

2008

Relationes Annuae Institutii Geologici Publici Hungarici



A Magyar Állami Földtani Intézet
Évi Jelentése

2008

Annual Report
of the Geological Institute of Hungary



A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése

Relationes Annuae Instituti Geologici Publici Hungarici

A Magyar Állami Földtani Intézet

Évi Jelentése

2008

Annual Report

of the Geological Institute of Hungary



Budapest, 2010

© Copyright Magyar Állami Földtani Intézet (Geological Institute of Hungary), 2007
Minden jog fenntartva! All rights reserved!

Lektorok — Reviewers:

BALLA ZOLTÁN, BUDAI TAMÁS, FÖLDESSY JÁNOS, GONDÁR KÁROLY, GYALOG LÁSZLÓ,
MAGYAR IMRE, SZÉKELY FERENC

Sorozatszerkesztő — Serial editor:

BALLA ZOLTÁN

Szakszerkesztő — Scientific editor:

PIROS OLGA

Műszaki szerkesztő — Technical editor:

PIROS OLGA, SIMONYI DEZSŐ

Számítógépes nyomdai előkészítés — DTP:

PIROS OLGA, SIMONYI DEZSŐ

Borítóterv — Cover design:

SIMONYI DEZSŐ



Kiadja a Magyar Állami Földtani Intézet — Published by the Geological Institute of Hungary

Felelős kiadó — Responsible editor:

KORDOS LÁSZLÓ

Igazgató — Director

HU ISSN 0368–9751

Tartalom — Contents

Működési jelentés — Activity Report

KORDOS LÁSZLÓ: Igazgatói előszó	7
NÁDOR ANNAMÁRIA: Működési jelentés	9
DUDICH ENDRE, HÁLA JÓZSEF: Emlékezés Pellérdy Lászlónéra	49
Szakkikkek — Scientific publications	
SOLT PÉTER, HABLY LILLA, NAGYNÉ BODOR ELVIRA, SILYE LÓRÁND: Pannóniai korú növénymaradványok Siklódon. — <i>Pannonian Flora from Siklód.</i>	53
JÁMBOR ÁRON: A „felső riolittufa” magyarországi előfordulásainak általános földtani jellegei. — <i>General Geological Features of the "Upper Rhyolite Tuff" in its Hungarian Occurrences.</i>	63
†NAGY ELEMÉR, BAGOLYNÉ ÁRGYELÁN GIZELLA, RÁLISCHNÉ FELGENHAUER ERZSÉBET, SIEGLNÉ FARKAS ÁGNES: A Mecsek hegység felső-triász képződményei. — <i>The Upper Triassic Formations of the Mecsek Mountains.</i>	87
FÜGEDI UBUL, SZENTPÉTERY ILDIKÓ, VATAI JÓZSEF: Adalékok a rudabányai ércesedés genetikájához: a martonyi mintaterület geokémiai vizsgálata. — <i>Some Data to the Genesis of Ore Mineralisation at Rudabánya: Geochemical Analysis of the Martony Study Area.</i>	105
ZSÁMBOK ISTVÁN, GYURICZA GYÖRGY, SZURKOS GÁBOR: Budapest kerületeinek településgeológiai térképsorozata. — <i>Urban Geological Map Series of the Districts in Budapest.</i>	115
BREZSNYÁNSZKY KÁROLY, SZŐCS TEODÓRA, TÓTH GYÖRGY: A „Magyar–szlovák határ menti közös felszín alatti víztestek környezetállapota és fenntartható használata” projekt és legfontosabb eredményei. — Main Achievements of the Joint Project “Environmental State and Sustainable Management of Hungarian–Slovakian Transboundary Groundwater Bodies”.	123
JUSSI LEVEINEN, JUHA KAIJA, HEIMO SAVOLAINEN: Water management of Three slovakian–Hungarian Transboundary Groundwater Bodies. — Három, a szlovák–magyar határon átnyúló felszín alatti víztest vízgazdálkodása.	129
SÁNDOR PETHŐ, VIKTOR ÁCS, KÁROLY GONDÁR, KATALIN GONDÁR-SÓREGI, ÉVA KUN, JAROMIR SVASTA, GYÖRGY TÓTH: <i>The Function of the Numerical Hydraulic Modeling in the Case of the Determination of the Environmental Status of Transboundary Groundwater Bodies.</i>	135
PETHŐ SÁNDOR, ÁCS VIKTOR, GONDÁR KÁROLY, GONDÁRNÉ SÓREGI KATALIN, KUN ÉVA, SVASTA JAROMIR, TÓTH GYÖRGY: Numerikus hidraulikai modellezés szerepe a határ menti közös felszín alatti víztestek környezetállapotának és fenntartható használatának meghatározásában.	155
SZŐCS TEODÓRA, KORDÍK, JOZEF, HORVÁTH ISTVÁN, TÓTH GYÖRGY, BARTHA ANDRÁS, SLANINKA, IGOR, RAPANT, STANISLAV, BODIŠ, DUŠAN, NOVÁK BRIGITTA, REPKOVÁ, RENÁTA: Hydrogeochemical Evaluation of Three Transboundary Groundwater Bodies in the Ipoly/Ipel’ Valley, Aggtelek–Slovak Karst and Bodrog Basin Regions of Hungary and Slovakia Enwat (Interreg III A) project. — Szlovákia és Magyarország határán átnyúló három, felszín alatti víztestcsoportjának (Ipoly/Ipel’-völgy, Aggteleki- és Szlovák-karszt, valamint a Bodrog-medence) vízgeokémiai értékelése Enwat (Interreg III A) projekt.	167

Működési jelentés

Igazgatói előszó

KORDOS LÁSZLÓ
igazgató



A Magyar Állami Földtani Intézet 2008. évi munkáját a jogi és gazdasági lebegés, valamint a kutatási tevékenység racionalizálása határozta meg.

A Magyar Állami Földtani Intézet 1869. évi megalapítása óta a magyar állam földtani feladatait ellátó költségvetési kutatóintézet. A földtani kutatás, és különösen a MÁFI tevékenysége a múltban és a jelenben is sokrétű, a földtani alapkutatástól kezdve a hidrogeológián, a településföldtanon, az agrogeológián, a környezeti földtanon, a geoinformatikán át a bányászatot és az energiát érintő alkalmazott, az állam számára nélkülözhetetlen, és rendszerint mások által el nem végezhető kutatások központja.

A Magyar Állami Földtani Intézet „survey” jellegű kutatóintézet, ami a nemzetközi szakmai gyakorlat és szervezetek esetében (EuroGeoSurveys) azt jelenti, hogy az intézet az állam és az Európai Unió által igényelt, elvárt és finanszírozott kutatásokat végzi. A Magyar Geológiai Szolgálat 1993. évi megalakulása óta, és annak 2007. január 1-i, a Magyar Bányászati és Földtani Hivatalba (MBFH) történő beolvadását követően is a MÁFI költségvetési támogatása és létszáma a fenntarthatóság szintje alá csökkent. A MÁFI akkor tudja ellátni sokrétű állami feladatait, amennyiben a jelenlegi kb. 40%-os költségvetési támogatás legalább 60%-ra emelkedik.

A jelenleg érvényes jogi környezetben [267/2006. (XII.20. Korm. rendelet)] a MÁFI közreműködik az MBFH állami földtani feladatainak ellátásában. Az előirányzatai felett önállóan rendelkező, részben önálló gazdálkodású MÁFI gazdasági ügyeit — az MGSz megszűnését követő átöröklött módon — 2008-ban is az MBFH Gazdasági Főosztálya végezte.

Az Intézet vezetése, hivatkozva a bányászatról szóló 1993. évi XLVIII. törvény 50/A § (1) bekezdésének o. pontjában kapott felhatalmazásra, szükségesnek látta az

állam földtani feladatait ellátó szerv(ek) és azok működésének szabályozását megelőzően teljes körűen megfogalmazni az állam földtani feladatait. Az MBFH középtávú stratégiájában szereplő feladatok az állam földtani feladatainak csak egy szűk részét (a Bányatörvény 44. § (1) bekezdésének p–r pontjait) tartalmazza. E feladatok ellátásában a MÁFI jelenleg is közreműködik, de ezen túlmenően számos más állami földtani feladatot is ellát, amely jelenleg csak Alapító Okiratában szabályozott.

Továbbá javasoltuk, hogy jogszabály rögzítse a Magyar Állami Földtani Intézet bevonását az állami nagyberuházások előzetes földtani kutatásába, és a jelentős földmunkával járó munkálatok földtani nyomon követésének kötelezettségét.

A MÁFI felügyeletét 2008. május 15-ig a Gazdasági és Közlekedési miniszter (dr. Kákósy Csaba), majd azt követően a minisztérium szétválásával a Közlekedési, Hírközlési, és Energiaügyi miniszter (dr. Szabó Pál, és utódja dr. Molnár Csaba) látta el a Környezetvédelmi és Vízügyi miniszterrel (dr. Fodor Gábor, majd Szabó Imre) egyetértésben. A kormányzati változásoknak megfelelően a MÁFI elkészítette új Alapító Okiratát, valamint Szervezeti és Működési Szabályzatát, amelyeket jóváhagyásra benyújtott a KHEM, és tájékoztatásra a KvVM minisztereinek. A 2205/2006. sz. korm. határozatban a két miniszter feladatává tett kettős felügyeletre, az Adattárra, valamint a Földtani Tanácsra vonatkozó döntés 2007. július 1-i határidővel lejárt. Az áthúzódó kérdések feloldására nagyrészt a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal elnöke, Szabados Gábor olyan előterjesztést tett, amely értelmében a jövőben a MÁFI és az ELGI az MBFH háttérintézménye, önálló jogi személyként működő, előirányzatai felett részjogkörrel rendelkező központi költségvetési szerv legyen, ahol a foglalkoztatottak közalkalmazottak.

A minisztériumi tárgyalások során a két intézmény megszüntetésétől kezdve az önálló gazdálkodású vállalkozási kutatóintézetek létrehozásáig több változat is felmerült, de a 2008. év végéig döntés nem született.

Eközben a Magyar Állami Földtani Intézet elkészítette 2008. évi tervét és a 2008–2012. évekre szóló stratégiáját, kialakította kötelező belső ellenőrzési rendszerét, sikeresen eleget tett a minőségirányítási követelményeknek, megalakította, módosította a működéshez szükséges igazgatói utasításokat.

Az intézet 2008. évi szerteágazó résztvevőtevékenységeiből összeálló folyamatos működése szakmai és gazdasági téren eredményes volt. A kutatást időnként veszélyeztető működési zavarokat takarékosági intézkedésekkel és rugalmas gazdálkodással sikerült áthidalni. Gazdasági téren valamennyi fizetési kötelezettséget, és az előírt maradványtartást teljesítettük. Legnagyobb gazdasági kihívást a szolgáltatási és pályázati tevékenységek előfinanszírozása jelentette. 2008-ban is az irányítási, oktatási, külkapcsolati, valamint az ingatlanokhoz kapcsolódó üzemeltetési költségek jelentős részét saját bevételből kellett finanszírozni. Megkeresésünkre a Gazdasági és Közlekedési Minisztérium a 2007. évi le nem kötött előirányzat maradványaiból terven kívüli kiemelt feladatokra 49 072 millió Ft-ot biztosított a MÁFI részére.

Az intézet 2008. évi kutatási eredményei között fontosak voltak a jelentős bevétel biztosító és költségvetési finanszírozású alapkutatások, a sikeresen befejezett projektek, amelyek közül kiemelendők a következők.

Befejeződött az *eWater projekt*, amelynek eredményeként az interneten egy olyan nemzetközi, több nyelvű

internetes adatszolgáltató felület érhető el, amely a résztvevő ország felszín alatti vizeire vonatkozó adatbázisokat és metaadatbázisokat tartalmazza.

Sikeresen lezárult a magyar–szlovák határmenti közös felszínalatti víztestek környezetállapota és fenntartható használatát elősegítő *Enwat projekt*, amelynek fő célja az Európai Unió Vízkeretirányelvében megfogalmazott környezeti célkitűzések (a felszín alatti vizek jó mennyiségi és minőségi állapotának elérése 2015-ig) támogatása három — az Ipoly-völgy körzete, az Aggteleki- és Szlovák-karszt, valamint a Bodroghöz térsége — országhatárral osztott víztestcsoport esetében egységes geológiai, hidrogeológiai és környezetföldtani térinformatikai rendszer létrehozásával.

Megvalósult az Európai Unió, a vizek mezőgazdasági forrásból származó nitrátszennyeződéssel szembeni védelemről szóló Nitrát irányelv kormányrendeletére támaszkodó, a talaj–alapkőzet–talajvíz-rendszer nitrátérzékenységet vizsgáló *Jedlik Ányos* pályázat intézetre háruló kutatása.

Elkészült a Vértes hegység 1:50 000-es földtani térképe és annak magyarázója, amely 2008-ban nyomdába került, és 2009. elején meg is jelent. Ezzel a magyar földtan százéves elmaradást pótolta.

Kiemelkedő jelentőségű a Föld Bolygó Nemzetközi Éve rendezvénysorozathoz kapcsolódóan a Föld első, egymillió méterarányú digitális térképéhez (*OneGeology*) történő hozzájárulásunk, amely az intézet éveken át végigvitt koncepciója nélkül nem valósulhatott volna meg.

