai és geokémiai szempontból lényeges különbség van																			

IV. táblázat (folytatás)
Table IV (cont.)

		Lakaanen-Erviö oldás													
Réteg	Co	Cu	Ca	Cr	Cd	Ba	Fe	Mg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	Sr	
1. Minden-Fagy															
t	0.35	0.06	422.68	8.00	0.03	6.30	104.91	41.91	11.00	0.47	0.81	0.27	1.16	16.61	
tmeq	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	
Igen (1) nem (0)	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	
A Fagy réteg és az egész rétegsor között szedimentológiai és geokémiai szempontból lényeges különbség van															
2. Minden-Alagy															
t	3.32	0.04	74.22	7.51	0.02	6.64	9.97	55.77	14.05	0.08	1.36	0.32	1.72	4.53	
tmeq	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	
Igen (1) nem (0)	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	
Az Alagy réteg és az egész rétegsor között szedimentológiai és geokémiai szempontból lényeges különbség van															
3. Minden-Agyfek															
tmeq	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	
Igen (1) nem (0)	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	
Az Agyfek réteg és az egész rétegsor között szedimentológiai és geokémiai szempontból lényeges különbség van															
4. Fagy-Alagy															
t	2.92	0.62	250.42	10.48	0.60	0.00	83.68	64.88	17.37	0.69	1.73	0.02	0.34	15.82	
tmeq	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	
Igen (1) Nem (0)	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	
A Fagy és az Alagy rétegek között szedimentológiai és geokémiai szempontból lényeges különbség van															
5. Fagy-Agyfek															
t	0.97	4.39	140.81	4.77	1.32	40.58	52.68	39.19	27.25	0.35	0.15	3.87	5.44	15.51	
tmeq	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	
Igen (1) nem (0)	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	
A Fagy és az Agyfek rétegek között szedimentológiai és geokémiai szempontból lényeges különbség van															
6. Alagy-Agyfek															
t	1.20	5.27	39.70	1.16	0.90	40.69	127.37	75.17	42.09	0.27	1.30	4.07	6.20	4.02	
tmeq	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	
Igen (1) nem (0)	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	
Az Alagy és az Agyfek rétegek között szedimentológiai és geokémiai szempontból lényeges különbség van															

V. táblázat. Különbségek a terület homok- és agyagrétegei, valamint rétegek összessége között

Table V Comparison the sand and clay beds of the area and the complex of beds

Homok	Minden réteg	Tethom	Fohom	Közhom	Alhom
Minden réteg	x	Van	Van	Van	Van
Tethom	Esetleg	x	Van	Esetleg	Nincs
Fohom	Van	Van	x	Van	Esetleg
Közhom	Esetleg	Esetleg	Van	x	Nincs
Alhom	Van	Van	Esetleg	Nincs	x

Szedimentológiai szempontból

A geokémia szempontjából

Agyag	Minden	Fagy	Alagy	Agyfek
Minden réteg	x	Van	Van	Van
Fagy	Van	x	Van	Van
Alagy	Van	Van	x	Van
Agyfek	Van	Van	Van	x

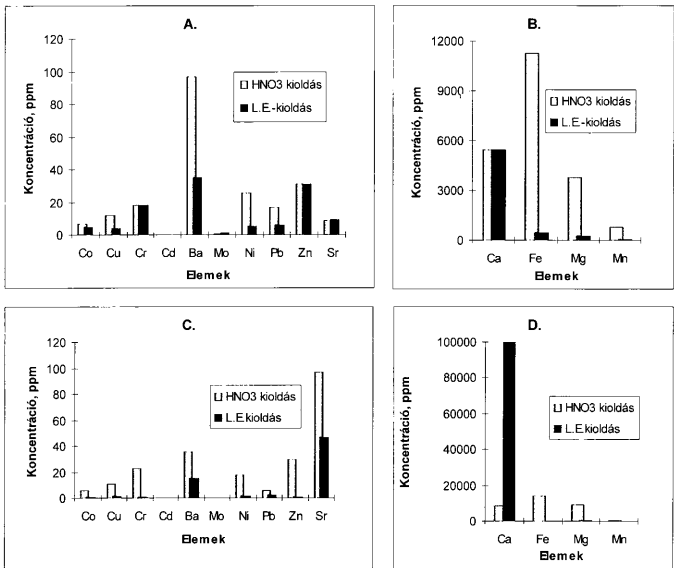
Szedimentológiai szempontból

A geokémia szempontjából

Egyes elemek függőleges irányban is mutatnak egy feldúsulási tendenciát, így a Ba, a Cd, a Co, a Cu és a Ni, míg a vastartalom csökken a mélységben. Egyelőre még nem lehet megállapítani, hogy itt egy szingenetikus folyamatról, vagy a Szarvasi mintaterületen is észlelt, matematikai módszerekkel is tesztelt (KUTI & TULLNER 1999) migrációs folyamatról van szó, netán egy biológiai szűrőről, az egyes elemek beépüléséről a fás növényzet szöveteibe.

A növényzet és a nyomelem-háztartás

A különböző tű- illetve lomblevelű erdőparcellák nyomelem-háztartását az állományok faji összetétele függvényében vizsgáltuk. A talajosodott zónában, ahonnan a növény a táp- és a nyomelemeket veszi, feltűnik mindkét esetben a bárium aránylag magas koncentrációja. A cink is aránylag magas koncentrációban jelenik meg. A lomblevelű fák alatti talajminták kitérnek a magasabb stroncium-tartalommal (7. ábra, C, D), a tűlevelűek a Cu-Cr-Ni (7. ábra, A, B) asszociáció hasonló arányú jelenlétével, azzal a megjegyzéssel, hogy az egy fiatal ültetvény (1. sz. termőhely) kisebb nyomelem-koncentrációt mutat, mint a mellette levő (9. számú) idős ültetés. Nagy különbség van a Ca, Mg, Fe és Mn-koncentrációk között, de ez inkább a termőhely rétegtani helyzetének, mint a biológiai sajátosságának tulajdonítható.



7. ábra. A termőhelyek táp- és nyomelem-ellátása. A+B: A tűlevelűek (*Pinus nigra*, 1. sz. termőhely) kisebb mennyiségben „fogyasztják” a kobaltot, a rézet, a krómot, a báriumot, a nikkelt, a cinket, a stronciumot, a vasat, a magnéziumot és a mangánt, mint a lomblevelűek (C+D; *Quercus rubra*, 13. sz. termőhely), az utóbbiaknak viszont a stroncium és a kalcium-fogyasztása kisebb. Mindkét termőhely a TETHOM rétegen, gyakorlatilag azonos szintben fekszik.

Fig. 7 The supply of nutrient and trace elements of silvicultural parcels. A&B: The coniferous (as *Pinus nigra*, parcel No. 1) "consumate" smaller quantities of Co, Cu, Cr, Ba, Ni, Zn and Mn, that the deciduous ones, see C&D: *Quercus rubra*, (parcel No. 13), but at the last ones, the strontium and the calcium-consumption are smaller. Both parcels are situated on the TETHOM-layer, practically, in same stratigraphic level

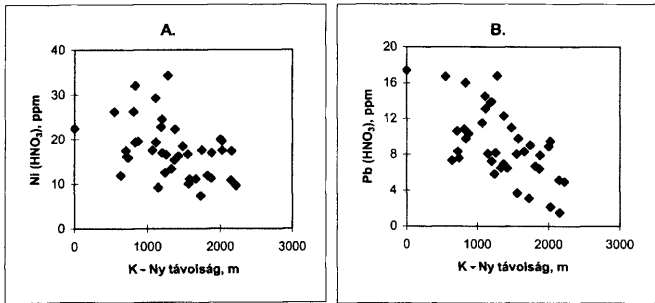
Figyelemre méltó, hogy a fák közelében vett mintáknál az átlaghoz viszonyítva a savas kioldás és a komplexálós kioldás között lényegesen nagyobb a különbség.

Összefoglalva, ezek a megfigyelések minden bizonnyal összefüggésben vannak a növényzet tevékenységével, a mikroelemek biológiai szelektálásával. Feltételezhető, hogy a tűlevelű fajok más elemeket „fogyasztanak”, vonnak ki a talajból, mint a lomblevelűek és különbözik a levelek által a talajba visszajuttatott elemek mennyisége is. Ahhoz, hogy ez részleteiben hogyan megy végbe, egy pontosabb geokémiai vizsgálaton kívül szükség lenne egyes növényi részek, az avar, esetleg a talaj humusz-frakciójának megfelelő precíziós elemzésére.

Az ipari tevékenység és egyes nyomelemek koncentrációja

A Gödöllői Arborétum közvetlen közelében halad egy forgalmas műút, a Budapest–Miskolc vasútvonal és itt működik az Állami Gépjárműgyár, amely az ötvenes-hatvanas évek folyamán többszáz dolgozóval üzemelt. A munka jellegéből kifolyólag (meleg és hideg acélfeldolgozás, fémgorgácsolás, gépjárművek javítása és próbaüzemeltetése) feltételezhető, hogy a környezetbe bizonyos szennyeződés is került az idők folyamán, főleg aeroszolok formájában.

Mivel hogy a feltételezett szennyeződési források egy É–D irányú vonalban helyezkednek el, megvizsgáltuk, hogy egyes nyomelemek koncentrációja milyen mértékben korrelál a mintavétel x (K–Ny) koordinátájával.



8. ábra. Egyes nyomelemek koncentrációja a talajrétegben csökken kelet-nyugat irányban, tehát a gyárteleptől, ill. a vasúttól és műúttól az erdős terület irányába. A. A nikkelt csökkenő tendenciája ($r=0,41$, $t=2,87$); B. Az ólom negatív korrelációja ($r=-0,62$, $t=5,16$).

Fig. 8 The concentration of some trace elements in soil level decreases from east to west, i.e. from the engine works and railway or highway line toward the inforested hills. A The decreasing tendency of nickel ($r=0.41$; $t=2.87$); B. the negative correlation of lead ($r=-0.62$; $t=5.16$)

A talajrétegben lévő Co, Ni, Pb, Zn esetében a korrelációs számítások azt mutatják, hogy a nyomelem-koncentráció nyugat irányban, tehát a szennyeződési forrásoktól távolodva csökkenő tendenciát mutat (8. ábra, A, B). Ezek szerint nem lehet kizárni, hogy az Arborétum területén e nyomelemek kis, de mérhető hányada az emberi tevékenység szennyező hatására került az üledékekbe.

Összefoglalás

A Gödöllői Arborétum felszínközeli laza üledékeiben végzett, nagyszámú analitikai eredményre alapozott geokémiai vizsgálatok kimutatták, hogy az

üledékekben mérhető, egymással összehasonlítható és földtani okokra utaló elemkoncentrációk vannak jelen.

A különböző módszerekkel elemzett 33 elem közül úgy geokémiai, mint biológiai szempontból a következők a fontosabbak: Mg, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Sr, Mo, Cd, Ba, Pb. Ezeket táp- és nyomelemeknek neveztük.

Az elemek statisztikai eloszlása és az elemek közötti korrelációk, valamint az üledékek ásványtani, szedimentológiai, és rétegtani jellegzetességeivel való számszerűsíthető összefüggés azt bizonyítja, hogy az üledékek geokémiája ásványtani, üledékközvetlen és rétegtani kontrollnak van alávetve.

A különböző üledékekben és a talajban mért táp- és nyomelem-koncentrációk között lényeges különbségek vannak; ugyancsak különbözik a salétromsavban oldható és a LAKAANEN-ERVIÖ oldattal kezelt elemek egymáshoz viszonyított részaránya. Bizonyos koncentráció-különbségek jelennek meg a lomblevelű és a túlevelű termőhelyek, valamint a fiatalabb és az idősebb parcellák talajrétegében. E tények alapján feltételezhető, hogy az elemek eloszlásában a biológiai folyamatoknak is esetenként meghatározó szerepük volt.

Végül az elemek felszíni eloszlását vizsgálva, kiderült, hogy egyes elemek (Co, Ni, Pb, Zn) koncentrációja K–Ny irányú csökkenő tendenciát mutat, ami a gépjármű-forgalommal és a szomszédos üzem ipari tevékenységével hozható kapcsolatba.

Irodalom – References

- AHRENS, L. H. 1954: The lognormal distribution of the elements. – *Geoch. and Cosmoch. Acta* 5/2, 213–235.
- BARTHA A., FÜGEDI P. U. & KUTI L. 1987: Fiatal laza üledékek mozgékony mikrotápelem vizsgálata a Bodrogi-közben. – *Földt. Int. Évi Jel.* 1985, 165–186.
- CSUPROV, A. A. 1960: O primenijij koeficienta korelacij pri iszledovanija paragenesizov mineralov v terigenih otlozsenijah. – *Dan. Akad. Nauk. SzSzSzR* 55/4, 322–345.
- DUVAL, K. 1961: Génèse de certaines distributions dissymetriques. – *Revue de Statistique Appliquée* 9/1, 56–63.
- KALMÁR, J. 1993: The geology of the Gödöllő agrogeological model area and its environs. – *Földt. Int. Évi Jel.* 1991/2, 333–345.
- KALMÁR, J. & SZENDREINÉ KÖREN, E. 1999: Sedimentology of loose sediments in the Gödöllő Arboretum: differential pore space measurements. – *Ann. Rep. of Geological Institute of Hungary* 1992–1993/II, 123–130.
- KUTI, L., KALMÁR J., GECSEI É. & SZENDREINÉ KÖREN E. 1992: Agrogeologische Mustergebiet in Arboretum von Gödöllő. – *Erdészeti Kutatások* 82–83 (1990–1991), 54–75.
- KUTI, L. & TULLNER, T. 1999: Distribution of nutrient elements in soils of the Szarvas Pilot Area. – *Ann. Rep. of the Geological Institute of Hungary* 1992–1993/II, 103–109.
- SARAPOV, I. P. 1968: Utilizarea statisticii matematice în geologie. – *Ed. Tehnic*, Bucuresti, 355 p.
- SZENDREINÉ KÖREN E. 1991: Az ERTI Gödöllői Arboretuma területén lévő felszínközeli képződmények vízgazdálkodásának és nedvesség-állapotának összehasonlító vizsgálata. – Kézirat, ERTI–MÁFI, 198 p.
- Kézirat beérkezett: 1999. 12. 16.

Dél-Somogy és Baranya talajvizeinek állapota A csapadék beszivárgása során végbemenő geokémiai reakciók modellezése

*Quality of shallow groundwater in South Somogy and Baranya.
Modelling of geochemical reactions during precipitation infiltration*

SZÓCS Teodóra¹

*Tárgyszavak: talajvíz, vízgeokémia, modellezés, NETPATH, PHREEQCI
Keywords: shallow groundwater, hydrogeochemistry, model, Netpath, Phreeqi*

Abstract

The study summarizes the knowledge gained from the Szigetvár 1:100 000 map area. The work was part of the "shallow groundwater state in South Somogy and Baranya" theme at the "geochemical inspection of groundwater" project of the Geological Institute of Hungary.

The aquifer of shallow groundwater is mainly loess and drift sand. The composition of shallow groundwater is typical of hilly areas, with a Ca-Mg-HCO₃ content. Locally, the concentration of pollution-denoting anions (NO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻) is significant. High concentrations of NO₃⁻, SO₄²⁻ and Cl⁻ can be detected in shallow groundwater from the drift sand area. These are connected mainly to settlements.

The NETPATH and PHREEQCI softwares were used to study precipitation infiltration tracking and water-rock interaction investigations.

The infiltration is about 12–15% in the loess area, according to the hydrogeochemical modelling. These could be maximum-precipitation infiltration values. The approximately 22% infiltration in the drift sand area is certainly valid.

The water-rock interactions are similar during precipitation-infiltration in both territories. The remarkable CO₂ dissolution and calcite-dolomite dissolution, together with N₂ gas formation during denitrification, is typical on both sites.

The differences are the following:

- there is plagioclase dissolution in the loess area, while quartz dissolves in the drift sand area
- because of the higher precipitation-infiltration, the calcite dissolution is higher in the drift sand area than in the loess area
- the K-feldspar dissolution is nearly two times higher in the drift sand area than in the loess area
- in the drift sand area there is always ion exchange during infiltration, while in the loess area the water-rock interaction is also possible without ion exchange.

As the natural background contains some anthropogenic contamination, even after the precise sorting, the water-rock interaction models also bear these potential faults. The margin of error cannot be greater than 10 %. The reliability and accuracy of the results could be corrected with isotope data.

Összefoglalás

Jelen tanulmány a Magyar Állami Földtani Intézet, „A felszín alatti vizek geokémiai vizsgálata” projekt „Dél-Somogy és Baranya talajvizeinek állapotfelmérése” részműtájában a Szigetvár 803 1:100 000-es térképlap területéről gyűjtött ismereteket összegzi. A talajvíz kémiai összetétele tipikus dombvidéki, Ca-Mg-HCO₃-os. Helyenként jelentős a szennyeződést jelző anionok (NO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻) koncentrációja. A magas nitrát-, szulfát- és klorid-koncentrációk elsősorban a futóhomokos területek talajvizeiben fordulnak elő. A csapadékvíz beszivárgásának nyomon követésére és a víz-kőzet kölcsönhatások vizsgálatára a NETPATH és a PHREEQCI programok kerültek felhasználásra.

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

Bevezetés

A Somogy-Baranya földtani térképezése projekt és a Dél-Somogy és Baranya talajvizeinek állapotfelmérése résztema keretében végzett munkák részeként a Szigetvár 803, 1: 100 000-es térképlap mintegy 1600 km²-es területéről talajvíz-mintákat gyűjtöttünk.

A talajvíz állapotának felmérése a földtani térképezéssel párhuzamosan illetve azt követően folyt. Ennek során 256, egyenként 10 m-es fúrás mélyült, körülbelül 2 km x 2 km-es sűrűséggel. Közülük 92-ből sikerült vízmintát venni. A többi fúrás vagy nem érte el a talajvíz szintjét, vagy a földtani felépítés akadályozta meg a mintavételt (beomlott a fúróluk). A terület többi részén rendszeresen használt ástott kutakat (149) illetve forrásokat (8 db) mintáztunk, így összesen 249 vízmintát gyűjtöttünk be.

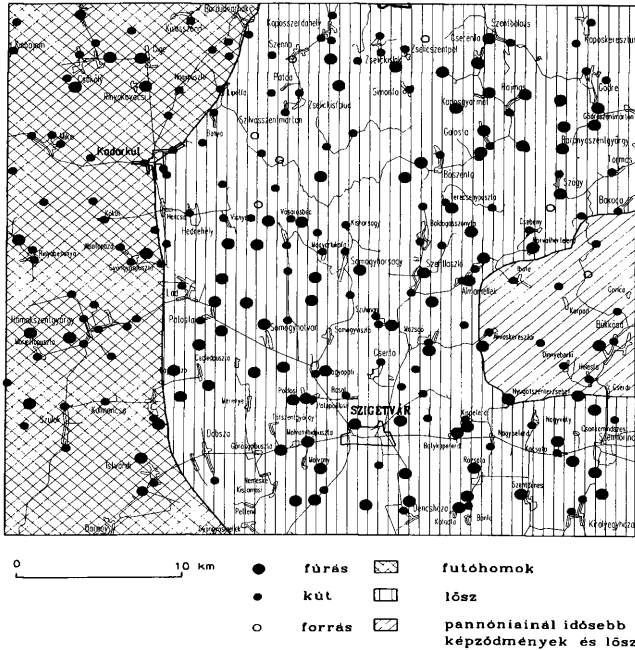
A fúrásokból a térképezési, a kutakból és forrásokból a vízgeokémiai projekt munkatársai gyűjtötték a mintákat. A fúrások mintáinál nem került sor szűrésre és tartósításra, a kutak és források mintáinál viszont igen. Utóbbi esetben három flakonba vettünk vízmintát: 1. rutin vizsgálatokra, 2. kation- kovasav- és nyomelem-vizsgálatokra (0,45 µm pórusú szűrőn átszűrtük a vizet, majd nagy tisztaságú salétomsavval biztosítottuk a pH < 2 értéket), 3. szűrt és kloroformmal tartósított, majd 4 °C-on tárolt mintákat a nitrát-tartalom meghatározására. A két mintavételi eljárás ugyan eltér egymástól, de a terület talajvizeire jellemző általános helyzetkép kialakítására alkalmas. Sikerült az eredeti terveknek megfelelő, közel egyenletes mintasűrűséget biztosítani.

Földtani viszonyok

Talajvíz szempontjából a területen elsősorban a pleisztocén-holocén képződmények játszanak szerepet (1. ábra), mivel a mintázott kutakban az átlagos talajvízmélység 7,8 m. A dombtetőkön a talajvíz mélysége eléri a 25–35 m-t, néhol még a 45–55 m-t is, míg a völgyekben 0,5–1 m.

Egy, Kadarkút környékén húzódó, É–D-i irányú vonal mentén a felszíni képződmények (felső-pleisztocén–holocén) két fő csoportja különíthető el: a Ny-i részen holocén futóhomok (elsősorban Marcali Homok Formáció), míg K-en lész települ (döntően Paksi Lész Formáció). A K-i részen egy nagyon kis területen, a Ny-i Mecsek különböző képződményei találhatóak: karbon gránit (Mórággyi Komplexum), permi homokkő és aleurolit (Cserdi és Korpádi Formáció), triász mészkő és dolomit (Lapisi, Zuhányai és Csukmai Formáció), valamint törmelékes kifejlődésű miocén képződmények (Szászvári Formáció). Utóbbiakra helyenként a nagy kavicsok jellemzőek, máshol a lemezes agyag. A miocén képződmények nagyon durva szeműek. Felfelé a szemcseméret csökken. (CHIKÁN G-né (szerk.) 1996)

A völgyekben holocén illetve középső-pleisztocén folyóvízi homok, vagy lejtőtörmelék található. Az alsó- és középső-pleisztocént Ny-on iszap, homok és kavics képviseli, K-en pedig lejtőlész. A negyedidőszaki képződmények fekéje a K-i rész kivételével felső-pannóniai homok, agyagos homok és agyag.



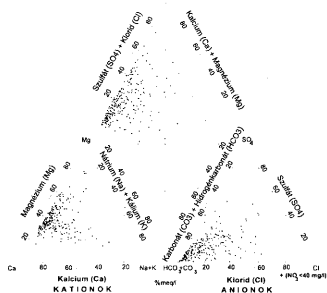
1.ábra. Vázlatos földtani térkép

Fig. 1 Schematic geological map

A talajvíz állapota

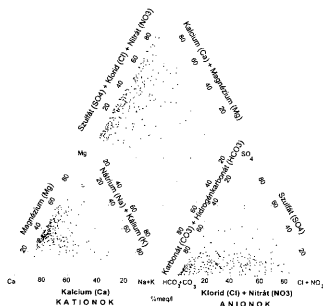
Az ionkoncentrációk eloszlásait Piper diagrammok (2–3. ábra) szemléltetik. A háromszög-diagramok a kationok illetve anionok relatív koncentrációit ábrázolják. A kationokat és az anionokat egyaránt 3 fő egységbe soroljuk. Ezek: Na+K, Ca, Mg illetve $\text{HCO}_3 + \text{CO}_3$, SO_4 és Cl a 2. ábrán, illetve Na+K, Ca, Mg valamint $\text{HCO}_3 + \text{CO}_3$, SO_4 és Cl+ NO_3 a 3. ábrán.

A 2. ábrán a kationok a Ca-Mg-oldal mentén tömörülnek, ami azt jelenti, hogy a talajvizekben a Ca^{2+} és a Mg^{2+} dominál. Egy-két esetben kiugróan megnő a víz Mg-tartalma. Néhány mintában a Na^+ és K^+ magasabb relatív koncentrációi is megfigyelhetők, de ezek nem jellemzők.



2. ábra. Ion koncentrációk ($\text{NO}_3^- < 40 \text{ mg/l}$), Piper-diagram

Fig. 2 Ion concentrations ($\text{NO}_3^- < 40 \text{ mg/l}$); Piper-diagram



3. ábra. Ion koncentrációk, Piper-diagram

Fig. 3 Ion concentrations ($\text{NO}_3^- < 40 \text{ mg/l}$); Piper-diagram

Az anionokat nézve kiderül, hogy erősen hidrokarbonátosak a vizek, Cl^- és SO_4^{2-} -tartalmuk alárendelt.

A gyémánt-diagramon a kationok és anionok páronként szerepelnek a tengelyek mentén: $\text{Na}+\text{K}$, HCO_3+CO_3 , $\text{Ca}+\text{Mg}$ és $\text{Cl}+\text{SO}_4$ csoportosításban. A minták kb. a $> 85\%$ $\text{Ca}+\text{Mg}$ ($< 15\%$ $\text{Na}+\text{K}$), $> 65\%$ HCO_3+CO_3 ($< 35\%$ $\text{Cl}+\text{SO}_4$) tartományt fedik le.

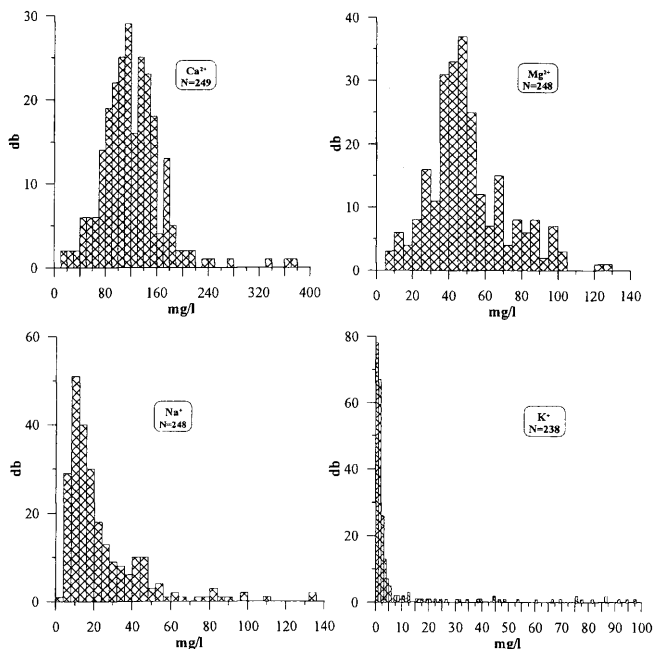
A 3. ábrán, amelyen a Cl^- mellett a NO_3^- -tartalom is szerepel, megfigyelhető, hogy amíg a kationok eloszlása változatlan maradt, az anionok eloszlása a nitrátos sarok felé húzódott, jelezve a magas NO_3^- -koncentrációk jelenlétét. A gyémánt-diagramon szintén látható a nitrát hatása; a minták a $\text{Cl}+\text{SO}_4+\text{NO}_3$ oldal mentén elszórtan helyezkednek el.

Mindezekkel együtt megállapítható, hogy egy nagyjából egységes, tipikus dombvidéki, $\text{Ca}-\text{Mg}-\text{HCO}_3$ -os talajvíz jellemzi a területet, helyenként magas nitrát-tartalommal.

Mivel az alkotók többsége nem normál eloszlású (4a, b ábra), a következőkben a várható érték becsléseként nem az átlagok, hanem a mediánok szerepelnek.

A talajvíz kémiai összetétele a földtani felépítés függvényében

A mintákat – a korábban már ismertetett földtani felépítésnek megfelelően: attól függően, hogy mely képződményből származik a vízminta – 3 csoportba soroltam, „futóhomok”, „löss” valamint „egyéb” megnevezésekkel. Utóbbi kategóriába a pannóniaiánál idősebb képződmények (foltokban kvarter lösz előfordulásokkal) területein található kutak mintái kerültek. A másik két csoportban a pannóniai képződmények mellett futóhomok, illetve lösz fordul elő.

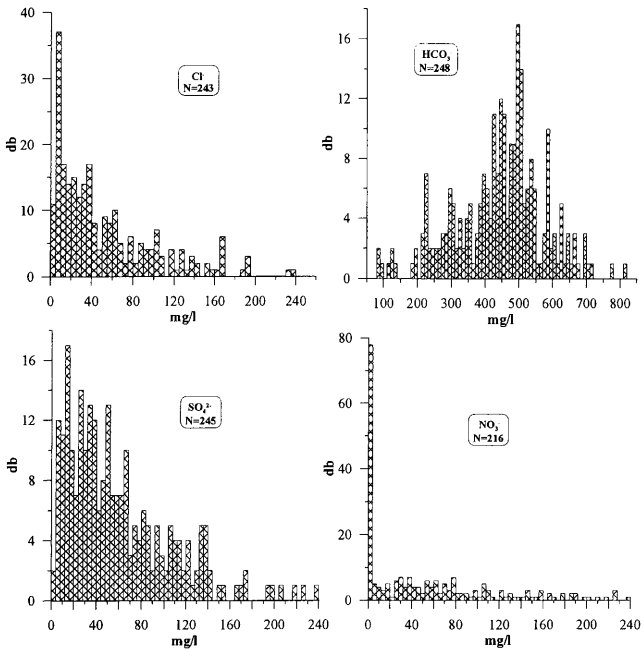


4a ábra. A fontosabb kationok eloszlásai

Fig. 4a Histograms of major cations

Ha csak az egészségügyi határértéknél (40 mg/l) kevesebb nitrátot tartalmazó mintákat nézzük (5. ábra), a következőket állapíthatjuk meg. Úgy a klorid-, mint a szulfát-tartalom követi a nitrát-tartalom változását: a három, szennyeződést jelző anion koncentrációja együtt mozog. E tendencia (a nitrát kivételével) az összes mintát vizsgálva is megfigyelhető. A legmagasabb koncentrációkat a „futóhomoknál” tapasztaljuk, a legalacsonyabbakat pedig az „egyéb” kategóriában.

Ha az összes-tartalom változását (6. ábra) vizsgáljuk, látható, hogy a < 40 mg/l NO_3^- -tartalmú csoportok és az összes minták csoportjai ellentétes tendenciát mutatnak. A várhatótól eltérően az összes-tartalom a „futóhomok” csoportban a legmagasabb, és az „egyéb” kategóriában a legalacsonyabb. Abban az esetben, amikor a minták nitrát-tartalma < 40 mg/l, az összes-tartalom az előzetes várakozásnak megfelelően alakul: a „futóhomok” esetében a legalacsonyabb, és a földtani felépítés összetettebbé válásával nő.



4b. ábra. A fontosabb anionok eloszlásai

Fig. 4b Histograms of major anions

Alacsony nitrát-tartalom esetében tehát a Ca^{2+} , Mg^{2+} és HCO_3^- határozza meg az összesó-tartalom mértékét. Ezzel szemben, amikor a talajvízben magas koncentrációkban vannak jelen a szennyezést jelző anionok (Cl^- , SO_4^{2-} és NO_3^-), megváltozik az összesó-tartalom tendenciája, a „fútóhomok” esetében érve el a maximális koncentrációt, jelezve, hogy e csoport mintái a legszennyezettebbek.

Víz-kőzet kölcsönhatás

A csapadékeszivárgástól a talajvízig

Felhasznált modellező programok a NETPATH és a PHREEQCI.

A NETPATH modellező program a feltételezett beszivárgási, áramlási pálya mentén, tömeg-egyensúly egyenletek alapján számolja a víz-kőzet

kölcsönhatások során végbe-
menő folyamatokat. A folya-
matok a kiinduló és a keletkező
víz összetételének ismeretében,
illetve a reakcióban részt vevő
„fázisok” (ásványfázisok, gázok,
reakció-típusok, vegyületek
stb.) megadásával modellez-
hetőek.

$$A + B = A' + B'$$

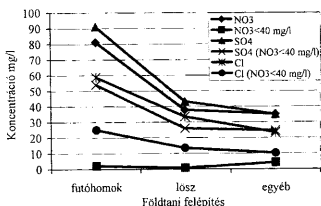
A – kiindulási víz; B – reak-
cióban résztvevő fázisok;

A' – keletkező víz; B' – keletke-
ző fázisok

A program két Fortran kódot
használ, egyiket az adatok
bevitelére és szerkesztésére, a
másikat a futtatásra. Lehetőség
van izotópos adatok megadá-
sára is, de jelen tanulmányhoz
nem álltak rendelkezésre ilyen
elemzések. A program kiszámol-
ja az ásványok telítettségé-
indexeit is, ami segítséget nyújt a
reakciótipusok meghatározásá-
nál.

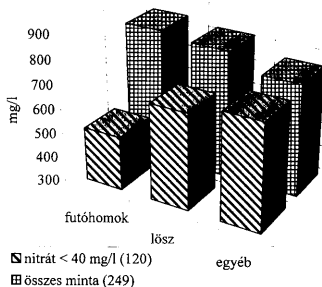
A PHREEQCI modellező
program (PARKHURST 1995,
GLYNN et al. 1997) egy C nyelven
írt, könnyen kezelhető, inter-
aktív program. A PHREEQCI
inverz-modell hasonló elven
működik, mint a NETPATH,
tudja mindazt, amit a
NETPATH, ráadásul mód van az elemzések hibahatárainak %-os megadására. Az
előrejelző számításoknál („forward modeling”) termodinamikai paramétereket is
figyelembe vesz a program, és van lehetőség a felhasználó által Basic nyelven
megfogalmazott kinetikus reakciók modellezésére is.

A beszivárgó csapadék oldott-anyag tartalmára a mórággyi hegyvidék területén
le hullott hóból vett minták elemzése szolgáltatott adatokat (HORVÁTH et al. 1997).
A hőminták klorid-tartalma megegyezik a Meteorológiai Szolgálat siófoki bázisán
1990–96 között gyűjtött csapadékok klorid-tartalmainak mediánjával. A klorid-
tartalom megbízhatósága kiemelkedően fontos, mivel – konzervatív alkotó lévén
– ennek alapján számítható a párolgás, vagyis a beszivárgás. Az evaporációs
faktor a keletkező és a kiindulási víz klorid-tartalmának aránya.



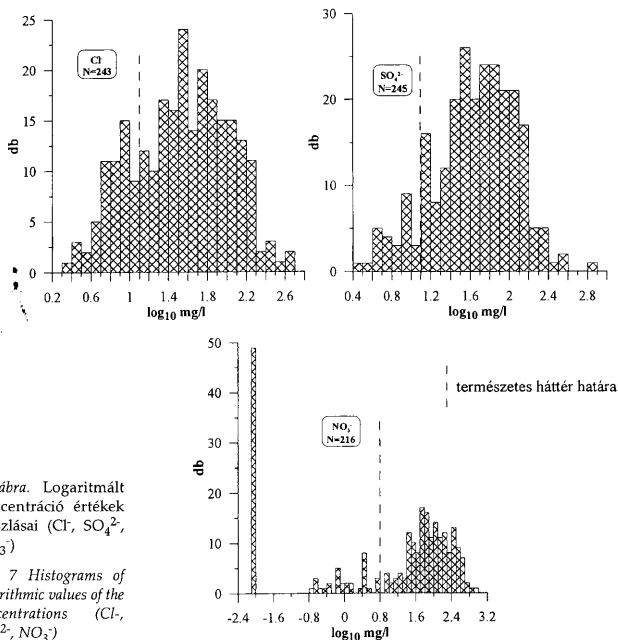
5. ábra. Szennyeződést jelző anionok koncentrációi a víztartó földtani felépítésének függvényében

Fig. 5 Concentrations of pollution indi-cating anions in the function of aquifer geology



6. ábra. Az összeső-tartalom változása a szennyezettség és a földtani felépítés függvényében n=249

Fig. 6 Changes of total dissolved solids in the function of pollution and geology



7. ábra. Logaritmált koncentráció értékek eloszlásai (Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^-)

Fig. 7 Histograms of logarithmic values of the concentrations (Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^-)

A NETPATH és a PHREEQCI futtatásához használt adatokat az I. táblázat tartalmazza. A természetes háttérrel a Cl^- - SO_4^{2-} - NO_3^- logaritmált koncentráció értékeinek eloszlásai (7. ábra) alapján jelöltem ki. A Cl^- és SO_4^{2-} háttér határa 1,1, ami 12,6 mg/l-nek felel meg, míg a NO_3^- háttér határa 0,8, ami 6,5 mg/l-nek felel meg. A modellezéshez csak azokat a mintákat vettem figyelembe, amelyeknél mindhárom alkotó a természetes háttér csoportjába tartozott.

A NETPATH futtatása során nyert modellezések eredményei

A löszös terület (II. táblázat) modellezéséhez felhasznált „fázisok” a következők: CH_2O , kalcit, dolomit, plagioklász (45% anortit – 55% albit), kálicföldpát, Ca-montmorillonit, illit, CO_2 (g), N_2 (g), ioncsere ($\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$).

A NETPATH-szal számítva a löszös területre 7,179-es párolgási faktort kapunk, ami 13,9%-os csapadékeszivárgást jelent. A közel 14%-os beszivárgás picit magas, a maximális értéket jelentheti. Az elég kis anyagmozgással járó víz-kőzet

I. táblázat. A természetes háttér fontosabb alkotóinak értékei

Table I Medians of the major components of unpolluted groundwaters

Adatok	Hó	Lősz	Futóhomok
Na	0,54	13,4	9,19
K	0,21	1,6	2,87
Ca	1,27	98	87,1
Mg	0,21	44,3	25,3
Cl	1,27	9,11	5,75
HCO ₃	12,2	495	410
SO ₄	1,49	7,33	9,6
NO ₃	1,3	0,01	0,01
H ₂ SiO ₃	0,39	27,4	20,5
pH	4,8	7,85	7,86
T°C	2	17,4	10,2

kölcsönhatás reálisnak tűnik, leszámítva a relatíve nagyobb dolomitoldódást. Dolomit ugyan van a kőzetekben, és a talajvíz telítettségi indexe enyhe túltelítettséget mutat, de ilyen mértékű oldódás, ami megköveteli a CO₂ (g) beoldását is, nem valószínű. A jelentősebb dolomitoldódásra a talajvíz relatíve magasabb Mg²⁺ koncentrációja miatt van szükség.

Mivel a NETPATH egyformán definiálja a tömegegyensúly számí-

II. táblázat. NETPATH modellezés eredményei a löszös területen

Table II Results of Netpath models in the loess area

NETPATH Alkotók	Reakció típusa	1-es modell	2-es modell	3-as modell
		mmol/l		
CO ₂ (g) vagy CH ₂ O *	+	0,43492	0,38123	0,42081
Kalcit		0,02676	0,08046	
Dolomit		0,24536	0,24536	0,26580
Káliciföldpát	+	0,00033	0,00033	0,04939
Plagioklász	+	0,10502	0,01684	0,10502
Illit	-			-0,08176
Ca-Montmorillonit	-	-0,06127		-0,02339
Ionszere Ca/Na	+		0,02425	
N ₂ (g)	-	-0,01062	-0,01062	-0,01062
Evap.faktor		7,179	7,179	7,179

Reakció típusa: „+” csak oldódik, „-” csak keletkezik, „nincs jel” oldódás is - keletkezés is megengedett. Mennyiségek előjelei: „-” keletkezik; „+” (nincs jelölve) oldódik. * - CO₂(g) és CH₂O együtt

tásoknál a CO₂-ot és a szerves anyagot, nincs mód arra, hogy egyenként kövessük a két fázis mol-változásait. A II. táblázatban a CO₂ (g) vagy CH₂O megfogalmazásnál a CO₂ (g) és a CH₂O együtt értendő.

A reakció végbemehet ionszere nélkül (1-es modell) vagy ionszerével (2-es modell) is. Ha több plagioklász oldódik (1-es modell), akkor több Na⁺-ion kerül a talajvízbe, és nincs szükség a Ca²⁺/Na⁺ ionszeréjére.

A N₂ (g) keletkezés azt mutatja, hogy a csapadékbeszívás kis mértékű denitrifikációval jár, és a felszabaduló nitrogén a rendszerből N₂ gáz formájában távozik.

Erteljesebb káliciföldpát-oldódás esetén illit is keletkezik, méghozzá nagyobb mennyiségben, mint Ca-montmorillonit, de ebben a mélységzónában e folyamat nem reális (3-as modell).

A futóhomokos terület (III. táblázat) modellezéséhez felhasznált „fázisok” a következők: CH₂O, kalcit, dolomit, káliciföldpát, K-csillám, kvarc, CO₂ (g), N₂ (g), ionszere (Ca²⁺/Na⁺).

III. táblázat. NETPATH modellezés eredménye a futóhomokos területen

Table III Results of Netpath models in the drift sand area

NETPATH Alkotók	Reakció típusa	Modell
		mmol/l
CO ₂ (g) vagy CH ₂ O *	+	0,62175
Kalcit		0,25947
Dolomit		0,22119
Káliciföldpát**	+	0,01084
Kvarc	+	0,02045
Ioncsere Ca/Na	+	0,03240
N ₂ (g)	-	-0,01066
Evap.faktor		4,530

Reakció típusa: „+” csak oldódik, „-” csak keletkezik, „nincs jel” oldódás is - keletkezés is megengedett. Mennyiségek előjelei: „-” keletkezik; „+” (nincs jelölve) oldódik. * - CO₂(g) és CH₂O együtt. ** - a víz-kőzet kölcsönhatások során teljesen megegyeznek a reakciók és a fázisok változásainak mértékei is, ha káliciföldpát helyett K-csilámat alkalmazunk a futtatás során

szerkesztésére, az ion-egyensúly- és a telítettségi index számításához, nem követelmény, hogy a SO₄²⁻-t illetve a SO₄²⁻-változás követéséhez szükséges gipszet (önálló fázisként) figyelembe vegyük. A csapadék beszivárgása során a SO₄²⁻-tartalom nagyon kevésbé változik, és mivel ez az alkotó a reakció menetét sem befolyásolja, nyugodtan elhanyagolható.

A PHREEQCI futtatása során nyert modellezések eredményei

A löszös terület (IV. táblázat) modellezéséhez felhasznált „fázisok” a következők: CH₂O, kalcit, dolomit, albit, anortit, káliciföldpát, klorit, Ca-montmorillonit, illit, gipsz, CO₂ (g), N₂ (g), ioncsere (0,75Ca²⁺+0,25Mg²⁺/Na⁺), H₂O.

A PHREEQCI-vel számítva a reális reakciókhoz tartozó evaporációs faktorok a löszös területen 6,862 és 7,896 között változnak, ami 14,57% és 12,66% közötti beszivárgást jelent. Ez (akárcsak a NETPATH számításai alapján) kicsit magasabb, mint a Dél-Dunántúl egyéb területein, vízfolyások alapvízhozamaiból számított, 8-9%-os beszivárgási értékek (TÓTH et al. 1997). Amennyiben elfogadjuk, hogy a klorid egy konzervatív alkotó és a szűrt adatok a természetes hátteret képviselik, akkor a beszivárgás maximális értékeként a 13-15%-ot is el kell fogadni.

A NETPATH-szal ellentétben a PHREEQCI képes külön-külön kezelni a CO₂ (g)-t és a szerves anyagot, mivel eltérő tömegegyensúly képleteket használ. Amint azt a (IV. táblázat) is mutatja, a karbonát oldódásához CO₂ (g) beoldódás kapcsolódik, és ennél másfél nagyságrenddel kisebb a CH₂O oxidálódásának mértéke.

Az 1-es és 2-es modell majdnem teljesen megegyezik. Egy apró különbség van a kettő között, mégpedig az, hogy az elsőnél a 0,25707 mmol/l dolomit mellett

A futóhomokos területen körülbelül 22% a csapadékbeszivárgás. E magasabb beszivárgási értékhez nagyobb mol-változások társulnak, mivel több csapadék jut le a talajvízig, mint a löszös területen.

A modellezés csak egy, reálisnak tűnő eredményt adott. Jelentős CO₂ (g) beoldódás és kalcit-dolomit oldódás mellett alacsony kvarc- és káliciföldpát oldódás valamint Ca²⁺/Na⁺ ioncsere szükséges a reakció végbe meneteléhez. A kis mértékű denitrifikáció során felszabaduló nitrogén itt is N₂ gáz formájában távozik a rendszerből. (Ha a plagioklász oldódása is engedélyezett, akkor felesleges illit- és montmorillonit keletkezést eredményez.)

Mivel a NETPATH önálló Fortran kódot használ az adatok betelvére,

IV. táblázat. PHREEQCI modellezés eredményei a löszös területen
 Table IV Results of PHREEQCI models in the loess area

PHREEQCI Alkotók	Reakció típusa	1-es modell	2-es modell	3-as modell	4-es modell	5-ös modell
		mmol/l			mmol/l	
CO ₂ (g)		0,46954	0,48849	0,41723	0,58232	0,58447
CH ₂ O	+	0,02617	0,02617	0,02617	0,03404	0,03404
Kalcit		0,01819		0,06175	0,27659	0,27659
Dolomit		0,25707	0,27528	0,26144		
Albit	+	0,06746	0,06746	0,03239	0,03594	0,03594
Anortit	+	0,04343	0,04343			
Klorit	+				0,04863	0,04889
Illit	-					-0,00030
Ca-Montmorillonit	-	-0,06622	-0,06622	-0,01391	-0,05717	-0,05709
Gipsz		0,00904	0,00904	0,00904	0,01049	0,01049
Ca _{0,75} Mg _{0,25} X ₂	-			-0,01753		
NaX				0,03505		
N ₂ (g)	-	-0,01047	-0,01047	-0,01047	-0,01361	-0,01361
H ₂ O		47,42	47,42	47,42	48,48	48,48
Evap.faktor		6,862	6,862	6,862	7,896	7,896

Reakció típusa: „+” csak oldódik, „-” csak keletkezik, „nincs jel” oldódás is – keletkezés is megengedett. Mennyiségek előjelei: „-” keletkezik; „+” (nincs jelölve) oldódik

0,01819 mmol/l kalcit is oldódik, míg a másodiknál a teljes Ca²⁺- és Mg²⁺-szükségletet és az ebből adódó CO₂ (g) beoldódást a dolomit oldódása biztosítja. Az 1-es modell gyakorlatilag megegyezik a NETPATH 1-es modelljével.

A 3-as modell nagyon hasonló a NETPATH 2-es modelljéhez: a mol-változások közötti különbségek minimálisak. A PHREEQCI század mmol/l Ca-montmorillonit keletkezést is számol, de ez oly kicsi, hogy eltekinthetünk tőle.

A plagioklász az adatbázisban nem szerepel önálló fázisként, hanem albit és anortit megadására van lehetőség. Új fázisként definiálható lett volna a plagioklász is, de ezt nem tartottam szükségesnek. Az 1-es és 2-es modellben az albit-anortit együttes változása a reakciók során 0,11mmol/l körüli, ami gyakorlatilag megegyezik a NETPATH 1-es modelljének plagioklász változásával. A 3-as modell csak kevés albit oldódásával számol, de még ez is több, mint a NETPATH 2-es modelljében a plagioklász oldódása. Ennek következménye a század mmol/l-nyi Ca-montmorillonit keletkezés.

Csak a 3-as modell számol ioncserével, ami duzzadó agyagásványok, pl. montmorillonit jelenlétében reális. Az ioncsere definíciójánál 0,75Ca²⁺+0,25Mg²⁺/Na⁺-t használtam, de gyakorlatilag azonos (az első három tizedesre megegyező) cserét eredményezett a Ca²⁺/Na⁺ ioncsere modellezése is.

A 12,66%-os csapadékbeszivárgásnak megfelelő 4-es és 5-ös modell szerint a beszivárgás során a fontosabb reakciók másképp is végbemehetnek. Belép a vizes rendszerbe a CO₂ (g) és oldódik a kalcit. A Mg-szükségletet nem a dolomit, hanem a klorit oldódása biztosítja.

Egyik modell sem veszi figyelembe a káliciföldpát oldódását, mivel oly kis anyagmózságról lenne szó, aminél jóval nagyobb a számítás hibája.

Gipsz nincs a kőzetben, de a SO₄²⁻-változás követéséhez (a NETPATH-szal ellentétben) szükség van ennek beiktatására. Beoldódása (0,009-0,01 mmol/l) oly minimális, hogy ennél a csapadék SO₄²⁻ változékonysága nagyobb eltérést okozhat.

V. táblázat. PHREEQCI modellezés eredménye a futóhomokos területen

Table V Results of PHREEQCI models in the drift sand area

PHREEQCI Alkotók	Reakció típusa	1-es modell	2-es modell
		mmol/l	
CO ₂ (g)		0,54393	0,54238
CH ₄ O	+	0,02616	0,02616
Kalcit		0,25386	0,25541
Dolomit		0,23002	0,23002
Kálföldpát	+	0,01084	
K-csilám	+		0,01084
Kvarc	+	0,03753	0,07168
Ca-Montmorillonit	-	-0,00465	-0,01396
Ca _{0,75} Mg _{0,25} X ₂	-	-0,03536	-0,03536
NaX		0,07075	0,07075
N ₂ (g)	-	-0,01047	-0,01047
H ₂ O		43,25	43,25
Evap faktor		4,53	4,53

Reakció típusa: „+” csak oldódik, „-” csak keletkezik, „nincs jel” oldódás is – keletkezés is megengedett. Mennyiségek előjelei: „-” keletkezik; „+” (nincs jelölve) oldódik

A számításokhoz egyik modellnek sincs szüksége gipszre, mivel a szulfát-változás mértéke a hibahatár alatt marad. A csapadékbeszivárgás során nincs reális, klorit oldódásával járó folyamat.

Értékelés

A vizsgált térség talajvíze tipikus dombvidéki, Ca²⁺-Mg²⁺-hidrogénkarbonátos. Ugyan a talajvíz nem szennyezett egységesen, de jelentős a bel-területekhez kapcsolódó szennyezés.

A PHREEQCI-s inverz modellezés eredményei nagyon közel állnak a NETPATH-szal kapottakhoz. A PHREEQCI-ben több paramétert (elemzések százalékos hibahatárait, csak egy adott elem koncentrációjának bizonytalansági értékét, mol-változások tolerancia értékeit stb.) állíthatunk be, mint a NETPATH-ban, ami a felhasználótól függően könnyíti vagy nehezíti az értékelést. Célszerű a potenciális víz-kőzet kölcsönhatásokat először a NETPATH-szal megvizsgálni, és utána térni át a PHREEQCI futtatására.

A löszös területeken lejátszódó folyamatok modellezése során kapott, átlagosan 12–15%-os beszivárgások nem teljesen vágnak egybe a Dél-Dunántúl egyéb dombvidékein, vízfolyások alapvízhozamaiból számított beszivárgási értékekkel; maximális csapadékbeszivárgási értékeknek tekinthetők. A futóhomokos területeken a 22% körüli csapadékbeszivárgás teljesen reális.

A csapadékbeszivárgás során a két területtípuson hasonlóak a víz-kőzet kölcsönhatások. A jelentősebb CO₂ (g) beoldódás és kalcit- dolomit-oldódás, valamint a N₂ gáz keletkezésével járó denitrifikáció mindkét területre jellemző (APPELO & POSTMA 1993).

Az eltérések a következők:

A futóhomokos terület (V. táblázat) modellezéséhez felhasznált „fázisok” a következők: CH₂O, kalcit, dolomit, kvarc, kálföldpát, K-csilám, klorit, Ca-montmorillonit, gipsz, CO₂ (g), N₂ (g), ioncsere (0,75Ca²⁺+0,25Mg²⁺/Na+), H₂O.

A PHREEQCI modellezés 1-es modellje gyakorlatilag azonos a NETPATH futtatása során kapott eredménnyel. Csak néhány század mmol/l eltérés figyelhető meg a CO₂ (g) és a Ca-montmorillonit beoldódása, illetve keletkezése során.

Ha a K-szükségletet a kálföldpát helyett K-csilám oldódása biztosítja (2-es modell), több kvarc oldódik és több Ca-montmorillonit keletkezik. A reakciók során bekövetkező változások egyébként teljesen megegyeznek.

- a löszös területen plagioklász oldódik, míg a futóhomokon kvarc,
- a jelentősebb csapadékbeszivárgásból adódóan a futóhomokos területen több kalcit oldódik, mint a löszökön,
- a futóhomokos területen közel két nagyságrenddel több kálföldpát oldódik, mint a löszön,
- a futóhomokos területen a beszivárgás mindenképp ioncserével jár, míg a löszös területen, (több plagioklász oldódásával számolva) a víz-kőzet kölcsönhatás ioncsere nélkül is reális.

Mivel a természetes háttér csoportja a gondos válogatás ellenére is tartalmazhat némi humán eredetű szennyezést, ezért a modellezett víz-kőzet kölcsönhatások is hordozzák ezt a hibalehetőséget. A hibahatár nem haladja meg a 10%-ot.

Az eredmények megbízhatóságát és pontosságát növelné, ha izotópos adatok is rendelkezésünkre állnának.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom HORVÁTH Istvánnak munkám folyamatos támogatásáért és tanulmányom lektorálásáért, valamint FÜGEDI Ubulnak a kézirat lezárásában nyújtott segítségével. Köszönet illeti MÁDLNÉ SZÖNYI Juditot lektori észrevételeiért, SZILÁGYI Ferencet a mintagyűjtésben nyújtott segítségével és BOZÓ Lászlót, amiért lehetővé tette számomra a Meteorológiai Szolgálat síófoki állomásán gyűjtött csapadékvíz adatok felhasználását.

Irodalom – References

- APPELO, C. A. J. & POSTMA, D. 1993: *Geochemistry, groundwater and pollution*. – A. A. Balkema, Rotterdam, 536 p.
- CHIKÁN G.-né (összeállító) 1996: Szigetvár (803). Dél-Dunántúl Földtani Térképsorozata. – 1996. Kézirat, MÁFI, Somogy-Baranya Projekt Jelentéstára.
- GLYNN, P. D., PLUMMER, L. N., PARKHURST, D. L., & RÉVÉSZ, K. 1997: Ground water modeling short course. Principles and Applications of Modeling Chemical Reaction in Ground Water. – Lecture Notes 1–2, Eötvös Loránd University, Budapest.
- HORVÁTH, I., DEÁK J., HERTELENDI, E. & SZÓCS, T. 1997: Hydrogeochemical Investigations in the Tolna Hills Area (Vízgeokémiai vizsgálatok tolnai dombvidéki területeken.) – *M. Áll. Földtani Intézet Évi Jelentése 1996/II*, 271–280.
- PARKHURST, D. L. 1995: User's guide to PHREEQC – a computer program for speciation, reaction-path, advective-transport, and inverse geochemical calculations – *USGS Water-Resources Investigations Report 95/4227*. Lakewood, Colorado, 143 p.
- PLUMMER, L. N., PRESTEMON, E. C., & PARKHURST, D. L. 1994: An interactive code (Netpath) for modelling net geochemical reactions along a flow path version 2.0. – *USGS Water-Resources Investigations Report 94/4169*. Reston, Virginia, 130 p.
- SZÓCS T. 1994: Dél-Somogy és Baranya talajvizeinek állapota, Szigetvár 803-as 1:100 000-es térkép. – Kézirat, MÁFI Adattár.
- TÓTH, Gy., GONDÁRNÉ SÖREGI, K., ROTÁRNÉ SZALKAI, Á., HORVÁTH, I., NÁDOR, A. & SZÓCS, T. 1997: Hydrogeological conditions of the Udvari and Diósberény Sites and Their Surroundings. – *M. Áll. Földtani Intézet Évi Jelentése 1996/II*, 230–246.

Kézirat beérkezett: 2000. 10. 27.

Hulladékelhelyezés – döntéselőléstítés térinformatikával

Waste disposal – Decision making using GIS

TURCZI Gábor¹

Tárgyszavak: GIS, hulladékelhelyezés, topológia, tematikus térkép
Key words: GIS, waste disposal, topology, thematic map, spatial operators

Abstract

Disposal of different industrial and communal waste is one of the main issues of our times and society in the future. The smaller part of such waste is "nature friendly", thus it can be part of a recycling process. This is rapid even by human standards. Decomposition of the other, bigger part can be measured only using a geological scale. The complex questions of waste deposition can be solved by analyses of several factors. Each theme includes basic or qualitative data depending on the location, and can be shown on maps. Information profiles can be acquired for every location of a given area by examining all the factors at the same time. Decision-making information can be obtained from this information. Examining all elements of this information array allows us to come to a decision concerning the given point – i.e. whether it is suitable for waste disposal or not. The functions of GIS, topology and spatial operators provide the information background of multi-theme analysis.

Összefoglalás

A különböző ipari és kommunális hulladékok elhelyezése a mai és az elkövetkező társadalmak egyik legnagyobb, megoldásra váró problémája. A hulladékok kisebb része „természetközeli”, és így része lehet egy emberi lépték szerint is gyors körforgásnak, lebomlásnak. Másik és egyben nagyobb részük esetén igen hosszú (egyes esetekben emberi mértékkel nem is mérhető) lebomlási idővel kell számolni. A hulladék elhelyezése során számos szempontot kell egyszerre figyelembe venni, melyek közül a befogadó közeg, a litoszféra egy viszonylag keskeny zónája kiemelt fontosságú. A litoszféra leíró információk helyhez kötődnek, és jól meghatározható geometriájuk van, így térképi megfogalmazásuk kézenfekvő. Ennek a tematika együttesnek a legkézenfekvőbb elemző eszköze a térinformatika (GIS). A GIS funkciókészlete szükséges, de nem elégséges az elemzések elvégzéséhez, a geológus és informatikus szakember összehangolt döntései nélkülözhetetlenek. Hangsúlyozni kell, hogy a feladat megoldásában alapvető szerepe van a földtani környezetnek, melyet a humán környezet szempontjaival is egyeztetni kell.

Bevezetés

A különböző ipari és kommunális hulladékok elhelyezése a mai és az elkövetkező társadalmak egyik legnagyobb, megoldásra váró problémája. A hulladékok kisebb része „természetközeli”, és így része lehet egy emberi lépték szerint is gyors körforgásnak, lebomlásnak. Másik és egyben nagyobb részük esetén igen hosszú (egyes esetekben emberi mértékkel nem is mérhető) lebomlási idővel kell számolni. A hulladékokat számos ismérvük szerint csoportosíthatjuk: forrásuk, összetételük, a már említett lebomlásuk, halmazállapotuk, veszélyességi

¹Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest 1143 Stefánia u. 14.

fokozatuk mind befolyással van a kezelésükkel, elhelyezésükkel és tárolásukkal kapcsolatban megoldandó problémákra. A fenti ismervek változatossága következtében az elhelyezés során sok szempontot kell egyszerre figyelembe venni. E szempontok között az egyik legfontosabb, közös elem az, hogy a befogadó közeg a litoszféra egy viszonylag keskeny zónája. A litoszférát leíró információk helyhez kötődnek, és jól meghatározható geometriájuk van, így térképi megfogalmazásuk kézenfekvő. E térképi megfogalmazás megjelenési formái a különböző méretarányú földtani térképek, amelyeknek a fentiekből következően alapvető szerepe van a hulladékéltelhelyezési problémák megoldásában.

Emberi látásmód, térkép, térinformatika

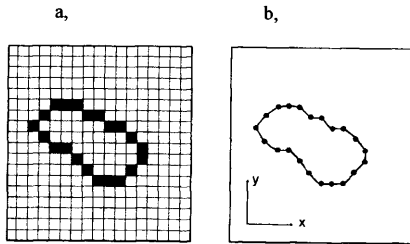
A térkép szerepe a térbeli információ tárolásában, az információ közvetítésében és a különböző térbeli problémák megoldásában kizárólagos. A térképi ábrázolásmód az emberi érzékelés, látás természetes perspektívájától eltér, azonban az egyszerre belátható terület sokszorosa áttekinthető, az emberi érzékszervekkel nem értékelhető tartományok is ábrázolhatók. Több tematika tényadata, a minőségi és a mennyiségi információk is összevethetők. Jelentős és megfontolandó különbség továbbá az, hogy a valós világ három-dimenziós (3D) kiterjedése két-dimenzióra (2D) szűkül. Ez a „információvesztés” sok esetben elfogadható egyszerűsítés, sőt a rendelkezésre álló technológiák figyelembevételével az egyetlen járható út (sok esetben az elérhető adat valójában 2D). A 3D információval való munkát a szóhasználat nem is nevezi térképnek, hanem 3D modellezésnek. A modellezés eredménye azonban igen gyakran egy újabb 2D térkép. Az informatikában a 2D és 3D között még viszonylag éles határ húzódik, melynek oka nem technikai kérdés, hanem elsősorban költségtényezőkre vezethető vissza, de lényeges elem az emberi agy 3D műveltekben mutatkozó gyakorlatlansága vagy „korlátja” is.

A térképet olvasó ember számára az egyezményes jelek, szimbólumok és színek teszik azt könnyen értelmezhetővé. A digitális térkép a lehető legegyszerűbb geometriai elemekből építkezik, ahol a látvány elemeknek nincs szerepe. A valós világ ábrázolni kívánt témáit tehát pont, vonal és poligon szimbolizálja, melyekhez tetszőleges mennyiségű leíró információ kapcsolható (többek között az is, ami a kartográfiai szempontból megszokott megjelenítéshez szükséges) (TURCZI 1992).

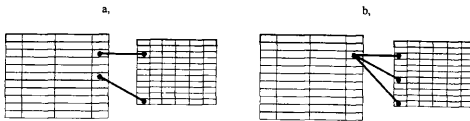
A térképi ábrázolás digitális adatszerkezete lehet raszteri vagy vektor. Raszter esetén annak minden pontjához valamilyen tulajdonságot rendelünk. A vektoros adatszerkezetben x , y , z koordináta sorozatokban tárolható az elemek alakja (1. ábra). Mindkét esetben lehetőség van a táblázatos, leíró adatok térképi elemekhez való kötéséhez. A modern technológiák egyazon adatbázisban tárolják az adott elem geometriáját és tulajdonságait. A raszteres és vektoros térképfeldolgozás – az adatszerkezetek különbözősége miatt – eltérő belső algoritmusokat használ és eltérő a két adatszerkezethez kapcsolódó megszorítás, korlát is. A feldolgozás eredménye, a látvány azonban természetesen azonos. A következőkben a szóhasználat nem tesz különbséget a vektoros, és raszteres technológia között.

1. ábra. Térképi ábrázolási módok
a) raszter ábrázolás, b) vektoros ábrázolás

Fig. 1 Digital implementation of map,
a) raster modell, b) vector modell



Az informatikában a rendezett adattáblák relációs szervezése az egyik leghatékonyabb adatszerkezési eljárás. Az adattáblák közötti kapcsolat – reláció – a mindkét táblában megjelenő azonosító kulcson keresztül valósítható meg. Ez a kapcsolat lehet egy-egy, egy-sok vagy sok-egy típusú (2. ábra). Analóg módon a térinformatikában a reláció elsődleges kulcsa a hely. Addig, amíg egy relációs



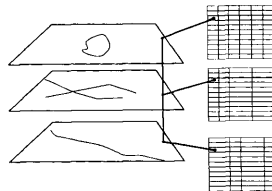
2. ábra. Relációs sémák, a) egy-egy, b) egy-sok

Fig. 2 The relational schems, a) one-one, b) one-many

modellben a kulcsmező adatait kínos pontossággal egyeztetni kell, különösen a térben és időben elkülönülő adattáblaépítés esetén, a térinformatikában ez automatikusan adódik. A reláció azzal az egyszerű ténnyel létrejön, hogy a koordinátarendszer, azaz a vetület pontjai tematikánként megfeleltethetők (3. ábra).

A földtani környezet szerepe

Mivel az embernek a természeti környezetbe való beavatkozása még az élettelen környezet esetében is hosszú távú és széleskörű következményekkel jár, a beavatkozás hatásai nem vizsgálhatók a tágabb térrész ismerete nélkül. Nagyobb jelentőségű beruházások, országos programok keretében megoldandó hulladékékehelyezési problémák esetén tehát a teljes országra



3. ábra. Térképi kapcsolódás

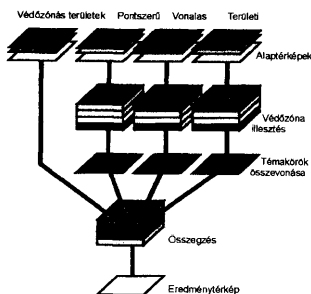
Fig. 3 Relational link of maps and attributes

kiterjedően, kisebb volumenű munkáknál regionális méretekben előzetes értékelést kell adni azokról a földtani képződményekről, amelyek a hulladék-elhelyezés speciális igényeit kielégítik (CHIKÁN 1996).

Az értékelés első lépcsője a területről (országról, régióról) rendelkezésre álló legújabb földtani adatok, az azokat tartalmazó földtani térképek összegyűjtése és elemzése. A területet alkotó földtani képződmények rétegtani helyzete, települése, elterjedése, ásvány-kőzettani jellegei, kőzetmechanikai tulajdonságai, vízvezetőképessége különböző típusú hulladék-elhelyezési igények esetében különböző mértékben befolyásolja egy-egy terület, illetve képződmény előzetes alkalmasságának vagy alkalmatlanságának megítélését. A hulladék típusa, jellege, veszélyessége, halmazállapota, összetétele, környezetre való várható hatása ismeretében meghatározható az a képződménycsoport, amely alkalmas lehet a hulladékot befogadó létesítmény elhelyezésére. Ezután kerülhet sor annak vizsgálatára, hogy a kutatásba bevont területen ilyen típusú képződményeket találunk-e, elhelyezkedésük, elterjedésük megfelelő terület és alapot biztosít-e az elképzelt létesítmény megvalósításához. A földtani térképen ábrázolt képződmények sok tulajdonsága vizsgálendő, egyes tulajdonságok eleve kizárják, más tulajdonságok segítik a hulladék környezetbe illeszkedő elhelyezését, megint más tulajdonságnak minősítő szerepe van abban, hogy az adott képződmény milyen mértékű mesterséges beavatkozást igényel hulladék-befogadó tulajdonságainak javítása érdekében (BALLA 1996). E tulajdonságok és más területvizsgálati eredmények együtthatása a térinformatika eszközeivel hatékonyan elemezhető.

A soktematikás térinformatikai feldolgozás

A hulladék-elhelyezés összetett problémakörében tehát számos tényező együttes elemzése szükséges. A tematikák mindegyike helytől függő, tehát térképen ábrázolható alap vagy minősítő adat. Általános megoldási modellben az összes tematikát egyszerre vizsgálva a lefedett terület minden pontjára információsorozat-hoz jutunk. Ennek elemein végig haladva alakul ki a döntési információ az adott pontra – azaz a hulladék elhelyezésre való alkalmasság vagy alkalmatlanság kijelölése. A folyamat végeredményeként egy új levezetett térképhez jutunk (4. ábra). Ez a feldolgozási folyamat két szakaszra bontható: 1.) Kizáró szűrés, melynek során az elhelyezést kizáró tematikák összegét kell képezni. A kizárt



4. ábra. Soktematikás feldolgozási séma

Fig. 4 Flow diagram of multi-thematic processing

területek komplemente a potenciálisan alkalmas területeket jelenti. 2.) A területi minősítés, melynek során a nem kizárt területek tulajdonságai kerülnek összevetésre (TURCZI et al. 1996).

A kizáró szűrés folyamatában – hulladékfajtatól függően – két döntési mechanizmus jöhet számításba. 1.) Adott pontban a kizáró tematikák sorozatát nézve elegendő egy kizáró ahhoz, hogy az eredménytérkép azonos pontja is kizárt legyen. 2.) A kizáró tényezők súlyozásával pontról-pontra változó mértékben „kizárt” területekhez jutunk. Ez utóbbi esetben a minősítő folyamat a kizárt területeken is folytatódik.

Az elhelyezésre potenciálisan alkalmas területek minősítése már nem vezethető vissza az egyszerű halmazműveletekre. A hulladék szállítási útvonala, a tárolási hely környezetének áramlási viszonyai, társadalmi elfogadottság, érintett földrészteltek tulajdonviszonyai és sok más tényező térbeli vagy egymáshoz viszonyított helyzete és tulajdonsága alapján kell döntést hozni. A térbeliség vizsgálata a térbeli operátorok segítségével oldható meg. A térinformatikában a térbeli operátorok a logikai, matematikai, ill. halmazműveleti operátorokat egészítik ki új és egyben egyedülálló lehetőségeket nyújtva.

A térbeli operátorok és a topológia

Térbeliség elemzésére a különböző térinformatikai szoftverek hasonló lehetőségeket kínálnak. Talán az egyik legteljesebb megoldást az Intergraph MGA szoftverében beépített térbeli operátorok kínálják. Megfigyelhető, hogy az operátorok többsége párba állítható, és egymást kiegészíti. Mint minden operátor, a térbeli operátor is két elemen vagy halmazon értelmezhető: az elhelyezkedési viszonyra utaló logikai mondatban hivatkozott grafikus elemek, azaz a keresett elem és a kritérium, azaz a feltételt megszábo elem. Pl. „Keressük azokat a kis-vezetőképességű kőzetttesteket, melyeket vető harántol” (passed_through_by); „Keressük azokat a vetőket, melyek kis-vezetőképességű kőzetttesteket harántolnak” (passes_through). Az angol nyelvben ezek a párok cselekvő, illetve szenvedő szerkezettel nagyon tömören fejezhetők ki, ugyanez a magyarban csak erőltetett módon vagy körülírva lehetséges.

A leggyakoribb térbeli operátorok (Spatial Operators)

Overlaps	átfed	Két térképi terület átfedésben van. - Melyek azok a területek, ahol két veszélyforrás hatása egyszerre érvényesülhet?
Entirely_contains	teljesen tartalmaz	Egy térképi elem magában foglal egy másikat. - Melyek azok a víznyerési pontok (hatásterületek), melyeken belül kommunális személtlerakók található?
Entirely_contained_by		Egy térképi elemet egy másik foglalja magában. - Melyek azok a kommunális személtlerakók, melyek egy víznyerési pont védelmi zónáján belül helyezkednek el?
Contains	tartalmaz	Egy térképi elem magában foglal egy vagy több másikat (lehet közös határoló elemük is).
contained_by		Egy vagy több térképi elemet magába foglal egy másik.
terminates_in	területben végződik	Egy vonalas elem egy területi elemben végződik - Melyek azok a vízfolyások amelyek veszélyeztette tett területről erednek?
Terminus_of		Egy területi elemben vonalas elem végződik. - Melyek azok a veszélyeztetett területek melyekből vízfolyás ered?
passes_through	áthalad	Vonalas elem területi elemén halad át. - Mely veszélyes hulladék szállítási útvonalak szelnek át mezőgazdasági területeket?
passed_through_by		A területi elemén vonalas elem halad át. - Mely mezőgazdasági területet szel át veszélyes hulladék szállítására kijelölt útvonal?
on_boundary_of	határoló vonalon van	Egy térképi elem teljes egészében egy másik határoló vonalán van.
has_on_boundary		Egy térképi elem határoló vonalán teljes egészében más térképi elem is van.
Touches	érintkezik	A térképi elem egy ponton érintkezik a másikkal.
Meets	találkozik	A területi elem határa egy szakaszon közös egy másik területtel vagy vonalas elemmel. - Melyek azok a kőzetérintkezések, ahol két különböző képződményben hasonló a szennyeződés terjedésének lehetősége?
Spatially_equal	egybevágó	Két térképi elem elhelyezkedése és geometriája azonos.

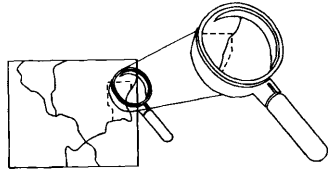
A térinformatika alkalmazásának egyik legnagyobb jelentősége a digitális térképen értelmezett műveletek, azaz a térbeli elemzések adta lehetőségekből adódik. Az ember tapasztalati úton dönti el az alakzatok (térképi elemek) egymáshoz való viszonyát, folytonosságát, átfedését, szomszédosságát stb. Az informatika számára ezek a tapasztalati elemek definiált módon kell megjelenjenek. Más szóval egy térbeli operátor a geometriából adódó helyzetet fel kell ismerje. Az emberi tapasztalást az informatika a topológiai rendezettséggel helyettesíti. A topológia a digitális térkép, a hely-, helyzettől független információ olyan megjelenési módja, ahol a térbeli rendezettség informatikai szempontból hatékonyan kezelhető, az adatszerkezeten a térbeli operátorok egyértelmű megoldást adnak.

A térinformatikai feldolgozás előfeltétele az osztályozott tiszta vonalmű előállítás. A jól osztályozottság mindenek előtt azért szükséges, hogy a tematika elemei külön-külön, vagy csoportokba foglalva elérhető legyenek. A vonalmű tisztasága a topológia felépítésének előfeltétele. Egy vonalmű akkor tiszta, ha tematikaként a geometriai definíciójának megfelelő (pl. a földtani egységeket folttérképen ábrázoljuk, a határoló görbékük zártak, azaz nincs a vonalműben szabad végpont és dupla vagy átfedő szakasz).

A soktematikás feldolgozás problémája

Az alapadatok különböző forrásból származhatnak, más-más vetületben és méretarányban. A vetületi rendszerek átjárhatók, de ez csak azokra a pontokra igaz, melyek mindkét vetületben rögzítettek. A térkép eredeti szerkesztése során az ilyen ismert pontok között a kartográfus vagy térképrajzoló interpoláló döntése szerint futnak a vonalak. A méretarányhoz tartozó generalizálás szintén szubjektív elemekkel terheli a térképet. A legfeltűnőbb ez az eltérés a síkrajzi elemeknél, illetve minden olyan tematikánál, amely ezekhez igazodik.

A soktematikás feldolgozásokhoz kapcsolódó halmazműveletek gyakorlati megoldása lényeges technikai problémát vet fel. A különböző helyen és időben keletkezett térképek több azonos elemet tartalmaznak. Ezek azonban nem egybevágók, csak hasonlóak. Tekintsünk egy példát az egybeeső vonalak esetéről. A folyó partvonal a térképi absztrakcióban több funkciót is betölt: folyóhatár, növényzethatár, talajtípus határa, geológiai határ stb. Ennek megfelelően más-más tematikán is megjelenik. Halmazműveleti összegzésük esetén a hasonló határvonal mentén apró töredékterületek keletkeznek (5. ábra). Ezek a töredékterületek az informatika számábrázolási korlátjaihoz hasonló problémát okoznak („túlcsondulás”, 0-val való osztás).



5. ábra. Töredékterületek kialakulása

Fig. 5 Slivers in a complex topology

Összefoglalás

A térinformatika, GIS kifejezések tágabb értelmezésében a szerzők többsége beleérti a hardver eszközöket, az alkalmazott szoftvert, az adatbázist és az embert a tudásával, más szavakkal egy teljes projektet. A térinformatikai feladatmegoldások közül az egyik legösszetettebb a hulladékellhelyezésre alkalmas területek kiválasztása. A soktematikás elemzés viszonylag nagymennyiségű adat egyidejű mozgását, feldolgozását igényli, ezért eszközigényes. Az alkalmazás funkciókészlete szükséges, de nem elégséges az elemzések elvégzéséhez, a

geológus és informatikus szakember összehangolt döntései nélkülözhetetlenek. A feladat megoldásában alapvető szerepe van a földtani környezetnek, melyet a humán környezet szempontjaival is egyeztetni kell.