Budapest, 2009. március hó

Működési jelentés

NÁDOR ANNAMÁRIA
kutatói igazgatóhelyettes

MAGYARORSZÁG FÖLDTANI TÉRMODELLJÉNEK KIALAKÍTÁSÁHOZ KAPCSOLÓDÓ KUTATÁSOK

Az ország digitális földtani térmodelljének kialakítása évek óta kiemelt tevékenysége intézetünknek. A térmodell térinformatikai alapú tematikus adatbázisok összefüggő rendszere, amelynek részét képezik az ország területét lefedő földtani térképek, az ország területén mélyült sekély- és mélyfúrások adatbázisai, a földtani szelvények, a különböző tematikus (vízföldtani, környezetföldtani, geokémiai, talajtani, geotechnikai stb.) adatbázisok, valamint egyéb kiegészítő tematikák (digitális topográfia, terepmodell stb.).

A földtani térmodell építése és fejlesztése az alkalmazási igényeknek megfelelően (pl. integrált vízgyűjtő-gazdálkodási tervek megalapozása, geotermikus és egyéb ásványi nyersanyagkutatáshoz kapcsolódó feladatok, környezetföldtani feladatok stb.) történik és felhasználhatósága sokrétű. A térmodell építése során 2008-ban a hangsúlyt a Víz Keretirányelv által előírt integrált vízgyűjtő-gazdálkodási tervek megalapozásához szükséges mélyföldtani térképváltozatok szerkesztése mellett (a hegyvidéki területeken 1:100 000-es, sík- és dombvidéki területeken 1:250 000-es méretarányban) a korábbi években szerkesztett földtani szelvények pontosítására, a fúrási adatbázis ártértékelt fúrási rétegsorokkal való bővítésére, valamint az eddig elkészült tematikák rész-adatbázisainak integrálására és a teljes körű metaadatbázis-rendszer létrehozására helyeztük. A metaadatbázis létrehozása az Európai Közösség teradat-infrastruktúra fejlesztési programjához (Infrastructure for Spatial Information in the European Community – INSPIRE) is kapcsolódik.

Kiemelt célunk volt a korábbi évekről áthúzódó térképezési munkák lezárása. Bár az elmúlt években a külvilág igényei elsősorban az országos léptékű, áttekintő méret-

arányú térképek iránt jelentkeztek, az intézet 140 éves földtani térképezési hagyományait ápolva, a rendelkezésre álló erőforrások figyelembevételével folytattuk a részletes tájegységi „klasszikus” földtani térképezést is. Emellett folyamatosan karbantartottuk és aktualizáltuk az országos földtani jelkulcsot, folytattuk a határmenti térképlapok egyeztetését a szomszéd országokkal (TÉT pályázatok segítségével).

A földtani térmodellépítés programján belül három fő témakör keretén belül végezzük a feladatokat: (1) földtani térképek szerkesztése, földtani térképezés, (2) földtani szelvények szerkesztése és fúrás-ártértékelések, (3) adatbázis integráció, metaadatbázis létrehozása.

A földtani térmodellbe néhány kapcsolódó OTKA kutatás eredményei is beépültek.

Földtani térképek szerkesztése, földtani térképezés

Földtani szinttérképek szerkesztése és aktualizálása

A kutatás célja: az ország digitális földtani térmodelljének alapját képező mélyföldtani szinttérképek térképi adatbázisainak előállítása.

Előzmények: Az integrált vízgyűjtő-gazdálkodási tervet megalapozó földtani térmodell elkészítéséhez 2007 végén felmértük, hogy milyen országos mélyföldtani térképváltozatokra van szükség, ezek közül milyen digitális térképállományok állnak rendelkezésre, és milyen térképváltozatokat kell 2008-ban megszerkeszteni. A 2008-ban is húzódó és nem realizálódott KEOP pályázati források elmaradása valamint az a tény, hogy a földtani szelvényekre

eső fúrások átértékelése és a szelvények javítása a tervezett volument meghaladó erőforrásokat kötötték le, az egyes szinttérképek szerkesztésének alapját képező egyéb fúrások átértékelésére, és maguknak a szinttérképeknek a szerkesztésére nem maradt elegendő idő, így a 2008. szeptember 24-én jóváhagyott termódosítás értelmében a következő feladatok töröltek:

— Dunántúli Főcsoport („felső-pannóniai”) alatti képződmények aktualizált földtani térképe és domborzata medenceterületeken (1:250 000).

— Prepannóniai képződmények aktualizált földtani térképe és domborzata medenceterületeken (1:250 000).

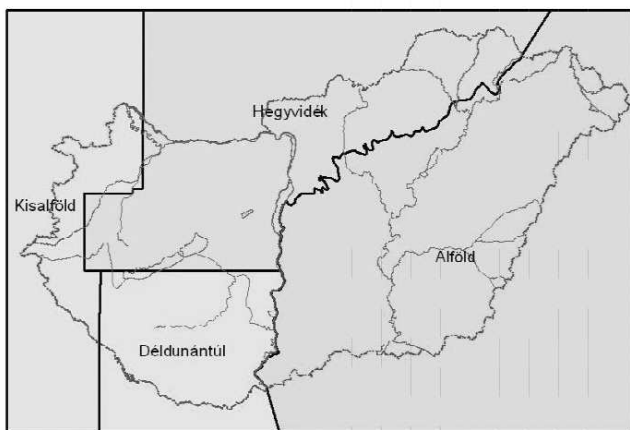
— Északi-középhegység és a Mecsek–Villányi-hegység prekainozoos földtani térképe (1:100 000) (A térkép csak a Mecsek–Villányi-hegység területére készül el).

Ily módon az erőforrásokat elsősorban a prekvarter és a prekainozoos aljazattérképek szerkesztésére összpontosítottuk.

Prekvarter földtani térképek

Előzmények: A MÁFI és a Mol Rt. 1998 és 2002 között lezajlott kutatási programja során elkészült az ország hegyvidékeinek és azok előtereinek egységes fúrási adatbázisa, valamint az egyes területek földtani felépítését reprezentáló, illetve a szénhidrogén-kutatás szempontjából releváns tematikájú (prekvarter, prepannóniai, prebadeni, preneogén, pretercier, presenon stb.) változatokból álló 1:100 000-es méretarányú digitális földtani térképsorozata. A prekvarter térképi adatbázis néhány hegyvidéki és a medenceterületeken viszont hiányzott, így elsősorban ezen „fehér foltok” eltüntetését tűztük ki célul. Ugyanakkor egy egységes, országos prekvarter térképi adatbázis igénye egyre nagyobb hangsúllyal fogalmazódott meg. Ezért úgy döntöttünk, hogy a kijelölt részterületek figyelembe vételével nagyobb, egymással határos részterületekre osztjuk az országot (1. ábra) és az országos térképet eszerint együttműködve szerkesztjük meg. Ez a feladat viszont már túlmutat a 2008-ban tervezeteken, és véglegesítése átnyúlik 2009-re.

Az Alföld területén 2006–2007-ben a felszín alatti porózus hideg víztesteket érintő fúrások csak a kvarter talpig



1. ábra Prekvarter térképszerkesztési és fúrásátértékelési régiók

(azok is csak a karotált szelvényt szakaszok mentén, rendszerint 50 méteres mélységtől kezdődően), illetve 350 méterig lettek átértékelve. 2007-ben kb. 1060 fúrási pont alapján (a földtani szelvényekre eső fúrások) megszerkesztettük az Alföld negyedidőszaki képződményeinek talptérképét, 1:250 000 méretarányban. Ezzel egy időben a szelvényhálóba beszerkesztett fúrások negyedidőszaki képződményeinek fáciesbeosztását is elvégeztük. (Ideálisan elendő szelvényháló sűrűség 20 kilométerenként legalább egy szelvény bár a terület fúrási megkutatottsága nem mindenütt teszi ezt lehetővé). Ennek alapján kialakítottuk a kvarter fáciesek térbeli eloszlásának koncepcionális modelljét 1:500 000 méretarányban. Ez terveink szerint a későbbi években a negyedidőszaki fáciesek térbeli eloszlásának háromdimenziós térbeli modelljéhez vezet.

Szintén a felszín alatti víztestek földtani–hidrogeológiai jellemzéséhez kapcsolódóan a porózus termál víztestek jellemzését szolgáló, alapvetően szénhidrogén-kutatási céllal mélyült fúrások pannóniai képződményeket harántolt szakaszait átértékeltek (121 fúrás).

Prekvarter földtani térkép szerkesztése (1:100 000) és fúrási adatok átértékelése a Budai-hegység területén

2008-ban elvégzett feladatok: kéziratban elkészült a Budai-hegység 1:50 000-es fedetlen földtani térképének digitalizálása, a nyers digitális vonalmű földtani indexelése, a jelkulcs, valamint a terület földtani felépítését reprezentáló, a területre eső fúrások (260 db) rétegsorának átértékelése (formációba sorolása). Mivel ezek a fúrások egyúttal a víztestszelvényeken is szerepeltek, a két feladat itt összekapcsolódott.

Termék: a Budai-hegység prekvarter földtani térképének digitális vonalműve és az átértékelt fúrások adatbázisa (\\Srv-geo\projekt\KisProjektek\2008\Buda100).

Prekvarter földtani térkép szerkesztése (1:100 000) és fúrási adatok átértékelése a Sopron–Kőszegi-hegység területén

2008-ban elvégzett feladatok: Elkészítettük a Soproni és Kőszegi-hegység prekvarter fedetlen földtani térképét kéziratban 1:50 000-es méretarányban. Év közben az a döntés született, hogy a térkép területe ne csak a kibúvós hegyvidéki területre korlátozódjon, hanem terjedjen ki a Kisalföld régióra (1. ábra). Ezen a tágabb területen adatgyűjtést folytattunk. A régió területén a prekvarter földtani térkép megszerkesztéséhez szükséges fúrások rétegsorainak átértékelése megtörtént. A kvarter képződmények vastagságát ábrázoló térkép kézirat formában elkészült, a régió egész területét lefedő prekvarter földtani térkép szerkesztése folyamatban van.

Termék: 1:50 000-es kézirat fedetlen földtani térkép kézírata, az átértékelt fúrások beépítése a központi adatbázisba folyamatban van (\\Srv-geo\projekt\KisProjektek\2008\Sopron100).

Mecsek–Villányi-hegység prekvarter földtani térképének (1:100 000) aktualizálása

2008-ban elvégzett feladatok: A hegység területére eső fúrásátértékelések elvégzése után megkezdtük a szintvonalas mélységtérkép szerkesztését. Mivel az eredetileg tervezett kibúvásos hegységi területet kiterjesztettük a déldunántúli régióra (1. ábra), a megnövekedett volumen miatt az egész terület térképe még nem készült el, szerkesztése folyamatban van.

Termék: A földtani szelvényekre eső fúrások átértékelt rétegsorai. Ezek beépítése a központi adatbázisba folyamatban van

(\\Srv-geo\projekt\KisProjektek\2008\Mecsek100).

Medenceterületek prekvarter földtani térképe és domborzata (1:250 000)

2008-ban elvégzett feladatok: 2008-ban az Alföld területén a hideg víztesteket érintő, elsősorban vízkutató céllal mélyült fúrásoknak mind a felszínig terjedő szakaszait, mind a 350 m alatti szakaszait átértékeltük, azaz a fúrások teljes szelvényükben lettek átértékelve és beépültek a MÁFI mélyfúrás adatbázisába. A termálvíztestek jellemzésére szolgáló szénhidrogénkutató fúrásokat szintén teljes szelvényben (hidegvíztestekre vonatkozó szakaszok is) átértékeltük. Mindez összesen kb. 400–450 db fúrás átértékelését jelentette. Az alapvetően 0–350 m közötti mélységtartományban futó hidegvíztest-, és az ezalatt elhelyezkedő termálvíztest-szelvények kereszteződéseit és azok fúrási rétegsorait egyeztetttük. A prekvarter térkép, már 2007-ben elkészült szintvonalművét, az Alföld részterületen a fúrás-átértékelésből származó adatokkal javítottuk. A Kisalföld és a Dél-Dunántúl medenceterületeire az előző két cím alatt leírtak vonatkoznak.

Termék: Prekvarter képződmények azonosítása 432 db átértékelt fúrás

(\\Srv-geo\projekt\KisProjektek\2008\Alfold).

Aljzattérképek

Előzmények: A MÁFI, az ELGI, a szénhidrogén-ipari és egyéb szellemi központok összefogásával az 1980-as évek során készült el „Magyarország földtani térképe a kainozoikum elhagyásával” című 1: 500 000-es méretarányú térképmű (FÜLÖP et al. 1987), majd ezt követően Magyarország szerkezetföldtani térképe (DANK et al. 1990). Az elmúlt két évtizedben jelentősen előrehaladt a Kárpát-medence, ezen belül Magyarország területének geológiai megismerése. Az intenzív szénhidrogén-kutatás számos helyen rendkívül fontos új adatokat, információkat eredményezett. Jelentősen bővültek az ismeretek az aljzatot felépítő földtani képződmények jellegéről, és a szerkezetföldtani felfogás is számottevően megváltozott, merőben új értelmezési lehetőségek merültek fel. Az új információk mennyisége és az elméleti alapok fejlődése elérte az a szintet, amely új szintézis megalkotását indokolta, új térkép szerkesztését igényelte. A Magyar Állami Földtani Intézet

(MÁFI) eredetileg 2002-ben vette tervbe az ország 1:500 000-es szerkezetföldtani térképének (illetve térkép-sorozatának) elkészítését, amelynek szerkesztési munkálatai azonban meg sem kezdődtek. 2004 végén fogalmazódott meg a javaslat az új prekainozoos aljzattérkép elkészítésére.