Irodalom

- BALLA Z. 1996: Kis és közepes radioaktivitású hulladékok elhelyezését célzó földtudományi kutatás, 1993–1996. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése*, **1996/II**, 39–53.
- CHIKÁN G. 1996: A földtani térképezés szerepe és jelentősége a radioaktív hulladék-elhelyezési kutatásban. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése*, **1996/II**, 53–71.
- TURCZI G. 1992: A GIS földtani alkalmazása. – *Számítástechnika*, **7/5**, p. 7.
- TURCZI G., SZEILER R., TULLNER T. & MARSÍ I. 1996: Kis és közepes radioaktivitású hulladék elhelyezésére alkalmas objektumok a Mezőföldön és az attól délre eső dombvidéken. Térinformatikai adatbázis és feldolgoása – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése*, **1996/II**, 339–342.

Kézirat beérkezett: 2000. 09. 03.

Új kőzetfeszültség meghatározások Magyarországon lyukfaldeformációs mérések alapján

*New crustal stress determinations in Hungary
from borehole breakout analysis*

WINDHOFFER Gábor¹ – BADA Gábor¹ – DÖVÉNYI Péter¹ – HORVÁTH Ferenc¹
(6 ábra)

Tárgyszavak: kőzetfeszültség, lyukfaldeformációs módszer, feszültség-deviáció, Zala-medence, gravitációs eredetű feszültség
Key words: stress, borehole breakout analyses, stress devitation, Zala Basin, gravitational stress

Abstract

In Hungary, the alignment of the maximum horizontal stress (S_{Hmax}) was first investigated from borehole breakout analysis (BO) in 1988. Since then, data have been available from 900 earthquake focal mechanism solutions, nearly 200 borehole breakout analyses and some in-situ stress measurements. On the basis of this information, the the recent state of stress in the Pannonian Basin can be described.

In this paper we present the result of 30 new BO analyses. The data have come from two areas in Hungary: the Southern Great Hungarian Plain near Szeged and the Somogy-Zala area. The quality of S_{Hmax} directions is variable. It was, however, possible to reconstruct consistent S_{Hmax} directions in both areas with remarkable vertical and lateral stress deviations. It has been found that the S_{Hmax} directions depend on the depth in two boreholes in the Southern Great Hungarian Plain. In the area of Somogy-Zala a horizontal stress deviation has been reconstructed. The S_{Hmax} direction is almost N-S in the Somogy area due to the indentation Adria microplate that moves to the north and rotates in a counterclockwise manner. In contrast, the direction of S_{Hmax} is approximately E-W in the Zala area. The effect of gravitational stress on the one hand, and the tectonic decoupling of the ALCAPA and Tisza units along the Mid-Hungarian shear zone on the other, explain this sort-scale lateral stress deviation.

Összefoglalás

Fúrólyukfal deformációs módszerből (borehole breakout analysis) Magyarországon először 1988-ban születtek feszültségirány meghatározások. Azóta közel 200 fúrás fúrólyukfal deformációs meghatározásából, 900 földrendés fészekmechanizmusának meghatározásából és néhány ráfúrásos eljárásból származó adat áll a rendelkezésünkre, amelyekkel a Pannon-medence jelenkori feszültségterét jellemezhetjük.

Jelen tanulmány 30 új fúrólyukfal deformációs meghatározást mutat be, melyeknek segítségével pontosíthatjuk a magyarországi kőzetfeszültség viszonyokról alkotott képet. A bőségszelvény adatsorok két területéről származnak, a Nagyalföld Szegedtől ÉNy-ra eső részéről, valamint a Somogy-zalai területről. Az iránymeghatározások minősége változó, összességében azonban mindkét területen határozott feszültségirányokat rekonstruálhattunk. A Nagyalföldről származó két kútban megfigyelhető, hogy a maximális horizontális főfeszültség iránya a mélység függvényében változik.

A Somogy-zalai területen eltérő horizontális főfeszültség irányokat tapasztaltunk. Amíg a somogyi területen a maximális horizontális főfeszültség iránya (S_{Hmax}) nagyjából észak-déli, az Adriai lemez északias nyomásának irányát mutatja, addig a zalai területen az S_{Hmax} iránya kelet-nyugati. A laterális feszültségdeviáció lehetséges magyarázata egyrészt a Keleti-Alpok gravitációs

¹Eötvös Loránd Tudományegyetem, Geofizikai Tanszék, 1117, Budapest Pázmány P. sétány 1/c.
awindy@vackor.elte.hu

többletenergiajából fakadó kelet–nyugati kompressziós hatás, másrészt a Közép-magyarországi nyírási öv jelenléte az Alcapa és a Tisza nagytektonikai egységek között.

Bevezetés

1986-ban a Nemzetközi Litoszféra Program keretében indult el a World Stress Map Project, amely a Föld litoszférájának recens feszültségterét, azaz a főfeszültség irányokat és magnitúdó adatokat rendezi egységes adatbázisba. Ezen adatok mintegy 54%-át a földrengések fészekmechanizmusának vizsgálata, 28%-át lyukfaldeformációs vizsgálati módszer (borehole breakout analízis, lyukfalkirepedés: BO) szolgáltatja.

A nemzetközi projekthez kapcsolódva Magyarországon először DÖVÉNYI et al. (1988) foglalkozott a feszültségviszonyok lyukfaldeformációból történő meghatározásával. Ezután két szakdolgozat is született a témával kapcsolatban. GERNER (1991) a Dunántúli-középhegység recens kőzetfeszültség viszonyait tanulmányozta. Vizsgálati eredményei szerint a Dunántúl területe átmenet képez a nyugat-európai és a kelet-európai feszültségprovincia között. KOVÁCS (1994) 42 magyarországi mélyfúrás BO analízisét végezte el. A szerző felismerte, hogy a zalai területen az általános képhez képest eltérő maximális horizontális főfeszültségirányok (S_{Hmax}) észlelhetők. Az általa tapasztalt mintegy 30°-os deviációt a nyugat-európai és az északnyugat-adriai feszültségprovinciák eredőjeként magyarázta. DÖVÉNYI (1994) kandidátusi értekezésében az összes addig készült BO analízis adatokat összegyűjtötte és minősítette. Következtetése szerint a BO analízis a Pannon-medence területén jó eredményeket adó feszültség-meghatározási módszer. GERNER et al. (1999) a rendelkezésére álló mintegy 900 földrengés fészekmechanizmus, közel 200 BO analízis és néhány ráfúrásos technika segítségével kapott feszültségadat alapján elkészítette a Pannon-medence recens feszültségterképét. A simítással kapott kép jól mutatja, hogy az S_{Hmax} irányok a délnyugati területeken tapasztalt közel észak–déli irányokhoz képest a Pannon-medence keleti szegélyén az óramutató járásával megegyezően kelet–nyugati irányba fordulnak el. BADA et al. (1998) a Pannon-medence jelenkori feszültségterét modellezéssel vizsgálta. A modellezés fő eredménye annak felismerése volt, hogy a feszültségtér kialakulásában alapvető szerepe van az Adriai-lemez északias irányú mozgásának, illetve az óramutató járásával ellenkező irányú forgásának.

Dolgozatunk elsődleges célja, hogy bemutassa a 30 mélyfúrásból származó bőségszelvény adatsor alapján nyert új maximális horizontális főfeszültség irányokat. Mindazonáltal a lyukfaldeformációs vizsgálatokból nyert adatok csak statisztikus mennyiségben alkalmasak a feszültségviszonyok megbízható jellemzésére. Az új adatok javítják a regionális képet, és a lokális, részletekre vonatkozó kérdéseket is tisztázzák. Amíg eddig az általános feszültségek megismerése volt a cél, ez a munka két terület (Somogy–zalai terület, Nagyalföld) feszültségviszonyainak részletesebb elemzését tűzi ki célul.

A lyukfaldeformációs módszer

A földkérget alkotó kőzetek feszültségállapotának meghatározására több módszer ismert. Ezek egyike a fúrólyukfal deformációit vizsgálja, melynek alkalmazásával a maximális horizontális főfeszültség (S_{Hmax}) irányát lehet megbecsülni. Az eljárás az S_{Hmax} nagytudójának meghatározására nem alkalmas.

A fúrólyukfal kirepedéseit elsők között COX (1970) és BABOCK (1978) vizsgálták. Fontos megfigyelésük volt, hogy a lyukfal – függetlenül a harántolt rétegek litológiájától és korától – egy kitüntetett irányban torzul. GOUGH & BELL (1979) ezeket a torzulásokat (kirepedéseket) a lyukfal körül kialakult feszültségkoncentrációval magyarázták (1. ábra, a), amely akkor lép fel, ha a két horizontális főfeszültség nagyságában jelentősebb eltérés mutatkozik.

Abban az esetben, ha a nyírási feszültség meghaladja a kőzet szakítószilárdságát, a lyukfalon az 1. ábra, b részén látható nyírási síkok mentén a kőzet felrepedezik. A töredezett kőzet kipereg, vagy a fúróiszap által kimosódik, így a fúrólyuk két átellenes oldalán egy mélyedéspár alakul ki. Ezen mélyedéspár tengelyének iránya megegyezik a minimális horizontális főfeszültség (S_{Hmin}) irányával (1. ábra, c), ezáltal lehetőség adódik a horizontális főfeszültségek in-situ vizsgálatára.

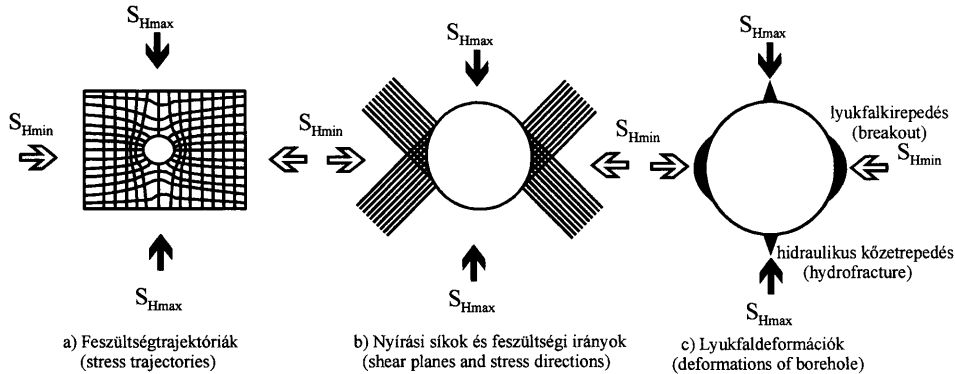
A fúrólyuk a kőzettestben tulajdonképpen egy henger alakú folytonossági hiányt hoz létre, ami anomális feszültségkoncentrációt indukál a környezetében. JAEGER & COOK (1969) alapján ez az anomális feszültségkoncentráció levezethető a Kirsh egyenletekből, amik egy végtelen kiterjedésű, homogén lemezben ébredő feszültségeket írnak le. Ha feltételezzük, hogy a lyuk középpontjától végtelen távolságban σ_1 a maximális, σ_2 a minimális főfeszültség, akkor a feszültségkomponensek számolhatók. A hengerszimmetria miatt kétdimenziós közelítést alkalmazhatunk. Mindezek alapján a radiális ($\sigma(r)$), a tangenciális ($\sigma(\theta)$) és a nyírási ($\tau(r, \theta)$) feszültségek, ahol r a középponttól mért távolság, R a lyuk sugara, θ pedig egy kitüntetett iránytól mért szög.

$$\sigma(r) = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} \left(1 - \frac{R^2}{r^2}\right) + \left(\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}\right) \left(1 - \frac{4R^2}{r^2} + \frac{3R^4}{r^4}\right) \cos(2\theta)$$

$$\sigma(\theta) = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} \left(1 + \frac{R^2}{r^2}\right) - \left(\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}\right) \left(1 + \frac{3R^4}{r^4}\right) \cos(2\theta)$$

$$\tau(r, \theta) = \left(\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}\right) \left(1 + \frac{2R^2}{r^2} - \frac{3R^4}{r^4}\right) \sin(2\theta)$$

A módszer alapjait ZOBACK et al. (1982) és BLÜMING (1986) dolgozták ki, leírva a kirepedések geometriáját illetve meghatározva a BO-k kijelölésének feltételrendszerét. A BO-kra merőlegesen alakul ki a hidraulikus kőzetrepedés. Ha a fúróiszap nyomása meghaladja a kőzetben uralkodó nyomást, a kőzet felreped a legkisebb munkavégzés, azaz az S_{Hmax} irányában.



1. ábra. Lyukfaldeformáció kialakulása. a) A fúrlyukfal körül a regionális feszültségtér két horizontális komponensének különbsége miatt a minimális horizontális főfeszültség irányában feszültségkoncentráció alakul ki. Ezt a jelenséget szemléltetik a feszültségtrajektóriák. (A vonalak sűrűsége csak szemléltető jellegű) b) A lyukfalkirepedések a nyírási síkok mentén jönnek létre. c) A kialakult lyukfaldeformációk: breakout, hidraulikus kőzetrepedés

Fig. 1 The formation of borehole breakout. a) Because of the difference between the two horizontal principal stress components of the regional stress field, a stress concentration develops in the direction of S_{Hmin} . This phenomenon is represented by the geometry of the stress trajectories. b) The borehole breakouts develop along shear planes. c) The borehole can deform in the form of breakout or hydrofracturing

A fúrólyukfal geometriáját a dőlésmérésekhez kapcsolódó négy-, vagy hatkarú bőségmérővel, valamint televízerrel lehet vizsgálni. Az általunk feldolgozott adatok dőlésmérések során, négykarú bőségmérővel kerültek felvételre.

Adatbázis

Az adatok feldolgozása és megjelenítése az ELTE Geofizikai Tanszékén kifejlesztett fúrólyukfal deformációs meghatározásokra alkalmas számítógépes programmal történt (DÖVÉNYI et al. 1988). A szoftver tartalmazza a PLUMB & HICKMAN (1985) által felállított kritériumrendszert, amellyel a lyukfalkirepedések nagy biztonsággal kijelölhetők. A kiértékelés során el kell különíteni a feszültség hatására létrejött lyukfalkirepedéseket (BO) a fúróiszap által létrehozott kimosásoktól, a hidraulikus közetrepedésektől, és a fúrófej okozta lyukdeformációktól. Mindegyik jelenséghez található valamilyen támpont, ami szerint az elkülönítés megtehető. A fúrófej deformáló hatását, amely a lyuk mindenkor ferdeségének irányával ellentétesen alakul ki, a program automatikusan eltávolítja. A kimosások által létrehozott lyuktágulás és az eredeti átmérőérték között mindig egy folyamatos átmenet található, ellentétben a BO-kal, ahol a lyukátmérő hirtelen változik meg. Nagyban könnyíti az elkülönítést, hogy a hidraulikus rétegrepedések az elmélet szerint pontosan merőlegesek a BO irányokra.

A kiértékelések alapján készült táblázat tartalmazza a meghatározott S_{Hmax} irányokat, az irányok szórását, a mérési mélységintervallumokat, a kút koordinátáit (EOV) és az adatok minőségét (I. táblázat). Az utolsó oszlop adatai a hosszukkal súlyozott breakout irányokat mutatják. Az átlagolt S_{Hmax} irányok mellett, külön fel van tüntetve a Csólyospálos K-5 és a Zsana É-18 fúrások S_{Hmax} irányainak mélységfüggése. A ZOBACK et al. (1982) által kidolgozott minőségi osztályozás szerint öt kategóriát különböztetünk meg (II. táblázat). A vizsgált 30 kút BO meghatározásainak minőségi eloszlását a 2. ábra mutatja. Az adatok közel 50%-a jó minősítést kapott.

Néhány esetben breakout csoportok kiértékelését is végrehajtottuk. Ez olyan közeli kutaknál lehetséges, ahol biztosak vagyunk abban, hogy a fúrásokat nem választja el semmi, ami az S_{Hmax} irányokat megváltoztatná (pl. aktív tektonikai zóna). Ekkor a kutakat közösen feldolgozva a kiértékelés minősége javulhat. Ilyenek például a Kondorfa-1, -2 és a Sávoly-3, -4,-5 fúrások. A meghatározott S_{Hmax} irányokat térképen is megjelenítettük, és azon az új irányok mellett a korábbi BO meghatározások eredményeit is feltüntettük (3. ábra). Mind a korábbi, mind az új meghatározásokról elmondható, hogy a lyukfaldeformációs módszer jól működik a hazai kutak többségében, azaz megbízható iránymeghatározást tesz lehetővé. Az új adatok megerősítik az eddigi eredményeket, és finomabb részletek megismerését teszik lehetővé a vizsgált területeken.

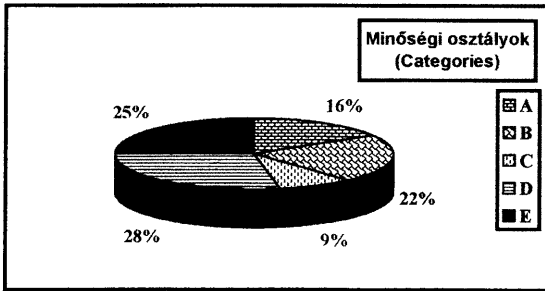
I. táblázat. A cikkben közölt iránymeghatározások adatainak összefoglaló táblázata. A rövidítések: Szakasz - a fúrólukban vizsgált szakasz felső és alsó határa (méterben), BO - a fúrásban talált lyukfalkirepedések száma, Hossz - a lyukfalkirepedések összhossza, Sz - a breakoutok irányának szórása, Q - a meghatározás minősége, SB - súlyozott BO irány

Table 1 Summary of the BO direction determinations discussed in the article. The abbreviations: Fúrás kódja - code of well, Koordináták - coordinates, Szakasz - the investigated section of wellbore (in metre), BO - the number of found BO-s, Hossz - the all length of BO-s, BO irány - directions of BO-s, S_{Hmax} - S_{Hmax} - standard deviation, Q - quality, SB - Weighted BO direction

Fúrás kódja	Koordináták		Szakasz		BO	Hossz (m)	BO irány	SHmax É(°)K	Sz	Q	SB
	EOVX	EOVY	Min	Max							
Bajan8	160887,8	442313,2	1698	2808	18	76	16	-74	14	B	17
BajanNy1a	164872,2	441750	1249	1699	12	67	-8	82	7	A	-9
BajanNy1b	164872,2	441750	1700	2800	12	67	-8	82	7	A	-9
Csok4a	128483,3	713346	1500	2640	14	86	-49	41	5	A	-52
Csok4b	128483,3	713346	2650	3275	14	86	-49	41	5	A	-52
Csok5a	129146,6	714899,3	1588	2600	13	52	-59	31(63,10)	23	C	-59
Csok5b	129146,6	714899,3	2600	3154	13	52	-59	31(63,10)	23	C	-59
Csok6a	126382,5	711693,8	1539	2580	11	34	-40	50	12	A	-36
Csok6b	126382,5	711693,8	2582	3350	11	34	-40	50	12	A	-36
Kisbk1	147597	547239,3	506	1197	0	0	77	-13	0	E	77
Kiv1a	89319,5	520926,1	897	2152	18	63	-64	26	19	B	-65
Kiv1b	89319,5	520926,2	2160	2600	18	63	-64	26	19	B	-65
Komd2a	121375,2	713131,5	1386	1996	3	8	11	-79	11	D	17
Komd2b	121375,2	713131,5	3200	3410	3	8	11	-79	11	D	17
Komd3a	122586,4	715058,8	1299	1848	11	88	-62	28	10	A	-77
Komd3b	122586,4	715058,8	1900	3238	11	88	-62	28	10	A	-77
Komny1	127927,4	708401,5	2200	2889	0	0	15	-75	0	E	15
Kon1	172840,6	447640,2	2000	2700	3	4	-26	64	5	D	-23
Kon2	174159,2	450727,1	2045	2745	12	25	-5	85	13	B	-4
Kon 1,2	173000	449000			15	27	-9	81	14	B	-7
Nabi	135678	496576,2	1292	2225	8	350	-69	21	5	B	-71
Otk1a	105617,1	699419,5	596	980	3	5	-11	79	20	D	-22
Otk1b	105617,1	699419,5	976	1195	3	5	-11	79	20	D	-22
Otk2	105637	697206,7	500	860	0	0	-15	75	0	E	-15
Otk3	105218,6	696888,3	695	890	0	0	-85	5	0	E	-85
Otk4	105179	697957,2	705	954	0	0	-63	27	0	E	-63
Otny4a	104587,9	694980,9	545	803	3	5	33	-57	39	D	53
Otny4b	104587,9	694980,9	820	1450	3	5	33	-57	39	D	53
Otny5	107160,2	694865,4	500	850	0	0	-46	44	0	E	-46
Otny6a	103413,5	695343,4	660	732	0	0	-77	10	0	E	-77
Otny6b	103413,5	695343,4	729	1180	0	0	84	-6	0	E	84
Otk1-Otny4	106000	694000			5	8	0	90	23	C	-7
Palmdny2	132981,9	710552,7	1485	2100	2	257	-55	35	8	D	-59
Pmd1	94000	692000	570	798	1	1	-22	68	0	D	-22
Savny1	137703,3	503856,2	1200	1579	0	0	-80	10	0	E	-80
Savny2	137692,4	503146,6	1000	1720	5	228	-67	23	18	C	-73
Savny3	137412,2	504054,3	1038	1701	7	88	-68	22	5	B	-63
Savny4a	138119,4	504398	1030	1703	19	91	-63	27	15	B	-66
Savny4b	138119,4	504398	1695	1897	19	91	-63	27	15	B	-66
Sav 2,3,4	137000	503000			31	409	-65	25	14	B	-69
Sojny1	150610	481948,5	1600	2040	4	8	-60	30	9	D	-64
Viszak1	177147	457851,4	1809	2864	12	52	2	-88	9	A	-2
Vize2a	81514,5	511741	1400	2799	3	173	-70	20	26	D	-73
Zsanae18	118922,8	700817,3	1297	1785	3	5	-63	27(38,15)	15	D	-70

Table II The five categories of quality ranking system enveloped by ZOBACK (ZOBACK et al. 1982)

Kategóriák	Leírás	Categories	Description
A	Egyetlen kútban 10, vagy annál több különálló BO van, melyek irányainak szórása $\leq 12^\circ$, és/vagy az összhosszúságuk > 300 méter. Két vagy több egymáshoz földrajzilag közel eső kútból származó BO-k összhosszúsága > 300 méter, és irányaik szórása $\leq 12^\circ$.	A	Ten or more distinct breakout zones in a single well and/or combined length > 300 m; both with std. dev. $\leq 12^\circ$ Average of breakouts in two or more wells in close geographic proximity with combined length > 300 m and std. dev. $\leq 12^\circ$.
B	Egy fúráshoz legkevesebb 6 különálló BO tartozik maximum 20° -os szórással, és/vagy 100 méter összhosszúsággal.	B	At least six distinct breakout zones in a single well and/or combined length > 100 m; both with std. dev. $\leq 20^\circ$.
C	Legkevesebb 4 különálló breakout 25° -os szórással és/vagy 30 méter összhosszúságú szakasszal alkotja a harmadik kategóriát.	C	At least four distinct breakouts and/or combined length > 30 m; both with std. dev. $< 25^\circ$.
D	Ebben a kategóriában a négynél kevesebb fűrőlyukfal kirepedést tartalmazó kutak szerepelnek, ahol nincs a BO-knak konzisztens irányuk 30 méternél nagyobb összhosszal, vagy olyan kutak, ahol az irányok szórása meghaladja a 25° -ot.	D	Less than four consistently oriented breakouts or < 30 m combined length in a single well. Breakouts in a single well with std. dev. $\geq 25^\circ$.
E	A leggyengébb kategória az, ahol nem jelölhető ki megbízható BO egy fűrőlyukban, vagy a kijelölhető irányok olymértékben szórnak, hogy nem lehet egy szignifikáns irányt meghatározni; a szórás $> 40^\circ$.	E	Wells in which no reliable breakouts were detected. Extreme scatter of orientations, no significant mean determined (std. dev. $> 40^\circ$).



2. ábra. A cikkben szereplő S_{Hmax} irány-meghatározások minőségi eloszlása. (Minőségi osztályok leírását lásd a II. táblázatban)

Fig. 2 Data quality of S_{Hmax} direction determinations. (See quality ranking system in the table II.)

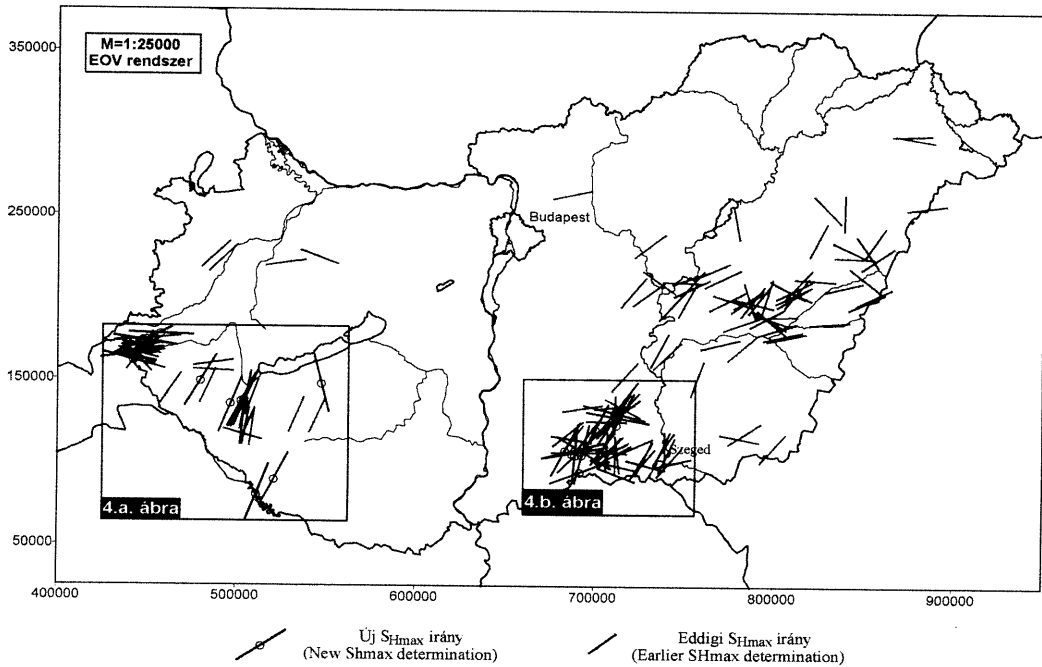
Az adatok értelmezése

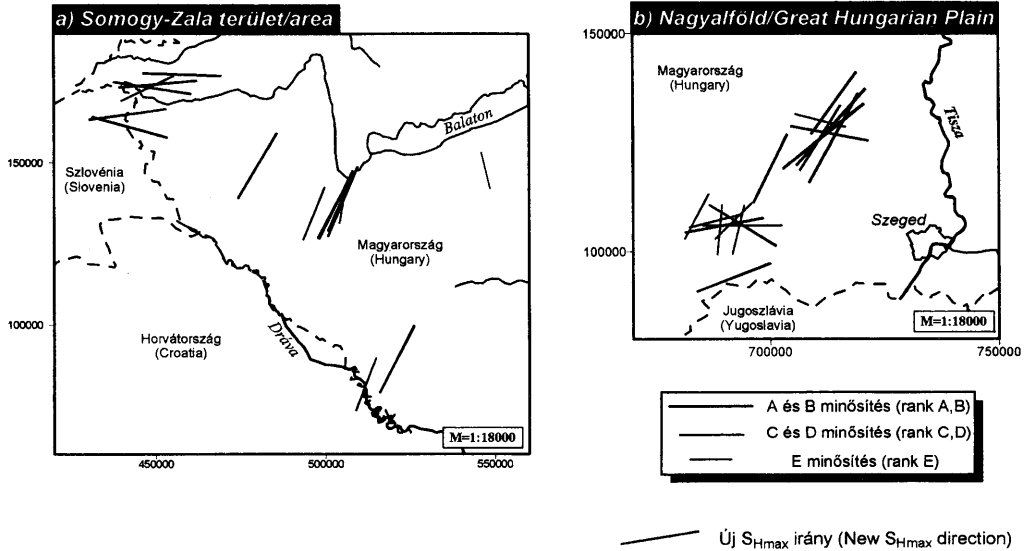
Nagyalföldi terület

A területen lévő fúrásokat több csoportra bontottuk. Azokból a kutakból, amelyekből használható eredmények születtek (A–D minősítés), $É30^{\circ}K$ – $É50^{\circ}K$ (északtól 30° – 50° keletre) átlagos S_{Hmax} irányt határoztunk meg (4. ábra). Ez megerősíti a területről származó eddigi BO kiértékelések eredményeit (DÖVÉNYI 1994). A legjobb minősítésű csoport a csölyospálosi volt, ahol a három kútból kettő A, egy pedig C minősítést kapott. Mindhárom kút gyakorlatilag ugyanazt az S_{Hmax} irányt szolgáltatja ($É40^{\circ}K$). Az öttömösi csoportban azonban két fúrás kivéve az összes adat E minősítést kapott. Ezekben a kutakban, mivel BO nem volt megfigyelhető, ellipszisillesztéssel próbálkoztunk, amely nem hozott konzisztens eredményt az S_{Hmax} irányokra vonatkozóan. Az összes E minősítést kapott kútban a bőségszelvényezés maximum 1000 méter mélységig történt, míg a két másikban, ahol már előfordultak értékelhető BO-k, 1200, ill. 1500 méterig. Ezek természetesen az eredeti eljárás szerint kerültek kiértékelésre. Az ellipszis-

3. ábra. → Lyukfalkirepedés analízisen alapuló maximális horizontális főfeszültség irányok Magyarországon. Nagyjából az ország felét lefedő, néhány helyen erősen szóró adabázis áll rendelkezésünkre. A délnyugati területen nagyjából $É$ – D -i S_{Hmax} irányok mérhetők, ami a Középmagyarországi-zónától északra megváltozik. Ez a jelenség határozottan lép fel a Zalai-medence környezetében, ahol az új adatok megerősítik a már korábban is tapasztalt horizontális feszültségdeviációt. Az ország keleti területein már az $ÉK$ – D Ny-i és a K –Ny-i irány a jellemző, tehát a maximális főfeszültség irányok kb. 45° -kal fordulnak el a déli területeken mért $É$ – D -i irányokhoz képest.

Fig. 3 S_{Hmax} directions in Hungary, based on borehole breakout analysis. S_{Hmax} directions are approximately N–S in southwestern Hungary. North to the Mid-Hungarian zone (in the Alcapa unit) the S_{Hmax} directions becomes NE–SW oriented. This phenomenon can be well seen in the Zala Basin, where the horizontal stress deviation is confirmed by the new data. In the eastern part of the country the reconstructed directions are roughly NE–SW





4. ábra. A rekonstruált S_{Hmax} irányok részletes ábrája a) a Somogy–zalai területen és a b) Nagyalföldön. A vonalak hossza a minőséggel arányos. Mindkét területen az eredmények az eddigi feszültségirány meghatározások eredményeit erősítik meg. A Somogy–zalai területen viszonylag kis távolságon belül majdnem 90°-os horizontális feszültségdeviáció tapasztalható

Fig. 4 Reconstructed S_{Hmax} directions in the a) Somogy–Zala area and b) Great Hungarian Plain. Length of the lines is proportioned to data quality. In both areas, the result of previous investigations of S_{Hmax} directions are confirmed by our results. In the area of Somogy–Zala, a remarkable horizontal stress deviation was observed

illesztés nem teszi lehetővé, hogy a kapott S_{Hmax} irányokat valamilyen hibával jellemezzük, így ezeknél a kutaknál a táblázatban mindenhol 0 szórás szerepel. Általánosságban elmondható, hogy 1 km-nél sekélyebb kutakban BO alig, vagy egyáltalán nem található.

A Csölyospálos Kelet-5 és a Zsana Észak-18 kutakban az S_{Hmax} irányok a mélység függvényében változnak (5. ábra, a, b). Mindkét fúrásban található egy markáns váltás, ami alatt és felett eltérő S_{Hmax} irányok adódtak a kiértékelésekből. A csölyospálosi kútban 2400 méteren, míg a zsanai kútban 1600 méteren változik meg a maximális horizontális főfeszültség iránya. A csölyospálosi fúrásban az említett mélység felett $É63^{\circ}K$, míg alatta $É10^{\circ}K$, a zsanaiiban felül $É38^{\circ}K$, alul $É15^{\circ}K$ az S_{Hmax} irány. Mivel a bőségszelvényeken kívül a fúrásokból igen kevés információ áll a rendelkezésünkre, ezért egyelőre nem világos, hogy mi a jelenség magyarázata. Mindkét kútról együttesen elmondhatjuk, hogy az irányváltozás mindig az alsó-pannon-miocén határ közelében, (200–300 méterrel magasabban) jelentkezett, követve a Makó-Hódmezővásárhelyi-árok ezen időhorizontját. Az irányváltozás határát, ahogy az az 5. ábra a és b részén is látszik, a legelső már megváltozott irányt mutató meghatározással definiáltuk. Mindkét ábrán az eltérő feszültségtartományokhoz rózsadiagramm ábrát készítettünk. Ezekben a sötét vonal a BO-k, a rá merőleges fekete vonal pedig a maximális horizontális főfeszültségek irányát mutatja.

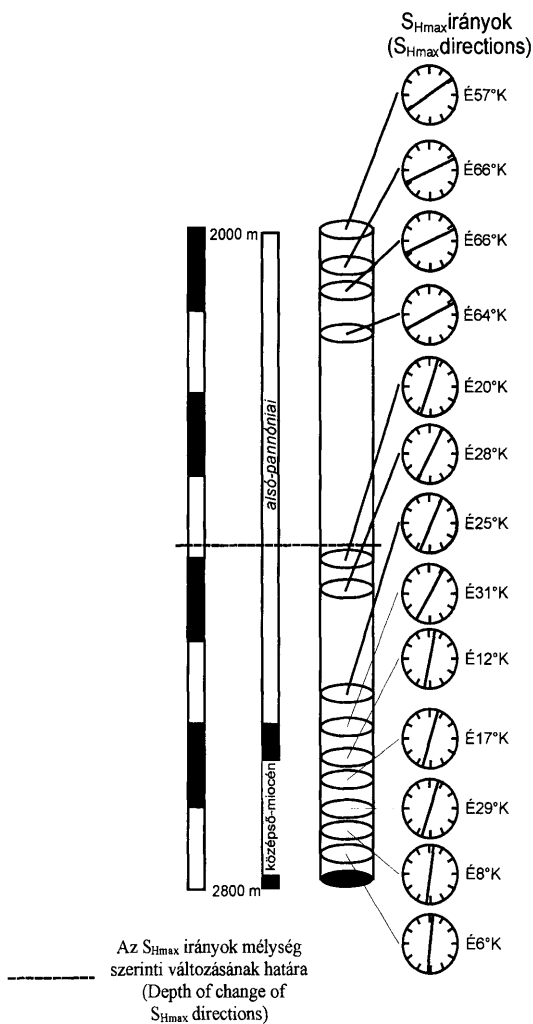
Somogy-zalai terület

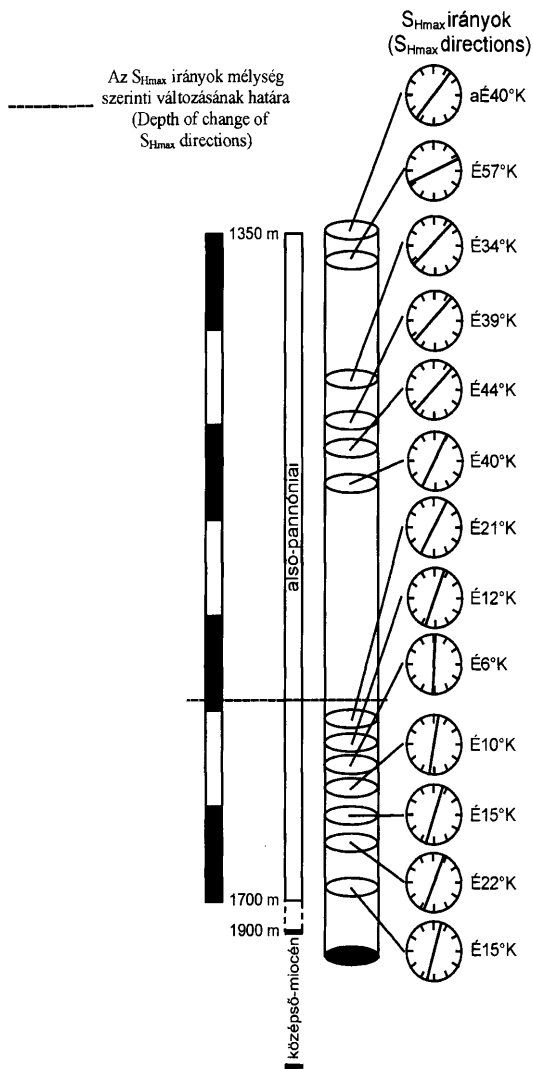
A második térség a Somogy-zalai terület. Itt egy figyelemre méltó, már korábban felismert, de eddig kevés adattal alátámasztott jelenséggel találkoztunk. A zalai-medencében, az osztrák határ közelében, a feszültségirányok gyakorlatilag kelet-nyugatiak, míg a somogyi területen, körülbelül 60 kilométerre a zalai területtől, $É20^{\circ}K$ - $É30^{\circ}K$ feszültségirányokat tapasztaltunk. Ez összhangban van a korábbi eredményekkel (DÖVÉNYI 1994.).

Az öt zalai fúrás közül kettő Kondorfa mellett mélyült (Kondorfa-1, Kondorfa-2). Ezeket együttesen is kiértékeljük (Kon-1, -2). Egy másik páros Bajánsenyéről származott (Bajánsénye-8, Bajánsénye Ny-1). DÖVÉNYI (1994)

5. ábra → A maximális horizontális főfeszültség iránya a mélység függvényében. a) A Csölyospálos Kelet-5 és b) a Zsana Észak-18 fúrás S_{Hmax} irányainak mélységfüggése. A Nagyalföldről származó két kútban az tapasztalható, hogy a maximális horizontális főfeszültség iránya a mélységgel változik. A csölyospálosi és zsanai kút egymástól kb. 15 km távolságra található. Mindkét kútnál ugyanolyan értelmű elfordulás tapasztalható, a csölyospálosi esetén $É30^{\circ}K$ -ról, míg a zsanai kútnál $É60^{\circ}K$ -ról kb. $É10^{\circ}K$ -re állnak be az irányok. Mivel a fúrásból csak néhány fő réteghatár ismert, az irányváltozást egyelőre a Makó-Hódmezővásárhelyi-árok alsó-pannon-középső-miocén határához köthetjük.

Fig. 5 The alignment of the maximum horizontal stress in dependence of depth. a) In the Csölyospálos Kelet-5 and b) in the Zsana Észak-18 borehole the direction of S_{Hmax} clearly changes with depth. Although the distance between Csölyospálos Kelet-5 and Zsana Észak-18 is 15 km, the same vertical stress deviation can be observed in both wells. In the case of Csölyospálos Kelet-5, the direction changes from $N30^{\circ}E$ to $N10^{\circ}E$, while in the Zsana Észak-18 borehole it shifts from $N60^{\circ}E$ to $N10^{\circ}E$. As in the borehole only few main boundaries are known, this change of S_{Hmax} direction can be tentatively connected to the Lower Pannon-Miocene boundary of the Makó-Hódmezővásárhely Basin





erről a területről már vizsgálta a Bajánsenye-2, -3, -4, -5, -6 kutakat, amelyek közös kiértékelésének eredménye: $S_{Hmax} = \text{É}77^\circ\text{Ny}$. Az általunk kapott irány $\text{É}74^\circ\text{Ny}$, amely nagyon jól illeszkedik ehhez a sorozathoz.

A somogyi területen meghatározott maximális horizontális főfeszültség irányok, egy kivételével mind az $\text{É}20^\circ\text{K}$ és $\text{É}30^\circ\text{K}$ tartományba estek. Már a zalai területtől 30, ill. 50 kilométerre található Nagybakonák és Söjtör Ny-1 fúrásban a feszültségtér beáll majdnem észak-déli irányba.

A vizsgált fúrások közül a sávolyi területen található a legmarkánsabb break-outok, amelyek nagy pontosságú meghatározást tettek lehetővé. A négy kút közül egyben nem találtunk BO-ot, de a másik három igen közeli irányokat ad. Ezeket közösen is kiértékeljük, az S_{Hmax} irány $\text{É}25^\circ\text{K}$, amely az eredményekkel jó összhangban van.

A maradék három egyedülálló fúrás közül kettő szintén a területre jellemző irányt mutat (Kivadár-1 és Vízvár-2), míg a harmadik (Kisberény K-1), amelyben nem találtunk BO-ot, és amelyben ezért csak ellipszisillesztés történt, kicsit eltérő irányt szolgáltat (I. táblázat).

A két vizsgált területet részletesen a 4. ábra, a, b mutatja. A 4. ábra b részén átlagolt értékek láthatók, nincs külön feltüntetve a Csólyospálos K-5 és a Zsana É-18 fúrások S_{Hmax} irányainak mélységfüggése.

Diszkusszió

BADA (1999) modellezési eredményei alapján elmondható, hogy a Pannon-medence recens feszültségtérének szempontjából elsődleges fontosságú az Adriai mikrolemez viselkedése. A lemezhatárhoz közel mért szeizmológiai adatok szerint e mikrolemez Európához képest északi irányban mozog és az óramutató járásával ellentétes irányban forog (ANDERSON & JACKSON 1987). Ezt a legújabb ürgeodéziai eredmények is alátámasztják (WARD 1994). A kiértékelt földrengés fészekmechanizmusok itt oldalelmozdulásokra, valamint feltolódásokra utalnak. Egy másik fontos és érdekes terület a Vrancea-zóna Romániában, a Déli- és a Keleti-Kárpátok találkozásánál. Az itt mért szeizmológiai adatok egy leszakadt, függőleges lemezdarabra utalnak, amely a Kárpátok szubdukciós ívének utolsó aktív zónáját reprezentálja. Ennek szintén komoly hatása lehet a Pannon-medence jelenkori feszültségviszonyaira.

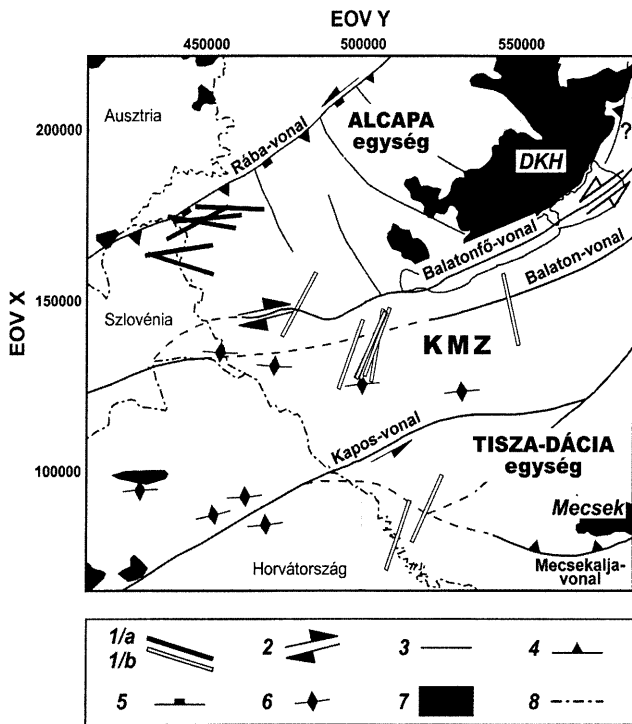
A Pannon-medencét és környékét az eddigi kutatások szerint öt zónára oszthatjuk a feszültségtér jellegét tekintve (GERNER et al. 1999). A Déli-Alpok és a Dinaridák északnyugati területén a legnagyobb horizontális főfeszültség (S_{Hmax}) iránya $\text{ÉÉNy-}DDK$ és É-D , a tektonikai stílus egyértelműen kompresszív. S_{Hmax} iránya a Cseh-masszívum környezetében ÉNy-DK irányúra változik, ami egész Nyugat-Európára jellemző (MILLER et al. 1992). A déli Dinaridákban és a Dalmát partokon feltolódás és oldalelmozdulás együttesen jellemző (transzpresszió). Az S_{Hmax} iránya itt ÉK-DNy . A Rodope-masszívumban az S_{Hmax} iránya $K-Ny-i$, itt a normálvetős szerkezetek dominanciája jellemző.

A Pannon-medence területén érdekesen alakulnak a feszültségirányok: a kompresszió iránya a nyugati peremterületeken (Keleti-Alpok) gyakorlatilag

É–D-i, míg keleten ÉK–DNY-i irányú, tehát kelet felé egy negyedkört ír le az óramutató járásával megegyező irányban. A tektonikai rezsimre főleg az oldaleltolódás jellemző, néhány helyen pedig a feltolódás. Ebből arra következtethetünk, hogy a Pannon-medencében az extenzió befejeződött, a terület jelenleg szerkezeti inverziót szenved el (HORVÁTH & CLOETINGH 1996). Magyarország feszültségképe nyilvánvalóan csak a Pannon-medence léptékében értelmezhető jól. Itt is elsősorban fészekmechanizmusból és lyukfaldeformációs vizsgálatokból meghatározott feszültségadatok állnak rendelkezésünkre. Ezek két különböző feszültségtartományból származhatnak adatokat: a földrengésekkel meghatározott feszültségirányok legalább 5 km, míg a breakout analízisből származóak legfeljebb 2–3 km mélyről származnak. A feszültségmagnitúdókra sajnos csupán néhány direkt, kevésbé megbízható in-situ mérési adat áll a rendelkezésünkre (GERNER et al. 1999).

A több fúrásban is megfigyelt függőleges feszültségdeviáció Magyarországon eddig még nem tapasztalt jelenség. A Külső-Kárpátokban már leírtak hasonlót: ott az egymásra gyúrt takarókban és azok aljzatában jól elkülöníthető feszültségirányok voltak rekonstruálhatók (JAROSIN'SKI 1998). Két takaró határán általában egy plasztikusan deformálható réteg található, elősegítvén a rétegek elmozdulását egymáshoz képest. Ezen plasztikus rétegek túlnyomósos zónák lehetnek, amelyek „feszültségzigetelőként” működhetnek. A csölyospálosi és zsanai fúrásban is elképzelhető, hogy található ilyen túlnyomósos réteg, amely a fentebb leírt módon elválasztja a két különböző maximális horizontális főfeszültség iránnyal jellemzett mélységtartományt. Ha valóban túlnyomósos rétegekről van szó, akkor egy következő feladat lesz annak kiderítése, hogy miért különbözik az elválasztó határ alatt és felett az S_{Hmax} iránya.

Horizontális feszültségdeviációra számos irodalmi példa található (ZOBACK 1991). Nagyléptékű oldalelmozdulásoknál, a Föld nagy nyírási övei mentén gyakran tapasztalható, hogy a zóna két oldalán jelentősen eltérnek a maximális horizontális főfeszültség irányok. A somogyi és egyúttal a nyugat-magyarországi (kelet-ausztriai) északias irányú S_{Hmax} irányok a modellezés és a földrengés fészekmechanizmus kiértékelések szerint az Adriai-lemez észak-északkelet felé történő mozgásának, illetve az ebből fakadó intenzív nyomásnak köszönhetőek (4. ábra). A zalai terület ez alól kivételt képez. A kérdés tehát az, hogy mi választja el a két területet és mi okoz viszonylag kis távolságon belül majdnem 90°-os laterális feszültségdeviációt. Ha feltételezzük, hogy valamilyen tektonikai zóna vagy nyírási öv, pl. a Közép-magyarországi-zóna (KMZ) a választóvonal, úgy figyelembe kell venni, hogy a zalai terület S_{Hmax} irányai jobbos, míg a somogyi terület S_{Hmax} irányai balos elmozdulást indukálnak ezen elválasztó zóna mentén (6. ábra). A zalai területen található anomális feszültségirány – bár nem ennyire élesen – a Dunántúli-középhegységben és az Alcapa egység némely más részén is tovább nyomozható. Az egyik megoldás az lehet, hogy amennyiben a fentebb vázolt recens elmozdulások a feltételezett határ mentén valóban léteznek, úgy tőle északra kompressziós, míg délre tágulós szerkezeti elemeket vagy ezek feloldásaként újabb tektonikai zónákat kellene találnunk. A sőjtöri fúrás kivételével az összes breakout adat azt valószínűsíti, hogy az elválasztó vonal szerepét a Balatonfő-vonal tölti be. Természetesen, az is előfordulhat, hogy nem



6. ábra. A Somogy–zalai területen rekonstruált S_{Hmax} irányok. (Alaptérkép: DANK & FÜLÖP 1990, valamint HORVÁTH 1993.) A zalai terület nagyjából K–Ny-i S_{Hmax} irányokkal (fekete vonal), míg a somogyi terület nagyjából észak–déli irányokkal (szürke vonal) jellemezhető. A két területet elválasztó törési zóna mentén indukált feltételezett mozgások a következők: a zalai S_{Hmax} irányok jobbos (fekete nyíl), a somogyi irányok pedig balos (üres nyíl) eltolódást valószínűsítnek. 1. Maximális horizontális főfeszültség irány a) a zalai területen, b) a somogyi területen, 2. A feszültségirányok által indukált, feltételezett elmozdulás, 3. Főbb tektonikai vonal, 4. Feltolódás, 5. Normál vető, 6. Redő, 7. Terciárnél idősebb képződmény a felszínen 8. Politikai határ, KMZ: Középmagyarországi-zóna, DKH: Dunántúli-középhegység

Fig. 6 Reconstructed S_{Hmax} directions in the Somogy–Zala area. (Base map: DANK & FÜLÖP, 1990, and HORVÁTH 1993). In the Zala area the largest horizontal stress (black bar) is N–S directed, while in the Somogy area (empty bar) they are aligned in E–W direction. Based on theoretical considerations, S_{Hmax} directions in the Zala Basin would generate right lateral (black arrow) displacement along the element of the subdividing tectonic zone, while in the case of the Somogy area these movements would be left lateral (empty arrow). 1. Direction of the largest horizontal stress a) in the Zala area, b) in the Somogy area 2. Strike-slip displacement suggested by the S_{Hmax} directions 3. Main tectonic line 4. Trust fault 5. Normal fault 6. Fold 7. Pretertiary unit 8. Political border KMZ: Mid-Hungarian Zone DKH: Transdanubian Range

ilyen éles határral van dolgunk, hanem valamilyen lokális perturbációról van szó. Érdekes megfigyelni, hogy bár a somogyi feszültségadatok egy széles mobilis nyírózónából (KMZ) származnak, azok mégis jó egyezéssel ugyanolyan feszültségirányt szolgáltatnak.

A zalai feszültségdeviációt már korábban is tapasztalták (GERNER et al. 1999; BADA et al. 2000). Az európai és afrikai lemez közötti kollíziós zónában kiemelkedett Alpok komoly pozitív gravitációs (helyzeti) energia többletet hordoz a környezetéhez képest. Az Alpok gravitációs kollapszusához a táguló Pannon-medence egészen a pliocén kor végéig elég teret szolgáltatott, az Alcapa blokk szabadon mozoghatott kelet felé. A szubdukciós eredetű húzófeszültségek megszűnte miatt a Pannon-medence tágulása megállt (FODOR et al. 1999; BADA et al. 1999), sőt a jelenlegi álláspont szerint szerkezeti inverziót szenved el (HORVÁTH & CLOETINGH 1996). Emiatt az Alpok kelet felé való mozgása a Pannon-medence nyugati részein közel K–Ny-i irányú kompressziót indukál. Véleményünk szerint a Zalai-medence jelenkori feszültségterét a Keleti-Alpok gravitációs eredetű kompressziós hatása döntően befolyásolja.

A Balaton keleti medencéjében a rendelkezésre álló ultranagy felbontású vízi szeizmikus mérések alapján a Balatonfő-vonal mentén balos oldalelmozdulás valószínűsíthető (TÓTH et al. 2001b). Ez összhangban van a somogyi területen tapasztalható S_{Hmax} irányokkal. A Rába-vonal mentén SZAFIÁN et al. (1999) szerint nincs jelentős oldalelmozdulás. A 2000. évi Vámoszabadi környéki földrengések is valószínűleg a Rába-vonalhoz köthetők. A két közölt földrengés fészekmechanizmus megoldás eredménye feltolódást szolgáltatott minimális balos oldalelmozdulási komponens mellett (TÓTH et al. 2001a). GRENERCZY (2001) űrgeodéziai (GPS) megfigyelések alapján a következő következtetésekre jutott a terület kinematikai képét illetően. Kiderült, hogy az Alcapa egység a fixnek tekintett európai előtérben elhelyezkedő referenciaállomásokhoz képest nem egységesen mozog. Az egység nyugati része (Keleti-Alpok, Kisalföld, Dunántúli-középhegység) átlagosan 1,3 mm/év sebességgel halad kelet felé, a keleti rész (Északi-középhegység) azonban gyakorlatilag stabilnak tekinthető. A korábban egységesen kezelt Alcapa egység tehát napjainkban belső deformációt szenved el, a két részterület határa nagyjából a Berhida–Komárom szeizmikus zóna övezetében jelölhető ki.

Ezen tények fényében talán feloldható lesz a Balatonfő-vonal, ill. a Középmagyarországi-vonal kinematikai problémája is. A nyugati részeken az Alcapa egység viszonylag gyorsan mozog kelet felé: itt a nagyjából ÉK–DNy-i csapású szerkezeti vonalak mentén balos elmozdulás adódik (6. ábra). Ez azt jelenti, hogy a törésvonalaktól északra elhelyezkedő egységek a délieknél (KMZ, ill. Tisza–Dácia-egységek) gyorsabban mozognak kelet-északkelet felé. A Balaton környezetében és attól keletre azonban megváltozik a helyzet: itt valószínűleg a délebbi egységek haladnak gyorsabban kelet felé. Ennek következtében ott a törések mentén balos eltolódás várható. A két zóna határterületén pedig lokális térrövidülést, transzpressziót valószínűsítünk Berhida térségében. Hangsúlyozzuk azonban, hogy munkahipotézisünk ellenőrzése és a részletek további tisztázása céljából újabb feszültségadatok és fészekmechanizmus meghatározására és elemzésére van szükség.

Következtetések

Az összesen 30 mélyfúrásból származó új breakout meghatározások 38 százaléka nagyon jó, 9 közepes, 58 százaléka pedig gyenge minőségű. Mélységbeli eloszlásukat tekintve a legtöbb adat a 2000–2500 méter közötti tartományból származik, míg e mélység alatt és felett lényegesen kevesebb áll rendelkezésünkre.

I. A nagyalföldi terület maximális főfeszültség irányait vizsgálva fő eredményként a következőket mondhatjuk:

1. Azok a fúrások, amelyek megbízható iránymeghatározásokat szolgáltatnak, átlagosan $E30^{\circ}K-E50^{\circ}K$ -i S_{Hmax} irányt adnak. Ez megerősíti az erről a területről származó eddigi iránymeghatározások eredményeit. A területen, főleg az Öttömös környékéről származó kutakban, számos helyen nem lehetett lyukfalkirepedés meghatározást végezni, mivel a kutak szelvényezett szakaszain BO-kat nem találtunk. Az összes ilyen kútban viszonylag kis mélységben (500–1000 m) történtek a szelvényezések.

2. A területen két fúrásban tapasztalható, hogy a maximális horizontális főfeszültség iránya a mélységgel változik (Csólyospálos Kelet-5, Zsana Észak-18). Mindkét kútról elmondható, hogy az irányváltozás az alsó-pannóniai-miocén határ közelében, attól általában 250 méterrel magasabban jelentkezik.

II. A Somogy–zalai terület vizsgálatának eredménye:

A somogyi területen egy határozott feszültségirány rekonstruálható. Az ide tartozó nyolc kút szinte mindegyike az $E20^{\circ}K-E30^{\circ}K$ -i tartományban szolgáltatott S_{Hmax} irányokat. Ezzel szemben a Zalai-medencéből származó irányok gyakorlatilag kelet–nyugatiak. A már korábban is tapasztalt jelenséget (BADA et al. 2000) részben a Keleti-Alpok gravitációs eredetű kompressziójával magyarázhatjuk.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönettel tartoznak a Mol Rt.-nek a rendelkezésükre bocsátott adatokért. Külön köszönet illeti a cikk bírálóit (DOBRÓKA Mihályt és FODOR Lászlót) értékes megjegyzéseikért és hasznos tanácsaikért.

Irodalom – References

- ANDERSON, H. & JACKSON, J. 1987: Active tectonics of Adriatic region. – *Geophys. J. Roy. Astron. Soc.* **91**, 937–983.
- BABOCK, E. A. 1978: Measurement of subsurface fractures from dipmeter logs. – *Am. Assoc. Petrol. Geologist Bull.* **62**, 1111–1126.
- BADA, G. 1999: Cenozoic stress field evolution in the Pannonian basin and surrounding orogens. Inferences from kinematic indicators and finite element stress modelling. – PhD thesis, Vrije Universiteit, Amsterdam, 204 p.
- BADA, G., CLOETINGH, S., GERNER, P. & HORVÁTH F. 1998: Sources of recent tectonic stress in the Pannonian region: inferences from finite element modelling. – *Geophys. J. Int.* **134**, 87–101.

- BADA, G., HORVÁTH, F., CLOETINGH, S., COBLENTZ, D. D. & TÓTH, T. 2000: The role of topography induced gravitational stresses in basin inversion: The case study of the Pannonian basin. – *Tectonics*, nyomdában.
- BLÜMING, P. 1986: In situ Spannungsmessungen in Tiefbohrungen mit Hilfe von Bohrlochrandausbrüchen und die Spannungsverteilung in der Kruste Mitteleuropas und Australiens. – Dissertation, Universität Karlsruhe, 135 p.
- COX, J. N. 1970: The high resolution dipmeter reveals diprelated borehole and formation characteristics. – *11th Ann Logging Symp.*, Soc. Prof. Well Log Analysis, 25 p.
- DANK V. & FÜLÖP J. (főszerkesztők) 1990: Magyarország szerkezetföldtani térképe. M = 1:500 000. - Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- DÖVÉNYI P. 1994: Geofizikai vizsgálatok a Pannon-medence litoszféra fejlődésének megértéséhez. – Kandidátusi értekezés, ELTE Geofizikai Tanszék, Budapest, 77–120.
- DÖVÉNYI P., HORVÁTH F., & FODOR L. 1988: Kőzetfeszültségi viszonyok meghatározási lehetőségeinek vizsgálata mélyfúrásokban lyukbőség adatok alapján. – Kutatási jelentés, ELTE Geofizikai Tanszék, Budapest, 2–29.
- FODOR, L., CSONTOS, L., BADA, G., GYÖRFFY I. & BENKOVICS, L. 1999: Tertiary tectonic evolution of the Pannonian basin system and neighbouring orogens: a new synthesis of paleostress data. – In: DURAND, B., JOLIVET, L., HORVÁTH, F. & SÉRANNE, M. (eds.) *The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen.* – *Geological Society, London, Special Publications* 156, 295–334.
- GERNER P. 1991: Recens kőzetfeszültség a Dunántúli-középhegységben. – Szakdolgozat, ELTE Általános Földtan Tanszék, Budapest, 101 p.
- GERNER, P., BADA, G., DÖVÉNYI, P., MÜLLER, B., ONESCU, M.C., CLOETINGH, S. & HORVÁTH, F. 1999: Recent tectonic stress and crustal deformation in and around the Pannonian Basin: data and models. – In: DURAND, B., JOLIVET, L., HORVÁTH, F. & SÉRANNE, M. (eds.) *The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen.* – *Geological Society, London, Special Publications* 156, 295–334.
- GOUGH, D. I. & BELL, J. S. 1981: Stress orientation from oilwell fractures in Alberta and Texas. – *Can. J. Earth Sci.* 18, 638–645.
- GRENERCZY, Gy. 2000: Present day tectonics of the Pannonian-basin and its surroundings inferred from space geodesy. – Ph.D. Dissertation, ELTE Geofizikai Tanszék, Budapest, 122 p.
- HORVÁTH, F. 1993: Toward a mechanical model for the formation of the Pannonian Basin. – *Tectonophysics* 266, 333–357.
- HORVÁTH, F. & CLOETINGH, S. 1996: Stress-induced late-stage subsidence anomalies in the Pannonian basin. – *Tectonophysics* 266, 287–300.
- JAEGER, J. C. & COOK, N. G. W. 1969: *Fundamentals of Rock Mechanics.* – Methuen & Co Ltd., 238 p.
- JAROSIŃSKY, M. 1998: Contemporary stressfield distortion in the Polish part of the Western Outer Carpatian and their basement. – *Tectonophysics* 297, 91–119.
- KOVÁCS, P. 1994: Determination of lithospheric horizontal stress directions for Hungary on the base of break-out analysis. – Szakdolgozat, Budapest, ELTE Geofizikai Tanszék, 62 p.
- MILLER, B., ZOBACK, M. L., FUCHS, K., MASTIN, L., GREGERSEN, S., PAVONI, N., STEPHANSSON, O., & LJUNGGREN, C. 1992: Regional pattern of tectonic Stress in Europe. – *J. Geophys. Res.* 97, 11783–11803.
- NEMESI L., HOBOT J., KOVÁCSVÖLGYI S., MILÁNKOVICH A., PÁPA A., STOMFAI R. & VARGA G. 1994: A Kiszéki medence aljzatának és kéregszerkezetének kutatása az ELGI-ben 1982-90 között. – *Geophysical Transactions* 39/2–3, 193–223.
- PLUMB, R. A. & HICKMAN, S. H. 1985: Stress induced borehole elongation. A comparison between the four-arm dipmeter and the borehole televiewer in the Auburn geothermal well. – *J. Geoph. Res.* 90, 5513–5521.
- SZAFIÁN, P., TARI, G., HORVÁTH, F. & CLOETINGH, S. 1999: Crustal structure of the Alpine-Pannonian transition zone: a combined seismic and gravity study. – *Int. Jour. Earth Sciences* 88, 98–110.
- TÓTH, L., MÓNUS, P., ZSIROS, T., KISZELY, M. & KOSZTYU, Z. 2001a: Hungarian Earthquake Bulletin 2000. – Georisk, Budapest, 98 p.
- TÓTH T., VIDA R., SZAFIÁN P. & DÖVÉNYI P. 2001b: Általános Földtani Szakosztály Budapesti Területi Szervezet előadóléle: A Kárpát-medence pannon utáni tektonikája - vitaülése belül: Nagyfelbontású vízi szeizmikus mérések jelentősége a neotektonikai vizsgálatokban. 2001. március 8.

- WARD, S.N. 1994: Constraints on the seismotectonics of the central Mediterranean from Very Long Baseline Interferometry. – *Geophys. J. Int.* **117**, 441–452.
- ZOBACK, M. 1991: State of stress and crustal deformation along weak transform fault. – *Phil. Trans. R. Soc. Lond.* **337**, 141–150.
- ZOBACK, M. D., MOOS, D. & ANDERSON R. N. 1982: Determination of the horizontal principal stresses from wellbore breakouts. – *EOS Transactions, AGU* **63**, 1118.

Kézirat beérkezett: 2000. 12. 11.

Emlékezés dr. POSEWITZ Tivadar életére és munkásságára születése 150. évfordulóján¹

*In memory of the 150th anniversary of the birth
of dr. Tivadar POSEWITZ*

VITÁLIS György²
(2 ábra)

Tárgyszavak: emlékezés, terepi munkák, Holland Kelet-India, Északkeleti-Kárpátok, Szepesség
Key words: Commemoration, field works, Dutch East India, NE Carpathians, Zips

Abstract

Tivadar POSEWITZ, D. M., was an army physician in the Netherlands and later senior Geologist of the Royal Hungarian Geological Institute, Member of the Hungarian Geological Society and Fellow of the Dutch East Indian Company. In 1879 he travelled to Dutch East India, and devoted all his leisure time to geological research, mainly on the islands of Borneo, Bangka, Sumatra and Flores. He wrote a number of scientific papers. His *chef-d'oeuvre*, entitled simply "Borneo" was published in Berlin (1889) and London (1892). In Hungary he did geological research in the NE Carpathians (Bereg and Máramaros Counties), as well as in the respective regions of Szepes and Sáros Counties (where he had been born), from 1887 through 1916 (Fig. 2). Along with several minor papers, he published a summarizing work: "Petroleum and asphalt in Hungary", in the Yearbook of the Royal Hungarian Geological Institute (1906). Being an enthusiastic tourist, he wrote Hungarian- and German-language touristic Guides on the Szepesség area, the High Tatra Mountains and the Spiš Midmountains

Összefoglalás:

POSEWITZ Tivadar a Magyar Királyi Földtani Intézet főgeológusa, a Magyarhoni Földtani Társulat és a Holland Keletindiai Társaság tagja. 1879-ben a Holland Kelet-Indiába utazott, ahol minden szabad idejét geológiai kutatásokkal töltötte. Fő tevékenységi területe Borneo, Bangka, Szumátra és Flores szigete volt. Egyik főműve a „Borneo”, Berlinben (POSEWITZ 1889), majd 1892-ben Londonban jelent meg. Magyarországi kutatásait 1887–1916 között az Északkeleti-Kárpátok térségében Bereg és Máramaros megye területén, valamint szülőföldje térségében Szepes és Sáros megye területén végezte (2. ábra). Másik főműve a „Petroleum és aszfalt Magyarországon” (POSEWITZ 1906) Mint a magyar turisták lelkes bajnoka, Németországban is nagyon keresett magyar és német nyelvű turisztikai vezetőket írt a Szepességről, a Magas Tátráról és a Szepesi-Középhegységről.

Bevezetés

POSEWITZ Tivadar (1. ábra) orvosdoktor, hollandi szolgálatban álló katonaoorvos, majd a Magyar Királyi Földtani Intézet főgeológusa, a Magyarhoni Földtani Társulat és a Holland Keletindiai Társaság tagja, világszerte ismert hírneves utazó, POSEWITZ Sámuel iglói orvos és a brünni születésű KARAFIÁTH Emeline fiaként 1850. december 2-án született a Szepes megyei Iglón. Az iglói evangélikus főgimnáziumban 1868-ban tett érettségi vizsgát, majd a budapesti egyetemen

¹ Elhangzott a Magyarhoni Földtani Társulat Tudománytörténeti Szakosztályának 2000. november 20-i. előadóján

² 1118 Budapest, Otthon u. 6.



1. ábra. Dr. Posewitz TIVADAR (Szepesigló, 1850. 12. 02. – Budapest, 1917. 06. 12.)

Fig. 1 Dr. Tivadar POSEWITZ (Szepesigló, 02 12 1850 – Budapest, 12 06 1917)

1874-ben orvosdoktor lett. A geológia felé vonzódott, s ezért három évig a szászországi Freiberg bányászati akadémiáján tanult. 1879-ben mint katonaoorvos Holland Kelet-Indiába utazott. Minden szabad idejét geológiai kutatásokkal töltötte. Fő tevékenységi területe Borneo, kisebbrészt Bangka, érintőlegesen Szumátra és Flores szigete volt. Öt éves kelet-indiai tartózkodása után hazatért, és 1887-től a Magyar Királyi Földtani Intézet segédgeológusa, 1897-től osztálygeológusa, 1908-tól 1916. évi nyugdíjba vonulásáig főgeológusa volt (SZINNYEI 1906; LITSCHAUER 1917; VITÁLIS 1993, 2000; KOROMPAY 1997). Földtani kutatásait túlnyomórészt az Északkeleti-Kárpátok térségében, Bereg és Máramaros megye területén, kisebbrészt szülőföldje térségében, Szepes és Sáros megye területén végezte (CHOLNOKY 1903; HALAVÁTS 1884; MÁFI ÉK 1955; MÁFI KC 1911).

Kelet-indiai tevékenysége

Kelet-indiai munkássága eredményeit „A m. kir. Földtani Intézet Évkönyve” 1877–1890 évek hasábjain, valamint a „Borneo – Felfedező utazások és vizsgálatok. A földtani ismeretek jelenlegi állása. A hasznosítható ásványok elterjedése” című fóművében foglalta össze. Ez 1889-ben Berlinben (POSEWITZ 1889), 1892-ben Londonban jelent meg.

Kisebbszámú tanulmányai, útleírásai és levelei a *Das Ausland*, a *Földtani Közlöny*, a *Földrajzi Közlemények*, a *Verhandlungen* der k. k. geologischen Reichsanstalt, a *Petermanns geogr. Mitteilungen* és a *Mitteilungen der kais. königl. Geographischen Gesellschaft* oldalain jelentek meg.

POSEWITZ összefoglalta a Borneo szigetére vonatkozó földtani ismereteket, foglalkozott az arany előfordulásával, az arany-nyerés és -termelés módjaival, az eocén szurok – vagy fénylőszén, a neogén barnaszén-előfordulásokkal, valamint a jelenkori gyantakereséssel, mindenütt utalva saját földtani megfigyeléseire.

Rövid közleményekben beszámolt Borneo szigeti utazásairól, a korabeli közlekedési adottságokról, a vízi közlekedés érdekességeiről, miközben a

földrajzi viszonyokat is ismertette. Számos kirándulást tett – és közben földtani megfigyeléseket végzett – az arany- és gyémánt-előfordulásairól nevezetes dél-borneoi Tanahlaut (=tengeri ország), a közép-borneoi Pararawen hegyre és a nagyrészt kiszáradó észak-borneoi Kinabalu- (=kínai asszony) tóhoz.

Ismertette Borneo sótelepeit, petróleum, platina, higany és laterit előfordulásait, valamint a szigeten végzett barlangkutatásokat. Földtani megfigyelései során bemutatta a terciernél idősebb formációkat, Borneo északkeleti részén tett felfedezéseit, továbbá Borneo hegységszerkezetét, különös tekintettel a központi hegységre.

Borneo szigetéről írt főműve I. történeti-kritikai részében rövid politikai áttekintést adott, válaszolt a földtani ismeretek akkori állását, a felfedezések történetét, az utazásokat és a vizsgálatokat és kritikailag elemezte az egyes kutatók tevékenységét.

A földtani viszonyok című II. részben a hegy- és vízrajzot követően – a nagyobb tájegységek szerint – a hegyvidékek, a dombvidékek, a síkságok és a mocsárvidékek geológiáját foglalta össze.

A hasznosítható ásványok című III. részben a kőszén, arany, gyémánt, platina, antimon, higany, vasérc, rézérc, ezüstérc, ólom- és cinkérc, só és petróleum-területeket, valamint a hőforrásokat ismertette, míg végül a bányászati lehetőségeket tekintette át.

A könyvhöz 4 db 1:3 600 000 ma. térképen Borneo felfedezőútjait, a földrajzi-geológiai vizsgálatokat végzőket és Borneo politikai beosztását, a sziget geológiai vázlatát, valamint hasznosítható ásványkincseit szemléltette.

POSEWITZ „Az Indiai-óceán cinn-szigetei” című kétrészes tanulmányában ismertette Bangka sziget geológiáját (POSEWITZ 1885), valamint a cinnérc előfordulását és a cinnbányászatot.

Az ón (vagy cin) szigeteken (Riomo–Lingga-szigetcsoport, Bangka és Billiton) a lateritek igen elterjedt képződmények, míg a szigetcsoport többi táján nem fordulnak elő.

Az ónérc előfordulásának köszönhetően Bangka földtanilag a legjobban tanulmányozott sziget. Míg Szumátra és Jáva szigete többnyire fiatalabb eruptív és üledékes kőzetekből áll, addig Bangka szigetén csak idősebb gránit, kristályos palák, az üledékes kőzetek közül palás agyagokkal változó homokkő, konglomerátum és breccsa található. Legfiatalabbak a mocsárképződmények, a parthomok, valamint a korallmész.

Az ónérc mellett arany, vasérc, rézkovand (=kalkopirit) és ólomfényle (=galenit), arzénkovand (=arzenopirit) és kénkovand (=pirit), továbbá mangánérc található.

A melegforrások a gránit és az agyagpala határán bugyognak fel.

Magyarországi földtani kutatásai

Magyarországi kutatásairól szóló jelentéseit a Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyvében, Évi Jelentésében, térképmagyarázóiban, valamint a Földtani Közlöny hasábjain tette közzé.

Az Északkeleti Kárpátokban végzett első munkája a Kőrösmező környékén az 1887. évben történt részletes földtani fölvételről szól. Már itt érdeklődése középpontjába került a kőrösmezői petróleumterület, majd a Fekete-Tisza és a Fehér-Tisza területén folytatta térképezési munkáit.

Egymás után járta be és földtanilag térképezte Rahó és Trebusa, Kabola-Polyána, Alsó-Apsa és Dombó, a Turbát-gát környékét, a Taracz és Talabor folyók alsó folyása közötti területet, a kőrösmezei petróleum-területet, a Tisza, Talabor és Nagygág folyók közti miocén dombvidéket, a Felső Taracz völgyét, Szinevér-Polyána, Ökörmező vidékét, a Talaborvölgy Szinevér és Kövesliget közötti részét, a Nagygág völgyét, a Szolyva és Volóc közötti hegyvidéket, valamint Polena, Alsóvereczke, Szarvasháza és Dolha vidékét.

POSEWITZ Tivadar földtani térképezési munkálatait legjobban a térképezett területekről kiadott színes földtani térképei és azok térképmagyarázói foglalták össze (2. ábra).

Így a „Kőrösmező és Bogdán” [12 és 13 (zóna) XXXI (rovat), 1892], a „Máramaros-sziget vidéke” [14/XXX, 1894], a „Gyertyánliget (Kabola-Polyána)” [13/XXX, 1910], a „Brusztura-Porohy vidéke” [11 és 12/XXX. 1911], az „Ökörmező és Tuchla” [11/XXIX, 1912], valamint a „Die Umgebung von Berezna und Szinevér” (Berezna és Szinevér környéke) [12/ XXIX, 1916] című térképmagyarázója. Ezekben gyakorlatiasan összefoglalta a korábbi közleményeiben leírt megfigyeléseit és következtetéseit.

A „Petroleum és aszfalt Magyarországon” című, 1906-ban megjelent magyarországi főműve 1791–1906-ig tételesen megadta és értékelte a vonatkozó földtani irodalmat (POSEWITZ 1906).

Itt most csak a saját kutatásaival érintett Ung és Máramaros megyében levő petróleum-előfordulásokra hívom fel a figyelmet.