Ez a térkép főleg a földtani képződmények elterjedésére koncentrál, a felszín morfológiájának leképezésére csak korlátozottan (régi adatok használatával) vállalkozhat. Az ELGI-vel közös projekt keretében készülő morfotektonikai térképének célja, hogy komplex geológiai, geofizikai módszerekkel, a jelentősen kibővült, a MÁFI és ELGI intézményeiben elérhető adatállományokat (fúrások, felszíni és felszín alatti térképek, erőter-geofizikai adatok, szeizmikus reflexiók szelvények stb.) integrálva képezzük le a pretercier felszín, ugyancsak felhasználva modern modellező programokat és térinformatikai eszközök segítségét. Cél az is, hogy e térkép alapul szolgáljon a magyarországi földtani térmodell építéséhez.

A MÁFI és a Mol Rt. 1998 és 2002 között lezajlott kutatási programja során a hegyvidéki teületekre elkészült 1:100 000-es méretarányú digitális mélyföldtani térképváltozatok közül a Mecsek–Villányi-hegység területére a prekainozoos térkép nem készült el, így ennek megszerkesztését is terveztük.

A Mecsek–Villányi-hegység prekainozoos földtani térképének (1:100 000) szerkesztése

2008-ban elvégzett feladatok: Megtörtént a kézirat vonalművének véglegesítése; a tektonikai elemek minősítése.

Termék: az aljzattérkép lezárt vonalműve (\\Srv-geo\projekt\KisProjektek\2008\Mecsek-Villány_prekain).

Magyarország pretercier felszínének morfotektonikai térképe és adatrendszere 1:500 000 (ELGI-vel közös projekt)

2008-ban elvégzett feladatok: Az év elején elkészült az adatkör meghatározás, az alapadatbázis elemeinek meghatározása, megkezdtük a kiindulási adatbázis feltöltését. A MÁFI az év folyamán elkészítette és az ELGI-nek átadta a pretercier kibúvásos térképét a képződmények minősítésével (250 000-es adatrendszer alapján). A képződmény-poligonok az ELGI által fejlesztett rendszerbe beépítésre kerültek.

Az adatrendszer fontos részei az egységes fúrás adatbázis pretercier fúrásai és a fontosabb nagymélységű, de aljzatot nem ért fúrások (aminél biztos mélyebb kell, hogy legyen az aljzat az adott ponton). Felhasználásra került egy alap pretercier fúrás adatbázis (12 670 fúrás), ami 2007-ben került összeállításra az ELGI-ben digitális fúrás adattáblák egyesítésével, illetve kiegészítő adatgyűjtéssel. Az ellenőrzés folytatódott 2008-ban. A MÁFI a készülő prekainozoos aljzattérkép alapján szintén összeállított egy pretercier kép-

ződményeket ért fúrás adatbázist, amely 3017 db fúrás tartalmazott. Az ELGI munkatársaival elvégeztük a 2 fúrás adatcsomag összevetését. 1403 fúrás sikerült automatikusan egyeztetni a két adatrendszer közt. Az adatrendszerekben meglévő eltérések ellenőrzése folyamatban van.

Az adatrendszer fontos elemei a korábban egyes részterületekre (főleg a középhegységi területek) elkészült digitális, ellenőrzött formában rendelkezésre álló pretercier/preneogén szinttérképek és mélységtérképek. Az év folyamán ezeket összegyűjtöttük és az ELGI rendszerébe beépítettük, majd szerkezetileg egységesítettük. Az ELGI munkatársai pedig újabb területekre is készítettek lokális medencealjazat-vizsgálatot erőter-geofizikai, szeizmikus adatok bevonásával. Jelenleg folyamatban van az adatok összevetése a fúrások és egyéb részterületi adatokkal az esetleges ellentmondások kiszűrésére és az új adatok beépítésére.

Együttműködő partnerek: Eötvös Loránd Geofizikai Intézet.

Termék: Munkanyagok az ELGI-ben.

Magyarország 1:500 000-es prekainozoos földtani térképe

2008-ban elvégzett feladatok: A térkép digitális vonalművének véglegesítése; a tektonikai elemek minősítése; az aljazatdomborzat és a földtani vonalmű illesztése; a jelkulcs véglegesítése; próbanyomtatás; a szerkesztés során felhasznált fúrások adatbázisba rendezése; lektorálásra történő előkészítés.

Együttműködő partnerek: MTA Geológiai Kutatócsoport.

Termék: az aljzattérkép lezárt digitális vonalműve és lektorálásra alkalmas első színes nyomtatott verziója, továbbá a szerkesztés során felhasznált fúrások ArcGIS alapú térinformatikai adatbázisa (\\Srv-geo\projekt\500E-s_aljzat).

2007-ről áthúzódó térképezési feladatok lezárása

Magyarország 1:200 000-es földtani atlasza

A kutatás célja: az 1:200 000-es méretarányú, Magyarország földtani nevezetességeit is bemutató, népszerűsítő atlasz kiadása.

Előzmények: A MÁFI szerkesztőbizottsága 2001-ben vetette fel a gondolatát egy új, 1:250 000-es méretarányú falitérkép előállításának, amely a szerkesztési munkálatok elhúzódása miatt nem készült el a tervezett időre (Geológiai Világkongresszus, Firenze 2004). A falitérkép helyett könyv formátumú földtani atlasz előállításának ötlete már 2003-ban felvetődött, a tudomány-népszerűsítő jellegű kiadvány intézeti megjelentetése 1:200 000-es méretarányban pedig a Föld Bolygó Nemzetközi Évvel kapcsolatban fogalmazódott meg 2006-ban.

2008-ban elvégzett feladatok: A lektorálást követően a térkép jelkulcsának és digitális vonalművének korrektúrája,

véglegesítése megtörtént és a térképi adatbázis megjeleníthető a www.mafi.hu honlapon, valamint ezt szolgáltatottuk a OneGeology projekt számára is. A földtani térképi adatbázis lezárásával párhuzamosan elkészült a kiadvány atlasz formátumra darabolt, kereső hálóval ellátott, kartografált térképi része, az ábrázolni kívánt objektumok jelrendszerének kialakítása, és túlnyomó részének koordináta szerinti felrakása a térképre. A kötet második részét képező szöveges fejezet, az ország földtani értékeinek ismertetése elkészült, megtörtént a szöveg angol nyelvre fordítása. Készen vannak az ország és az egyes tájegységek földtani ismertetései magyar és angol nyelven, valamint a geológiai kislexikon is. Véglegesítettük a barlangok, a földtani tanösvények, gyógyfürdők, bányászati emlékhelyek, és a földtani tárgyú múzeumok listáját. Szinte minden objektumra vonatkozóan sikerült új fényképanyagot beszerezni. Folyamatban van az atlasz laponkénti szerkesztése, várhatóan 2009 első negyedévében kerül nyomdába. Támogatási megállapodások, pályázat, és intézeti saját erő biztosításával sikerült a kiadás költségeit biztosítani.

Együttműködő partnerek: Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, Magyar Bányászati és Földtani Hivatal, TXM Kft., Mecsekérc Zrt., Golder Kft., Geolog Kft., Smaragd Kft., Rotaqua Kft., Elgoscár Kft., Calamites Kft., Központi Bányászati Múzeum, Magyar Természettudományi Múzeum, Országos Bányászati és Kohászati Egyesület.

Termék: a földtani térképi ArcGIS alapú térinformatikai adatbázisa; a digitális vonalmű lektorált, véglegesített kézirata; a szöveges fejezetek leírását, az ábrázolni kívánt objektumok listáit, és a mellékelendő fényképeket tartalmazó könyvtárrendszer, \\Srv-geo\projekt\fdt250.

A Vértes hegység 1:50 000-es földtani térképe és magyarázója

A kutatás célja: a Vértes hegység 1:50 000-es méretarányú földtani térképének és magyarázójának kiadása.

Előzmények: A térképkiadás egyik fontos eleme volt a XX. század második felében az úgynevezett tájegységi térképek megjelentetése. A Vértes és előtereinek földtani térképe ebbe a sorba illik. A terepi munkálatok az 1990-es évek elején kezdődtek meg, az egységesen tervezett Gerecse–Vértes térképezés részeként. A XXI. század első éveiben az a döntés született, hogy a Vértes térképe és magyarázója önállóan jelenjen meg. Ezt a terület mérete is indokolta, mivel az önálló Vértes-térkép ábrázolása egy A0-s lapon megoldható. A 2008-as év a térkép és magyarázó kötet munkálatainak befejezését célozta.

2008-ban elvégzett feladatok: A térkép vonalművében elvégeztük a lektorálás utáni javításokat, illetve olyan hibák javítását, amelyek más ellenőrző lépésekből fakadtak. Egyszerűsítettük a jelkulcsot, és ennek következtében a vonalművet is, jórészt a negyedidőszaki képződményeket illetően. Elkészült a magyarázó szövegében hivatkozott topográfiai nevek, fúrások megjelenítése, valamint a topográfiai alap javítása, átdolgozása. Elkészült a kolofon, a

helyszínrajz, és a földtani szelvény térképlapon történő megjelenítése.

Kidolgoztuk és ArcGIS rendszerben létrehoztuk a térkép szerkezeti jelkulcsát. Ennek újdonsága, hogy a vetőkinematikát részletesen mutatja, és a jelek segítségével megadja annak időbeni felbontását is. Megoldottuk a szerkezeti jelkulcsnak a térképszelvényen történő megjelenítését.

A térképre a korábbi intézeti hagyományoktól kissé eltérően olyan színrendszert dolgoztunk ki, amely közelebb áll a nemzetközi gyakorlathoz. Ebben a negyedidőszaki képződmények genetikáját a felületi jelek színe tükrözi, míg a képződmény litológiai tartalmára a sraffozás mintája utal.

A magyarázó szövegében befejeztük a Szerkezetföldtan, Vízföldtan, ill. Fejlődéstörténet fejezeteket. A korábbi fejezetek szövegét a térképpel folyamatosan egyeztetjük. Elkészült a hivatkozott munkák teljes listája. A 2008-ban befejeződött fejezetek angol fordítása és nyelvi lektorálása is megtörtént. A fekete-fehér ábrák, fényképek elkészítése és javítása befejeződött. A színes fotótáblákat jelentősen kiegészítettük. A fenti munkák eredményeképpen a magyarázó és a földtani térkép lektorálása, majd a végleges anyag tördelése, az ábrák beillesztése is megtörtént.

Együttműködő partnerek: MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézete, Eötvös Loránd Geofizikai Intézet

Termék: nyomtatott kiadvány (magyarázó és térkép), archivált digitális állományok:

Magyarázó:

\\Srv-geo\Projekt\Vertes\MAGYARAZO\Végleges;

Térkép, adatbázisok és térképdokumentumok:

\\Srv-geo\Projekt\Vertes\ArcGIS_allomanyok.

Kapcsolódó pályázatok: A Dunántúli-középhegység középső-triász földtörténetének kutatása (OTKA T. 43341), A szél hatása a késő-neogén és negyedidőszaki üledékképződésre és a domborzat alakulására a Magyar-középhegységben és előterében (OTKA K. 62478), A delfáció szerepe a Dunántúli-középhegység és előterének negyedidőszaki felszínfejlődésében — kormeghatározások a litoszférában elhelyezkedő kozmogén izotópokkal (TÉT francia–magyar együttműködés, FR-32/07).

Az országos földtani jelkulcs folyamatos karbantartása, aktualizálása

A kutatás célja: a MÁFI-ban valamennyi térkép és fúrási adatbázis egységes, azonos elvek szerint készített jelkulcs alapján készüljön.

Előzmények: Az egységes jelkulcs folyamatosan egészül ki a készülő földtani térképsorozatok, fúrásértékelések során keletkező újabb módosítási javaslatokkal, ezért rendszeres karbantartást igényel. A karbantartás elvei évek óta változatlanok: minden új térkép minden képződményének kell, hogy legyen egy Magyar Jelkulcsbeli azonosítója és egy ehhez tartozó indexe.

2008-ban elvégzett feladatok: A jelkulcsot a MÁFI-ban rendszeresen használják, 2008-ban 309 esetben exportáltak ki részleteket a jelkulcsból az intraneten keresztül.

A MÁFI térinformatikai rendszerében bevezetett ArcGIS szoftver a korábban a Microstation-ben legyártott jelkulcsi elemek újbóli manuális elkészítését igényli. Ezt 2008 őszén a bátaapáti 1:10 000-es térképsorozat elkészítése kapcsán kezdte el a Geoinformatikai Osztály.

A 2008. évi jelkulcs-karbantartási feladatok során az e-Content projekthez 2007-ben elkészült teaurusz alapján a jelkulcs szótártábláinak frissítése és a jelkulcsi szótárak (fácies, kor, kőzetek) angolra fordítása megtörtént; a litosztratigráfiai egységbe sorolás rendbetételére és a litosztratigráfiai egység és a típus oszlopok összehangolására 2008-ban nem jutott idő.

2008-ban a jelkulcs elsősorban a bátaapáti térképek jelkulcsi elemeivel bővült, ez 315 új elem bevitelét jelentette. További kisebb kiegészítések történtek a víztestek jellemzéséhez kapcsolódó fúrásértékelések kapcsán. Az újabb magyarázók (Bükk, Vértes) új elemei még nem kerültek be a jelkulcsba és az MRB albizottságai sem javasoltak új egységet.

Termék: új és módosított jelkulcsi elemek (MÁFI Intranet: Földtani egységek / Fúrási adatbázis).

Tájegységi földtani térképezés

A Gerecse hegység

1:50 000-es földtani térképének szerkesztése

A kutatás célja: A Gerecse tájegységi földtani térképének és a hozzátartozó magyarázónak kiadásra történő előkészítése.

Előzmények: A Gerecse részletes földtani térképezése az 1980-as évek elején kezdődött a hegység DK-i előterében zajló bauxitkutatáshoz kapcsolódva, ez azonban mindössze néhány 10 000-es szelvény területét érintette. Ezt követően azonban (az 1980-as évek végétől az 1990-es évek közepéig) a hegység területét lefedő legtöbb térképlap felvételre került a Danreg projekt keretében. A Vértes–Gerecse projekt 1997-ben történt indulását követően a térképezés a Vértes területére helyeződött át, a Gerecse térképlapjainak digitális archiválása mellett mindössze a Lábatlan jelű térképlapon zajlott rendszeres felvétel. A gerecsei terepi felvételi térképlapok digitális archiválása a korábbi években, részben már megtörtént, a digitális állományok minősége azonban erősen heterogén, és csak jelentős szerkesztési feladat elvégzésével egységesíthető.

A MÁFI és a Mol Rt. 1998 és 2002 között lezajlott kutatási programja során a Gerecse és tágabb környezete is feldolgozásra került. Ennek során megtörtént a területen mélyült nagyszámú fúrás átértékelése, továbbá 1:100 000-es méretarányú tematikus szinttérképek készültek (prekvarter földtani térkép, prepannóniai földtani térkép és domborzat, pretercier földtani térkép és domborzat). A tájegységi térkép magyarázó kötetének összeállítása megkezdődött, elkészült a mezozoos formációk leírásának első, nyers változata.

2008-ban elvégzett feladatok: A 2008-as év a korábban felvett területek reambulációjának megkezdését és a térin-

formatikai rendszer kiépítését célozta. Együttes terep-bejáráson tisztáztuk a reambulációs térképezés problémáit, valamint a térképezési megközelítéseket és a negyedidőszaki képződmények egységes értelmezését.

Kidolgoztuk a terepi dokumentáció alapelvét és a dokumentációs állomány belső szerkezetét. Ezt felhasználva, a Gerecse és nyugati előterének déli és északi részén reambulációs térképezést végeztünk. Ennek során, a déli területen reambuláltuk 3 db 25 000-es Gauss-Krüger térképszelvényt (L-34-13-A-c, L-34-13-A-d, L-34-13-B-c), míg északon a Lábatlan L-34-2-C-c lapon dolgoztunk. E területeken digitálisan archiváltuk a korábbi felvételeket. Számos régebben felvett feltárást újraminősítettünk. A területen több új feltárást létesült, ezeket szintén dokumentáltuk. A mintavételezés fontos részei voltak az új feltárások egyikében talált igen jó megtartású növénymaradványok begyűjtése, geokronológiai célú mintavételezés az Által-ér teraszain (kozmogén izotópos kormeghatározás), valamint a Gerecse belső részein paleomágneses célú geofizikai mintavételezés az ELGI munkatársaival közösen. Észleltük és rögzítettük a területre a jellemző eolikus morfológiai formaelemeket, minősítettük a morfológiai felszíneket.

A terepi munkához tartozik, hogy részt vettünk az ELTE geológus hallgatóinak nyári térképezési gyakorlatán. Ez több új feltárást megismerését tette lehetővé a Lábatlan és Dunaszentmiklós lapokon.

Összegyűjtöttük a terület fúrásait, és a korábbi ártértékelés ellenőrzése folyamatban van. Ennek célja, hogy szelvényeket készítsünk, amelyek egyrészt mutatják a terület mélyszerkezetét, másrészt szelvénytípusú ellenőrzik a korábbi ártértékeléseket, kiszűrjük azok hibáit. Megoldottuk a szelvényyszerkesztő RockWorks program és az ArcGIS kapcsolatát, így a szelvények nyomvonala a fúrásokon keresztül a digitális térképen jelölhető ki.

Összeállítottuk a terepi észlelések adatbázisát. Elkészítettük a terület völgyhálózatának rajzát, melyet szkenneltünk, elhelyeztük a földrajzi koordináta-rendszerbe és vektorizáltunk. Ennek alapján készül el a völgykitöltő üledékek rajza. Megkezdjük mindezen adatok ArcGIS rendszerbe szervezését. A csatlakoztatott és csatlakoztatandó állományok, rétegek lehetséges nevezéktanáról szótárát készítettünk, melyet folyamatosan fejleszteni fogunk.

Elkészült a térkép előzetes jelkulcsa. Ennek alapja a vértesi térkép formációlistája, illetve a gerecsei területre eső fúrások teljes formációlistája volt.

Együttműködő partnerek: Eötvös Loránd Geofizikai Intézet

Termék: Terepi felvételi adatok, észlelési térkép (\\Srv-geo\Projekt\Gerecse).

Kapcsolódó pályázatok: A szél hatása a késő-neogén és negyedidőszaki üledékképződésre és a domborzat alakulására a Magyar-középhegységben és előterében (OTKA K. 62478), A Dunántúli-középhegység és környezetének mozgástörténete 160 és 50 millió év között: integrált paleomágneses, tektonikai, üledékföldtani-ösföldrajzi kutatás (OTKA T49616 – ELGI), A defláció szerepe a Dunántúli-középhegység és előterének negyedidőszaki felszínfejlő-

désében — kormeghatározások a litoszférában elhelyezkedő kozmogén izotópokkal (TÉT francia–magyar együttműködés, FR-32/07).

Földtani szelvények szerkesztése, fúrás-ártértékelések

A kutatás célja: a 2007-ben szerkesztett 142 db, a felszín alatti víztestek rendszeréhez igazodó földtani szelvény javított újraserkesztése, illetve a szelvényekre eső valamennyi fúrás teljes ártértékelése volt. Ez a szelvényen szereplő fúrások teljes hosszának az intézet belső szabványai szerinti ártértékelését (közvetlen egységek azonosítása és minősítése) és a fúrási adatbázisba történő integrálását, a szelvények és rétegoszlopok indexeinek egyeztetését, szakmai lektorálását jelentette.

Az eredeti célok között további fúrás csoportok (felszín alatti vízmegfigyelő hálózat monitoring-fúrásai, aljzatot ért fúrások, meddő szénhidrogénkutak) képződményeinek ártértékelése is szerepelt, ezt a feladatot a 2008. szeptember 24-i tervmódosítás törölte. Ennek ellenére egyes területeken jelentős számú, ezekbe a csoportokba tartozó fúrás képződményeinek ártértékelése történt meg.

Előzmények: 2006–2007 során a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium felkérésére a MÁFI felépítette azt a földtani alapadatbázist, amely a Víz Keretirányelvben foglalt feladatok — ivóvízkészleteink minőségi és mennyiségi feltérképezése, a vízkészletek minősítését és a változások előrejelzését szolgáló hidrogeológiai modellezés — végrehajtását segíti elő. A térinformatikai alapokon nyugvó adatbázis egyik kulcseleme a felszín alatti víztestek rendszeréhez igazodó földtani szelvények szerkesztése (142 db) volt, amelyek mentén az egyes régiók földtani felépítése jól jellemezhető. A szelvényrendszer az egyes földtani/mélyföldtani térképváltozatok mellett másik sarkalatos építő-eleme az ország földtani térmodelljének, hiszen a térkép-szintekre „merőleges” síkok mentén nyújt információt a földtani felépítésről. Minden egyes felszín alatti víztestre (108 db) elvi földtani rétegoszlop is készült, amelyek az adott terület egyszerűsített földtani modelljének is tekinthetők.

A szelvényeken közel 700 db olyan fúrás található, melynek rétegsora még a régi földtani nomenklatúra szerint szerepel. Ezek formáció szemléletű ártértékelése, és a fúrási adatbázisba történő elhelyezése fontos alapul szolgál Magyarország földtani térmodelljének további fejlesztéséhez.

A feladatot a terv 4 részfeladatra bontotta, ezek közül az utolsót (Szelvényeken nem szereplő, víztestek jellemzéséhez fontos, egyéb fúrások ártértékelése) a 2008. szeptember 24-i tervmódosítás törölte.

Földtani szelvényeken szereplő át nem értékelt/részben átértékelt fúrások átértékelése, és a szelvények pontosítása

A feladat teljesítése kapcsán elsősorban kapcsolatfelvételi nehézségek, az Adattár költözése és az új adattári rendszer kialakulása, a szénhidrogén-kutató fúrásokhoz történő betekintés engedélyeztetése miatt a fúrásértékelés csak április–május hónapokban indulhatott meg. A fúrásértékelések így a tervezettnél jobban elhúzódtak, ami a rájuk épülő munkafázisok eltolódását is okozta. Közben a munkának a külső teljesítési igénye is okafogyottá vált, a várt megrendelés (KEOP pályázati forrás) az adott témában az eredetileg tervezett volumenben elmaradt. A résztvevők közül többen távoztak az intézetből (Juhász Gy., Unger Z.), illetve más feladatot kaptak (Nádor A.), ami egyes részterületen dolgozók munkáját megnövelte. A földtani szelvényeken szereplő fúrások képződményeinek teljeskörű átértékelése mindezek ellenére év végéig valamennyi részterületen befejeződött.

Alföld:

342 fúrás átértékelése,

Kisalföld, Ny-Magyarország:

170 fúrás átértékelése,

Dunántúl:

352 fúrás átértékelése,

Hegyvidék:

302 fúrás átértékelése.

Termék: (valamennyi részterület esetében): új és módosított adatbázis-rekordok (MÁFI Intranet, Földtani egységek / Fúrási adatbázis: MÁFI átértékelés 2008).

Földtani szelvények, rétegoszlopok és földtani leírások lektorálása, javítása

*Alföld,
Kisalföld, Ny-Magyarország,
Dunántúl,
Hegyvidék*

2008-ban elvégzett feladatok (valamennyi részterületre vonatkozóan): A 2007-ben készült valamennyi szelvény ki nyomtatása megtörtént, ezeken a nyomtatott lapokon történt meg a földtani szelvények javítása. A tárgyév végére 132 földtani szelvény kéziratos kijavítását fejeztük be.

Termék: (valamennyi részterület esetében): javított földtani szelvények kézirata.

Javított földtani szelvények, rétegoszlopok térinformatikai feldolgozása

2008-ban elvégzett feladatok: A résztéma kapcsán jelentős előkészítő tevékenységet kellett végezni. Tisztázni kellett a szelvényekre eső átértékelendő fúrások listáit, csoportjait, kereshető és lekérdezhető összeállításokat kellett készíteni. A

fúrásátértékelések betöltéséhez külön forma kialakítása történt meg. A nem ebben a formában adott anyagokat feltöltés előtt át kellett ennek megfelelően konvertálni.

A szelvények nyomvonalait 1:500 000-es térképen ábrázoltuk. A földtani szelvények 65%-át digitálisan is kijavítottuk. A fúrási adatbázisok feltöltése és a szelvények digitális javítása, térinformatikai feldolgozása 2009 első negyedévében fejeződik be.

Termék: ArcGIS alapú térinformatikai adatbázis (SQL-server\GIS100, SDE Geodatabase).

Integrált földtani adatbázis és metaadatbázis rendszer fejlesztése

Metaadatbázis rendszer fejlesztése

Az INSPIRE irányelv az Európai Közösség környezetpolitikáját támogató térinformációs rendszerek kialakítását fogalmazza meg, amelynek mellékletében önálló pont foglalja magába a földtant. Eszerint a geológiai téradatok alapját a földtani térképek és az ehhez kapcsolódó adatbázisok jelentik. Az irányelv 5. cikk 1. bekezdése értelmében a tagállamoknak a mellékletben felsorolt témáknak megfelelő téradat-készletekhez és szolgáltatásokhoz szükséges metaadatok létrehozásáról és azok naprakészé tételéről kell gondoskodnia az elkövetkező 1-2 éven belül.

Metaadatbázis szabvány véglegesítése

INSPIRE követelmények áttételezése és beépítése

A feladatok célja: az INSPIRE irányelv követelményeinek és a MÁFI által kezelt adatbázisok sajátosságainak megfelelő metaadatbázis szabvány véglegesítése.

2008-ban elvégzett feladatok: Az INSPIRE irányelvben megfogalmazott, illetve az eWater pályázatban alkalmazott ISO szabványokat összevetettük a MÁFI adatbázisainak sajátosságaiival. Összegyűjtöttük a témával kapcsolatos dokumentumokat és elkezdtük alkalmazni az ESRI által javasolt egyik megoldást.

Termék: metaadatbázis dokumentumok (\\Srv-geo\Projektek\Metaadatbázis_DOC).

Lezárt térinformatikai adatbázisok teljes körének metaadatbázisa

2008-ban elvégzett feladatok: A résztvevők bevonásával (rövid szóbeli tájékoztatás), ill. irodalmi adatok alapján az alapvető térinformatikai adatbázisok metaleírását feltöltöttük.

Termék: ArcIMS adatbázis
(<http://mafi-loczy.mafi.hu/metadataexplorer/explorer.jsf>).

Adatbázis integráció

A feladat célja: az intézetben fellelhető inhomogén adatrendszer fokozatos összehangolása, a futó és a jövőben elinduló témákat, pályázatokat kiszolgáló adatbázisok, ill. ezek eredményeként létrejövő adatbázisok technikai összehangolása, az adatbázisokra épülő alkalmazások koordinálása. Az integrált földtani adatbázis kapcsolódik az e-Content pályázat során kialakított nemzetközi fúrási adatbázishoz is.