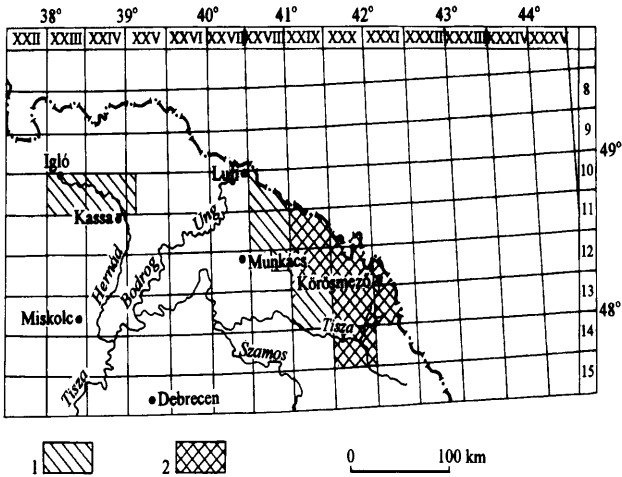
Az Ung megyei (luhi) petróleum-előfordulás bemutatása során leírta a petróleumot tartó rétegeket, a vonatkozó irodalmat, a történeti adatokat, a geológiai viszonyokat, a petróleumot tartó rétegeket és ismertette a petróleum-kutatókat. Leírta, hogy „Luhon a petroleum az eocénben fordul elő. Az olajat tartó rétegek 15 Km hosszúságban terjednek el Lubnya községtől Ticha helységig; szélességük 2–3.5 Km.”

A Máramaros-megyei petróleum-előfordulások Kőrösmező, Felsőnereznicze, Szacsal, Dragomérfalva és Batiza területén ismertek.

Pl. a kőrösmezői terület bemutatása során közölte a területre vonatkozó irodalmat, az irodalom és a geológiai ismeretek fejlődését, az oro- és hydrographiai viszonyokat, a geológiai viszonyokat, a petróleumot tartó rétegeket és a petróleum-kutatókat. Bemutatta a Stebna-völgyi II. fúrás földtani szelvényét.

Kőrösmező környékének POSEWITZ által 1894-ben felvett 1:75 000 ma. földtani térképe „A kőrösmezei petróleumterület” című közleménye a M. kir. Földtani Intézet Évkönyve XI. kötet 6. füzetében (1895) található.

Műve befejezéseként megadta a magyarországi petróleum-termelésre vonatkozó statisztikai adatokat, közölte a petróleum analíziseket. Végül a visszapillantásban összegezte az 1905. évig végzett petróleum-kutatókat. Ebben kifejtette, hogy „A Kárpátok flyschzónájában egyetlenegy petróleumterület



2. ábra. POSEWITZ Tivadar által térképezett területek 1. Térképezett terület, 2. Térképezett terület, melyről 1:75 000-es színes nyomtatott térkép is megjelent

Fig. 2 Areas mapped by Tivadar POSEWITZ 1. Mapped area, 2. Mapped area with published coloured geological map, scale 1:75 000

sincsen alaposan átkutatva, úgy hogy – a míg ez meg nem történik – nem lehet állítani, hogy mélyfúrások által petroleumot találni nem lehet.”

Az adatok szerint Magyarországon 1860–1905 között 554.786 métermázsza petroleumot termeltek. A Kárpátövi vonulatban 1850–1905-ig 190 db fúrólukát mélyítették, ebből 100 m-ig 151 db, 500 m-ig 31 db, míg 500 m felett 8 db fúrás készült.

A műhöz „A m. korona országai területén előforduló petroleum- és aszfalt-lelőhelyek átnézetes térképe” tartozik.

Felvételi ideje második részében „az emez vidéken iparilag értékesíthető ásványok és kőzetek kutatása céljából” Szepes és Sáros megye területén is térképezett.

POSEWITZ Tivadar még kelet-indiai utazása előtt, szülőföldjét tanulmányozva, magángéológusként közzétette „A diluiváltó Igló város völgyében” (Földtani Közlöny, 1878) című dolgozatát.

Az 1897-es évtől kezdve 1914-ig részletes földtani felvételt készített a Szepes-Olaszról délre fekvő Galmus-hegységben, Kotterbach és Porács környékén, a Greiner és Knoll hegységben, a Gölnicz-völgy, Fehérvíz és a Holló-patak völgyében, Káposztafalva és Igló közötti dombvidéken.

A Branyiszkó-hegység délnyugati részén Sztatvin és Vojkóc táján végzett részletes földtani felvételt. A használható építőkövekről megemlítette, hogy „Építőkőnek fejtik az eocén homokkővet és konglomerátot. A kőbánya a Sztatvin felé vezető út mellett van. Felhagyott kőbánya van a Hebrich-hegy tetején is. Itt fejtettek vastagpados homokkővet évekkel ezelőtt a kassai templom részére.”

Ezt követően az Eperjes és Gölnicz térképlapon, a Csernahora-hegységben, az Abostól és Eperjestől nyugatra eső hegyvidéken, a Branyiszkó–Csernahora-hegylánc területén, majd a Tarca-völgyben Eperjes és Kassa között térképezett.

Ezekről a területekről nyomtatásban sem térképe, sem térképmagyarázója nem jelent meg.

POSEWITZ Tivadar munkásságához hozzátartozik a turistaság iránti vonzalma. Gyermekkorá óta a Magas Tátra rajongója, turista útjait bejárta, kőzeteivel ismerkedett. Később a Katonai Térképészeti Intézetnek a hegység magassági felméréséből 10 m-es szintkülönbségű rétegvonalas térképet szerkesztett és erről a Felkai Múzeum számára asztalnagyságú makettet készített. Ez a Poprádi Múzeumban ma is látható. A természettudomány iránti érdeklődése a Tátrával való ismeretségével kezdődött. Megfigyelőképpessége és szorgalma rendkívüli volt, ezt fennmaradt 52 iskolai rajza igazolja.

Mint a magyar turisták lelkes bajnoka, Németországban is nagyon keresett magyar és német nyelvű vezetőket írt a Szepességről, a Magas Tátráról és a Szepesi-középhegységről. E területek ismertetésében élete végéig buzgólkodott.

Első felesége: Mina SINAI borneoi asszony volt. Tőle Tivadar, Ernő nevű fia született. Az asszony korai halála után, geológus kollégájának leányát: PAPP Adelet vette el, akitől Melitta leánya származott. Míután az ő anyja is meghalt, harmadszor is újra nősült. Elvette SCHULEK Margitot, aki harmadfokú unokatestvére volt. Tőle született Elek és Guidó. Elek nyolc éves korában meghalt. Dr. POSEWITZ Guidó (1908–1981) mérnök, geológus, hidrológus főleg Venezuelában és Mexikóban tevékenykedett.

Miként a család által kiadott gyászjelentésében olvashatjuk: „Dr. POSEWITZ Tivadar a m. kir. földtani intézet nyug. főgeológusa, [1917] június 12-én este, életének 67-ik évében, hosszas szenvedés után, jobb hazába költözött.” Nagy részvét mellett tartott temetésén, amely június 14-én a farkasréti temetőben az ág. h. ev. egyház szertartása szerint volt, a MFT elnöksége és tisztikara testületileg megjelent s a ravatalára koszorút helyezett.

Befejezésül dr. PAPP Károly professzor által írt nekrológiájából idézek:

„POSEWITZ Tivadar dr. megjelenésében végtelenül szerény tudós lévén, soha a nyilvános szereplést nem kereste, semmiféle kitüntetést vagy címet el nem fogadott, pedig széleskörű tudása, bámulatos nyelvismerete hazánk legkiválóbb vezető férfiai sorában jelölte volna ki helyét. Csak a munkának élt egész életében.”

Irodalom – References

- CHOLNOKY J. 1903: Mutató a Földtani Közlöny XIII-XXX. kötetéhez. – Franklin-Társulat Nyomdája, 36.
HALAVÁTS Gy. 1884: A Magyarhoni Földtani Társulat 1852–1882. évi összes kiadványainak betűsoros tartalommutatója. Budapest, – Franklin-Társulat Könyvnyomdája, 9.

- KOROMPAY A. 1997: Emlékezés Posewitz Guidóra és szüleire. – Kézirat, MÁFI Tudománytörténeti Gyűjtemény, Budapest, aug. 15.
- LITSCHAUER L. 1917: Dr. POSEWITZ Tivadar halála. – *Bányászati és Kohászati Lapok*, L. 65. 478.
- MÁFI ÉK 1955: A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve. Betűrendes mutató a Magyar Állami Földtani Intézet 1955. január 1-ig megjelent kiadványaihoz. – Műszaki könyvkiadó, Budapest, 85–88.
- MÁFI K. C. 1911: A Magyar Kir. Földtani Intézet Könyvtárának betűrendes címjegyzéke valamint a térképeknek és rajzbeli ábrázolásoknak földrajzilag csoportosított jegyzéke. – FRITZ Ármin Könyvnyomdája, Budapest, 301–303. és 443.
- POSEWITZ T. 1885: Az Indiai-óceán cinszigetei. Függetlenül: a borneói gyémántelőfordulás. – *MÁFI-Évkönyv* 7, 145–180.
- POSEWITZ T. 1889: Borneo. Entdeckungsreisen und Untersuchungen. Gegenwärtiger Stand der geologischen Kenntnisse. – *Verbreitung der nutzbaren Mineralien*, Berlin, p. 385.
- POSEWITZ T. 1906: Petroleum és aszfalt Magyarországon. – *MÁFI Évkönyv* 15, 209–444.
- SZINNYEI J. 1906: POSEWITZ Tivadar. – *Magyar írók élete és munkái* 9, kötet. POPESZKU - RYBAY, Budapest, 75–76.
- VITÁLIS Gy. 1993: Magyar geológusok Indonéziában. – Kézirat, MÁFI Adattár T.: 15860.
- Vitális Gy. 2000: Emlékezés dr. POSEWITZ Tivadar hidrológiai megfigyeléseire születése 150. évfordulóján. – *Hidrológiai Tájékoztató*, 3–5.

Építők figyelmébe

Geológiai megfigyelések az Eurocenter-Óbuda áruház építése kapcsán

*Geological observations in connection with the construction of the
Eurocenter-Óbuda department store*

PAÁL Tamás¹
(6 ábra)

Tárgyszavak: Kiscelli Agyag Formáció, Tardi Agyag Formáció, tektonikai hatások, homok lerakódás
Key words: Kiscell Clay Formation, Tard Clay Formation, tectonic effects, sand deposit

Abstract

From 1998 to 2000 a department store underwent construction on the site of the former Bohn-brick factory at the Bécsi street at the foot of the Hármashatár Hill in Budapest. While the brick factory was still in operation, recurring landslides were experienced along the deep mine-pit cut into the Kiscell Clay Formation. During the preliminary soil exploration with respect to the construction of the department store (built in front of the former landslides) and during construction itself, several points of geological interest came to light.

The surface of the hard clay of the bedrock showed extreme diversification directly at the foot of the hill and the clay-surface, slightly sloping toward the Danube, starts after a rise (Fig. 1). According to the paleontological study of the material taken from the borings, the former conception – i.e. the bedrock here can only be a Kiscell Clay Formation – had to be changed. In three bores and in a big deep pit Tard Clay Formation was found, surrounded on three sides by a Kiscell Clay Formation (Fig. 2). The diversification of the clay level and the material of the bedrock refers to important tectonic impacts. This is supported by the figure shown in facsimile (Fig. 3), indicating a block in the opposite direction of the general direction of the slope. In a graben-like formation, thick sand sediment was found (Fig. 4), which – in strike-direction – has a particularly uneven location (Fig. 5). Figure 6 shows the grain-size distribution of sand which almost originated from a river, according to microscopic tests. Considering that there is a steady, vertical loess wall over the sand, the level differences of the sand in the obviously even river bed, was formed prior to the development of the loess.

On this relatively narrow area several tectonic impacts, prevailing in various phases, have been shown:

- appearance of the Tard Clay Formation surrounded by Kiscell Clay Formation at the same level,
- permanent rise of the Hármashatár Hill has caused the general slope of the clay layers towards the valley,
- formation of a "counter-slope" of gray clays,
- impacts prior to the development of the loess
 - a) broken down sand layer,
 - b) formed unevenness of the surface of grey clays.

¹FŐMTERV Fővárosi Mérnöki Tervező Rt., 1024 Budapest, Lövház utca 37.

Összefoglalás

Budapesten, a Hármashatár-hegy lábánál futó Bécsi út melletti, valamikori Bohn-téglagyár területén 1998–2000-ben áruház épült. A téglagyár működése idején keletkezett csúszások előterében épült áruház talajfeltárása során és az építés idején tett megfigyelésekből néhány geológiai érdekességre derült fény.

A feké oligocén kemény agyag felszíne rendkívüli változatosságot mutatott közvetlenül a hegy lábánál. A sávszerűen elhelyezkedő bemélyedés után egy kiemelkedést követően kezdődik csak a távolabbi Duna felé lankásan lejtő agyag-felszín. Az áruház területén és közvetlen közelében készített fúrások anyagának őslénytani vizsgálata szerint három oldalról Kiscelli Agyag Formációval körülvéve Tardi Agyag Formáció mutatkozott három fúrásban és egy nagy mély gödörben is. A feké szintjének és anyagának változatossága jelentős tektonikai hatásokra enged következtetni. Ezt a facsimilében közölt ábra is alátámasztja, a hegy lábánál az általános dőlésiránnyal ellentétes dőlésű tömböt jelezve. Ebben az árokszerű alakzatban vastag, bizonyosan folyami eredetű homok lerakódásra bukkantunk, amely csapásirányban különösen egyenlőtlen elhelyezkedésű. Tekintve, hogy a homok felett nyugodt helyzetű, szálban álló löszfal húzódik, a nyilván egyenletes fenekű folyóágban lerakódott homok szintkülönbségei még a lösz lerakódását megelőzően kellett, hogy keletkezzenek.

A viszonylag szűk hegylábi területen tehát több, különböző szakaszban érvényesülő tektonikai hatás feltételezhető:

- egy kis kiterjedésű Tardi Agyag Formáció és az azt körülvevő Kiscelli Agyag Formáció egy szintre kerülése,

- a Hármashatár-hegy folyamatos kiemelkedése az oligocén agyagrétegek általános völgyirányú dőlését okozva,

- az oligocén szürke agyag „ellenesésének” kialakulása,

- a lösz keletkezését megelőző hatások,

- a) megdöntötték a homokréteget,

- b) a szürke agyag felszínének egyenetlenségeit hozták létre.

Bevezetés

A Bécsi út 152–168. sz. telkeken, az út hegyfelőli, nyugati oldalán, a Perényi út és a Farkastorki út között épült fel 1998–2000-ben az Eurocenter-Óbuda áruház. Helyén a valamikori Bohn-téglagyár üzemi épületei állottak, ennek megfelelően a hegy lábánál már több mint száz éve, meredek löszfallal határolt nagy platót alakítottak ki. (Mai szóhasználat szerint ez az Újlaki II. bányaterület.) A téglagyár agyagfejtője ettől északra és nyugatra volt, s messze felnyúlt a hegyoldalra, megszakította a Remetehegyi utat és erősen megközelítette a Máramaros utat. A bányaművelés idején, és még sokáig azt követően is, jelentős csúszások történtek a bánya peremi részein. A rekultiváció során a föld betöltésén kívül szivárgós és csáposkutas víztelenítő művek, valamint a csapadékvíz elvezető árok-hálózat épült, és némi növényzetet is telepítettek az 1970-es évek végén. Az idő múlásával bekövetkezett avulás miatt a rendszerek vízvezető képessége lényegesen lecsökkent, ezért az áruház építések újabb, nagy területre kiterjedő víztelenítő munkák történtek a hegyoldal stabilitásának biztosítására, megőrzésére.

A hegyoldal ismert állékonysági problémái miatt az építést megelőző talajvizsgálatok a szokottat lényegesen meghaladó részletességűek voltak (NÉMETH 1980; PAÁL 1997). A feltárások és az építési munkák földtani szempontból érdekes részleteit a következő ismertetés foglalja össze.

A fekü szürke agyaggal kapcsolatos tapasztalatok

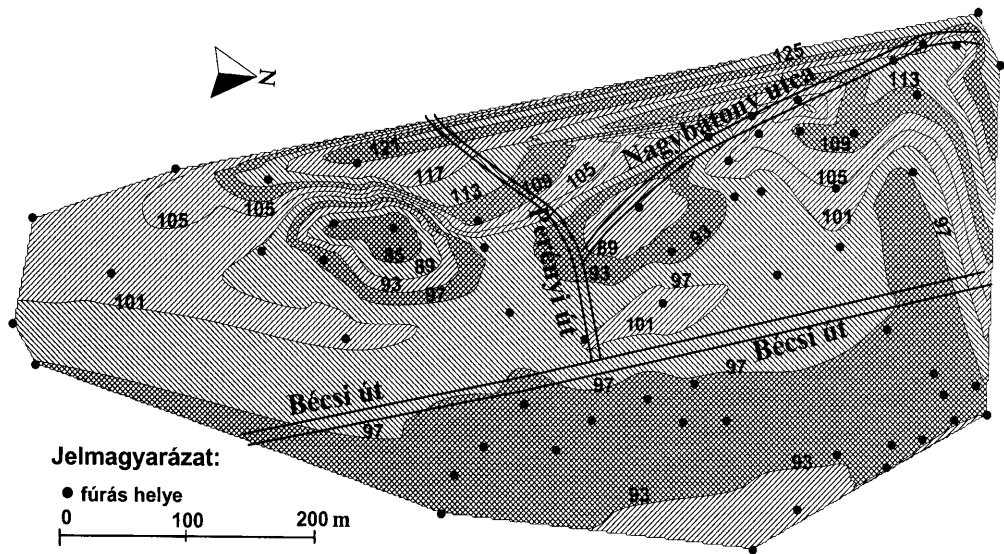
Az itt telepített fúrások adatait más beruházás kapcsán a Perényi út déli oldalán, az Újlaki I. bányaterületen mélyített első fúrásokkal kiegészítve a térképen a fekü oligocén szürke agyag felszínének rendkívüli egyenetlensége tűnt ki. Az 1. ábra szintvonalai az agyagfelszint ábrázolják. A Bécsi úttól keletre eső mélyebb szinten a fúrások az Óbudai lakóteleppel kapcsolatosan készültek s az agyag Duna által erodált felszínét mutatják. A Bécsi úttól nyugat felé monoton módon emelkedő agyag az ábra felső szélén szintén mélyebb szintű. A mély oligocén agyagfelszínnek foltszerű megjelenési helye, iránya alapján tektonikai preformáltságot feltételezhetünk.

A fekü szürke agyag reprezentatív mintáinak őslénytani vizsgálata alapján módosítani kellett a korábbi szóhasználatot, mely szerint itt, a hegy lábánál általában csak középső-oligocén Kiscelli Agyag Formációról történt említés. Ennek az általánosításnak az lehetett az alapja, hogy a bánya területén a téglagyártásra alkalmas Kiscelli Agyagot volt reális feltételezni. Mint a 2. ábrán látható, az áruház alatt középtű Tardi Agyag Formációt tártak fel a fúrások és a régészeti kutatóárok. Ezt a területet három oldalról a Kiscelli Agyag veszi körül. A különböző korú képződmények gyakorlatilag azonos szinten történő megjelenéséből jelentős tektonikai hatásokra következtethetünk. Az ábrán bejelölt törésvonalak helye azonban csak feltételezés, de a tektonikai főirányokkal való közelítő megegyezés alapján viszonylag valószínű változat. Az mindenestre feltűnő, és az építkezés szempontjából kedvezőtlen, hogy a rajz közepén lévő épület hegyfelőli oldalán tervezett támfalrendszer helyén húzódik az egyik vető.

A Tardi Agyag felbukkanása a területen geológiai értelemben nem meglepetés, mert köztudott, hogy a Hármashatár-hegy keleti oldalán – KRIVÁN Pál szóhasználatával élve – „gyöngy-fűzér szerűen” helyezkedik el a Kiscelli – Tardi – Kiscelli Agyag előfordulások váltakozó sora. Ennek a bányának a felsőbb részén is előbukkant a Tardi Agyag, esésvonalban az áruház felett, a Perényi út kanyarja közelében. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy az ábra felső részén lévő Kiscelli Agyagot feltáró fúrások felett ismét egy újabb vetőt kell feltételeznünk, amely a hegy felől határolja a két képződményt. Az épület területének Tardi Agyagja magyarázattal szolgál arra is, hogy a valamikori Bohn-téglagyár miért itt helyezte el üzemi épületeit. A Tardi Agyag ugyanis nem alkalmas téglagyártásra, míg a Kiscelli Agyag igen kedvező tulajdonságú.

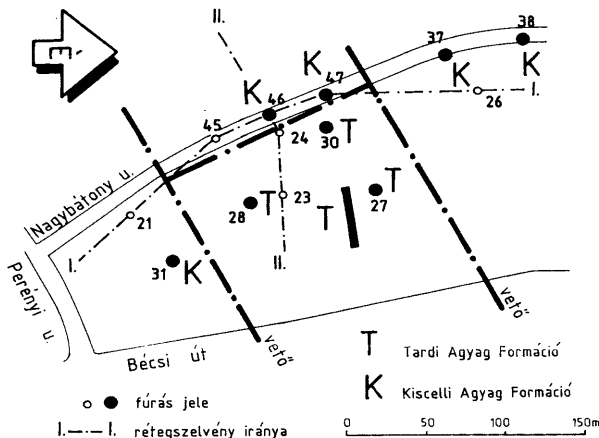
Műszaki szempontból a Tardi Agyag alapozásra ugyanolyan megfelelő, mint a Kiscelli, e tekintetben tehát az építkezést nem befolyásolja kedvezőtlenül ez a változás. Kedvező viszont az a tapasztalat, hogy a Tardi Agyag területek kevésbé minősülnek csúszás-veszélyesnek, mint a Kiscelli Agyag területek. Ennek a közvélekedésnek lehet az is alátámasztója, hogy az említett okból a csúszásokat előidéző fejtések a Kiscelli Agyagot érintették, tehát itt alakultak ki meredek bányafalak. Ismeretes viszont Tardi Agyagon bekövetkezett csúszás is a Perényi út – Remete-hegyi út sarkánál, igaz, azt víznyomócső törés előzte meg. Csúszás szempontjából tehát a Tardi Agyag kedvezőbbnek tűnik a Kiscelli Agyagnál.

Az áruház épület, de főleg az azt a hegy felől határoló támfal-szerkezet alapozása szempontjából érdemes foglalkozni az oligocén szürke agyagban



1. ábra. Újlak I – II. bánya szürke agyag felszíne (számok: m a tengerszint felett)

Fig. 1 Surface of the grey clay at Újlak I – II mines (numbers: m above sea level)



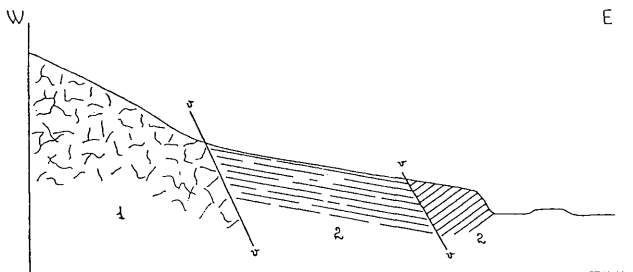
2. ábra. A Tardi és a Kiscelli Agyag Formációk az építkezés területén

Fig. 2 Tard and Kiscell Clay Formations at the building site

(mind a Kiscelli, mind a Tardi Agyagban) tapasztalt változatosság szóba jöhető okaival, létrejöttek körülményeivel, hogy megbízható következtetésekre juthassunk a terület állékonyságának kérdésében.

Felvetődhet az a gondolat, hogy a feké agyag felszínének ez az egyenetlensége nem magyarázható-e egy fosszilis csúszással? Bár feltehetőleg lehettek, sőt voltak csúszások a távoli geológiai időkben is, de mégis úgy tűnik, hogy egy ilyen magyarázat több okból nem állná meg a helyét. Egyrészt a csúszások a Kiscelli Agyag bomlott, felső részét érintik, éppen azért, mert ez a felszínközeli rész már átalakult, a vizet jobban vezeti stb. Esetünkben a nagy vastagságú szürke agyag (Tardi, és Kiscelli) felszínének helyzetéről van szó. Másrészt a feké agyag felszíne nemcsak esésvonal irányában mutat szabálytalanságot, ami esetleg csúszásra utaló gondolatokat ébreszthet, hanem csapásirányban, a hegy lábával párhuzamosan is. Az 5. ábra I. rétegszelvényén pl. a 21. fúrás 28,4 m mélységig sem érte el az agyagfelszín, s mindezt 10 m mélységben lévő talajvízszint mellett, tehát egy esetleges történelmi idők beli bányagödör léte is eleve kizárható, mint magyarázó ok.

A szürke agyag általában úgy ismeretes, hogy lejtőirányú dőlésű, közelítőleg a tereppel párhuzamos felszínű. Bár vannak utalások az agyagfelszín hullámos, vetődésekkel és kisebb-nagyobb lépcsőkkel szabdaltságra, melyek

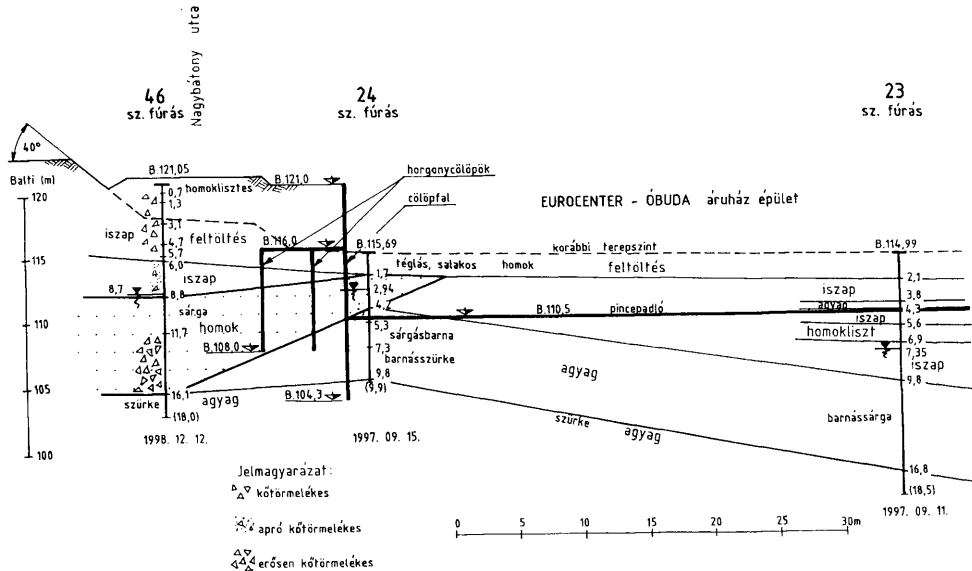


3. ábra. Facsimile SCHAFARZIK & VENDL (1929) könyv 183. oldaláról. A Kiscelli Agyag Formáció vetődéssel elválasztott ellenkező dőlésű röge. 1. Dolomit, 2. Kiscelli Agyag Formáció, v – vető

Fig. 3 Facsimile from p. 183. of the book SCHAFARZIK & VENDL (1929). Reversed block of Kiscell Clay Formation separated by a fault. 1. Dolomite, 2. Kiscell Clay Formation, v – fault

következtében teraszok, sőt ellenlejtők alakulhattak ki, de konkrét hely-megjelölést csak HORUSITZKY (1939) ad a mintegy 2 km távolságra eső Drasche (Újlak III.) bánya szelvényén, ahol egy nagy kiterjedésű, mintegy 150–200 m széles ellenesésű sávot mutat a bánya középső-felső részén, 155–160 m tszf. magasságban. A Budai-hegység tektonikájával foglalkozó művek (WEIN 1977 és FODOR et al. 1994) sem tesznek említést ilyen jelenségről. A hegy lábára vonatkozóan (ami 110–120 m tszf. magasságban van) SCHAFARZIK & VENDL (1929 p. 183.) az alábbi, itt facsimilében közölt 3. ábrát mutatja be, s azt írja: „Az alaphegység keleti széle mentén a kiscelli agyag dőlése KÉK-i. Az agyagtömeg keleti szélén azonban egyes elvált rögök ellenkező helyzetbe kerültek.” A három oldalról Kiscelli Agyaggal körülvevett Tardi Agyag „sasbérc” jellegű elhelyezkedésének kialakulása egy jóval korábbi periódusban, jelentős preformációjával előkészítette az ellenesés kialakulását, melyhez újabb, szintén számottevő tektonikai hatásokra volt szükség. Ezek együttesen meggyengítették az egyébként meglehetősen szilárdaságú szürke agyagot, töréseket hoztak létre benne, s ezáltal a folyami erózióknak kitétt agyag kisebb ellenállásra volt képes, ezért egy folyamág eróziójának hatására árok jött létre a Nagybatony utcai fúrások helyén, melyben az ugyan jelentős hosszirányú szintkülönbséggel elhelyezkedő, de összefüggő homokrétgeget tárták fel a fúrások.

A 4. ábra egy hegy-völgy irányú metszet részletét mutatja az áruhááz közepe táján, melyen jól látható a völgy felé lejtő szürke agyag, és a felette lévő oxidált, bontott (sárgásbarna, barnásszürke) agyag felszínének bemélyedése a hegy lábánál. Ezt a bemélyedést csaknem teljesen homok tölti ki, amely a 46. fúrásban alul erősen kötörmelékes. A homok felett a hegyláb, lösz eredetű kötörmelékes iszap jelentkezett ugyanitt, de ez a völgy felé nem folytatódik a 24. fúrásban, illetőleg távolabb, a 23. fúrás ismét nagy vastagságú hegylábú rétegződést tárt fel.



4. ábra. II. rétegszelvény

Fig. 4 Soil profile II.

Az Eurocenter-Óbuda áruházat csak a pincepadló vonalának bejelölése jelzi, de szerepel az ábrán a Nagybatony utca kiépítéséhez szükséges feltöltés, és az ezt megtámasztó támfal-rendszer, amely alul cölöpfal, mögötte horgony-cölöpök, ezen összefogó szerkezet és monolit felső támfal. Az előkészítő időszakban mélyített fúrások vízszintje a hegy lábánál meghaladja a pincepadlószintet, ezért, valamint a rézsű stabilitását biztosító vízelenítés érdekében a cölöpfalon át dréncsöveket hajtottak be a hegybe, a talajvízszint lesüllyesztésére.

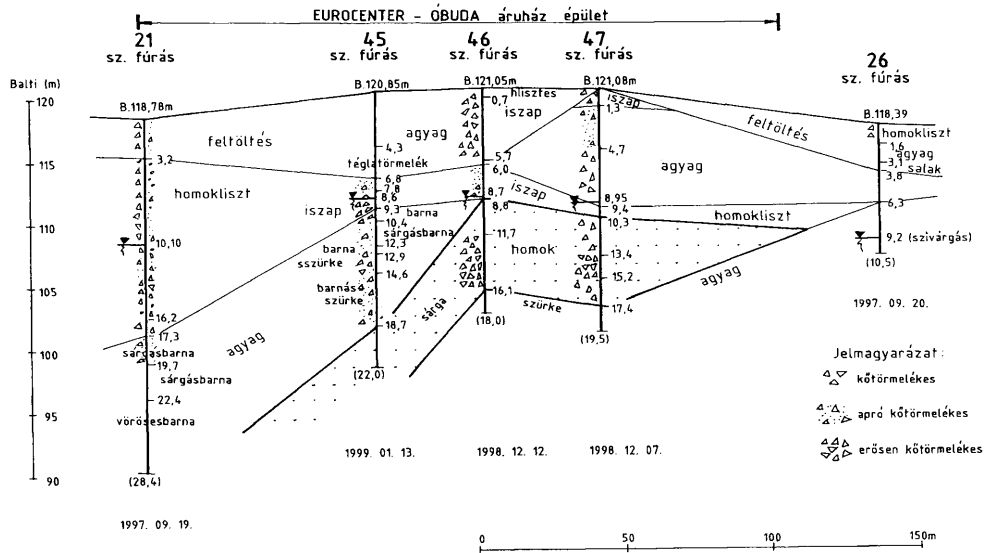
Az 5. ábra az áruház felett, a csapásirányban húzódó Nagybatony utca menti fúrások rétegződését mutatja be. A változó vastagságú feltöltés az út építéséhez szükséges földmunkát jelzi, alatta lejtőtörmelékes agyag, máshol (löss eredetű) homokliszt rétegek húzódnak rendkívül változatos vastagságban és mélységi helyzetben. Különösen az útszakasz déli végénél készített 21. fúrás feltűnő, mely 28,4 m-es mélységben sem érte el a szürke agyagot. Két középső fúrás 7 m feletti vastagságban tárta fel a már említett homokot, egy harmadik pedig olyan mély fekvésben (18,7 m alatt, 3,3 m vastagságban), hogy feküjének feltárására nem volt lehetőség. Az ábra jobb szélén homok egyáltalán nem mutatkozott, ott az eredetileg is várt rétegsor adódott.

Néhány megfontolás a homokréteggel kapcsolatban

A Nagybatony utca környezetében feltárt homok a mikroszkópi vizsgálatok alapján egyértelműen folyami eredetű, olyan mértékben tiszta, hogy mesterséges eredete, feltöltés volta már anyagából következően kizárható. Két egymás melletti fúrás szemeloszlási görbéi a 6. ábrán láthatók: változó iszap-tartalmú finom homokról van szó. A folyami homok nyilvánvalóan minimális esésű mederben rakódott le, az itt tapasztalt rendkívüli egyenetlenségek, csak a homok lerakódása után jöttek létre, tektonikai hatásra. Ugyancsak ilyen hatásokkal magyarázható az is, hogy miért csak egy viszonylag rövid szakaszon maradt meg a homok, holott eredetileg nyilvánvalóan egy hosszabb mederben rakódott le. Feltehetőleg a törésvonalak metszésénél jött létre az agyagfelszín rendkívüli mély pontja a 21. fúrásnál, melyhez hasonló az 1. ábra is mutat a Perényi úttól délre eső területen, melyen túl egyébként szintén jelentkezett a homok, környezet-idegen helyzetben, azaz nem a dunai rétegsorban.

A Nagybatony utca hegyfelőli oldalán jelentős hosszban löszfal húzódik, melynek valóban szálban álló volta a benne lévő ép csigavázak révén bizonyított. Ebből következően a jelentős vastagságú pleisztocén kori lösz keletkezését megelőzően jöttek létre a lösz alatti lejtőtörmelékes rétegek, s a homok még ezek előtt került jelenlegi helyére. Budapest földtani térképe (KISDINÉ BULLA et al. 1984) szerint a környéken a felső-pleisztocén lösznél idősebb, olyan földtani képződmény, amely homokot tartalmaz, csak a SCHAFARZIK & VENDL (1929) által is említett alsó-pleisztocén édesvízi mészkő, mely alatt homok, és homokos kavics ismeretes. Ezek a mészkövek azonban több tíz méterrel magasabb szinten vannak, mint a most feltárt homok, amely tehát e képződményekkel nehezen hozható összefüggésbe, amellelt, hogy a mészkő alatti üledék általában nem vastagabb 1–2 m-nél, tehát innen áthalmozással sem eredeztethető a 7 m-t

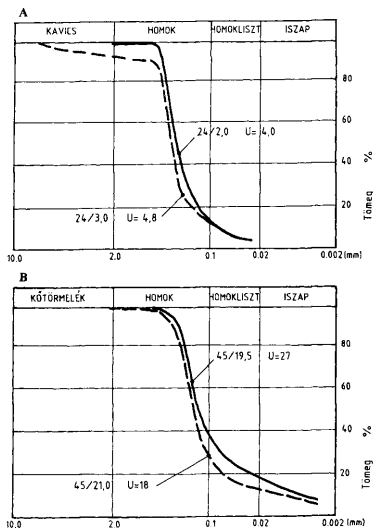
N a g y b á t o n y u t c a



5. ábra. I. rétegszelvény

Fig. 5 Soil Profile I.

meghaladó vastagságú réteg a Nagybátony utca vonalában. KOVÁCS (1967) említi pleisztocénnel fedett pannóniai homokokat, de ezeket, vagy más, idősebb pleisztocén, vagy felső-pliocén homokokat eddig e területen nem térképezték.



6. ábra. A homokrétteg szemeloszlási görbéi A: 24. fúrás, B: 45. fúrás

Fig. 6 Grain-size distribution curves of the sand layer A: Borehole 24, B: Borehole 45

Következtetések

Az elmondottak szerint ezen a viszonylag szűk, hegylábi területen több, különböző szakaszban érvényesülő tektonikai hatást tapasztalhattunk:

1. a Tardi Agyag „sasbérc” jellegű elhelyezkedésének kialakulása a Kiscelli Agyag törései között, feltehetőleg a Hármashatár-hegy lejtőjén „gyöngyfűzér szerűen” elhelyezkedő Kiscelli – Tardi – Kiscelli Agyag előfordulások váltakozó sorának létrejötté idején, itt a hegy lábánál is,

2. a Hármashatár-hegy folyamatos kiemelkedése, amely az oligocén szürke agyag általános völgy felé dőlését is eredményezte,

3. az oligocén szürke agyag „ellenesésének” kialakulása a hegy lábánál,

4. a legújabb tektonikai hatás még a homok keletkezése után is, de a felső-pleisztocént megelőzően, amely egyrészt a) megdöntötte a homok réteget, másrészt b) az oligocén szürke agyag felszínének rendkívüli mély-pontjait hozta létre.