Vízgeokémiai törzsadatbázis

kialakítása

2008-ban elvégzett feladatok: Áttekintettük az intézeti vízgeokémiai adatbázisokat és előállítottunk egy, a vízgazdálkodási tervezéshez szükséges harmonizált törzsadat-sort. Számos problémát feltártunk és az adatgazdákkal közöltük.

Termék: GEOCHEM/KEOP_V1 adatbázistábla (\\Srv-geo\projekt\KisProjektek\2008\GeoChemKonverzio).

Hidrogeotermikus törzsadatbázis

kialakítása

2008-ban elvégzett feladatok: Összegyűjtöttük és digitális formában rögzítettük a korábban az ELTE és ELGI által publikált, kutakban mért hőmérsékleti adatokat. Az osztályon fellelhető kifolyó víz és talphőmérséklet mérési adatokat leválogattuk meglévő adatállományunkból. Ezt követően a MÁFI fúrási adatbázisának egyedi azonosító kódjával (FRS_ID) beazonosítottuk (az adatok egy részénél egyenkénti ellenőrzéssel) a fúrásokat.

Termék: Access adatbázis táblák (\\Srv-geo\projekt\KisProjektek\2008\GeoTerm\termal.mdb)

A fúrási adatbázisok integrálása és folyamatos karbantartása

A fúrási adatbázis fejlesztése kapcsán folyamatosan építjük be az egyéb feladatok keretében keletkezett fúrási részadatbázisokat (a korábbi síkvidéki térképezések, az agrogeológiai és környezetföldtani kutatások fúrási adatai, vízföldtani célú fúrások, szénhidrogénkutak adatai).

Az országos fúrási alapadattörzs előállítása és fejlesztése

2008-ban elvégzett feladatok: Folyamatosan végeztük a különböző forrásokból származó fúrások összehasonlítását, az átfedések kiszűrését, és esetenként az adatok megbízhatóságát viszonyainak tisztázását.

Sekélyfúrási adatbázis

A kutatás célja: A MÁFI laza üledékes, sekélyfúrási adatbázisának integrálása, a kialakított SQL-szerver alapú sekélyfúrási adatbázis adatokkal való feltöltése.

2008-ban elvégzett feladatok: A megkapott törzs- és szedimentológiai adatsorok adott formára alakítása után speciális programmal végrehajtott adatfeltöltés történt az alábbi területeken és volumenekben:

Az „Agro” részadatbázisba további 10 db 100 000-es térképlap vízkémiai és szedimentológiai adatai kerültek be. Ezzel összesen 16 db 100 000-es térképlap került eddig feltöltésre. Az összes feltöltött térképlap adatai ellenőrzöttek.

A „Kisalföld” részadatbázisba 14 db 100 000-es térképlapnyi adat került fel. Ezzel az összes, (mind a 15) kisalföldi 100 000-es térképlap feltöltésre került. A feltöltött térképlapok adatai nem ellenőrzöttek.

A „Mérnökgeológia” részadatbázisban 3 budapesti kerületre készült el az adatok előkészítése. Az eltérő adatstruktúrák miatt feltöltésük pillanatnyilag nem lehetséges, a sekélyfúrási adatbázisba való feltöltés feltétele az adatimportáló modul részbeni átalakítása.

A „Dél-Dunántúl” részadatbázis adatainak szerkezete egyelőre nem egyezik meg a kért adatlista-struktúrával, ezért további korrigálása és importálható formátumra való átalakítása szükséges.

Termék: új és módosított adatbázis rekordok (MÁFI SQL-szerver sekely_furas).

Meddő szénhidrogénkutak vízföldtani hasznosításának értékelése kapcsán rétegvizsgálati és vízföldtani szempontú adatok integrálása

2008-ban elvégzett feladatok: A korábbi, vízföldtani hasznosítást célzó adatokat tartalmazó egyedi excel-táblák konvertálása megtörtént és az adatok ellenőrzése céljából átadásra került a Vízföldtani osztályra.

Termék: adatbázis táblák (\\Srv-geo\projekt\KisProjektek\2008\meddoch).

A TERMÉSZETI KÖRNYEZET ELEMEINEK FENNTARTHATÓ HASZNOSÍTÁSÁHOZ KAPCSOLÓDÓ KUTATÁSOK

A földtani környezet védelmét, fenntartható hasznosítását elősegítő kutatások kiemelt fontosságú témák mind a hazai, mind az európai uniós fejlesztési stratégiákban. E témakörbe sorolható a MÁFI évek óta egyik legjelentősebb komplex kutatási feladata, a kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok lerakóhelyének kutatása, de jelentős feladatokat jelentenek a Víz Keretirányelv végrehajtásához kapcsolódó feladatok, valamint a környezetállapot vizsgálatához csatlakozó kutatási témák, amelyek jelentős része szintén uniós direktívák hazai végrehajtását célozza (Nitrát Irányelv, Bányászati Hulladékok Irányelv, készülő Talaj Keretirányelv).

Kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok lerakóhelyének kutatása

A kutatás célja: a kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok végleges elhelyezésére szolgáló tározó befogadására alkalmas közzettest kijelölése és vizsgálata a Mórággyi Gránit Formációban.

Előzmények: A kutatási tervet az MBFH jogelődje, a Magyar Geológiai Szolgálat Dél-dunántúli Területi Hivatala engedélyezte 2004. július 30-án kiadott 241/33/2004. sz. határozatában. Az engedély a 241/35/2004. sz. határozat szerint 2004. augusztus 23-án emelkedett jogerőre.

A kutatás fő eszköze két lejtősakna (a Nyugati- és a Keleti-) kihajtása volt, továbbá különböző vizsgálatok lefolytatása a lejtősaknában, valamint felszínről mélyített fúrásokban és a felszínen.

A kutatásról 2008 januárjában rövid összefoglalás (BALLA 2008), majd 2008 júliusában zárójelentés (BALLA et al. 2008a) készült a 2007. december 21-i időpontban rendelkezésre álló adatok (a Nyugati-lejtősakna 1573,2 és a Keleti-lejtősakna 1482,9 méteréig) alapján. Ezekben a kutatás végeredményeként a tároló befogadására alkalmas közzettesteket jelöltünk ki.

2008-ban elvégzett feladatok: Az irányítás keretében a munkák koordinálása, a felszín alatti fúrások szakmai felügyelete, a hidrogeológiai jelentések ellenőrzése történt. E részfeladaton belül készül a MÁFI 2007. évről szóló Évi Jelentése, amely a 2007. évig bezárólag végzett földtani kutatási munkálatok eredményeit foglalja össze. Emellett megkezdjük a Mórággyi-rög ÉK-i részének 1:10 000-es földtani térképe és magyarázójának szerkesztését, amelynek lezárása áthúzódik 2009 első negyedévére.

A kihajtott vágatokban folyamatos földtani és tektonikai dokumentálást végeztünk. Ennek során a korábbiaknál részletesebben megismertük a kőzeteket, metamorfózisukat és egyéb elváltozásait, tektonikájukat és érköltéseiket (GYALOG et al. 2008a, b, MOLNOS et al. 2008, TÖRÖK et al. 2008). A vágatokból lemélyített elő-, hidrogeológiai és geotechnikai fúrások magján földtani és tektonikai dokumentálást végeztünk (GYALOG, ALBERT 2008, GYALOG et al. 2008c–f). A Magyar Bányászati és Földtani Hivatal kérésére értékelő jelentést készítettünk a telephelyről (BALLA 2008a). Zárójelentést készítettünk a felszín alatti földtani kutatásról (BALLA et al. 2008a), valamint a felszíni nyersanyagkutatásról (BALLA et al. 2008b). Lefolytattuk a Mórággyi Gránit Formáció integrált értékelését (KIRÁLY et al. 2008).

Folyamatosan végeztük a vízföldtani monitoring észleléseit, és jelentést készítettünk a 2007. évi munkálatokról (ROTÁRNÉ et al. 2008), amely a tervezett tároló közvetlen térsége és tágabb térségének vizsgálata révén folyamatos információkkal szolgál a környezetben lejátszódó természetes és mesterséges folyamatok hatásának mértékéről, változékonyságáról és trendjéről.

Vízföldtani szempontból értékeltük a gránittest mállott zónáját (HORVÁTH et al. 2008). A Magyarhoni Földtani

Társulat felkérésére ismertettük a telephely kutatástörténetét (MAROS 2008), vízföldtani (TÓTH et al. 2008a–b) és vízgeokémiai kutatásait (HORVÁTH, SZÓCS 2008a–b). Befejeztük a bátaapáti Nagymórággyi-völgyet érő külső természeti hatások vizsgálatát (BALLA 2008b, KAISER 2008, SZÉKELY 2008a–d).

Elláttuk a kutatás keretében a víz- és kőzetminták különböző laboratóriumi mérési feladatait, anyagvizsgálatait, valamint részt vettünk a jelentések és kiadványok grafikai és táblázatos anyagának elkészítésében.

Együttműködő partnerek: Mecsekérc Környezetvédelmi Zrt., ETV-Erőterv Zrt., Hygecon Kft.

Termék: a szerződésben foglaltak szerinti jelentések:

BALLA Z. 2008a: Értékelő jelentés a létesítési engedély földtani megalapozásához. Bátaapáti (Üveghuta)-hulladéktároló. Felszín alatti kutatás, 2004–2007. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, Tekt. 1387.

BALLA Z. 2008b: Külső természeti erők hatásának becslése a felszíni telephelyre. Külső természeti erők hatásának vizsgálata a Nagymórággyi-völgy vízgyűjtőjében. Jelentés a BE6–391. rend. sz. szerződés 2.3.2.1.4. kódszámú tételének teljesítéséről. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, Tekt. 1413.

BALLA Z., CSÁSZÁR G., FÖLDVÁRI M., GULÁCSI Z., GYALOG L., HORVÁTH I., KAISER M., KIRÁLY E., KOLOSZÁR L., KOROKNAI B., MAGYARI Á., MAROS GY., MARS I., MUSITZ B., RÁLISCH E., ROTÁRNÉ SZALKAI Á., SZÓCS T., TÓTH GY. (MÁFI); BERTA J., CSAPÓ Á., CSURGÓ G., GORJÁNÁCS Z., HÁMOS G., HOGYOR Z., JAKAB A., MOLNOS I., MOSKÓ K., ORSZÁG J., SIMONCSICS G., SZAMOS I., SZEBÉNYI G., SZÚCS I., TURGER Z., VÁRHEGYI A. (Mecsekérc); BENEDEK K., MOLNÁR P., SZEGŐ I., TUNGLI GY. (GOLDER); MADARASI A., MÁRTONNÉ SZALAY E., PRÓNAY ZS., TILDY P. (ELGI); SZONGOTH G. (GEO-LOG); GACSÁLYI M. (MBFH); KOVÁCS L. (Kútfej Bt.); MÓNUS P. (GeoRisk); VÁSÁRHELYI B. (Vásárhelyi és Tsa Bt.). 2008a: A felszín alatti földtani kutatás zárójelentése. Jelentés a V-124/2006. rendelési számú, Üh-65/2006. számú szerződés FA90508 kódszámú tételének teljesítéséről. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, Tekt. 1419.

BALLA Z., GYALOG L., KAISER M., KOROKNAI B., TÓTH GY. 2008b: A felszíni nyersanyagkutatás eredményeinek összefoglalása. Bátaapáti hulladéktároló felszín alatti földtani kutatási munkái 2006–2007. Jelentés az Üh-92/2006. munkaszámú V-140/2007. sz. szerződés FA50310 kódszámú tételének teljesítéséről. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, Tekt. 1386.

GYALOG L., ALBERT G. 2008: A Bátaapáti BeN-6 előfúrás földtani és tektonikai leírása. Jelentés a 2008V.214 számú, Üh-186/2008. munkaszámú szerződés FK 3809B kódszámú tételének teljesítéséről. A Bátaapáti hulladéktároló felszín alatti létesítményeinek beruházás-előkészítést befejező munkái 2008–2009. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, Tekt. 1438.