Ide kapcsolódik az a kérdés, hogy a 2. ábra törésvonalakat jelez a területen, míg az 1. ábra, valamint a 4. ábra, és 5. ábra rétegszelvényei a szürke agyag szint-

különbségeit lineárisan kiegyenlítve mutatják. A tektonikai hatások nyilvánvalóan a lépcsős felszint indokolnák, az eróziós felszín kiegyenlítettébb. Valószínűbbnek tűnik ez utóbbi feltételezés azzal a kiegészítéssel, hogy az agyagot ért tektonikai hatások repedezettséget, sőt szintkülönbségeket hoztak létre, melyeket az erózió bizonyos mértékig lesimított. Két eróziós periódust feltétlenül meg kell különböztetnünk:

- az egyik az egész hegyoldal völgy felé dőlő felszínét formálta,
- a másik a Nagybátony utca vonalán talált homok réteg helyét mélyítette ki.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondok dr. VÖRÖS Attilánénak és VASADY Kornéliának, a FÖMTERV Rt. geológusainak a geotechnikai munka során nyújtott földtani kormeghatározási segítségükért, dr. VÖRÖS Attilának a kormeghatározások felülvizsgálatáért, valamint dr. GRESCHIK Gyulának, aki az 1929. évi cikkre felhívta a figyelmemet. Az ő segítségük nélkül ennek az ismertetésnek a gondolata sem vetődhetett volna fel.

Irodalom – References

- FODOR L., MAGYARI Á., FOGARASI A. & PALOTÁS K. 1994: Tercier szerkezetfejlődés és késő paleogén üledékképződés a Budai-hegységben. A Budai-vonal új értelmezése. – *Földtani Közöny* 124/2, 129–305.
- HORUSITZKY H. 1938: Budapest Dunajobbparti részének (Budának) hidrogeológiája. – *Hidrologiai Közöny* 18, (1938) p. 404.
- KISDINÉ BULLA J., RAINCSÁKNÉ KOSÁRY Zs. & SZABÓNÉ DRUBINA M. (szerk.) 1984: Budapest földtani térképe 1:40.000 MÁFI kiadvány.
- KOVÁCS L. 1967: *Magyarország regionális földtana*. – Tankönyvkiadó, Bp. 250 p.
- NÉMETH G. 1980: Az Újlaki bánya felszínmozgás vizsgálata. – *Mélyépítéstudományi Szemle* 30/5. 195–206.
- PAÁL T. 1964: Budai talajmozgások. – In: SCHAFARZIK F., VENDL A. & PAPP K.: *Geológiai kirándulások Budapest környékén*. – Műszaki Könyvkiadó, Bp. 53–59.
- PAÁL T. 1997: Az Újlaki II. bánya környezetének talajmechanikai vizsgálata. – *Közúti Közlekedés- és Mélyépítéstudományi Szemle* 47/7, 294–303.
- SCHAFARZIK F. & VENDL A. 1929: *Geológiai kirándulások Budapest környékén*. – Stadium, Bp. 340 p.
- WEIN Gy. 1977: *A Budai-hegység tektonikája*. – MÁFI Kiadványa, 76 p.
- Kézirat beérkezett: 2000. 12. 10.

Rövid közlemények

Középső-jura korszakbeli mega-hasadékkitöltés a Vértés DNy-i peremén

CSÁSZÁR Géza – PEREGI Zsolt
(1 ábra)

Megelőző ismeretek

Elsőként HANTKEN (1861), majd TAEGER (1909) és VADÁSZ (1913, 1953) vélt felismerni a Csóka-hegy környékén jura (liász) krinoideás mészkövet. Ezeket FÜLÖP et al. (1960) a Tatai Mészkővel azonosította. A valós jura rétegekből FÜLÖP et al. (1960) a móri Csóka-hegy délnyugati lejtőjén lévő Tatai Mészkő DK-i elvégződésétől DK-re mintegy 300 m-en az alábbi képződményeket ismerte fel:

1. alsó-liász: a/ „több méter mélységig hatoló vörös, kissé agyagos mészkőanyagú hasadék-kitöltések”, b/ „vörös színű, krinoideás-brachiopodás hierlatz faciesű mészkő”, c/ „sárgásszürke tömött mészkő”, az utóbbi kettőben kevés brachiopodával,

2. a tektonikailag zavart helyzetű bath rétegek:

a/ barnásszürke mészkő kötőanyagú, liász és Dachsteini Mészkő törmelékből álló breccsa, b/ Mn-gumós, krinoideás, posidoniás mészkő törpe ammonitesszel, Mn-os kérgű vázelemekkel, c/ 400–500 cm vörös mészkő, gazdag – többségében törpe növesű – ammonitesz faunával, d/ posidoniás mészkő (2–3–8–10 mm-es kagylók), e/ a fenti kőzettípusok különböző átmenetei,

3. kimmeridgei vékonyan rétegzett, világosvörös, apró-krinoideás mészkő (50–60 cm),

4. tithon sárgásfehér, szürkésfehér mészkő ammonitesszel, brachiopodával (2–3 m).

A munka fontosabb következtetései: triász végi szárazulattá válás, liász transzgresszió, sekélyvízi, partközeli üledékképződés és hasadékkitöltés; a bath korszakban transzgressziós alapbreccsa, sekélyvízi, összerosott faunával; a berriasiba is átvezető tithon üledékek is sekélytengeri eredetűek. A fentiek alapján kétségbe vonják a „hazai” jura időszerű képződmények „pelagikus batiális” eredetét.

GALÁZ (1995) a MÁFI múzeumában tárolt középső-jura ammoniteszek revíziója alapján, egyebek mellett, az alábbi következtetésekre jutott: valamennyi vörös mészkő hasadékkitöltésnek látszik, és többségében középső-jura eredetű, a *Parkinsonia parkinsoni* Zónába tartozó felső-bajoci és az *Oxycerites orbis* Zónába tartozó felső-bath ammonitesz társaság alapján a hasadékképződés kétfázisú (késő-bajoci, ill. késő-bath) volt; valószínűleg tenger alatti erózió következtében

hiányoznak a középső- és felső-jura képződmények, amelyek között radiolaritot is feltételezett.

A földtani felvétel eredményei

Az 1997–2000 között a Csóka-hegy környezetében elvégzett földtani térképezés a jurára vonatkozóan részben megerősítette FÜLÖP et al. (1960) és GALÁ CZ (1995) adatait, ill. következtetéseit, de új ismeretekkel is szolgált: jura képződmények a Csóka-hegy tágabb környezetében is előfordulnak, elsősorban a hegy meredek lejtőjén, de kivételesen a hegy gerincvonalaiban és attól É-ra is, leginkább törmelék vagy hasadékkitöltés formájában. A korábbi 300 m-rel szemben az előfordulási hossz közel 2,5 km-nek bizonyult. A hézagos „rétegsorban” alsó-, középső- és felső-jura képződményekkel egyaránt találkozhatunk, de az alsó- és a középső-jura szinte kizárólag hasadékkitöltésként, a felső-jura elsősorban rátelepüléssel jelenik meg. A térképen feltüntetett jura foltok mérete néhány kivételtől eltekintve eltúlzott, ugyanakkor a Csóka-hegy DNY-i lejtőjén alig van olyan terület, ahol legalább 1–2 m széles hasadékkitöltés ne lenne felismerhető.

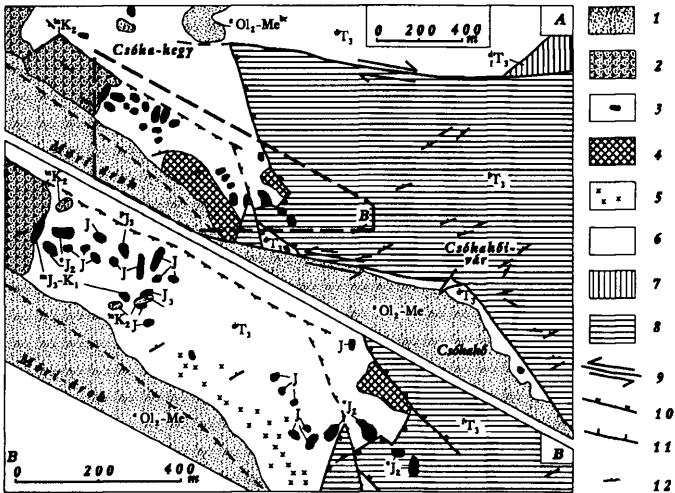
A többnyire szegényes makrofauna és a nagymérvű litológiai hasonlóság miatt az alsó- és a középső-jura képződmények gyakran megkülönböztethetetlenek. A folyamatban lévő vizsgálatok megerősítették ugyan az alsó-jura létezését (*Liospiriferina* sp. indet. – VÖRÖS A. szíves határozása), de gyakoriságuk lényegesen kisebb a FÜLÖP et al. (1960) térképén ábrázoltaknál, és egyetlen esetet sem tudtunk dokumentálni, ahol az rátelepüléssel és nem hasadékkitöltéssel kapcsolatban lenne a Dachsteini Mészkövel. A változóan vörös vagy okkersárga színű, többnyire mikrites szövetű, esetenként krinoidea-hintéses, nagyon ritkán brachiopodát is tartalmazó, ritkán kissé pelites mészkö anyagú hasadékkitöltés a Pisznicai Mészkövel látszik azonosíthatónak.

A felső-jura – legalsó-kréta képződmények bár hasadékkitöltésként is igazolást nyertek, jobbra mégis egy többé-kevésbé kitöltött hasadékú térszínen, rátelepülésként jelennek meg. A Pálhálási Mészkö itteni kifejlődése vörös színű, mikrites szövetű, hintetten krinoidea lemezkés, vékonypados, helyenként sok ammonitesszel és belemnitesszel, ritkán magános vagy elágazó korallal (FÖDÖR L. felismerése).

A Szentiványhegyi Mészkö Formáció többnyire kisebb foszlányokban ismert, kivéve a FÜLÖP-féle aknát, ahol az legalább 7 m vastag és világosbarnasárgásfehér színű, afanerites vagy apró-krinoidea hintéses, ritkán nagy, fehér krinoidea ízekkel, elvéve belemnitesz vagy ammonitesz héjtöredékekkel. Vékony, vörös színű hasadékkitöltésként a Csókakő-vártól DK-re is előfordul.

Középső-jura képződmények

A hasadékkitöltés formájában megjelenő domináns kőzet mellett csak törmelékből volt kimutatható a vörös színű Eplényi Mészkö, amely breccsaalkotóként is megjelenik, valamint egy mangános átitatódású, sötétbarna-sötétzöld kőzetváltozat, melynek idesorolása bizonytalan.



1. ábra. A Csóka-hegy környékének átnézetes (A) és részletes fedetlen földtani térképe (B). Jelmagyarázat: 1. Csatai Formáció ($^{\circ}\text{Ol}_2\text{-Me}$), ($^{\circ}\text{Ol}_2\text{-Mebr}$), 2. Tatai Mészko F. ($^{13}\text{K}_2$), 3. Jura, főként hasadékkitöltő képződmények ($^{2}\text{J}_3\text{-K}_1$, Szentiványhegyi Mészko F, Pj_3 , Pálhálási Mészko F, $^{\circ}\text{J}_2$ csókahegyi mészko f., J_3 , felső-jura általában, J , jura mészko általában), 4. Jura hasadékkitöltésekkel sűrűn átjárt Dachsteini Mészko, 5. Kisméretű jura repedéskitöltések, 6. Dachsteini Mészko F. ($^{\text{D}}\text{T}_3$), Dachsteini Mészko Fenyőfői Tagozata ($^{\text{F}}\text{T}_3$), 7. Földolomit F. ($^{\text{T}}\text{T}_3$), 8. Földolomit F. ($^{\text{T}}\text{T}_3$), 9. Oldalirányú eltolódás, 10. Feltolódás, 11. Vető, 12. Rétegdelés

A most bevezetésre javasolandó hasadékkitöltő csókahegyi mészko formációt fakóbb vagy sötétebb vörös színű, általában tömeges kifejlődésű, valódi rétegzettséget alig felismerhetően tartalmazó, uralkodóan mikritis szövettű, néha krinoidea hintéses, kivételesen fehér, durva krinoidea elemekből álló lencsét tartalmazó, ritkán kissé gumós jellegű mészko alkotja. A makrofauna – jobbra nagy termű brachiopoda – VÖRÖS A. szíves határozása szerint a felső-bajoci alemeletet jelzi: „*Terebratula*” cf. *fyrgia* (OPPEL), *Apringia* cf. *atla* (OPPEL), *Apringia alontina* (DI STEFANO), *Striirhynchia* ? sp. indet., *Linguithyris* ? sp., *Papodina* ? cf. *recuperoi* (DI STEFANO), *Cardiirhynchia galatensis* (DI STEFANO), *Septocurrella* ? sp., További leletek: hosszú, tűhegyes fogak és bizonytalan héjtöredék.

A képződmény a már ismert kisebb jura foltok mellett nagy tömegben a Csókahegy-vártól Ny-ra eső első jelentősebb völgy két oldalán, a Dachsteini Mészko és a Földolomit érintkezése mentén jelenik meg. A kontaktus közelében gyakran tartalmaz Dachsteini Mészko törmelékét, egy esetben Földolomit törmelékkel együtt. A két nagy folt alapján a hasadék mérete minimálisan 50 m, iránya valószínűleg É-D és ÉK-DNy-inak adódik. É-D-i irányú telérkitöltésének

vastagsága a Fődolomiton belül, a Dachsteini Mészkövel alkotott kontaktusától több mint 100 m távolságban is meghaladja az 1 m-t.

Következtetés

A mai Móri-nagyvető a jura időszakban a Dunántúli-középhegység ma ismert legaktívabb vetős-hasadékképződéses szerkezete volt (nagy vastagságú, medence fáciesű folyamatos jura a Móri-árokban, majdnem csak hasadékkitöltő anyag a Vértesi-hátságban). A hasadékképződés paroxizmusa két fázisra tagoltan a középső-jurára (késő-bajoci, ill. késő-bath) esik, amikor a legalább félszáz méter széles hasadék a legkevesebb 400 m vastag Dachsteini Mészkövet is átmetszően minimum 100 m-re hatolt a Fődolomitba is. Az ugyancsak igazolt kora-, ill. késő-jura hasadékképződés ehhez képest alárendelt jelentőségű volt. A jelenség kapcsolatba hozható a Pennini–Tirrén térség óceanizációjával.

Irodalom

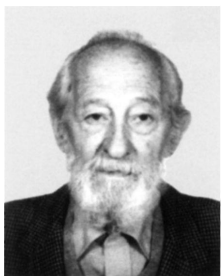
- FÜLÖP J., HÁMOR G., HETÉNYI R. & VÍGH G.: 1960: A Vértes-hegység jura időszaki képződményei. – *Földtani Közlöny* 90/1, 15–26.
- GALÁCZ, A. 1995: Revision of the Middle Jurassic ammonite fauna from Csóka-hegy, Vértes Hills (Transdanubian Hungary). – *Hantkeniana* 1, 119–129, Budapest
- HANTKEN M. 1861: Geológiai tanulmányok Buda és Tata között. – *Math. Term. Tud. Közl.* 1, 214–278.
- TAEGER H. 1909: A Vérteshegység földtani viszonyai. – *A M. K. Földt. Int. Évk.* 17, 358 p.
- VADÁSZ E. 1913: Üledékképződési viszonyok a Magyar Középhegységben a jura időszak alatt. – *Math. Term. Tud. Ért.* 31, 102–120.
- VADÁSZ 1953: *Magyarország földtana*. – Budapest, 402 p.

Jubiláló tagtársaink

Tisztelettel és szeretettel köszöntjük Társulatunk azon tagjait, akik a 2000. év második felében ünnepelték 85., 80., 75., illetve 70. születésnapjukat. Köszönjük Társulatunk és szakmánk érdekében végzett munkájukat, és kívánunk további jó erőt, egészséget és jó szerencsét.

BREZSNYÁNSZKY Károly
az MFT elnöke

85 éves



Csíky Gábor
(1915. szeptember 20.)



† HORVÁTH Anna
(1915. december 6.)

80 éves



SÁMSONI SCHRÉTER Zoltán
(1920. október 31.)



STEFANOVITS Pál
(1920. november 24.)

80 éves



MARCZIS József
(1920. november 30.)

75 éves



LIBOR Oszkár
(1925. augusztus 9.)



CSEH-NÉMET József
(1925. október 29.)



BÍRÓ Ernő
(1925. november 4.)

75 éves



KUBOVICS Imre
(1925. november 5.)



BÁRDOSSY György
(1925. november 11.)

70 éves



SZEREDI Miklós
(1930. augusztus 31.)



KECSKEMÉTI Tibor
(1930. szeptember 2.)



NÉMEDI-VARGA Zoltán
(1930. november 11.)

PESTY László
(1930. november 2.)

In memoriam HAJÓS Márta (1916-2000)

A magyar paleontológia nagy vesztesége OROSZ Tiborné (azelőtt SZUROVY Gézáné) dr. HAJÓS Márta elhunyt.

Budapesten született 1916. augusztus 7-én. A budai Szilágyi Erzsébet Gimnáziumban érettségizett. A Pázmány Péter Tudományegyetemen tanult tovább; 1939-ben földrajz-természettan szakos tanári diplomát kapott, 1940-ben pedig egyetemi doktorátust tett („A magyarországi szfaleritek morfogenetikai vizsgálata”) Néhány évi tanári tevékenység után az Országos Kutató-Fúró Vállalatnál dolgozott geológusként.

1950-ben került a Magyar Állami Földtani Intézetbe. Foglalkozott a kővágóörsi kvarc-homokkővel, üveg- és öntődei homokkal (1954), öntődei homok kutatásával Diósd környékén (1955), a Vérmező és a Kossuth tér közötti metró-szakasz földtani felépítésével (1955), a balatonmáriafürdői magaspart földtani szelvényével és faunájával (1956), valamint Erdőhorvati környékének 1:5000 méretarányú földtani térképezésével (1959). Hamar rátalált azonban igazi, életreszóló témájára, a diatomitokra és az azokat alkotó kovamoszatokra. (A szurdokpüspöki nagy kova-földbánya kovaüledékeinek anyagvizsgálata, 1956; Az erdőbénye-ligetmajori kovaföld-előfordulás, 1959). Kandidátusi értekezését 1963-ban védte meg. Az ebből szerkesztett monográfia 1968-ban jelent meg „A Mátraalja miocén üledékeinek diatomái” címmel (Geologica Hungarica, ser. Pal., vol. 37, 401 p.). Ezt a művet a Magyarhoni Földtani Társulat 1969-ben Hantken Miksa Emlékéremmel tüntette ki.

HAJÓS Márta alapos tudományos vizsgálatokat végzett a Mecsek hegységben a magyaregregyi miocén diatomás üledékeken, valamint a Tokaj-hegységi szarmata képződményeken is. Jelentős eredményeket ért el a hazai pannon és pliocén rétegsorok tanulmányozásával is. E munkásságával jelentősen hozzájárult a Középső Parathetys ősföldrajzi-őskörnyezeti fejlődéstörténetének megismeréséhez. A legutóbbi években bekapcsolódott a Balaton fenéküledékeinek vizsgálatára lemélyített kutatófúrások anyagának vizsgálatába is.

Munkája során sokféle elvárásnak kellett megfelelnie. Sokszor kellett új fajokat leírnia, vagy a már leírtakat revideálnia. Szükség esetén a diatomák mellett más ősmaradványok meghatározására, rétegtani-őskörnyezeti értelmezésére is sikerrel vállalkozott (pl. Phytolitaria, Silicoflagellata stb.)



Sokrétű feladatainak megoldásáról, az elért eredményekről többnyire a MÁFI Évi Jelentéseiben számolt be. Hazai elismertségét mutatja, hogy tagja lett a Magyar Tudományos Akadémia Paleontológiai Bizottságának.

Kiemelkedően jók voltak a külföldi tudományos kapcsolatai. Szorosan együttműködött, közös kiértékelést végzett osztrák, csehszlovák és jugoszláv szakemberekkel. Eddig egyetlen magyarországi szakértőként meghívták a Glomar Challenger tengerkutató hajóra (1973-ban, Új-Zéland környékén).

Kétévenként rendezték meg a Nemzetközi Diatoma Szimpóziumokat. Ezeken tevékenyen résztvett. Komoly elismerésnek számított, hogy megbízták a VI. Szimpózium megszervezésével. Ezt Budapesten tartották meg, 1980 szeptemberében, 140 résztvevővel. Jelentős eseménye volt PANTOCSEK József világhírű diatoma-gyűjteményének bemutatása a Magyar Természettudományi Múzeum Növénytárában.

Családi okok 1982-ben arra készítették, hogy nyugdíjba vonuljon. Ez azonban nem gátolta meg a munkában. Minden hazai fosszilis diatoma-problémával hozzá fordultak. (Ilyen rendkívüli feladata volt pl. az ún. Seuso-kincsekhez tapadt agyagmárga-maradványok vizsgálata.) Már nyugdíjasként, 1988-ban szerezte meg az „A föld és ásványtani tudományok doktora” tudományos fokozatot, „A magyarországi miocén diatómás képződmények rétegtana” c. monográfiával (Geologica Hungarica ser. Pal. vol. 49, 339 p.).

Munkásságáról ősnövényteni szempontból a Botanikai Közlemények 88. kötetében (2001, sajtó alatt), angolul pedig a Diatom Research-ben jelenik meg méltatás, részletes irodalomjegyzékkel, BUCZKÓ Krisztina tollából.

HAJÓS Márta eltávoztával nincs többé szakembere a fosszilis kovamoszatoknak Magyarországon. Gondos és megbízható vizsgálati adatai, lelkiismeretes és körültekintő értékelései, következtetései azonban írásaiban fennmaradtak: 90 nyomtatásban megjelent dolgozat, és számos kéziratos jelentés az Országos Földtani Adattárban. Intézeti vizsgálati anyagai a MÁFI rákóczi telepi mintaraktárába kerültek, tudományos tovább-feldolgozásra hozzáférhetőek maradnak.

Megmaradtak, mint azok a virágok, amelyek most is kivirultak kertjeinkben, amelyekkel csodálatos kertjében található növénygyűjteményéből megajándékozott bennünket.

NAGY Lászlóné

In memoriam
dr. VITÁLIS Györgyné dr. ZILAHY Lídia
1928–2000

A hirtelen halál tényét nem könnyű elfogadni, különösen akkor, ha egy nem mindennapi energiájú, óriási szellemi és fizikai munkabírásu, igaz barát távozik el közülünk. Gondoskodását, figyelmét a család, a szülőhely és a barátok között osztotta meg, felvállalta azok minden gondját, elősegítette boldogulásukat. Mindenre volt ideje és mindent nagy hozzáértéssel, igazi szakszerűséggel oldott meg és végzett el. A szülőföld vízügyi, néprajzi, régészeti emlékeit, hagyományait feldolgozva tovább akarta adni az utókornak, megőrizni a monoriak ősi életét és eszközeit. Nem volt előtte lehetetlen, meg nem oldható feladat. Kiváló kezűgyességét sokoldalúan tudta kiteljesíteni. Jó meglátással hamar magáévá tette a természetben lejátszódó folyamatokat és a jelenségek közötti összefüggéseket. Előremutató gondolatnak nyilvánosságra hozatalához már nem volt lehetősége, pedig hátra hagyott fiktív levelei a szakmában az ellentmondások feloldására mutattak rá. Kár, hogy javaslatai nem jutottak el az akkori földtani főhatósághoz, elősegítette volna egy-egy latens probléma felszínre hozatalát, esetleges megoldását.



Ilyen ember volt VITÁLISNÉ dr. ZILAHY Lídia okl. geológus, aki rövid, alig kéthónapos súlyos, gyógyíthatatlan betegség után 2000. május 7-én hunyt el és hamvasztás után május 26-án du. 16 órakor a monori református temetőben nagyszámú rokonság, kollégák, barátok és ismerősök megrendülten kísérték utolsó útjára.

Ilyen ember volt VITÁLISNÉ dr. ZILAHY Lídia okl. geológus, aki rövid, alig kéthónapos súlyos, gyógyíthatatlan betegség után 2000. május 7-én hunyt el és hamvasztás után május 26-án du. 16 órakor a monori református temetőben nagyszámú rokonság, kollégák, barátok és ismerősök megrendülten kísérték utolsó útjára.

ZILAHY Lídia Gizella 1928. május 28-án, Püskösöd hétfőjén született Monoron. Elemi iskolai tanulmányait 1934–38-ig a monori Állami Elemi Iskolában, középiskolai tanulmányait 1938–42-ig a monori Állami Polgári Fiú- és Leányközpiskolában, 1942–46 között pedig a kecskeméti városi kereskedelmi leány középiskolában végezte. 1946-ban kereskedelmi középiskolai érettségi vizsgát, 1947-ben a Kecskeméti Református Kollégium Gimnáziumában kiegészítő gimnáziumi érettségit tett.

1947 őszén a Pázmány Péter Tudományegyetemen a természetrajz-vegytan szakot választotta, de 1948 őszén a geológus szakra iratkozott át, amelyen 1952-ben geológusi oklevelet szerzett. A kutatás és az eredmények közlése igen korán

megnyilvánult nála, s ennek bizonyítéka, hogy már 1952-ben a Természet-tudományi Kar tudományos pályázatán a cserhádi „Csörög környéki harmadidőszaki növénymaradványok” címmel, VITÁLIS György társszerzővel egyetemi pályadíjat nyert, amely az egyetemi biológiai évkönyvben meg is jelent.

1964. március 27-én az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természet-tudományi Karán az „Operculina jellegű felső-eocén Foraminiferák az esztergomi medencéből” tárgyú doktori értekezése megvédésével egyetemi doktori fokozatot szerzett.

Munkáját 1952. július 1-én a Magyar Állami Földtani Intézetben mikropaleontológus geológusként az Őslénytani osztályon kezdte, ahol a mélyfúrások anyagvizsgálata során főleg az eocén Foraminiferák meghatározásával rétegtani szintéziseket, amellet paleofiziológiai irányú tanulmányokat végzett. E tárgykörben több jelentős, elsőként megfogalmazott eredménye önálló munkaként hazai és külföldi szakfolyóiratban jelent meg, de részt vett neves hazai kutatókkal közös kiadvány összeállításában is.

A már jelentős tudományos eredménnyel rendelkező kutató 1968. november 16-án munkahelyét felváltotta az Országos Vízügyi Hivatal Vízkészlet-gazdálkodási Központjával, ahol csoportvezető geológusként vízkutató fúrások földtani anyagfeldolgozását végezte. Úgy látta, hogy ezen a munkahelyen nem tudja tehetségét és terveit kiteljesíteni, ezért alig egy év múlva, 1969. október 1-én elvállalta a Pestmegyei Víz- és Csatornamű Vállalatnál a főgeológusi munkakört, amely a Pest megye területén folyó vízszervezési kutatások irányítását jelentette. Új munkaköre alkalmas volt látókörének bővítésére és ennek eredményeként VITÁLIS György társszerzővel megszerkesztette Pest megye vízföldtani tömbszelvényét, továbbá kidolgozta a víz- és csatornamű vállalatok vízföldtani kutatásának szervezeti felépítését. Sokrétű munkáját vízföldtani szakértői jogosítványa is jelentősen segítette.

1980. január 1-én nyugállományba ment és ettől kezdve jóformán kizárólag monori néprajzi és helytörténeti kutatásokat folytatott, és közben 1992-től a „Zilahy Consulting International Tanácsadó és Kereskedelmi Kft” kutatási igazgatója. Helytörténeti kutatómunkájába igyekezett másokat is bevonni és több tanulmánya társszerzőkkel jelent meg, főként a Monor és Vidéke c. helyi lapban. Lelkes és sokrétű munkájával hozzá tudott járulni a kutatásban résztvevők számának gyarapításához, akik tovább tudják majd folytatni az ismeretterjesztés és a közművelődés szempontjából olyan fontos értékek feltárását és megőrzését. Eredményes munkájának köszönhető, hogy 1999-ben megválasztották a „Monorért Baráti Kör” elnökének.

A nyomtatásban megjelent 116 tanulmánya között ősnövénytan (1), mikropaleontológiai (12), hidrogeológiai (8), földrajz–természetrajz–földtani (7), orvostörténeti (2), néprajzi-helytörténeti témájú (82), megemlékezés (3) és könyvismertetés (1) található. Közel 20 éves néprajzi és helytörténeti munkájának eredményét olvashattuk az 1998-ban megjelent „Monori Krónika 1398–1998” című műben, amelynek társszerkesztője volt és abban egy földtani és a korábban megjelenteken kívül még 11 helytörténeti cikke szerepel. Tanulmányai közül néhányat mindenképpen ki kell emelni: Adatok a Pest megyei Monor, valamint környéke néhány helynevének eredetéhez (1986), A Pest

megyei Monor téglái és téglaegetői a XVIII. század közepétől a XX. század kezdetéig (MÁTÉ Bertalan társszerzővel, 1987), A túzliliom mint gyógynövény és sárga virág a Pest megyei Monoron (1987), A monori orvoslók (1989–90), Monor földtudományi megismerése (1998), Gondolatok a Monor és Pilis között fekvő egykori Ujfaluról (2000).

A 9 néprajzi és helytörténeti pályamunkája közül 6 – mint pl. A pótharaszti templom hagyományai (1987), A juss (1993) – országos helyezést ért el. Szakmai tevékenysége elismeréseként 1977-ben „A Földtani Kutatás Kiváló Dolgozója” kitüntetést kapta. 1998. március 15-én Monor város Önkormányzata a város érdekében hosszú időszak alatt kifejtett, maradandó értékű tevékenységéért tisztelete és megbecsülése jeléül „Monor díszpolgára” kitüntető címet és oklevelet adományozott részére. A Magyarhoni Földtani Társulatnak 1949-től volt tagja és 50 éves társulati tagsága alkalmából 1999-ben az elnökség díszoklevéllel tüntette ki.

1952-ben házasságot kötött VITÁLIS György dr. okl. geológussal. 1953-ban György, 1955-ben Katalin, 1957-ben István nevű gyermekük született. Haláláig hat unoka boldog nagyanyja volt.

2000. május 7-én bekövetkezett halála nagy megrendülést és részvétet keltett mindannyiunkban és alig telt el 10 nap, már is a fájdalom hangját ütötte meg egyik helytörténész kutatótársa, NÉMETH László. A „Monor és Vidéke” május 17-i és a „Monori Strázsza” c. lap május 24-i számában meleg szavakkal emlékezett a közös munka szép és nehéz élményeire. K. (KOBLENZ) Zs. (Zsuzsa) „A régi asszonyok” c. emlékezésében (Pestvidék, 2000. május 26.) különös egyéniségnek írta le ZILAHY Lídiát és úgy gondolja: „Ha vannak még ilyen régi asszonyok, kérdeznünk kéne őket, feltétlenül. Hogy utánozni lehessen őket. Ha bírjuk egyáltalán”. Puritánságát, jó szándékát, segítőkészségét egész életében megőrizte, s akik ismertük kedves személyét, nehéz elfogadni, hogy ilyen korán és ilyen hirtelen hagyott itt bennünket.

dr. DOBOS Irma

Dr. VITÁLIS Györgyné dr. ZILAHY Lídia nyomtatásban megjelent földtani tárgyú munkái*

- , VITÁLIS Gy. 1952: Csörög környéki harmadidőszaki növénymaradványok. – *Annales Biologicae Universitatum Hungaricae*, 1. 1951. 161–170. Bp.
- 1963: Phylogeny of Heterostegininae (Foraminifera) and pathological changes in Operculinella species. – *Acta Biologica* 14, 33–43.
- 1964: Operculina-jellegű paleogén Foraminiférák az Esztergomi medencéből. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1961. évről* I, 337–342.
- 1964: Az Operculinella vaughani (Cushman) faj differenciálódása. – *Földtani Közlöny* 94, 107–111.
- 1966: The Phylogeny of the Subfamily Heterostegininae (Foraminifera: Nummulitidae). – *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 12/1–2, 211–234.
- 1967: Felsőeocén Foraminiférák Felsőtárkány környékéről (DNY-Bükk). – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1965. évről*, 393–441.
- 1967: Plankton Foraminifera zónák a Dorogi-medence eocén rétegsorában. – *Földtani Közlöny* 97, 462–464.

* A teljes irodalomjegyzék megtalálható az Országos Földtani és Geofizikai Adattárban

- 1968: Zones provisoires de Foraminifères planctoniques de la série éocène du Bassin de Doro (Hongrie). – *Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières* 58, 1968. 131–135. Colloque sur l'Éocène Paris, Mai.
- 1968: A Planorbulinidae, Acervulinidae és Cymbaloporidae család a magyarországi eocénben. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1966. évről*, 153–178.
- 1969: Az Esztergomi-medence priabonai képződményeiről. – *Földtani Közlöny* 99, 368–378.
- , GIDAI L., JÁMBORNÉ KNESS M., RAKOSI L., BÁLDINÉ BEKE M., KECSKEMÉ TINÉ KÖRMENDY A., MUNTYÁN I. & SÁRKÓZINÉ FARKAS E. 1969: A Dunántúli-Középhegység eocénje. Kirándulásvezető. Eocén Rétegtani Kollokvium Budapest IX. 6–8. Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, Budapest, 17–41.
- 1971: Les formations éocène moyen □ Foraminifères du Bassin de Doro. – *Coll. Strat. Eoc. 1969. – Annales Instituti Geologici Publici Hungarici* 54/4, pars I. Budapest, 303–329.
- , VITÁLIS Gy. 1975: Pest megye vízföldtani tömbszelvénye. – *Hidrológiai Közlöny* 55/5, 185–188.
- 1979: A víz- és csatornamű vállalatok hidrogeológiai tevékenysége. – *Hidrológiai Tájékoztató* október, 15–16.
- 1980: A hidrogeológiai egység szervezeti felépítése a víz- és csatornamű vállalatok területén. – *Hidrológiai Tájékoztató* április 25–26.
- 1983: Monor vízszerzési lehetőségei. – *Hidrológiai Tájékoztató* április, 24–26.
- 1986: Vízszerezési módok Monoron, a fúrt kutak megjelenéséig. – *Hidrológiai Tájékoztató* október, 28–31.
- 1986: Adatok a Pest megyei Monor, valamint környéke néhány helynevének eredetéhez. – *Földrajzi Közlemények*, 34. (CX.) 4, 346–352.
- , MÁTÉ B. 1987: A Pest megyei Monor téglái és téglágetetői a XVIII. század közepétől a XX. század kezdetéig. – *Építőanyag* 39/5. 149–155.
- 1996: Természetrájk óra. – *Monor és Vidéke* április 3. 4/14, p. 7.
- 1996: Földrajz óra. – *Monor és Vidéke* július 3. 4/27, 7–8.
- 1996: Monor és tájnévei. – *Monor és Vidéke* július 10. 4/28, p. 7.
- 2000: XV–XIX. századi Duna-Tisza csatorna tervek. – *Monor és Vidéke* június 21. 8/25, p. 15.
- , NÉMETH L. 2000: Vízvezető árkok és csatornák Monoron. – *Monor és Vidéke* július 19. 8/29, 6–7.
- 2000: Duna–Tisza csatorna tervek a XV. század második felétől a XIX. század közepéig. – *Hidrológiai Tájékoztató* 42–44.
- 2000: Gondolatok a Monor és Pilis között fekvő egykori Újfaluról. – *Monor és Vidéke* május 17. 8/20. 6–7.
- 2000: Könyvrészlet: Monor földtudományi megismerése (23–28);

Hírek, ismertetések

FELHÍVÁS!

Tisztelt Szerzők!

A Magyar Állami Földtani Intézet Országos Földtani Szakkönyvtára feladatai közé tartozik a földtani gyűjtőkörbe tartozó teljes hungarika (bármely témakörrel készült magyar nyelvű, magyar szerzőtől külföldön megjelent, Magyarországon bármely témakörrel bármely nyelven megjelent, külföldön Magyarországról megjelent) földtani szakirodalom gyűjtése is. Ezért kérjük a tisztelt szerzőket, hogy az általuk külföldön vagy Magyarországon megjelentetett művekből egy példányt megőrzés és referálás céljából a könyvtárnak megküldeni szíveskedjenek.

Az Országos Földtani Szakkönyvtár 1995-től referálja a magyar földtani irodalmat az American Geological Institute felé, mely a világ legnagyobb földtani tárgyú CD-ROM adatbázisának kiadója. Így a magyar irodalom bárhol a világon elérhető, megismerhető lesz. A szakbibliográfia évi kb. 300 új tétele az intézet kiadványain kívül az alábbi folyóiratok földtani cikkeiből, továbbá konferencia anyagokból, monográfiákból, monografikus kiadványokból épül fel. A listában nem szereplő folyóiratok cikkei, illetve önálló munkák azonban csak akkor kerülhetnek referálásra, ha azok eljutnak az Országos Földtani Szakkönyvtárba.

A MÁFI kiadványai mellett az alábbi folyóiratokban megjelent munkákat referáljuk:

1. Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica, HU ISSN 1217-8977
2. Acta Geologica Hungarica, HU ISSN 0236-5278
3. Acta Universitatis Szegediensis Acta Minerologica-Petrographica, HU ISSN 0365-8066
4. Annales Universitatis Scientiarum Budapestiensis de Rolando Eötvös Nominatae, Sectio Geologica, HU ISSN 0365-0634
5. Annales Universitatis Scientiarum Budapestiensis de Rolando Eötvös Nominatae, Sectio Geophysica et Meteorologica, ISSN 0237-2738
6. Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászati, Hungarian Journal of Mining and Metallurgy, Mining, HU ISSN 0522-3512

7. Bányászati és Kohászati Lapok Kőolaj és Földgáz, Hungarian Journal of Mining and Metallurgy, Oil and Gas, HU ISSN 0572-6034
8. Földtani Közlöny, Bulletin of the Hungarian Geological Society, ISSN 0015-542X
9. Földtani Kutatás, (Geological Research), ISSN 0133-2422
10. Fragmenta Paleontologica, ISSN 1586-930X
11. Geophysical Transaction, ISSN 0016-7177

Sajnos, a fent vázolt törekvésünknek gátat szab az a körülmény, hogy számos folyóirat a MÁFI könyvtárában sem érhető el. Ugyanakkor minden szakembernek – szerzőként és olvasóként is – egyaránt érdeke a megjelent munkák minél teljesebb körülménye. Ezt elősegítendő, a teljes referált irodalom magyar változata mellett a Földtani Intézet honlapján (<http://www.mafi.hu>) 2002. január 1-jétől mindazon irodalom elérhető lesz, amelynek különnyomatát, fénymásolatát Önök, kedves Szerzők, eljuttatják a MÁFI könyvtárába – beleértve az ismeretterjesztő, népszerűsítő műveket is. Tisztában vagyunk ugyanakkor azzal is, hogy nem mindenkinek és nem minden munka esetében oldható meg a különnyomat vagy fénymásolat megküldése sem, ezért az Országos Szakkönyvtár a parciális érdekek szolgálatára is vállalkozik akkor, amikor vállalja, hogy a MÁFI honlapjára azon munkák jegyzékét is felrakja, amelyeknek a kollégák csak bibliográfiai adatai közlik velünk. Ebben az esetben azonban csak a teljes értékű adatokat tartalmazó munkákat tudjuk figyelembe venni. Ez ügyben a Földtani Közlöny Útmutatójában szereplő leírás az irányadó.

Kérjük tehát segítséget Ön is a könyvtár munkáját, hogy megőrizhessük, illetve adatbázisainkon keresztül megismertethessük a magyar és külföldi olvasókkal a tágabb értelemben vett magyar földtani irodalmat.

Budapest, 2001. szeptember 20.

Köszönettel: Magyar Állami Földtani Intézet Országos Földtani Szakkönyvtár H-1143 Budapest, Stefánia út 14.

E-mail: library@mafi.hu

Tel./fax: 1-251-26-78

<http://www.mafi.hu/konyvtar>

CSONGRÁDI Jenőné

ÉVFORDULÓK

Treiber János Emlékkonferencia Kolozsvár, 2000. november 25.

Debrecenben született 1913-ban TREIBER János, a közzettan tudós kolozsvári tanára, aki a „kincses városban” végzett egyetemet 1937-ben, majd „summa cum laude” minősítéssel ott lett doktor is, még a negyvenes évek első felében. Kimagaslóak voltak érdemei az ötvenöt éve kisművizetett, kutatási és oktatási eszközök nélkül hagyott földtani tanszék újrafelszerelésében, a kutatások megkezdésében és az oktatói munka színvonalának emelésében. Korában páratlan volt tevékenysége kutatói munkásságának sokoldalúságát, megalapozottságát, a korabeli nemzetközi eredményekre való odafigyelését, illetve azt a törekvését tekintve, hogy a bár külföldön megjelenő legújabb kutatási módszereket, eszközhasználatot meghonosítsa odahaza a tanszék mindennapi gyakorlatában. Így vezette be – Erdélyben elsőként – az ásványok és kőzetek termoferrinális elemzését, így fordult figyelme a bauxitok, az agyagásványok, majd a talajok irányába, sőt az ásványok radioaktivitása felé is. Teljes életművét hagyott hátra a földtani térképezést illetően is, hisz közzettani kutatásaival befedte a Keleti-Kárpátok déli, fiatalabb vonulatának (Kelemen – Görény – Hargita) egészét.

Korai halála után épp huszonöt évvel szervezett tudományos ülésszakot a Kárpát-medence második modern univerzitása, a kolozsvári Ferenc József-, később pedig Bolyai-, majd Babes–Bolyai Egyetem előadótanárának emlékére a Bolyai Társaság, az Erdélyi Múzeum Egyesület (EME) és a Német Demokrata Fórum.

Hajdani diákjainak egyike, WANEK Ferenc, aki paleontológusként ma a kolozsvári universitásnak is óraadó tanára, így, ezzel a hármassal együtt tudta összehívni működésének harminc egyetemi évfolyamából a még élő munkatársait–tanítványait – és távolabbi tisztelőit, természetesen „határok nélkül” – a romániai országos választások előtti szombatra.

A Házsongárdi temető alsó részén levő sírjánál, annak ellenére, hogy a postára bízott meghívókat sokan nem kapták meg a városon belül sem – több, mint tucatnyian vették részt a meghitt koszorúzáson (Erdélyből és távolabbról – meg azért Kolozsvárról is) a megemlékező ülésszak reggelén. Ekkor kerültek tehát

dr. TREIBER János geológus (diákjai oly kedvelt „petrogrófiának”) sírjára koszorúk – a nagyobb a helybéli emlékezőktől, a kisebbik nemzetiszínű szalagjának felirata pedig „A Magyarhoni Földtani Társulat tiszteletével” volt.

Az „Apáczai Csere János” magyar tannyelvű Líceum adott alkalmas helyszínt a tudományos ülésszaknak. A délelőtti szép számúra nőtt hallgatóság a nagy Fizikateremben előbb az öt szakmai előadást hallgathatta meg. Ezek során főleg az egyetem diákjai, fiatal kutatók, köztük a Geológus Egyetemisták Kolozsvári Kutató Osztálya, a GEKKO tagjai mutatták be az ásványtan és az üledékföldtan különféle területein végzett kutatásaik legújabb eredményeit, majd négy tudománytörténeti megemlékezés, elemzés következett.

A konferencia után a résztvevőket alkalmi svédasztal várta, előzőleg azonban az egyetemisták rövid, de nagyon kedves műsort mutattak be: KÖNYA Lajosnak és TREIBER hajdani tanárának, a híres kolozsvári BALOGH Ernő professzornak eddig szinte ismeretlen verseit, s igazi otthoni táncházi muzsikát.

Mivel bővebb kézirat anyagot a konferenciáról a MÁFI Könyvtára őrizhet, ezért alább csak a jelentkezett előadók (időrendben felsorolt) nevét s bemutatóik címét soroljuk föl.

GÁL Ágnes (Sepsiszentgyörgy/Kolozsvár): A Nagygág és Brád környékén előforduló epitermás kvarcokkal kapcsolatos észrevételek

PÁSZTOHY Zoltán (Csíkszereda): A Lövete-homoródmálmsi „eltemetett hegyek” kérdése

KOVÁCS J. Szilámér (Sepsiszentgyörgy/Kolozsvár): Felső-jura–alsó-kréta mikrofaciések a Vargyas-szoros mészkő-olisztolitjában

PAPUCS András (Sepsiszentgyörgy): A kovásznai Hankó-völgy ásványainak keletkezése

KRÉZSEK Csaba (Marosvásárhely/Kolozsvár): A Nyárad-menti pannóniai üledékek szedimentológiája

WANEK Ferenc (Kolozsvár): TREIBER János és a földtani oktatás a Bolyai Tudományegyetemen: SZÉKYNÉ dr. FUX Vilma (Budapest/Debrecen): TREIBER János és a debreceni kutatóhelyek

PAPP Péter (Budapest): Adalékok TREIBER János munkásságának magyarországi fogadtatásához

JAKAB Sámuel (Marosvásárhely): A talaj-mineralógus TREIBER János

Külön értékelendő a specialisták, az idősebb és fiatalabb pályatársak mindig oly szűkegyes együttléteinek megszervezése, mely bár nagyon szűkös keretekből, de találékonyan biztosította most is a távolabbi kollégák találkozását. Ez a

jölőse nyitottság az, melyet az utóbbi évek EME rendezvényein is újra meg újra megélt a résztvevők.

PAPP Péter, GÁL Ágnes

RENDEZVÉNYEK

Beszámoló a Magyarhoni Földtani Társulat korzikai tanulmányútjáról (2000. szeptember 22 – október 1.)

A Társulat által szervezett, és a Pesti Center Travel által kivitelezett tanulmányút vezetője TANÁCS János geológus kollégánk és fia TANÁCS Gábor volt. Az előbbi a szakmai, az utóbbi pedig a sziget történelmét, lakosságát és helyi szokásait mutatta be igen magas színvonalon. A terület egyháztörténeti és építési stílusait és értékeit VINCZE Melinda ismertette.

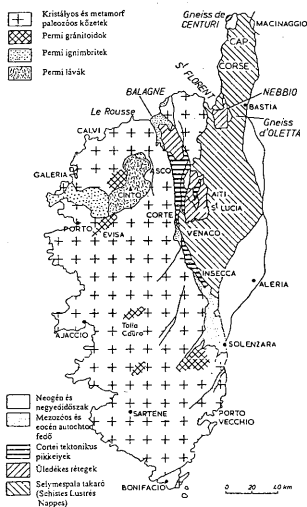
Busszal összesen közel 4000 km-t tettünk meg, ebből kb. 1500 km-t Korzikán. Hajóval odafelé Livornótól Bastiáig és visszafelé Bastiától Genováig utaztunk

Korzika területe 8800 km². Hosszúsága 183 km, legnagyobb szélessége 83 km. Közel 1000 km hosszú partvonala rendkívül tagolt. A sziget domborzatát jellemzi, hogy közepén 2000 m-es magasságú csúcsok vannak. Ny-i partvonala meredek sziklával ereszkedik le a Földközi tengerre (öblökkel és félszigetekkel tagolt riatypusú partvidék). A Ligúriai-tenger felé néző K-i partvonalát sok esetben a hegyekről érkező folyók alakították ki. A lecsapolás előtt ezek a területek sokszor mocsarasak és malária veszélyesek voltak.

A folyói torrens jellegűek, elektromos erőműveket működtető duzzasztógátakkal. A felduzzasztott vizet a csúcsfogyasztási időn kívül csúszken 4–500 m magasságban lévő tározókba emelik.

Korzika növényvilága rendkívül gazdag, sok endemikus fajjal. A mediterráneumra jellemző cserjék machia flórát hoztak létre. Elterjedtek szelíd gesztenyései és parafaerdői. A lombos erdők közül fontos az eukaliptusz, a túlevelűek közül pedig az ernyő-fenyő.

A sziget földtani felépítésére és fejlődéstörténetére jellemző, hogy a Tirrén mikrokontinens felszínén maradt részét képezi. Közvetlenül három részre osztható (1. ábra).



„Ősi Korzika”: főként paleozoos gránit, továbbá perm vulkanit.

„Alpi Korzika”: az eocén végén kialakult, mezozoos eredetű „selymes-takaró” (Schistes Lustrés Nappes) és miocén üledék. A két területet a cortei pikkelyek és a flis öv választja el.

A tanulmányút során az alábbi helyeket látogattunk meg: Fiume d’Orbo völgy (alsó-kréta ofiolit), Bonafacio (Óváros, variszkuszi gránit, miocén törmelékes-karbonátos üledékek), Calvi (Kolombusz szülővárosa), Oletta (tengeri, pelites, karbonátos liász), Aleria (görög-római gyűjtemény Maleva gazdaság: gasztronómia), Golo-völgy (több száz m mély szurdok), Pianna („gránitország”), Ajaccio (Napoleon szülőháza), Vizzavona-hágó, Corte (egyetem), Fitosa (prehisztorikus település, gránit és granodiorit dolmenek, menhírek), Cap Corse-félsziget (Csodatevő Madonna szobra), Bastia (vár, kikötő, templom).

Köszönet mindazoknak, akik ezt az érdekes utat lehetővé tették, különösen a Társulat ügyvezető titkárnak ZIMMERMANN Katalinnak, aki a teljes adminisztrációt intézte, és a társaságot összefogta.

Szimpozium Nagybányán – Még nyílnak a mélyben a bányavirágok...

Románia Földtani Társulatának tízéves Nagybányai Területi Szervezete 2000. nov. 16–18-án tartotta 4. szimpóziumát Nagybánya/Baia Mare városában. Társrendezők voltak: a nagybányai Északi Egyetem, a REMIN ércbányavállalat és a máramarosi IPEG földtani kutatóvállalat, az AMPGAR (amatőr mineralógusok, paleontológusok és gemmológusok egyesülete) részvételével. A plenáris és szekciós ülések, valamint a poszter-bemutatók is az Északi Egyetem helyiségeiben voltak. A rendezvényt a RFT alelnöke, M. SANDULESCU akadémikus nyitotta meg. (Az elnök, D. RADULESCU, jelenleg Románia athéni nagykövete.) A résztvevőket a horvát Földtani Társulat részéről L. PALINKAS elnök, a Magyarhoni Földtani Társulat részéről pedig DUDICH E. társelnök üdvözölte. – A hivatalos előadási nyelvek az angol, a francia és a román voltak, de az utóbbi kettő csak igen alárendelten szerepelt. A 69 (csupa angol nyelvű) kivonatot tartalmazó kötet a bukaresti Földtani Intézet Évkönyvének 72. köteteként jelent meg. (Valójában ennél kevesebb bemutatásra került sor, mivel több szerző nem jelent meg.) A tárgykörök szerinti megoszlás: ércföldtan 12, vulkánosság, vulkáni szerkezetek 9, magmás kőzettan 7, ásványtan és kristálykémia 6, szerkezetföldtan 5, metamorfitek, mikropaleontológia 4–4, geofizika, környezetföldtan 3–3, geokémia, geokronológia, geotermika, mérnökgeológia 2–2, bányászat, drágakövek, geo-mikrobiológia, geológia általában, geometematika, szferulák, vízföldtan 1–1. Az országok szerinti megoszlás: Románia 46, Magyarország 16, Fanciaország 2, Egyesült Államok, Horvátország, Oroszország, Szlovákia, Ukrajna 1–1. Ausztria és Szerbia egy-egy társ-szerzővel szerepelt. A magyarországi szerzők: BALÁZS E. és tsai, BODROGI M. és tsai, DUDICH E., FÖLDÉSSY J., GULYÁS és tsai, KOVÁCS-PÁLFFY P. és tsai, KOZÁK M. és tsai, KOZÁK M. és tsai, MECSI J., NÉMETH N., PÉCSKAY Z., SERESS-HARTAI É., UNGER Z., ZELENKA T.) – A résztvevőknek bemutatták a gazdag, szakmailag és esztétikailag egyaránt magas színvonalon rendezett Nagybányai Ásványtani Múzeumot. (Egy terepasztalon még a 2000. év eleji gátszakadások helyei is azonosíthatók voltak, amelyek a Tisza vízének cianid- és nehézfém-szennyeződését okozták.)

Nov. 17-én félnapos busz-kirándulás volt a Gutin-hegységbe. Kapnikbánya/Cavnic állami

kézből levő, jelenleg 1000-ról már 300 főre csökkentett munkalétszámmal működő Boldut bányauzemének Ungar-telérét tekintették meg (150. szint). Ez arany- és ezüsttartalmú galenit-szferalerit-kalkopirités epitemális kvarc-telér rodokrozittal. – A kivonat-kötet és az (ugyancsak angol nyelvű, Zoltan MARIAS által írt) kirándulásvetető az Országos Földtani Szakkönyvtárban (MÁFI) megtekinthető.

Kulturális élmény volt (a Szt. István tornyon és a nagybányai festőiskola létesítményein kívül) a várostól 12 km-re levő koltói /Coltau-i Teleki-kastély meglátogatása. A grófi kastély most múzeum. Kertjében stílusos bronzszobor őrzi annak emlékére, hogy Petőfi Sándor itt töltötte mézesheiteit Szendrey Júliával, és itt írta (többek között) a „Szeptember végén” c. versét.

DUDICH Endre

Föld Napja a Magyar Állami Földtani Intézetben 2001. április 21.

A 2000 áprilisában sikeresen megrendezett közös programot követően 2001-ben is a közös rendezés mellett döntött a Zuglói önkormányzat és a Magyar Állami Földtani Intézet. A rendezők az előző évhez hasonlóan ez évben is a zuglói kisdíjakokra koncentráltak.

KUTALIKNÉ dr. KARDOS Zsuzsa zuglói polgármester megnyitója után dr. HALMAI János igazgatóhelyettes üdvözölte az ünnepség résztvevőit. Az ünnepi eseménysorozat, fő attrakciója a kerületi általános iskolások Talpalatnyi Föld vetélkedőjének a döntője volt, ahová az ötfordulós selejtezőn induló, és a kötelező tablókészítésben résztvevő 33 csapat közül, az ünnepség megkezdése előtt megrendezett elődöntő után 10 csapat került. Az egész délelőttöt kitöltő csapatversenyt végül is nagy küzdelemben a Jókai Mór Általános Iskola Panda névre hallgató csapata nyerte. A fődíj egy egyhetes erdélyi nyaralás volt teljes ellátással. Rajtuk kívül, a döntőben, illetve a selejtezők során mutatott kiemelkedő teljesítményéért további 7–7 csapat nyert egy-, illetve félnapos kirándulást a gánsendorfi Szafariparkba illetve a Feriegyi repülőtérré. A legjobb csapatok, illetve a legkiemelkedőbb teljesítményt nyújtó versenyzők megkapták a MÁFI különdíjait is, s ezen felül a résztvevők még további ajándékokat kaptak.

Az alsó tagozatos gyerekek plakát és makett készítésben jeleskedtek, s az ő alkotásaik közül is díjat kaptak a legjobbak.

A gyerekek munkáiból összeállított kiállítást május közepéig tekinthették meg MÁFI Országos Földtani Múzeumának látogatói.

A vetélkedő mellett nagy sikere volt a különböző képességfejlesztő és ügyességi játékoknak, az ún. Lábnymos teremben megrendezett földfestő kiállításnak, az óriásbáboknak és az egyéb műsoroknak, valamint a látogatók részére egész nap díjmentesen igénybe vehető múzeumi szolgáltatásnak is.

A résztvevők jó hangulatát, még a szomorkás idő sem tudta elrontani, és az épület is átvészelte az eső miatt a folyosóra szorult nyüzsgő tömeget.

KUTI László

Beszámoló a 4. Magyar Őslénytani Vándorgyűlésről (2001. május 4–5.)

Idén tavasszal, a Társulat Őslénytani Rétegtani Szakosztályának vezetése immár negyedik alkalommal rendezte meg az Őslénytani Vándorgyűlést. A szervezőket és a résztvevőket egyaránt meglepte és örömmel töltötte el, hogy az előző három év folyamatos növekedése után ismét rekord született a jelenlévők számát és a bejelentett előadások számát illetően. A helyszínül választott pécsvárad István Király Szálloda kis híján szűknek bizonyult a mintegy 80 résztvevő számára! Figyelemre méltó, hogy több határon túli paleontológus és hallgató is eljött. A kétnapos rendezvény első napján a kollégák tizenhat előadást tartottak és közel ötven posztert mutattak be. A program zsúfolt és egyben izgalmas volt. A földtani kor, rendszer-tani csoport és munkamódszerek tekintetében egyaránt változatosnak bizonyult az elmúlt egy év hazai őslénytani eredményeit felsorakoztató előadói nap.

A hagyományoknak is megfelelően a rendezvény második napján a résztvevők terepbejáráson vettek részt. A programban a Pécs környéki Hird, Danitz-pusztá, Vasas, Magyar-egregy és Bükkösd határában lévő képződmények és lelőhelyek szerepeltek. A vándorgyűlésről készült 52 oldalas programfüzet az előadások és poszterek kivonatát és a kirándulásvezetőt egyaránt tartalmazza.

A rendezvényt a Koch Alapítvány, az Oktatási Minisztérium, az Országos Tudományos Kutatási Alap és Pécsvárad város Önkormányzata támogatta. Az elnyert, ill. felajánlott

pénzeszközök tették lehetővé, hogy az erdélyi kollégáink, valamint a külföldi és a magyarországi hallgatók részvételi költségeit elfogadható szinten sikerült tartani.

A jövőre esedékes 5. vándorgyűlését a tervek szerint, Pásztón, a helyi múzeum segítségével és támogatásával rendezi a szakosztály – a hagyományos időpontban május elején.

FÖZY István

Földtani Veszélyforrások Konferencia Paks, 2001. május 17–18.

A konferenciát a Magyar Geológiai Szolgálat (MGSZ) és a Magyarhoni Földtani Társulat (MFT) rendezte a földtudományokkal foglalkozók és az önkormányzatok képviselői számára. A rendezvény témájában bővített folytatása a Partfal Konferenciáknak.

Az 1999 őszén megkezdett második felszínmozgás kataszterezés, illetve a partfal programban benyújtott pályázatok statisztikai értékelése alapján kiderült, hogy az ilyen típusú felszínmozgás csak harmada a lakott területeket veszélyeztető földtani eredetű veszélyforrásoknak. Az összefoglalóan földcsuszamlásoknak nevezett folyamatok – ilyen volt a hollóházai, leányfalui, ercsi földmozgás is – sokkal nagyobb területeket, más emberi környezetet is érintenek. Ki kellett tehát bővíteni a konferencia tárgykörét az alábányászott, alapincézett területek, a térfogatukat változtató agyagtalajok, a regionális felszínüllyedés és a felszínemelkedés problémáival is, hiszen ezeknél a folyamatoknál is a földtani környezet állapotváltozása okozza az élettér károsodását. A bővítés további indoka, hogy a 2001–2002. évi költségvetési törvény tervezete szerint a partfalveszély-elhárítási kormányprogram 2001-ben befejeződik, és a pince programmal együtt bekerül a címzett és céltámogatási rendszerbe, ami csak tervszerű munkák finanszírozására alkalmas. A tervezett felügyelő bizottságban a földtan képvisellete biztosított. A bekövetkezett, vagy nagy valószínűséggel bekövetkező esetek kezelésére újból csak a vis maior keret áll rendelkezésre. Ebben a döntési mechanizmusban viszont a földtani képzettségű szakemberek részvétele, egyelőre, nem valószínű.

A konferencián az előző évekhez hasonlóan 120 fő körül volt a regisztrált résztvevők száma. Az önkormányzatok képviselőitében 38 polgármester, műszaki szakember volt jelen, 34

tervező, kivitelező cég és 9 egyetem, illetve közhivatal képviselője jött el. A résztvevők több mint fele már a korábbi rendezvényeknek is aktív résztvevője volt. Sok önkormányzattól jöttek el olyanok, akiknek a földtani jellegű problémák jelenleg nem okoznak gondot. Sajnálatos, hogy a témával hivatalból kapcsolatban lévő minisztériumok képviselőjében csak az FVM Területrendezési Főosztályának helyettes vezetője, KÖRMENDI Imre úr – az egyik állandó előadónk –, illetve a BM Partfalveszély-elhárítási Tárcaközi Bizottság szakértője, KOLLÁR Ervin úr jött el. A többi meghívott tárca képviselője nem jelent meg. Sajnálatos, hogy nem sikerült az ő érdeklődésüket is felkelteni, pedig a pince- és partfalveszély-elhárítás aktuális kérdéseiről kaphattak volna széleskörű áttekintést, és személyesen találkozhattak volna aárosultak és a kárt felszámoló képviselőivel.

Az előadások tárgyköre a korábbi konferenciáknál lényegesen sokrétebb volt; a tematika bővülése miatt az előadások nagy részét felkért előadók tartották meghatározott tárgykörben, kiválasztott aktuális eseteket bemutatva. A jövőben is folytatni kívánjuk az önkormányzatokat és a szakmai közönséget egyaránt legjobban foglalkoztató esetek bemutatását.

OSZVALD Tamás

Eurogeológus hírek

A European Federation of Geologist (EFG) 2001. június 15–17. között tartotta éves gyűlését Krakóban.

Az ülés során a delegátusok áttekintették az EFG anyagi helyzetét és a következő évek munkatervét. Új kommunikációs koordinátort neveztek ki, döntöttek a European Geologist Magazine további megjelenítéséről.

A Nemzeti Ajánló Bizottságok javaslata alapján az EFG Registration Committee döntött új Eurogeológus címek odaítéléséről. A most már 230 Eurogeológus között az idén két új magyar tagtársunk is található. Így az eddig Eurogeológus címet kapott tagtársaink névsora a következő (az elbírálás sorrendjében):

BÉRCZI István
DOBOS Irma
CSERNUSSI Gábor
SCHAREK Péter

Tartalmas beszámolókat hangzottak el az egyes tagszervezeteknél tervezett vagy már megvalósult továbbképzési programokról. A téma EFG

koordinátora az ír J. A. CLIFFORD. A minőségbiztosítással összefüggésben az egész életpályát átfogó (Continuing Professional Development - Írországbán, vagy Life Long Learning az Egyesült Királyságban) továbbképzési lehetőséget kívánnak biztosítani. Ez nyújtana garanciát az Eurogeológus (EuroGeologist) és a nemzeti Certified Geologist, Certified Professional Geologist stb. címek színvonalának megőrzésére. A közeljövőben mi sem kerülhetjük meg a kérdést, és hazai szinten is ki kell dolgozni egy továbbképzési rendszert, természetesen, ebben valami anyagi érdekeltséget kell teremteni a résztvevők számára.

Az ülésről készült bővebb jelentést és a háttéranyagokat a Társulat Titkárságán és a MÁFI Könyvtárban lehet megtekinteni.

Az EFG honlapjának címe <http://www.eurogeologists.de>.

SCHAREK Péter

A Magyarhoni Földtani Társulat az Európai Geológusok Szövetségének tagja

A Magyarhoni Földtani Társulat két éves előkészítés után 1998. január 1-től teljes jogú tagjává vált az Európai Geológusok Szövetségének (European Federation of Geologists – EFG).

A Szövetség célkitűzésének megfelelően az európai földtani szakmai szervezetek közös érdekvédelmi szervezete, hangsúlyozottan a tagországok közötti szabad munkavállalás elősegítésére szerveződött.

Az Európai Közösség szakbizottságaival kiépítendő kapcsolat létrehozására és fenntartására (magyarán szakmai lobbyzásra) a Szövetség tavaly létrehozta a Committee of Geologists from the European Union elnevezésű bizottságát.

Mint nemzetközi érdekképviseleti funkciót vállaló szerv, a Szövetség a Tagegyesületek ajánlása alapján Eurogeológus címet adományoz (European Geologist – Euro. Geol.) és gondoskodik a címnek a tagországok hatóságai által történő elismertetéséről. A címmel járó szakmai garancia lehetőséget teremt az Európai Közösség állampolgárai számára a közösségen belüli kedvezőbb munkavállalási pozíció elnyerésére. Természetesen a közösségen kívüli országok szakemberei számára a cím jelenleg csupán segíthet az egyéb módon munkavállalási

engedéllyel rendelkezők elhelyezkedésében, ill. a Magyarországon működő nemzetközi vállalkozásoknál.

A Szövetség hivatalos nyelve az angol, francia, német és spanyol, melyeken elfogadják a pályázatokat és cikkeket, de a munkanyelv az angol.

Az Eurogeológus cím elsősorban azon országok állampolgárai számára fontos (Magyarország is ilyen), melyeknek még nincs saját minősítő rendszerük. Ebben az esetben a Szövetség által adományozott cím lehet a leghatékonyabb segítség.

A Szövetség Alapszabálya szerint az Eurogeológus cím pályázatait a tag egyesületekben működő Nemzeti Ajánló Bizottságok saját működési rendjük szerinti eljárással értékelik, s a tag egyesület javaslatát küldik meg a Szövetségnek, amely Szövetség a cím használatát tagdíj fejében három évre engedélyezi. A személyenként fizetendő díj 300 ECU/3 év, amely az Alapszabály szerint az EFG és a Társulat között oszlik meg.

Emellett egyszeri eljárási díjat is kell fizetni, amely a hazai bírálat költségeit tartalmazza és mértékét a Társulat Elnöksége évenként határozza meg.

A Magyarhoni Földtani Társulat Nemzeti Ajánló Bizottsága ez év áprilisban alakult meg a Társulat Elnökségének javaslatára. Tagjai:

Elnök: Prof. Dr. SOMFAI Áttila

Titkár: Dr. SCHAREK Péter

Tagok: Dr. GRESCHIK Gyula

Prof. Dr. KLEB Béla

Dr. SZALÓKI István

Levelezési cím: Magyarhoni Földtani Társulat Titkársága, Budapest I. Fő u. 68 I. em. H-1371 Budapest, Pf. 433, tel./fax: 201 9129

A Nemzeti Ajánló Bizottság (NAT) Alapszabályát és Ügyrendjét a Társulat Elnöksége elfogadta, azt az EFG 1998. júniusban, Kölnben tartott évi közgyűlésén BÉRCZI István, Társulatunk akkori elnöke az EFG Elnökségének átadta. Az European Federation of Geologists Alapszabálya szerint a NAT működését és az eljárás módját leíró szabályzatot magyar és angol nyelven nyilvánosságra kell hozni a Társulat hivatalos folyóiratában.

SCHAREK Péter

Euro-Geológus cím Nemzeti Ajánló Bizottságának Alapszabálya és Ügyrendje

1. § Általános rész

(1) A Magyarhoni Földtani Társulat (MFT) az Európai Geológusok Szövetségének (European Federation of Geologists, EFG) rendes tagja és Magyarországot képviseli a Szövetségben.

(2) Az European Federation of Geologists által alapított „European Geologist” (Euro. Geol) cím odaítélésére a Magyarhoni Földtani Társulatlak van joga javaslatot tenni a European Federation of Geologists illetékes bizottságának (Registration Committee of European Geologist).

(3) Az Euro. Geol. címet elnyert tagtársak élvezik a nemzetközi szövetség erkölcsi támogatását, kedvezőbb elbánásra számíthatnak a European Federation of Geologists tagországai-ban munkavállalás és szakértői tevékenység esetén.

(4) Az Euro. Geol. cím elnyerésére mindazok pályázhatnak, akik a European Federation of Geologists mellélt követelményeinek megfelelnek, és a Magyarhoni Földtani Társulat támogatását élvezik

(5) Az Euro. Geol. címet elérték névsorát a European Federation of Geologists rendszeresen közzéteszi a European Geologist c. negyedévente megjelenő kiadványában.

(6) Az Magyarhoni Földtani Társulat Elnöksége úgy látja, hogy az alkalmazott földtan, elsősorban a mérnökgeológia, építés-földtan, környezeti geológia, hidrogeológia, kőolajföldtan, környezeti kármegelőzés (geohazard) szakterületén van várható eredménye az Euro. Geol. cím megszerzésének. Ezért ezen orientáltság figyelembevételével alakítja ki a Nemzeti Ajánló Bizottságot.

2. § Alapszabály

(1) A Magyarhoni Földtani Társulat Elnöksége a European Federation of Geologists tagságból adódó kötelezettségek ellátására ötfős Nemzeti Ajánló Bizottságot (NAB) működtet a Magyarhoni Földtani Társulat keretében.

(2) A Nemzeti Ajánló Bizottság a European Geologist cím elnyeréséhez szükséges szabályzatban foglaltak és a Magyarhoni Földtani Társulat valamint a European Federation of Geologists szakmai-etikai szabályai szerint végzi munkáját.

(3) A Nemzeti Ajánló Bizottság elnöke a mindenkori Magyarhoni Földtani Társulat

Elnökség tagjaiból kerül kinevezésre, tagjai között a Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály felkért elnökségi tagjai, valamint az alkalmazott földtani területen dolgozó társulati tagok találhatók. Itt a teljes tagság kor-, nem és munkahely szerinti képviseletére kell törekedni.

(4) A Nemzeti Ajánló Bizottság tagjainak kinevezése a Magyarhoni Földtani Társulat Elnökségének feladata minden választási ciklusban a Választmány egyetértésével. Ugyancsak ez a testület dönt a lemondások elfogadásáról és az esetleges visszahívásról.

(5) A Nemzeti Ajánló Bizottság tagjai két egymást követő ciklusban újraválaszthatók.

(6) A Nemzeti Ajánló Bizottság tagjai maguk közül titkárt választanak. A titkár gondoskodik az adminisztratív ügyek viteléről, előkészíti a bizottsági üléseket és döntéseket.

(7) A Nemzeti Ajánló Bizottság munkájában a Magyar Mérnöki Kamara (MMK) társterületi (geotechnikai, bányászati, környezetvédelmi, stb.) Minősítő Bizottságai (MB) tanácskozási joggal képviselhetik magukat.

(8) A Nemzeti Ajánló Bizottság kidolgozza és a Magyarhoni Földtani Társulat Elnökségével jóváhagyatja, majd magyar nyelven közzéteszi Alapszabályát, a kérelmek beadásának és elbírálásának Ügyrendjét.

(9) A Nemzeti Ajánló Bizottság feladata a beérkezett pályázat teljességének és alkalmazásának a vizsgálata, és a European Federation of Geologists követelményeinek figyelembevételével, a szakmai referenciák, saját meglévő, vagy beszerzett információk felhasználásával a támogatás megadása, vagy megtagadása, illetve kiegészítésre való visszaadása.

(10) A Nemzeti Ajánló Bizottság szükség szerint, de évente legalább egyszer ülésezik, és állásfoglalását írásban közli a pályázóval.

(11) A Nemzeti Ajánló Bizottság állásfoglalása titkos, az érintetten kívül arról csak a Magyarhoni Földtani Társulat Elnökségét kell tájékoztatni. A támogatás megtagadása esetén a pályázó a Magyarhoni Földtani Társulat Elnökségnél betekinthet az iratokba, és a Magyarhoni Földtani Társulat Elnökséghez címzett beadványban fellebbezhet.

(12) A Nemzeti Ajánló Bizottság tevékenységéről évente írásos beszámolót készít melyet megjelentet a Földtani Közlönyben.

(13) A Nemzeti Ajánló Bizottság gondoskodik a European Geologist című folyóiratban a magyar vonatkozású beszámolókról, cikkekről, hírdetések megírásáról, megjelentetéséről

(14) A Nemzeti Ajánló Bizottság tevékenységével kapcsolatos pénzügyi műveleteket a Magyarhoni Földtani Társulat Titkársága végzi.

3. § Ügyrend

(1) Az Euro. Geol. címre szakterületől függetlenül a Magyarhoni Földtani Társulat minden teljes jogú, a földtan és a földtani ismereteket adó társtudományok legalább egyikében diplomát szerzett tagja pályázhat a European Federation of Geologists egyik hivatalos nyelven megírt pályázattal, melyhez mellékelnie kell a magyar fordítást. A pályázathoz szükséges formanyomtatvány és kitöltési útmutató a Magyarhoni Földtani Társulat Titkárságán szerezhető be.

(2) A megfelelően kitöltött és mellékletekkel ellátott pályázatot önálló, zárt borítékban a Nemzeti Ajánló Bizottságnak címezve kell eljuttatni a Magyarhoni Földtani Társulat Titkárságára.

(3) A beérkezett pályázatokat a Magyarhoni Földtani Társulat Titkársága bizalmasan kezeli, azokról nyilvántartást vezet és a Nemzeti Ajánló Bizottság titkárának továbbítja.

(4) A Nemzeti Ajánló Bizottság titkára begyűjti vagy bekéri a hiányzó adatokat és havonta tájékoztatja a Nemzeti Ajánló Bizottság elnökét a beérkezett pályázatok számáról, a megtett intézkedésekről. Az elnök kitűzi a Nemzeti Ajánló Bizottság soron következő ülését és dönt a napirendről.

(5) A Nemzeti Ajánló Bizottság akkor határozatképes, ha az elnök, a titkár és legalább két tag jelen van. Az Euro. Geol. cím megadását javasoló határozatnak egyhangúnak kell lennie.

(6) Az elbírálás során a Nemzeti Ajánló Bizottság szakértőket kérhet fel és a pályázót is meghallgathatja. Ez utóbbi esetben a pályázót értesíteni kell a meghallgatás okáról.

(7) A Nemzeti Ajánló Bizottság döntései titkosak, a döntést nem kell indokolni. A pályázókat a döntést követő 30 napon belül a titkár írásban értesíti az eredményről. A határozat egy példányát megküldi a Magyarhoni Földtani Társulat Elnökségének. A sikeres pályázatok publikálásának joga a European Federation of Geologistsé. A pályázat elutasítása esetén nemzeti szinten egyszeri, a Magyarhoni Földtani Társulat Titkárságánál benyújtott fellebbezésnek van helye. A fellebbezés sorsáról a Magyarhoni Földtani Társulat Elnöksége következő ülésén dönt.

(8) A fellebbezési ügy tárgyalására a pályázót vagy törvényes képviselőjét meg kell hívni.

Amennyiben a pályázó nem fogadja el a Magyarhoni Földtani Társulat Elnökségének határozatát akkor személyesen és közvetlenül a Registration Committee of European Geologists-hoz fordulhat jogorvoslatért.

(9) A Nemzeti Ajánló Bizottság eljárása díjköteles. A díjat a Magyarhoni Földtani Társulat Elnöksége határozza meg, és azt a Magyarhoni Földtani Társulat javára kell a pályázónak postai csekken befizetnie, és a pályázat benyújtásával egyidejűleg a befizetett összeget igazolni. A befizetett díj nem igényelhető vissza. A fellebbezés díjfizetés szempontjából újabb pályázatnak minősül.

(10) A Magyarhoni Földtani Társulat az Euro. Geol. cím európai bejegyzetéseért továbbítja a sikeres pályázat eredményét a European Federation of Geologists-nek.

(11) Az Euro. Geol. cím érvényessége három év és ennek használatáért a nyertesnek a European Federation of Geologists által meghatározott összeget kell fizetnie. A három éves időtartam meghosszabbítható.

4. § Kiegészítő rendelkezések

(1) A pályázó közvetlenül is folyamodhat a Registration Committee of European Geologists-hoz a közte és a Nemzeti Ajánló Bizottság közötti bármilyen nézeteltérés esetén, aki a végleges döntést meghozza.

(2) Amennyiben a Nemzeti Ajánló Bizottság eltér az Alapszabályában és Ügyrendjében előírtaktól akkor a pályázó a Magyarhoni Földtani Társulat Etikai Bizottságán keresztül a Magyarhoni Földtani Társulat Elnökségéhez fordulhat.