GYALOG L., ALBERT G., BÍRÓ I., BORSODY J., FÜRI J., GULÁCSI Z., HALÁSZ A., MAROS GY., MUSITZ B.,

- PALOTÁS K., SZOLGAY ZS., TÖRÖK P. 2008a: Kiterített földtani-tektonikai palásttérkép a vágatok 850–1450/1500 m-es szakaszairól. Bábaapáti hulladéktároló felszín alatti létesítményeinek előkészítési munkái 2006–2007 Jelentés az Űh–65/2006. sz. szerződés FA90300 kódszámú tételének teljesítéséről. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, Tekt. 1385.
- GYALOG L., ALBERT G., BÍRÓ I., BORSODY J., FÜRI J., GULÁCSI Z., HALÁSZ A., KOROKNAI ZS., MAROS GY., MUSITZ B., PALOTÁS K., TÖRÖK P. 2008b: Kiterített földtani-tektonikai palásttérkép a vágatok 1450/1500–1723/1772 m-es szakaszairól. Jelentés a V-124/2006. rendelési számú, Űh–65/2006. számú szerződés FA90300 kódszámú tételének teljesítéséről. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, Tekt. 1424.
- GYALOG L., GULÁCSI Z., KOROKNAI B. 2008c: A Bábaapáti BeK–15 előfúrás földtani és tektonikai leírása. Jelentés az Űh–186/2008. munkaszámú szerződés FK 3809B kódszámú tételének teljesítéséről. A Bábaapáti hulladéktároló felszín alatti létesítményeinek beruházás-előkészítést befejező munkái 2008–2009. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, Tekt. 1437.
- GYALOG L., GULÁCSI Z., KOROKNAI B., MAROS GY. 2008d: A Bábaapáti Bkh–1 és Bkh–2 hidrogeológiai fúrások földtani és tektonikai leírása. Bábaapáti hulladéktároló felszín alatti földtani kutatási munkái 2006–2007 Jelentés az Űh–92/2006. munkaszámú V–140/2006. sz. szerződés FK3809B kódszámú tételének teljesítéséről. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, Tekt. 1411.
- GYALOG L., GULÁCSI Z., ZSÁMBOK I. 2008e: A Bábaapáti Bkc–(1–6) Csiro-cellás és Bkx–(1–6) sugaras extenzométeres fúrás földtani leírása. Jelentés az Űh–92/2006. munkaszámú V–140/2006. sz. szerződés FK3809B kódszámú tételének teljesítéséről. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, Tekt. 1420.
- GYALOG L., KOROKNAI B., MAROS GY., ZSÁMBOK I. 2008f: A Bábaapáti Bm jelű fúrás csoport földtani és tektonikai leírása. Bábaapáti hulladéktároló felszín alatti földtani kutatási munkái 2006–2007 Jelentés az Űh–92/2006. munkaszámú V–140/2007. sz. szerződés FK3809D és FK3811C kódszámú tételének teljesítéséről. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, Tekt. 1389.
- HORVÁTH I., GÁL N., MURÁTI J., ROTÁRNÉ SZALKAI Á., SZÓCS T., TÓTH GY. (MÁFI) SZONGOTH G. (Geo-Log Kft.), ZILAH I. SEBES L. (ELGI) 2008: A mállott zóna hidrogeológiai értékelése. Jelentés a V–124/2006. rendelési számú, Űh–65/2006. számú szerződés FA90501 kódszámú tételének teljesítéséről. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, Tekt. 1422.
- KAISER M. 2008: A Nagymórági-völgy csuszamlásveszélyessége a következő 120 évben. A Bábaapáti hulladéktároló létesítési engedélyeztetésével kapcsolatos dokumentációk elkészítése. Külső természeti erők hatásának vizsgálata a Nagymórági-völgy vízgyűjtőjében. Jelentés a BE6–391 sz. szerződés 2.3.2.1.3. kódszámú tételének teljesítéséről. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, Tekt. 1390.
- KIRÁLY E., GULÁCSI Z., KOROKNAI B. 2008: A Mórági Gránit Formáció integrált értékelése. Bábaapáti hulladéktároló felszín alatti létesítményeinek előkészítési munkái 2006–2007. Jelentés az Űh–65/2006. sz. szerződés FA90504 kódszámú tételének teljesítéséről. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, Tekt. 1384.
- MOLNOS I., JAKAB A., SOMODI G., SZAMOS I., VÁSÁRHELYI B. (Mecsekérc) GYALOG L., BORSODY J., FÜRI J., GULÁCSI Z., MAROS GY., MUSITZ B. (MÁFI) 2008: Jelentés a Bábaapáti mélyített Nyugati-lejtősakna 1309,50–1772,50 és Keleti-lejtősakna 1254,10–1723,50 m-es szakaszán elvégzett földtani-tektonikai, geotechnikai és vízföldtani dokumentálási munkákról. FK 30000. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, Tekt. 1431.
- ROTÁRNÉ SZALKAI Á., HORVÁTH I., NAGY P. 2008: A 2007. évi felszíni monitoring hálózat vízszint- és vízhozamméréseinek éves jelentése. Jelentés a V–124/2006. sz. Űh–65/2006. munkaszámú szerződés FA60504 kódszámú tételének teljesítéséről. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, Tekt. 1414.
- SZÉKELY F. (Hygecon Kft.) 2008a: Extrém csapadék hatására kialakuló erózió hatása eltömődött Rocla-csövek esetén a következő 120 évben. Jelentés a BE6–391 szerződés 2.3.2.1.2. kódszámú tételének teljesítéséről. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, Tekt. 1410.
- SZÉKELY F. (Hygecon Kft.) 2008b: Integrált vízföldtani értékelés. Jelentés az Űh–65/2006. munkaszámú Mecsekérc–MÁFI szerződés FK90507 kódszámú tételének teljesítéséről. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, Tekt. 1407.
- SZÉKELY F. (Hygecon Kft.) 2008c: Regionális hidrogeológiai értékelés. Jelentés az Űh–65/2006. munkaszámú Mecsekérc–MÁFI szerződés FK90502 kódszámú tételének teljesítéséről. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, Tekt. 1408.
- SZÉKELY F. (Hygecon Kft.) 2008d: Extrém csapadék hatására kialakuló erózió és árvíz a következő 120 évben. Külső természeti erők hatásának vizsgálata a Nagymórági-völgy vízgyűjtőjében. Jelentés a BE6–391. rend. sz. szerződés 2.3.2.1.4. kódszámú tételének részteljesítéséről. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, Tekt. 1412.
- TÖRÖK P., SZEBÉNYI G., ANDRÁS E., NAGY V., VÁGÓ Z., VERES J. (Mecsekérc), GULÁCSI Z., GYALOG L. (MÁFI), KOVÁCS L., JAKAB A., RÁTKAI O. (Kútfej), SZONGOTH G., ZILAH I. SEBES L., HEGEDŰS S. (Geo-Log) 2008: A Bp–2 fúrás dokumentációja. Tárolóterek kiviteli tervezését megalapozó vizsgálatok. A Bábaapáti létesítendő, a kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékok végleges elhelyezésére szolgáló Nemzeti Radioaktív hulladéktároló felszín alatti létesítményei beruházás-előkészítési befejező munkái. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest (a MÁFI-rész kész, a jelentés össze szerkesztése folyamatban van).

A VÍZ KERETIRÁNYELV HAZAI MEGVALÓSÍTÁSÁHOZ KAPCSOLÓDÓ FELADATOK

Felszín alatti víztestek hidrogeológiai jellemzése vízföldtani szelvények mentén

A kutatás célja: a 2007-ben elkészült, és 2008 első félévében földtanilag kijavított 142 db földtani szelvény és 108 db elvi földtani rétegoszlop vízföldtani szelvénné és hidrosztratigráfiai rétegoszloppá történő konvertálása és szakmai lektorálása, valamint egy határokkal osztott víztest jellemzésének térinformatikai előkészítése volt.

Előzmények: 2006–2007 során a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium felkérésére a MÁFI felépítette azt a térinformatikai alapokon nyugvó földtani alapadatbázist, amely a Víz Keretirányelvben foglalt feladatok végrehajtását segíti elő. Ennek kulcselemei voltak a felszín alatti víztestek rendszeréhez igazodó földtani szelvények. Ezek vízföldtani minősítése, azaz vízföldtani szelvényekké történő átkonvertálása alapvető hidrogeológiai információkkal szolgál a vízgyűjtőgazdálkodással kapcsolatos feladatok ellátásához.

2008-ban elvégzett feladatok: A szelvények vízföldtani átkonvertálásához a módszertan kidolgozásra került, továbbá elkészült az egyes fáciestípusok, formációk és formációcsoportok regionális hidrogeológiai minősítése. A módszertan alapján megtörtént a 2007. évi földtani szelvények és elvi rétegoszlopok átkonvertálása. Az elkészült eredményeket felhasználói szerződés keretében átadtuk a VKKI-nak. Mivel a vízföldtani szelvények alapjául szolgáló földtani szelvények pontosítása, javítása elhúzódott, így a vízföldtani szelvények lektorálása és térinformatikai feldolgozása nem történt meg, ezeket a részfeladatokat a 2008. szeptember 24-i tervmódosítás is törölte.

A dél-alföldi határokkal osztott víztestek jellemzéséhez a kapcsolódóan a területre eső szelvényeket, átértékelt fúrásokat és hidrogeológiai adatokat integráltuk a GeoMedia szoftverbe. Az adatbázis alapján teszteltük nagyszámú adat térinformatikai módszerekkel történő lekérdezésének és feldolgozására adott lehetőséget.

Együttműködő partnerek: VKKI

Termék: Magyarország vízföldtani szelvényei (\\Srv_geo\projekt\Viztest-VKI\fdt_szelv_atadas_081125).

A Pilisi Parkerdő Zrt. működési területének hidrogeológiai adottságai

A kutatás célja: A Mecsekérc Zrt. megbízásából (a 2008. február 12-én kelt, M-25/2008 számú szerződés alapján) a Magyar Állami Földtani Intézet hidrogeológiai tanulmányt készített a Pilisi Parkerdő területére. A tanulmány célja áttekintő ismertetés nyújtása a terület földtani-, vízföldtani viszonyairól és vízbeszerzési lehetőségeiről.

2008-ban elvégzett feladatok: A tanulmányt elsősorban irodalmi adatok, térképek és adatbázisok alapján készítettük

el. A terület földtani viszonyait a MÁFI hegy- és dombvidéki területein végzett földtani térképezések, illetve a földtani alapfúrások alapján jellemeztük. A vízföldtani adottságok ismertetése, és a földtani képződmények vízföldtani minősítése elsősorban a Víz Keretirányelv végrehajtásához kijelölt víztestek alapján történt.

Termék: jelentés

ROTÁRNÉ SZ. Á., BUDAI T., CSERNY T., TÓTH GY.: A Pilisi Parkerdő Zrt. Működési területének hidrogeológiai adottságai. p. 70, 2 színes térképmelléklettel (MÁFI elektronikus jelentéstár/2008/vizfoldtan).

Felszín alatti vizek háttér- és küszöbértékeinek meghatározása víztest szinten

A kutatás célja: A Víz Keretirányelv előírásainak megfelelően, a felszín alatti vizek háttér- és küszöbértékeinek meghatározása víztest szinten. Felhasználjuk az adatbázis integráció keretében harmonizált víz-geokémiai adatokat. Elkezdjük az újonnan kijelölt sekélyvíztestek és a korrigált víztest határok alapján a mélyebb hideg porózus víztestek természetes háttér-, valamint küszöbértékeinek meghatározását.

Előzmények: A kutatási téma előzményeként két tanulmány készült 2007 folyamán, melyek elkészítésére a KvVM bízta meg a MÁFI-t. (Összefoglaló tanulmány a „Felszín alatti vizek jellemzéséhez szükséges határértékrendszer kidolgozása”; Összefoglaló tanulmány a „Felszín alatti víztestek kémiai állapota értékelésének megalapozása”). Ezek keretében elvégeztük a korábbi víztest-kijelölések alapján a háttérérték meghatározásokat.

2008-ban elvégzett feladatok: A korábbi tanulmányok tapasztalatait felhasználva, a 2007. december végén kijelölt új víztestek alapján készítettük el az értékelést. A korábbi adatokat kiegészítettük a termálkutak adataival is. A tervtől eltérően nem csak a sekélyvíztestek rendelkezésre álló adatait értékeltük, hanem a porózus, karszt- és termálvíztestek adatait is. Az értékelésnél a fajlagos elektromos vezetőképesség, nitrát, ammónium, klorid, szulfát, Cd, Pb és Hg mérési adatait dolgoztuk fel. Az adatbázis kialakítása, javítása, a szennyezett kutak beazonosítása, illetve kiszűrése után, megállapítottuk az egyes víztestek főbb statisztikai paramétereit (darab szám, minimum, maximum, átlag, medián, 10, 25, 75 és 90%-os percentilisek). A háttérértékeket a 10-90%-os percentilisek közé eső tartományként definiáltuk. A küszöbértékeket a hasonló vízföldtani egységként kezelhető víztest csoportokra állapítottuk meg.

Együttműködő partnerek: KvVM, VKKI és ÖKO Zrt.

Termék: szöveges és táblázatos összefoglalás víztest csoportonként a Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv háttéranyaga számára a felszín alatti vizek háttérérték és küszöbérték meghatározásáról (\\Srv_geo\projekt\VGT):

CLEMENT A., SIMONFFY Z., MOZSGAI K., RÁKOSI J., LÁSZLÓ F., LIEBE P., ZÖLDI I., SZÓCS T., CSERNY T., TÓTH GY., GONDÁRNÉ SÓREGI K. 2008: Magyarország Vízgyűjtő-

gazdálkodási Terve — Országos VGT háttéranyag. 5/3. — Függelék. „Vízgyűjtő-gazdálkodási tervek készítése” című KEOP-2.5.0. A kódszámú projekt megvalósítása a tervezési alegységekre, valamint részvízgyűjtőkre, továbbá ezek alapján az országos vízgyűjtő-gazdálkodási terv, valamint a terv környezeti vizsgálatának elkészítése (TED [2008/S 169–226955]). — Kézirat, VKKI, Budapest.

Kapcsolódó pályázat: A talajvíz nagy arzén tartalmának eredete fiatal medencékben (OTKA T. 67967).

Országos felszín alatti vízmegfigyelő-hálózat

A feladat célja: Folytattuk az ország területét behálózó, hosszú időszakkal rendelkező vízföldtani megfigyelőhálózat működtetését. Az észlelt kutak elsősorban a mélyebben elhelyezkedő réteg-, illetve termálvízkészletek mennyiségi változásainak nyomonkövetését célozzák. Az észlelőhálózat 81 megfigyelőkútja az EU Víz Kereteirányelv által megkövetelt operatív és jelentési monitoring-rendszer részét képezi. A mennyiségi monitoring célja a kijelölt 108 víztest állapotának és a változások jellemzéséhez adatszolgáltatás az EU felé küldendő rendszeres jelentési kötelezettség teljesítéséhez.

Előzmények: A rendszeres mérésekkel a mintegy két évtizede folyamatos vízszintészleléseket biztosítottunk az ország legfontosabb régióiban (Alföld, Dunántúli-középhegység, Dunántúl, Pilis–Gerecse). Az adatsorok számos országos és regionális vízföldtani értékelés alapjául szolgáltak.

2008-ban elvégzett feladatok: Alaptevékenységként az ország területét behálózó vízföldtani megfigyelő-hálózat működtetését végeztük. A működtetés magába foglalja az észleléseket, a kutak karbantartását, az adatfeldolgozást, valamint az adatszolgáltatást. Az észlelés költségeit változatlanul külső forrásokból biztosítottuk. A MÁFI országos vízföldtani megfigyelő-hálózata keretén belül 2008. évben az ország különböző pontjain, összesen mintegy 160 db észlelőkút rendszeres mérésére került sor.

Sajnálatos módon 2008. év folyamán többször tapasztaltuk az észlelőkutak rongálását, amely a további észleléseket lehetetlenné tette. 2008 szeptemberében a mindszei kútcsoporthoz két kútját, novemberben pedig a csongrádi kútcsoporthoz 4 észlelőkútját rongálták meg.

A mérések mellett beszereztük 87 db észlelőkút vízjogi üzemeltetési engedélyét. 85 db észlelőkút esetében az engedélyezési eljárás még folyamatban van, de a szükséges hiánypótlásokat már ezeknél is elvégeztük. Az engedélyezési eljárás keretében összeállítottuk az észlelőkutak szükséges dokumentációját, illetve ahol az engedélyezéshez szükséges volt beszereztük a kutak által érintett területek tulajdonosainak mérésekhez történő hozzájáruló nyilatkozatát.

Az észlelési adatokat a 2007. december 31-ig, a kiemelt térségekben, illetve az elektronikus műszerekkel mért adatokat naprakészen számítógépes adatbázisba rendeztük.

Az észlelőhálózat mérési adatai nyíltak, bárki által hozzáférhetőek egyedi kérésre, ill. a Vízrajzi Évkönyvek CD mellékleteiben. Rendszeres adatszolgáltatást végzünk mind a MÁFI más osztályai részére, mind a főhatóságok felé. Három megfigyelőkút a közös magyar–szlovák szigetközi monitoring rendszer tagja, melyeknek idősorait 2008-ban is átadtuk az illetékes Vízügyi Igazgatóság számára. A Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság számára a zsirai észlelőkút adatait adtuk át az országhatáron kívül létesített, de a zsirai észlelőkúttal azonos vízáradó képződményt megcsapoló, Lutzmansburg területén mélyült termálkút magyarországi hatásainak vizsgálatához. Ezen felül adatcserét folytattunk a DRV Rt-vel és a Vitukival.

Együttműködő partnerek: Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium (KvVM), az ország valamennyi területileg illetékes Vízügyi Igazgatósága, és a Környezetvédelmi-, Természetvédelmi-, Vízügyi Felügyelőségek, Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság (VKKI), Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Részvénytársaság (Vituki Rt.), Dunántúli Regionális Vízmű Zrt.

Termék: észlelési adatok adatbázisa: MAVIZ SQL szerver (Vízfeldtani osztály üzemeltetése alatt álló külön adatbázis szerver).

A „D-Bakony–Zalai-medence regionális hidrogeológiai modellje és a felszín alatti áramlás szimulációja” projekt számára monitoring tevékenység és egyéb vízföldtani feladat elvégzése

A kutatás célja: a Dél-Bakony és Zalai-medence térség termálkarszt áramlási rendszerének megismerése, a lehetséges víztermelések meghatározása. A projekten belül a MÁFI feladata a regionális modellezés szakmai irányítása, a koncepcionális modell kialakítása, valamint a térségi monitoring-rendszer működtetése és az észlelési adatok szolgáltatása.

Előzmények: A területen vízkivételi kontingenssel rendelkezők egy csoportja egy finanszírozási konzorciumot alakított a kutatási projekt támogatására, amely 2006-ban kezdődött és hároméves kutatási terv alapján folyik. A program támogatói pénzügyi helyzetük, és a régióban betöltött szerepük szerint önkéntes alapon járulnak hozzá a program kivitelezéséhez. Elvi/szakmai támogatók azok állami, hatósági szervek, akik valamilyen formában területileg érintettek a projekt témájában, egyetértenek annak céljaival és szellemiségével, továbbá segítenek a projekt irányításában, módszertanának és eredményeinek elfogadtatásában.

2008-ban elvégzett feladatok: Elkészült a regionális áramlási, oldottanyag-transzport és hőtranszport értékeléséhez a koncepcionális modell. Kijelöltük a modellezésre kerülő terület térbeli határait. Meghatároztuk a modellbe kerülő vízföldtani, hidrosztratigráfiai egységeket. Elkészítettük a hidrosztratigráfiai egységek térbeli megadásához a prealpai, prekainozoos felszínek, alsó- és felső-pannoniai

feküfelszínek térben egymással és a terepmodellel egyeztetett digitális változatait és a modellezést végzőknek átadtuk. Elkészítettük a véges elemes áramlási és hőtranszportmodellezés külső vállalkozó által készített rácshálózatának ellenőrzését és illeszkedését a legfontosabb földtani szerkezetekhez. Elkészítettük a MÁFI kivitelezésében készülő véges differencia típusú áramlási és oldottanyag-transzportmodell rácshálóját, tekintettel a Hévízi-tó környékén készült újabb részletmodellezési eredményekre. (Az említett részletmodellezések ugyan a jelen vizsgálattól független munka keretében készültek, a területileg illetékes hatóság igényének megfelelően feladatunk a már elkészült modellek értékelése és az összehasonlítás elvégzése). A modellezés kalibrációjához összegyűjtöttük a térség karsztvízszint-változási adatait, valamint a Hévízi-tó környéki vízhőmérsékleti idősorokat is.

Kiegészítő vízmintázást végeztünk 6 termálkúton, a vízmintákból rutin és ICP MS vizsgálatokat, továbbá ¹⁸O-, deutérium, ¹³C- és ¹⁴C-méréseket végeztünk. A kiegészítő vízminőségi és izotópvizsgálatok célja a modellezés szempontjából fontos kalibrációs adatok biztosítása volt.

Kijelöltük a regionális értékeléseken belül részletesebb vizsgálatra tervezett helyszíneket: Nagylengyel–Zalaegerszeg térségét, a Hévízi-tó környékét, a zalaszántói tározó-tó környékét, Nyirád–Csabpuszta körzetét és Zalaszentgrót környékét.

Előzetes értékelés keretében vizsgáltuk az elmúlt évtizedekben végbement változásokat, majd az értékelés alapján kidolgoztuk a bányászati víztermelések leállítását, illetve csökkentése utáni feltöltődési időszakban követendő vízgazdálkodás és vízjogi engedélyezés elvi módszertanát.

A 2008-ban elvégzett munkákról 2008. december elején nyilvános beszámolót tartottunk a térségi hévízgazdálkodásban érdekeltek és a hatóságok képviselői előtt.

Együttműködő partnerek: a Hantken Miksa Alapítvány által a témakörhöz kapcsolódóan megbízott kutatói kör, Nyugat-Dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság.

Termék: modellek
(\\Srvgeo\vizfoldtan\D_Bakony_Zala\Kehidabeszamolo 2008).

Szigetközi monitoring

A kutatás célja: A Duna magyarországi felső szakaszán végzett beavatkozások megváltoztatták és megváltoztatják a felszíni vizek áramlási sebességét, vízminőségét, a medrek állapotát. Azokon a helyeken, ahol e vizek jelentik a felszín alatti vizek utánpótlódását, a változásokat a ható mederszakaszokhoz lehető legközelebb telepített kutakkal, szondákkal lehet/kell nyomon követni, amelyet 1994 óta tartó, évenként négy alkalommal történő terepi mintavétellel és vízkémiai vizsgálatok végzésével folytatunk. A kutatások célja a beavatkozással érintett folyamszakasz mentén a felszíni víz – felszín alatti víz kapcsolatának

dokumentálása és viszonyuk meghatározása a földtani képződményekkel.

Előzmények: A Magyar Állami Földtani Intézet 1994 óta rendszeres földtani monitoringot végez a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium (ill. jogelődjei) megbízásából a Duna Rajka–Nagybajcs közötti szakaszán. A rendszeres (évszakonkénti) mintavétel eredményei alapján adatokat kapunk a legfontosabb változások idő- és térbeli elhelyezkedéséről és ezeket évente a döntéshozók és a többi tudományág képviselőinek rendelkezésére bocsátjuk.

2008-ban elvégzett feladatok: A megbízási szerződésben részletezett pontokon (20 db) medermenti szondázást és a terepi vízkémiai vizsgálatokat végeztünk négy alkalommal, 2008. február 12–15., május 5–8., július 21–24. és szeptember 29 – október 1. között, alkalmazkodva a Duna vízjárásához. Elvégeztük a vízminták laboratóriumi elemzését és értékelésüket.

Az aktuálgeológiai megfigyeléseket 1986-ban kezdtük a Szigetközben. A hullámtéri mellékágak mentén kiválasztott megfigyelési pontok az egyes helyszínek különböző típusú, de a Szigetközben gyakori és jellegzetes szedimentációs-eróziós folyamatait, beszivárgási-megcsapolási viszonyait jellemezik. 2008-ban is a korábbi helyszíneken folytattuk a megfigyeléseket. Ebben az évben is több természetes árvíz vonult le a Szigetközben és az immár szokásos tervezett elöntés is megvalósult éppen a májusi mérésünk alatt. A heves vízmozgások hatására helyenként lényeges medermorfológiai változás következett be, a fenékküszöbök alatti zátonyok tovább terjeszkedtek, felszínükön a lágyszárú növényzet mellett a fás, cserjés állomány is megerősödött. Júliusi mérésünk során a szokott vízszintnél több mint 1 méterrel alacsonyabb vízszint volt a főmederben és a mellékágakban (zsilipjavítás volt Dunacsúnnál), sok helyen feltárult a mederfenék, megmutatva — a már korábban is kimutatott — feliszapolódott szakaszokat.

Együttműködő partnerek: MTA Szigetközi Munkacsoport, Vituki, Észak-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség Laboratóriuma.

Termék: jelentés

DON GY., NOVÁK B., PENTELENYI A., SCHAREK P. 2008: Földtani monitoring hálózat működtetése és az adatok értékelése a Szigetközben. Jelentés a 2008-ban elvégzett feladatokról — *Kézirat*, 141 p. + Melléklet, és CD, Magyar Földtani, Bányászati és Geofizikai Adattár, T 21780.

(<http://www.szigetkoz.biz/monitoring/monitoring.htm>, <http://www.szigetkozi-monitoring.hu/munkacsoport/MAFI2004/mainpage.htm>).

eWater

A kutatás célja: Az eWater projekt keretében olyan nemzetközi, több nyelvű, internetes adatszolgáltató felület került kialakításra, amely a résztvevő 12 ország felszín alatti vizeire vonatkozó adatbázisokat, illetve metaadatbázist tartalmaz. A projekt célja, hogy az internetes felületen létrehozott

metaadatbázis segítségével a határokon túlnyúló projektek esetén elérhetőek legyenek a szomszédos országok vízföldtani adatai. Ezek segítségével térképek szerkeszthetők, illetve vízföldtani modellek fejleszthetők, amelyek alapvető feltételeket biztosítanak a fenntartható vízgazdálkodás és környezetvédelem európai szintű kezeléséhez.

Előzmények: A több évtizede folytatott vízföldtani kutatások során jelentős méretű vízföldtani adatbázisok készültek Európa szerte. 2007-ben megtörtént a résztvevő országok rendelkezésre álló vízföldtani adatbázisainak, valamint az eWater portál nemzetközi és országos felhasználói igényeinek felmérése, megkezdődött a portál szerkezetének kialakítása.

2008-ban megoldott feladatok: 2008-ban befejeződött az eWater portál kialakítása, illetve adatokkal történő feltöltése. Megszerkesztettük és a portálon megjelenítettük a résztvevő intézményekkel közösen kialakított egységes vízföldtani jelkulccsal rendelkező, 1:200 000-es méretarányú, országos vízföldtani térképet

További feladatunk volt az eWater portál magyar nyelvű változatának kialakítása, illetve a többnyelvű szótár magyar nyelvű változatának elkészítése. A működő portál megtekinthető a www.ewater.eu internetes oldalon.

Együttműködő partnerek: Geological Survey of the Netherlands (TNO), Geological Survey of France (BRGM), Geological Survey of Denmark and Greenland (GEUSS), Geofond-Czech Geological Survey, Geological Survey of Sloval Republic (GSSR), Geological, Seismic and Soil Survey of Emilia-Romagna region, Italy (SGSS), Geological Survey of Austria (GBA), Lithuanian Geological Survey (LGT), Informacines Technologijos Lithuania, Geodan Mobile Solutions, GIM nv., Belgium, Geological Survey of Slovenia (GeoZS), Geological Survey of Spain (IGME), Geological Survey of Sweden (SGU).