(3) A Nemzeti Ajánló Bizottság feladatainak, Alapszabályának és Ügyrendjének a megállapítása a Magyarhoni Földtani Társulat Elnökségének joga, de annak elfogadásához, módosításához a European Federation of Geologists jóváhagyását ki kell kérnie.

(4) Jelen Alapszabályban és Ügyrendben nem meghatározott kérdésekben egyedül a Magyarhoni Földtani Társulat Elnökségének van döntési joga.

(5) A szöveg bármely értelmezésénél egyedül a magyar nyelvű szöveg a hivatalos.

Statutes and Regulations of the National Vetting Committee (NVC) of the title European Geologist

1. § General part

(1) The Hungarian Geological Society (HGS) is the regular member of the European Federation of Geologists (EFG) and it represents Hungary in the Federation.

(3) (2) The Hungarian Geological Society is entitled to submit proposals to the responsible Committee of the EFG (Registration Committee of European Geologist) to award the title European Geologist (Euro. Geol.) established by the EFG.

(5) (3) The members awarded by the title EG enjoy the moral support of the national association, they can rely on more favourable treatment in EFG member states considering employment and working as expert.

(7) (4) All those complying with the annexed requirements of the EFG and enjoying the support of the Hungarian Geological Society are entitled to apply for the title Euro. Geol.

(9) (5) The list of candidates awarded by the title Euro. Geol. is regularly published by the EFG in its quarterly proceedings entitled European Geologist.

(11) (6) The Presidency of the Hungarian Geological Society assumes that the fields where candidates are most expected to acquire the title Euro. Geol. include engineering geology, civil engineering, environmental geology, hydrogeology, petroleum geology, and prevention of geohazards but they are not restricted to them. Consequently, mentioned the National Vetting Committee (NVC) consists of professionals of the above disciplines.

2. § Statutes

(1) In order to comply with its duties as a member of the European Federation of Geologists (EFG), the Presidency of the Hungarian Geological Society (Hungarian Geological Society) operates a five-member National Vetting Committee (NVC) under the auspices of the Hungarian Geological Society.

(3) (2) The NVC performs to duty in accordance with the regulations of awarding the title European Geologist and the professional-ethics of the Hungarian Geological Society and the EFG.

(5) (3) The president of the NVC is appointed invariably from the Presidency of the Hungarian Geological Society. Its members are invited members of the Presidency of the Section for Engineering Geology and Environmental Geology, as well as members of the Society engaged in the field of applied geology. They represent the widest possible range of the members considering age, sex and affiliation.

(7) (4) Appointment of the members of the NVC is delegated to the Presidency of the Hungarian Geological Society in each election period in agreement with the Council. The same body makes decisions on accepting resignations or eventual recall.

(9) (5) Members of the NVC may be elected for two consecutive cycles.

(11) (6) Members of the NVC elect a secretary from their rank. The secretary is responsible for the management of administrative issues, he takes care of preparing committee meetings and decisions.

(13) (7) The Qualifying Committees (QC) of associate disciplines (geotechnical, mining, environmental geological, etc.) of the Chamber of Hungarian Engineers (CHE) are authorised to participate in the work of the NVC on a consultative level.

(15) (8) The NVC elaborates its Statutes and the Regulations of submission and evaluation of applications. Subsequently, the NVC submits them to the Presidency of the Hungarian Geological Society for approval and publishes them in Hungarian.

(17) (9) The NVC is responsible for examining the completeness and suitability of the submitted application, as well as for providing or refusing support in compliance with EFG requirements and relying on professional references, as well as on proper, available or acquired information or for returning it for completion.

(19) (10) The NVC holds a session as required, but at least once a year, and it informs the applicant on its decision in writing.

(21) (11) The decision of the NVC is confidential. Apart from the applicant it has to be communicated only to the Presidency of the Hungarian Geological Society. In case of refusing support, the applicant is authorised to examine the file in the Presidency of the Hungarian Geological Society and to submit an appeal addressed to the Presidency of the Hungarian Geological Society.

(23) (12) The NVC prepares an annual report on its activities published in the *Földtani Közönlöny* (The official quarterly journal of the HGS).

(25) (13) The NVC takes care of composing and publishing Hungarian-related reports, articles and advertisements in the journal *European Geologist*.

(27) (14) Financial transactions related to the activity of the NVC are executed by the Secretariat of the Hungarian Geological Society.

3. § Regulations

(1) Regardless of professional field, all members with full power of the Hungarian Geological Society having at least one degree in geology or associate disciplines providing geological knowledge are authorised to submit an application for the title Euro. Geol. written in one of the official languages of the EFG with Hungarian translation annexed.

(4) (2) The properly completed application with the annexes attached is to be sent in a separate, sealed envelop to the Secretariat of the Hungarian Geological Society addressed to the NVC.

(6) (3) The received applications are treated confidentially by the Secretariat of the Hungarian Geological Society that registers them and transfers to the Secretary of the NVC.

(8) (4) The Secretary of the NVC collects and asks for the missing data to be sent in and informs monthly the president of the NVC on the number of the received applications and the measures taken. The president convenes the next meeting of the NVC and defines its agenda.

(10) (5) The NVC is capable of making decisions provided the president, the secretary and at least two members are present. The decision supporting the application for the title Euro. Geol. must be unanimous.

(12) (6) The NVC may hire experts for the evaluation procedure and it can also invite the candidate to a hearing. In the last case the applicant has to be notified on the reason of the hearing.

(14) (7) The decisions of the NVC are confidential, they do not have to be justified. The secretary notifies the applicants on the result in writing within 30 days after the decision. He dispatches one copy of the decision to the Presidency of the Hungarian Geological Society. The EFG is authorised to publish the successful applications. In case of refusal the applicant has the right to appeal once on

national level to be submitted to the Secretariat of the Hungarian Geological Society. The Presidency of the Hungarian Geological Society makes a decision concerning the appeal in its next meeting.

(16) (8) The applicant or its legal representative has to be invited to the debate of the appeal. Provided the applicant does not accept the decision of the Presidency of the Hungarian Geological Society, he may turn directly and personally to the Registration Committee of European Geologist for legal redress.

(18) (9) The NVC charges a certain fee for the procedure. The related amount is determined by the Presidency of the Hungarian Geological Society. The applicant has to pay it on the account of the Hungarian Geological Society in postal cheque and he has to verify the paid amount simultaneously with the submission of the application. The paid fee cannot be reclaimed. With regard to payment the appeal is considered as another application.

(20) (10) The Hungarian Geological Society forwards the result of the successful application to the EFG for the European registration of the title Euro. Geol..

(22) (11) The title Euro. Geol. is valid for 3 years and the successful applicant has to pay for its use the amount determined by the EFG. The three year period may be prolonged.

4. § Complementary instructions

(1) The applicant may turn directly to the Registration Committee of European Geologist for final decision in case of any disagreement between him and the NVC.

(3) (2) If the NVC deviates from the principles fixed in its Statutes and Regulations, the applicant may turn to the Presidency of the Hungarian Geological Society through its Committee of Ethics and Conduct.

(5) (3) The Presidency of the Hungarian Geological Society is entitled to determine the tasks, Statutes and Regulations of the NVC but it has to request the approval of the EFG for endorsement and modification.

(7) (4) The Presidency of the Hungarian Geological Society reserves the sole right to make decisions in questions not specified in the present Statutes and Resolutions.

(5) In any interpretation of this text its Hungarian version is the only official document.

Vulkanológiai tanfolyam 2001. július 12-15.

A Magyar Állami Földtani Intézet Térképezési Főosztálya által szervezett tanfolyam négy napos szakmai programját NÉMETH Károly, az Otago Egyetem (Új Zéland) PhD hallgatója vezette. A különböző egyetemokről és főiskolákról, valamint az intézetből verbuválódott harminchét fős hallgatóság az első két napon előadásokat hallgatott a vulkanoklasztikok nevezéktana, az aktív vulkáni folyamatok aktuálgeológiai vizsgálata, a mono- és poligenetikus vulkanizmus jelenségei, a vulkáni területek lepusztulásával járó üledékképződés és a víz alatti vulkanizmus tárgykörében. Az előadások rövid tartalma, a bemutatott ábrák és diák részben a kéziratos előadásjegyzet, részben az ahhoz tartozó CD formájában jelenleg is beszerezhető a Földtani Intézet könyvtárában (tel.: 251-2678).

A tanfolyam második két napja terep- gyakorlatlalt telt, amelynek során a Balatonfelvidék és a Kisalföld bazaltfeltárásaival ismerkedtek meg a résztvevők.

BUDAI Tamás

Aggregate 2001 – Environment and Economy. Helsinki, 2001. augusztus 4–12.

Az IAEG (Mérnökgeológusok Nemzetközi Egyesülete) által rendezett konferencia témája az építőipari ásványi nyersanyagok iránt világszerte növekvő kereslet, az ezek kitermelésével járó környezeti és gazdasági hatások elemzése volt.

A konferenciát 6 szekcióban rendezték meg. A különböző szekciókhoz (Az építőanyagok geológiája; Az építőanyagok osztályozása; Hasznosítható anyagok tesztelése; Az építőanyagok ásványtani vizsgálata; Az építőanyagok bányászatának környezeti hatásai; Az építőanyagok jelentősége a nemzeti gazdaságokban) részben előadások, részben poszterek tartoztak, de mindkét formájú publikációt részletes cikk formájában is bekérték, és a konferencia-kiadványban közzé is tették. A három napig tartó előadásorozaton a hivatalos nyelv az

angol volt, s minden szekcióban nagy számú előadás hangzott el, s számos poszter került bemutatásra. A konferencia résztvevői 33 országot képviseltek, összesen mintegy 130 kutató és gyakorlati szakember volt jelen, jó szakmai anyagokat ismertette.

Magyarországot két kutató képviselte. BODNÁR Erika számítógépes bemutatóval színesített előadása (Utilization of Quaternary Gravel Deposits in the Budapest Region) a konferencia harmadik napján hangzott el („Az építőanyagok jelentősége a nemzeti gazdaságokban” című szekcióban). CHIKÁN Géza posztere (Genetics and Utilization of Gravel Deposits in the Mecsek Mountains) az első szekcióban került kiállításra („Az építőanyagok geológiája”), s a konferencia legjobb posztere minősítését és díját kapta. A résztvevők kiutazását az Oktatási Minisztérium Kutatás-Fejlesztési Helyettes Államtitkársága, a Földtani Intézet és a Kavics-Union Kft. támogatta.

A konferenciához két kirándulás kapcsolódott, az egyik DK-Finnország jelentős autópálya-beruházásait s a hozzá kapcsolódó építőanyag-bányászati munkálatokat mutatta be, a másik kiránduláson, amelynek végső állomása Turku volt, DNy-Finnország építőkö- és kavicsbányászatának jelentősebb létesítményeit ismertették meg.

CHIKÁN Géza

SZEMÉLYI HÍREK

Elhunyt tagtársaink

2000: RAVASZ Csaba
 2001: HORVÁTH Anna
 KOVÁCS József
 RAVASZNÉ BARANYAI Lívია
 HAJDU MOHAROS József
 PÁLFY József (szül. 1922)

Emlékünkben és munkáikban tovább élnek.

Kitüntetettjeink

A Magyar Természettudományi Társulat Elnöksége BREZSNYÁNSZKY Károlynak, a Magyar Állami Földtani Intézet igazgatójának kiemelkedő társulati munkásságáért 2001. június 19.-én a 2000. évben alapított BUCÁT Pál – SZENTÁGOTHA János emlékermet adományozta.

A Magyar Állami Földtani Intézet által kiadott GYALOG László és HORVÁTH István tagtársaink által szerkesztett „A Velencei-hegység földtani térképe” kiadvány elnyerte a Magyar Térképészeti Egyesület 2000. évi Szakmai Díját.

* * *

Habilitáció: KOZÁK Miklós
 Időpont: 2001. március 30.

Cím: Kubai vulkáni szigetív és atipikus orogén tektonosztratiográfiai-tektonomagmagenetikai rekonstrukciója és Kárpát-medencei tanulságai

KÖNYVISMERTETÉS

CZIER Zoltán: Macroflora Liásica din Romania cu privire speciala asupra Padurii Craiului

(Románia liász makroflórája különös tekintettel a Királyerdő hegységre)

A 2000-ben megjelentetett könyv tisztán, átláthatóan megszerkesztett, teljességre törekvő összefoglaló munka.

Listába foglalja a Románia területéről ismert lelőhelyeket, értékelni őket kutatástörténeti, majd geológiai, szerkezeti helyzetük szerint.

Pontos rétegtani leírást ad a Királyerdő területéről ismert lelőhelyekről, ábrákkal és térképekkel, majd a kutatási módszerek ismertetése után Románia eddig ismert liász makroflóra listáját közli.

A következőkben részletes taxonómiai leírást ad a fontosabb leletekről, jól érthető rajzokkal és kicsit gyenge minőségű fotókkal (amit feltehetően sokkal inkább nyomdatechnikai problémák okoznak).

Ezután a paleoflóra általános ismertetését adja a liász emeleteire tagoltan, a lelőhelyek ismertetésével, táblázatosan is taxonszám és példányszám szerint.

A paleovegetáció általános jellemzése után tafonómiai és paleoökológiai következtetéseket von le, melyeket rekonstrukciós vázlatlalt és táblázatos összesítéssel támaszt alá. Utána ismerteti a fitosztratiográfiai biozónákat, majd a romániai liász makroflóra tér- és időbeni kapcsolatait tárgyalja, táblázatos összefoglalásokkal és térképekkel illusztrálva. A továbbiakban, a florisztikai elemek százalékos megoszlása alapján a flóra eredetéről új paleofitogeográfiai értelmezést ad, ábrák és táblázatok segítségével. A végkövetkeztetések után, amiből számunkra a legfontosabb, hogy a somkolyosi (Királyerdő-beli) paleobiótóp szigetre jellemző és nagyobb

hasonlóságot mutat a mecsekivel, mint a Románia többi lelőhelyeivel, részletes irodalomjegyzék, taxonómiai jegyzék, szerzői névjegyzék, majd a táblamagyarazók következnek. Végül, de nem utolsósorban elég bő (három oldalas) angol ismertetés zárja a könyvet, ami nagyon fontos a jobb megértés szempontjából, habár a táblázatok jól értelmezhetőek a román nyelv ismerete nélkül is.

Végül még egyszer hangsúlyoznám, hogy egy nagyon hasznos összefoglaló munkát kaptunk, amit egyformán jól használhatnak a jurával foglalkozó szakembereken kívül azok is, akik paleogeográfiai rekonstrukcióval és nagyteknikával foglalkoznak.

RÁLISCH Lászlóné

Magyar bányászat évezredes története (III.)

főszerkesztő: BENKE István – RÓMAI Kiadó

A honfoglalás 1100. évfordulója méltó alkalom volt arra, hogy megjelenjen a Magyar Bányászat Évezredes Története I. és II. kötete, egy olyan időben, amikor a magyar bányászat már alig érte el a korábbi évek termelésének egyharmadát, kihasználva azt az utolsó lehetőséget, amikor még a bezárt üzemek pusztuló irattárai rendelkezésre álltak az adatok megszerzésére.

Az I. kötet a honfoglalástól az 1990-es évekig ad összefoglalót a magyar bányászat történetéről, a legfontosabb gazdasági és technológiai korszakokat kiemelve, sok esetben mozaikszerűen, de részletes irodalmi hivatkozásokkal lehetőséget adva a kutatók vagy érdeklődők számára a bővebb ismeretek, vagy műszaki, gazdasági adatok megszerzésére.

A II. kötet azoknak a bányavidékeknek, vállalatoknak, bányászathoz kapcsolódó intézményeknek a történetét tartalmazza, amelyek az ország jelenlegi területén vannak, vagy működtek. Egy fontos gazdasági és műszaki statisztikai adatokat is tartalmaz, amelyek a jövő kutatói számára fontos forrásként szolgálhatnak. Az I. és II. kötet a kiadás után fél évvel csaknem teljes egészében gazdára talált. Ez ösztönözte a szerkesztőbizottságot arra, hogy folytassa az „értékmentő” munkát a III. kötet anyagának összegyűjtésével és nyomdai előkészítésével.

Az évezredes magyar bányászat nemcsak az ország társadalmi és gazdasági alapjaira volt hatással, de lényegesen befolyásolta művészeti, és kulturális életet, alakította, formálta a bányászok hit és hiedelem világát, szokásait.

A bányászat nemcsak azért volt jelentős társadalomformáló tényező, mert ebben a szakmában a hagyományok a tradíciók évszázadokon keresztül fennmaradtak, sok esetben apáról fiúra szálltak, egy-egy szép emléktárggyal, fokossal, ruhadarabbal, hanem a szokások is alig változtak. A 18. századtól a bányavállalatok fontos szociális és kultúraterjesztő szerepet is felvállaltak iskolák, templomok, ispotályok építésével. E harmadik kötet a magyar bányászat szellemi és kulturális örökségét gyűjtötte össze és örökölte meg az utókor számára, mivel számos példa van arra az egész világon, hogy egy vidék bányászatának megszűnésével a településekkel és városokkal eltűnnek az évszázadok során kialakult nemzeti hagyományok, örökségek is.

A kötet 11 fejezetben mutatja be az évezredes magyar bányászat kulturális és művészeti örökségét.

Az első, legterjedelmesebb fejezetnél nehéz lehetett a határ meghúzése, amelynél egy-egy mű még szépirodalmi kategóriába sorolható, különösen az értékes, de szociológiai munkák válogatásánál.

A II. fejezetben olvasható képzőművészeti alkotások méltatására, ismertetésére sajnos csak kevés lehetőségük maradt. Fontosabbnak tartottuk felsorolni, számbavenni tételesen a bányászattal kapcsolatos alkotásokat.

Meglepő, gazdag leltárt sikerült közé tenni annak ellenére, hogy a bányászat kiemelkedő termelésének időszakában, az akkori rendszert képviselő alkotásokból, amelyekkel tele volt minden üzemi iroda, csak rövid válogatást tudtak adni.

A III. fejezetben a bányászati érmeik és plakettek ismertetésénél a szerzők elsősorban a művészeti szempontból értékesebb alkotásokból válogattak a mai kornak és szakmai előírásoknak megfelelő jelzésekkel.

A IV. fejezetben először történik kísérlet arra, hogy az utóbbi évtizedekben nagy számban megjelent nótáskönyvek mellett átfogó értékelést adjanak a magyar bányászat teljes zenei világáról.

Az V. fejezetben, a magyar bányászat néprajzi témájú fejezetében a szerzők egy teljes külön kötetre való anyagot gyűjtöttek össze.

A bányaváros és családi címereket ismertető VI. fejezet a dokumentációs értékek mellett, a hagyományaink bemutatásával segítséget nyújt korunkban újra elterjedt címerkultusznak az ezzel kapcsolatos szakmai múltunk bemutatásával.

A bányászati motívumú bélyeggyűjtőknek igen nagy tábora van a világon és az országban. A fejezet célja nemcsak ennek az érdeklődési körnek a kielégítése, hanem a bélyegek történelmi, tudományos és szakmai vonatkozásainak a bemutatása.

A VIII. fejezetben először olvashatunk egy átfogó ismertetőt a bányászati múzeumokról és gyűjteményekről. Kevésbé volt ismeretes, hogy gyűjteményekben is ilyen gazdagok vagyunk. Bár néhány gyűjtemény muzeális értéke nem nagy, de hűen tükrözi egy-egy bányavidék azon törekvését és szakmai szeretetét, amellyel a bányászati emlékeik megőrzésnek érdekében kifejtettek különösen azokon a helyeken, ahol már a bányászati tevékenység megszűnt.

A IX. és X. fejezet a bányászati kultúránk értékes és érdekes részét örökíti meg azzal a céllal, hogy az újabb alkotásoknál a tervezők elsősorban a hagyományainkra támaszkodjanak.

A XI. fejezetben először találunk összefoglalót a diákhagyományainkról, azok eredetéről, a felsőoktatásunk történetének kiemelkedő mozzanatairól, aminek a dokumentációja, közreadása azért is időszerű, mivel az eltörpülő bányászati felsőoktatás mellett ma már egy 11 000 hallgatói létszámú egyetem tartja jogelődjének a selmeci Alma Matert.

Azt hiszem mindnyájunk részére meglepő, de örömteli, hogy a bányászat kulturális hagyományai is ilyen gazdagok vagyunk, amit most államilag alapításunk 1000. évfordulója alkalmából kézhez kaptunk.

A könyv főszerkesztője BENKE István, szerkesztői BIRCHER Erzsébet, Dr. h.c. dr. FALLER Gusztáv és dr. KUN Béla voltak.

A könyv korlátozott példányban 5500.- Ft/db áron megrendelhető az OMBKE Titkárságán (1027 Budapest, Fő u. 68. tel./fax: 201-7337)

A 780 oldal terjedelmű, 60 színes melléklettel (67,55 a/5 iv) műbőr kötésben készült könyv a RÓMAI Kiadó és Nyomdaipari BT dolgozóinak munkáját dicséri.

HORN JÁNOS

Pasado, presente y futuro. Colaboración geológica entre Hungría y Cuba
(Publicación en homenaje a dr. Elemér Nagy)

Kiadta a Magyar Állami Földtani Intézet 2000-ben 199. sz. alkalmi kiadványaként, 90 oldal terjedelemben. Szerkesztő: KÖRPÁS László

Ez a spanyol nyelvű könyv (magyarul: Múlt, jelen és jövő. Földtani együttműködés Magyarország és Kuba között) az előszóval együtt 13 tanulmányt foglal magába és kiterjed az 1962–2000 közötti (közel négy évtizedes) együttműködésre. Az előszót – méltató sorokkal – Alfredo LEÓN ALVAREZ a Kubai Köztársaság magyarországi nagykövete írta. Ezt követően KÖRPÁS László a Magyar–Kubai Baráti Társaság főtitkára „Mi történt Kubában 1990 után?” címmel a „különleges” időszakról, főként a kubai földtani és ásványi nyersanyagkutatások területén bekövetkezett változásokról ad áttekintést. BREZSNYÁNSZKY Károly a MÁFI igazgatója „A magyar-kubai földtani kapcsolatok 1990 előtt és után” c. tanulmányában felvázolta az együttműködés folyamatát és fontosabb eseményeit. Az alábbi cikkek a fontosabb eseményekkel részletesebben foglalkoznak: NAGY Elemér (expedícióvezető): „Az első magyar-kubai földtani térképező expedíció (1972–1976, Oriente 1:25 000)” c. rövid ismertetésében utal az eredményekről 1983-ban megjelent 273 oldal terjedelmű tanulmánykötetre. Ezt követően Orientében két területen részletesebb térképezés történt. Az Holgin környéki működésről „A második magyar-kubai földtani térképező expedíció (1983–1989, Holgin, 1:50 000)” címmel PENTELENYI László (expedícióvezető) adott összefoglalást, GYARMATI Pál (expedícióvezető) pedig „A harmadik magyar–kubai földtani térképező expedíció (1987–1990, Guantanamo, 1:50 000)” eredményeit ismertette.

FÖLDESSY János (nyersanyagkutató geológus) „Aranyat kutattam Kubában, ill. három nemzet füstbe ment terve” címmel foglalja össze „hogyan és mit vesztett Kuba, Magyarország és Ausztrália a Holgin környéki aranykutatásokban”. CSILLING László (geológus szakértő) „A magyarok munkája a Földtani Adattárban” c. írása a kubai adattár történetét foglalja össze. KÖRPÁS László „Rendhagyó leltár” címmel felvázolta, hogy hol járt, mit látott, ill. hogy mit köszönhet Kubának. Enrique SIERRA SÁNCHEZ, a kötet kolumbiai származású nyelvi lektora, arról írt, hogy milyen érzéseket váltottak ki belőle a magyar szerzők írásai. Ezt követően KOVÁCS P.

Gábor, KÖRPÁS L. (geológusok) „Magyar földtudományi szakértők Kubában 1962 és 2000 között” cím alatt kimutatást adtak a magyar kutatók Kubában töltött éveiről és elemezték publikációs tevékenységüket. Felsorolták a 10 legtöbbet publikáló nevét is: NAGY E. (41) BREZSNYÁNSZKY K. (29), RADÓCZ Gy. (29), KÖRPÁS L. (20), KOZÁK M. (19), ANDÓ J. (15), JAKUS P. (12), GYARMATI P. (10), KOVÁCS P. G. (9), CSILLING L. (8). Kapcsolódó összeállításként KOVÁCS P. G. „A magyar szakértők hozzájárulása Kuba földtani ismeretességéhez: Publikációjegyzék” címmel rövid bevezető után felsorolta a magyar kutatók önálló, vagy kubai társszerzőkkel közreadott 196 tanulmányát. Ezek után annak a két oklevélnek a másolata szerepel a kötetben, amelyek szerint 1998-ban a Kubai Földtani Társulat BREZSNYÁNSZKY Károlyt és KÖRPÁS Lászlót tiszteleti tagjának választotta. Végül KÖRPÁS László 1,5 oldalas magyar nyelvű összefoglalásában, ismerteti e cikkgyűjtemény sajátos arculatát (tanulmányok, történeti visszamemlékezések, személyes emlékek és kommentárok, dokumentumok).

A könyv szép kiállítású és tartalmas tükrö a magyar szakemberek kubai tevékenységének, de a sokat ígérő cím alapján hiányolható egy bevezető rész, amely többek között említhette volna, hogy a kubai-magyar együttműködés virágzó első húsz éves történetéről 1986-ban már megjelent egy spanyol- és 1987-ben egy magyar nyelvű cikkgyűjtemény. Szívesen olvastam volna összefoglalást arról is, hogy a magyar földtudományi szakemberek milyen együttműködések, ill. szerződéses alapján dolgoztak Kubában, pl. a könyv egyik táblázatában és az irodalmi felsorolásban látható, de lényegében a cikk egyikében sem szereplő karszt, barlang stb. tevékenységek milyen együttműködés keretében tartoztak. Említeni lehetett volna több elismerő kitüntetést is.

Végezetül azt kívánom még hozzátenni, hogy közel négy évtizedes eredményes együttműködésben magyar részről „132 földtudományi szakember közel 270 évet dolgozott” Kubában.

RADÓCZ Gyula

SÜMEGI Pál: *A negyedidőszak földtani és öskörnyezeti alapjai*

JATEpressz, Szeged 2001, 262 p. A Művelődési és Közkultúrati Minisztérium Támogatásával B/5-ös formában megjelent egyetemi tankönyv.

A szerző rendkívül nagy irodalmi ismeretekkel és saját kutatási eredményekkel rendelkezve készítette el a könyvét. Munkájának elkészítésében nagy segítségére volt gazdag nemzetközi szakmai kapcsolata is. Előszavában kifejti, hogy kik voltak azok, akikkel az évek során együtt dolgozott és munkájában segítettek. Egyben köszönetét fejezi ki nekik.

A könyv négy fő fejezetre oszlik. Az első bevezető fejezetben a negyedidőszak tárgykörét határozza meg, valamint a fogalom fejlődését és a magyarországi negyedidőszak-kutatás történetét ismerteti.

A második fejezet a negyedidőszak időkereteivel foglalkozik. Tulajdonképpen a negyedidőszak kormeghatározási módszereit adja: a radiokarbon, termolumineszcens, elektrospin rezonancia, urán, kálium/argon dendrokronológia, zuzmónövedekési arány, ritmit-kronológia, tefrakronológia, paleomágneses- és aminosav kronológiai módszereket.

A harmadik fejezet „Öskörnyezeti vizsgálatok és értékelésük őshajlalti, paleoökológiai, paleobiogeográfiai és rétegtani szempontból” címet viseli. Ennek első részében a negyedidőszaki öskörnyezeti vizsgálatok elvi alapjait fejt ki, majd a negyedidőszak eljegesedési, illetve lehülési okaira tér ki. Itt a légkörfizikai modellt és annak geológiai és öslénytani bizonyítékait ismerteti. Ugyancsak ebben a fejezetben írja le az élővilág környezetjelző szerepét. A foraminiférák, a kovamoszatok, a mohamaradványok, a makroszkópos és mikroszkópos növénymaradványok, többek között a pollen, a fosszilis kutikula, a növényi opál (fitolit), valamint a Mollusca, rovar, Ostracoda és gerinces fauna öskörnyezeti ilyen irányú szerepét.

A negyedik fejezet a negyedidőszaki környezet-rekonstrukciós módszerekre tér ki és ad példákat. Ismerteti a mintavételt és a mintagyűjtést a paleoökológiában. Kitér az egyes üledékes környezetek, így a tengeri, a tavi, a lápi és a mocsári öskörnyezetek ismertetésére, illetve azokra mint információ-hordozókra. Ezt követően a löszöknek és a fosszilis talajoknak a paleoökológiai rekonstrukciós szerepét fejt ki. A fejezet további részében a barlangok üledék-

gyűjtő jelentőségére mutat rá, valamint a tektonikus medencék helyi üledécsapkákat kitöltő folyóvízi üledékeinek, mint öskörnyezeti rekonstrukciós eszközöknek a jelentőségét hangsúlyozza. Végül a jégtakarókból, a jéggel kitöltött barlangokból és üregekből származó speciális földtani és ősegghajlati adatokat veszi sorra. A könyvet a negyedidőszaki globális események kifejtésével zárja.

A könyvet jól válogatott, szemléletes 79 db ábra kíséri.

A magyar geológusok közül is, amióta a Föld felmelegedéséről van szó, egyre többen foglalkoznak a negyedidőszakkal. Ez a könyv jelentős segítséget ad mind a tájékozódásban, mind pedig a kutatási módszerek elsajátításában. Az egyetemi hallgatók számára pedig a témakörben alapvető oktatási segédanyag.

MOLNÁR Béla

NAGY Mihály: Színek, fények és formák az ásványok világában

Államiságunk ezredfordulóján látott napvilágot Dr. NAGY Mihálynak a Debreceni Református Kollégium Gimnáziuma volt igazgatótanárának könyve, amely a patinás iskola birtokában lévő SZÓNYI-féle ásványgyűjteményt mutatja be. A kiadvány egyben tisztelegni kívánt a nagy múltú Kollégium diákjai számára ez évben megrendezett I. világtalálkozó alkalmából.

A szerző hosszú időn át gazdája volt a háborús károkat szenvedett, ma már védett kollekcio fáradtságos újrendezési és kiállítási munkájának. Az értékmérés során vált a gyűjtemény kitűnő ismerőjévé. Könyvében KULCSÁR Géza és SZAKÁLL Sándor 100 színes fotóját felhasználva vonzóan illusztrált bemutatót állított össze a leglátványosabb példányokból a Dana-féle rendszer szerint csoportosítva azokat. E kiadvány azonban sokkal több egyszerű bemutatásnál. A téma iránt régóta elkötelezett szerző kevéssé közismert kortörténeti dokumentumok

felvonultatásával egyben méltó emléket állított a gyűjteményt egykor ajándékozó SZÓNYI Pál (1808–1878) szinte egész életművének is.

SZÓNYI, akinek nevét ma a Debreceni Ásványgyűjtő Kör viseli, mint a Debreceni Kollégium egykori diákja, majd tanára, a TISZA fiúk nevelője, később országos híru oktatásügyi reformer, miniszteri tanácsos, 1846-tól akadémiai levelező tag, 1850-ben iskolaalapító, 1851–1858 között a pár éve alakult Természettudományi Társulat elnöke, sokszorosan beírta nevét a hazai oktatás- és művelődéstörténetbe.

A pedagógiai és többek között új kristálytan oktatási módszereiről egyaránt híressé vált, nagy műveltségű SZÓNYI a történelmi Magyarország és más európai országokban, köztük Ausztriában és Németországban tett utazásai során nem csupán vásárlója, de gyűjtője is volt az ásványritkaságoknak. Végredeletében a Kollégiumra hagyta 33 000 darabból álló hatalmas gyűjteményét azzal a megkötéssel, hogy a legszebb példányok megőrzése mellett (6300 db) az anyag nagy része szétosztandó a református egyházkerület iskolái között. Az értékes hagyaték átvételében olyan neves személyek működtek közre, mint a geológiában és az ásványgyűjtők körében jól ismert NEDTWITH Károly, SZABÓ József, KRENNER József és FAUSER Antal. Később e gyűjtemény egyes darabjai alapozták meg a Debreceni Tudományegyetem Ásvány- és Földtani Tanszékének azóta tovább bővült kiállítási anyagát.

A 112 oldal terjedelmű, jegyzetekkel, kislexikonnal és névmutatóval ellátott színes technikával nyomtatott könyv az ásványok és a klasszikus lelőhelyek felvonultatása mellett érdekes képeket villant fel a Református Kollégium és a XIX. századi Magyarország életéből.

KOZÁK Miklós

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 megjelentetéséhez 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 javaslata alapján 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.

Földtani Közlöny 131/3–4, 2001

Tartalom — Contents

BREZSNYÁNSZKY Károly: Elnöki megnyitó	311
CSÁSZÁR Géza: Közhasznúsági és főtítkári jelentés a Magyarhoni Földtani Társulat 2000. évi tevékenységéről	313
BÁRDOSY György, ÁRKAI Péter, FODOR János: A bizonytalan halmazok elméletének alkalmazása röntgen diffraktométeres ásványtani fázisanalízis eredményeinek értékelésére – <i>Application of the fuzzy set theory to the quantitative phase analysis of rocks by X-ray diffractometry</i>	331
SZIVES Ottília: A tatai apti-alsó-albai ammoniteszek tafonómiája – <i>A taphonomic interpretation of the Aptian–Lower Albian ammonites of Tata, Hungary</i>	343
ÓSI Attila: Középső-eocén teknősleletek Nyíres-pusztáról (Déli-Bakony) – <i>Middle Eocene turtles from Nyíres-puszta (Bakony Hills, Hungary)</i>	353
PÜSPÖKI Zoltán: Szekvenciásztratiográfiai vizsgálatok a Kelet-borsodi-medence déli részén (Tardona-dombság) – <i>Sequence stratigraphic research in the southern part of the East Borsod Basin (Tardona Hills)</i>	361
VARGÁNÉ BARNÁ Zsuzsa, SZENTPÉTERY Ildikó: Alginites rétegsor a Rudabányai-hegység DK-i oldalán húzódo tektonikus zónában – <i>Alginite-bearing sequence in a tectonic zone, south-eastern part of the Rudabánya Hills</i>	385
RETHY Károly: Nagybánya vidéke értelepeinek ásványvilága – <i>On the Minerals of the Nagybánya (Baia Mare) Ore District</i>	397
BALI Enikő, SZABÓ Csaba, TORÓK Kálmán, ORLANDO VASSELLI: Karbonáttartalmú és karbonátmentes szilikátolvadék-csomók jelentősége a felsőkőpenyben a Szentbékálai köpenyeredetű ultrabázisos zárnyalók példáján – <i>The significance of carbonate bearing and carbonate-free silicate melt pockets in the upper mantle: a case study on ultramafic xenoliths of Szentbékálilla</i> ...	415
KOLOSZÁR László, LANTOS Miklós, CHIKÁN Géza: A Görgeteg G–I és az Udvari U–2A fúrások negyedidőszaki képződményeinek párhuzamosítása – <i>Correlation of the Quaternary sediments in the Görgeteg G–I and the Udvari U–2A boreholes</i>	443
Ferenc ZSEMLE, Kálmán TORÓK, Sándor JÓZSA, Miklós KÁZMÉR: Granulite pebbles from the Upper Pleistocene terrace of the Danube at Délegyháza, Hungary – <i>Granulit kavicsok a Duna felsőpleisztocén teraszából (Délegyháza)</i>	461
MOLNÁR Béla, Ursula SCHNEIDER-LÜPKES: Az időszakos Péteri-tó (Kiskunsági Nemzeti Park) keletkezése és üledékképződése – <i>Evolution and sedimentation of the seasonal Péteri Lake at Kiskunság National Park</i>	475
KALMÁR János, KUTI László, SZENDREINÉ KÖREN Eszter: A Gödöllői Arborétum felszínközeli laza üledékeinek geokémiai jellemzése – <i>Geochemical characterisation of the near-surface loose sediments of the Gödöllő Arboretum</i>	499
SZÓCS Teodóra: Dél-Somogy és Baranya talajvizeinek állapota A csapadék beszivárgása során végbemenő geokémiai reakciók modellezése – <i>Quality of shallow groundwater in South Somogy and Baranya Modelling of geochemical reactions during precipitation infiltration</i>	519
TURCZI Gábor: Hulladékéltelhelyezés – döntéselőléstítés térinformatikával – <i>Waste disposal – Decision making using GIS</i>	533
WINDHOFFER Gábor, BADA Gábor, DÖVÉNYI Péter, HORVÁTH Ferenc: Új közetfeszültség meghatározások Magyarországon lyukfaldeformációs mérések alapján – <i>New crustal stress determinations in Hungary from borehole breakout analysis</i>	541
VITÁLIS György: Emlékezés dr. POSEWITZ Tivadar életére és munkásságára születése 150. évfordulóján – <i>In memory of the 150th anniversary of the birth of dr. Tivadar POSEWITZ</i>	561
Építők figyelmébe: PAÁL Tamás: Geológiai megfigyelések az Eurocenter-Óbuda áruhááz építése kapcsán – <i>Geological observations in connection with the construction of the Eurocenter-Óbuda department store</i>	569
Rövid közlemények: CSÁSZÁR Géza, PEREGI Zsolt: Középső-jura korszakbeli mega-hasadékkitöltés a Vértes DNY-i peremén	581
DUDICH Endre: Jubiláló tagtársaink	585
Nekrológ: NAGY Lászlóné: In memoriam HAJÓS Márta	589
DOBOS Irma: In memoriam dr. VITÁLIS Györgyné dr. ZILAHY Lídia	591
Hírek	595