Termék: jelentés

ROTÁRNÉ SZALKAI Á., NAGY P., TURCZI G.: eWater: Többnyelvű, határokon átnyúló hidrogeológiai adatbázis és információs rendszer. — Kézirat, MBFH Adattár T. 21808.

Magyar–Szlovák határmenti közös felszín alatti víztestek környezetállapota és fenntartható használata (Enwat projekt)

A kutatás célja: A 2008-ban lezárult projekt célja az EU Víz Keretirányelvben megfogalmazott környezeti célkitűzések (a felszín alatti vizek jó mennyiségi és minőségi állapotának elérése 2015-ig) támogatása három — Ipolyvölgy körzete, Aggteleki- és Szlovák-karszt térsége és Bodrogek térsége — országhatárral osztott víztestcsoport esetében olyan egységes geológiai, hidrogeológiai és környezetgeológiai térinformatikai rendszer létrehozásával, mely alapját képezi a felszín alatti vizekkel kapcsolatos víz- és környezetgazdálkodási feladatoknak. A magyar–szlovák határ mentén előforduló felszín alatti víztestek összefüggő rendszereket alkotnak, melyek mindkét ország számára

biztosítanak ivóvizet, és hatással vannak a felszíni vizekre, folyókra és a vizes ökoszisztémákra.

Előzmények: Az Európai Regionális Fejlesztési Alap Interreg IIIA Közösségi Kezdeményezési Program, Magyarország–Szlovákia–Ukrajna Szomszédtsági Program 2004–2006 pályázati támogatásából 2006. június 1-én indult el a kutatási téma megvalósítása. A négy fázisra bontott program első három fázisa (Előkészítési szakasz: Adatgyűjtés és előkészítés, Felszínalatti víztestek modellezésének megalapozása, Vízgazdálkodási terv kidolgozása és a modellezés befejezése) 2007-ben lezárult, a vonatkozó jelentés leadása, és a pénzügyi elszámolás a tervezett ütemezés szerint történt.

2008-ban megoldott feladatok: A projekt utolsó, 4. szakasza: *Az eredmények értékelése és ismertetése* feladatainak teljesítése:

Befejeződtek az adatelemzések és az egyes területekre vonatkozó felszín alatti vízáramlási modellek véglegesítése.

A közös magyar–szlovák vízgazdálkodási, döntéstámogatási rendszer megalapozására kiegészítő terepi felmérések, térinformatikai fejlesztések és felszín alatti vízáramlási modellkorrekciók készültek mindhárom mintaterületen. A fenti munkák eredményei, a helyszíni bejárások és az interjúk alapján harmadik, független partnerként a Finn Földtani Intézet (GTK) készítette el az ajánlásokat és javaslatokat a közös vízgyűjtő-gazdálkodási tervhez.

A projekt eredményeinek közreadásához két internetes fórum létrehozásával járultunk hozzá. A szlovák partnerrel közösen létrehoztuk és üzemeltettük a kóddal védett, elsősorban adatok és információk cseréjére alkalmas honlapot. A másik, még 2007-ben elkészített honlap a nyilvános adatok, a projekt eredményeinek közzétételére szolgál (www.geo-portal.hu), folyamatos karbantartása a projekt ideje alatt megtörtént.

Elkészült a széleskörű terjesztésre szánt demo-CD anyaga.

A projekt eredményeit nyilvános, sikeres záró konferencia keretében mutatták be 2008. április 10-én a magyar, szlovák és finn előadók. A konferenciára elkészültek és szétosztásra kerültek a nyomtatott ismertető anyagok: kétnyelvű prospektus, a három régió kétnyelvű információs szórólapja, 12 db (régióként 4–4), A3 méretű tematikus térképváltozat, és reklámanyagok.

Elkészült, és határidőre benyújtásra került a projekt zárójelentése, pénzügyi elszámolása.

Együttműködő partnerek: Szlovák Földtani Szolgálat (Štátny Geologický Ústav Dionýza Štúra). Alvállalkozók: Smaragd-GSH Kft. (vízföldtani modellezés); Geological Survey of Finland, GTK (vízgazdálkodási terv előkészítés); Hydrosyss Kft. (laboratóriumi mérések); Bálint Analitika Kft. (laboratóriumi mérések); MTA Geokémiai Kutatóintézet (laboratóriumi mérések); C Mobil Labor Kft. (laboratóriumi mérések), Akadimpex Kft. (közbeszerzési eljárás bonyolítása).

Termék: jelentések

Interreg IIIA, HU-SK-UA/05/02/166 — Magyar–szlovák határmenti közös felszínalatti víztestek környezet-

állapota és fenntartható használata (Enwat) projekt, 2008: 3. időközi jelentés. — *Kézirat*, VÁTI, Budapest.

Interreg IIIA, HU-SK-UA/05/02/166 — Magyar–szlovák határmenti közös felszínalatti víztestek környezet-állapota és fenntartható használata (Enwat) projekt, 2008: Zárójelentés. — *Kézirat*, VÁTI, Budapest.

BREZSNYÁNSZKY K., GAÁL G., SZÓCS T., TÓTH GY., BARTHA A., TURCZI G., HALMAI J., HORVÁTH I., GÁL N., GÁL B., HAVAS G., VIKOR ZS., MAIGUT V., GYALOG L., NÁDOR A., KUTI L. (MÁFI); P. MALIK, J. KORDIK, J. MICHALKO, D. BODIS, J. SVASTA, I. SLALINKA, S. RAPANT, F. BOTTLIK, J. MAGLAY, D. MARCIN, R. CERNAK (SGUDS Szlovákia); K. VRANA (Hydeco KV.); J. KAJA, J. LEVEINEN (GTK), ÁCS V., GONDÁR K., KUN É., PETHÓ S., SÓREGI K., SZÉKVÖLGYI K. (Smaragd-GSH Kft.) (2008): Magyar–szlovák határmenti közös felszínalatti víztestek környezetállapota és fenntartható használata (Enwat). Zárójelentés. — *Kézirat*, MBFH T.21778. Budapest.

A záró konferencia kiadványai:

Az Enwat projektet és eredményeit ismertető kétnyelvű (szlovák–magyar), színes ábrákkal, térképekkel illusztrált, nyomtatott ismertető füzet (20 oldal).

Ipoly Régió / Región Poiplie: kétnyelvű (magyar–szlovák), színes, nyomtatott információs szórólap, a projekt legfontosabb eredményeinek a térségre vonatkozó összefoglalásával.

Aggteleki-, és Szlovák-karszt / Slovenský–Aggtelek kras: kétnyelvű (magyar–szlovák), színes, nyomtatott információs szórólap, a projekt legfontosabb eredményeinek a térségre vonatkozó összefoglalásával.

Bodrogköz–Rétköz térsége / Region Mezidibrodzie: kétnyelvű (magyar–szlovák), színes, nyomtatott információs szórólap, a projekt legfontosabb eredményeinek a térségre vonatkozó összefoglalásával.

12 db (térségenként 4–4) A3 méretű, tematikus térkép-változat.

Matricák, logók, irattartók.

A konferencián elhangzott előadások ppt változatai elérhetők a projekt internetes honlapján (www.enwat.eu).

Vízföldtani modellezés

A kutatás célja: Az országos modellezések alapul szolgálnak a Víz Keretirányelv feladatainak ellátásához, az ivóvizek egészségkárosító komponenseivel kapcsolatos védelmi és gazdálkodási feladatok megalapozásához, a klímaváltozások felszín alatti vizekre gyakorolt hatásának vizsgálatához, valamint a geotermális energiahasznosítással és a fürdőfejlesztésekkel kapcsolatos kormányzati programok támogatásához.

Előzmények: A munka előzményét képező vízföldtani modell első, Pannon-medence méretű változata elsősorban a medencebeli termálvíztermelések előtti, és a 2000-es évek elejére vonatkozó állandósult állapotra vonatkozó megítéléshez készült. A szűkös erőforrások miatt 2008-ban az országos hidrogeológiai modell, az országos vízgeokémiai

modell, valamint a hidrogeotermikus modell fejlesztésére önállóan csak korlátozott mértékben kerülhetett sor, ezért részben más kutatási témák modellezéséhez felhasználható eredményeinek integrálását végeztük el (a víztestek földtani és vízföldtani jellemzése, „A talajvíz nagy arzén tartalmának eredete fiatal medencékben” c. OTKA pályázat, kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok lerakóhelyének kutatása, Interreg–Enwat projekt).

2008-ban elvégzett feladatok: Összefoglaltuk a regionális (víztest méretű, országos méretű, medence méretű) modellalkotás folyamatát a szabadfelszínű vízáadó rendszerekre és kiegészítettük az EU-VKI feladatok sorában aktuálisan szükséges állapotértékelések elvi modelljével. A Víz Keretirányelv hazai végrehajtásához szükséges feladatok sorában 2008-ban és 2009-ben esedékes a felszín alatti víztestek mennyiség állapotának értékelése. Az értékelés sorában vízmérleget kell készíteni minden egyes kijelölt víztestre, majd a terhelések (víztermelések és mennyiségre hatással lévő egyéb beavatkozások) és az ökoszisztémák, valamint a felszíni vizek vízigényei alapján minősíteni kell a víztestek állapotát. Még gyakorlott hidrogeológus értékelők számára sem könnyen áttekinthető az a kérdés, hogy az egyes terhelések milyen hatással lesznek a víztest méretű, regionális áramlási rendszerek állapotára. 2008-ban a modellfejlesztési munkáinkat olyan elvi (fiktív) modellek építésével folytattuk, melyekben figyelembe lehet venni

- a területi beszivárgás,
- a folyó menti táplálások és megcsapolások,
- a drén-szerűen működő csatornák,
- a talajvíz-párologás és
- a kutas víztermelés együttes hatásait.

Termék: modell, részfejezetek jelentés számára (\\Srv_geo\projekt\VGT):

CLEMENT A., SIMONFFY Z., MOZSGAI K., RÁKOSI J., LÁSZLÓ F., LIEBE P., ZÖLDI I., SZÓCS T., CSERNY T., TÓTH GY., GONDÁRNÉ SÓREGI K. 2008: Magyarország Vízgyűjtő-gazdálkodási Terve — Országos VGT háttéranyag. 5/3. — Függelék. „Vízgyűjtő-gazdálkodási tervek készítése” című KEOP–2.5.0.A kódszámú projekt megvalósítása a tervezési alegységekre, valamint részvízgyűjtőkre, továbbá ezek alapján az országos vízgyűjtő-gazdálkodási terv, valamint a terv környezeti vizsgálatának elkészítése (TED [2008/S 169–226955]). — *Kézirat*, VKKI, Budapest.

KÖRNYEZETFÖLDTANI KUTATÁSOK

Környezet-geokémiai kutatások

Meddőhányók földtani környezetre gyakorolt hatásának vizsgálata

A kutatás célja: a bányászati meddőhányókkal kapcsolatos EU direktíva hazai végrehajtásának megalapozásához a keretirányelv magyarországi teljesítési módszerének kidolgozása és javaslat annak végrehajtására. Ennek kere-

tében vizsgáljuk a meddőhányók a környezetet várhatóan terhelő, illetve kedvezően befolyásoló anyagai környezetbe jutásának feltételeit, valamint a környezet szempontjából közömbös anyagok hasznosítási lehetőségeit archív adatok feldolgozásával, terepbejárással és mintavételezéssel.

Előzmények: Az Európai Unió elfogadta a Bányászati Hulladék Direktívát, és elkészítette az ennek végrehajtását megalapozó Végrehajtási Javaslatot, ami Magyarországra is kötelezettségeket ír elő a bányászattal érintett területeink környezeti felmérésére. Korábban végzett szakmai tevékenységünk e témában elsősorban a Direktíva „a meddőhányók kockázat-alapú környezeti felmérése” cikkelyére koncentrált azzal a céllal, hogy elemezze milyen módszerekkel lehet a bányászati hulladékokat hatékonyan felmérni.

2008-ban elvégzett feladatok: Az ideai kutatási munkák nagyrészt a témavezető MTA Bolyai János Kutatói Ösztöndíj keretében folyó „Vízgyűjtők szediment és felszíni szennyeződés transzport modellezése, különös tekintettel a bányászat sújtotta területekre” téma keretében folytak. A tavaly Recsken gyűjtött minták teljes körű kémiai és ásványtani vizsgálata megtörtént, és továbbfejlesztettük a szilárd minták nyomelem vizsgálatának laboratóriumi vizsgálati módszereit. Jelenleg az eredmények feldolgozása folyik.

Bányászat által sújtott vízgyűjtőt mintáztunk meg Erdélyben Erzsébetbányán, a mintákat leadtuk laboratóriumi vizsgálatra.

Együttműködő partnerek: EuroGeoSurveys Geochemistry Expert Group; Európa Bizottság Bányászati Direktíva Inventory Task Group; USGS, BOKU University, Ausztria; University of Leuven, Belgium; Croatian Geological Survey; Mining Institute, Baia Mare, Románia; North University of Baia Mare, Románia; Szegedi Tudományegyetem, Miskolci Egyetem, ELTE TTK, Vítuki Rt.

Termék: jelentés

JORDÁN GY., KUTI L. FÜGEDI U., VATAI J. 2008: Környezet-geokémiai kutatások (Jelentés a 2008-ban elvégzett feladatokról). — MÁFI elektronikus jelentéstár/2008/kornyezet.

Geokémiai térképezés

A kutatás célja: Rendszerezzük, egységesítjük és aktualizáljuk az eddig elkészült geokémiai térképeket, valamint újabb adatgyűjtéssel kiegészítjük a korábbi térképezések során meg nem mintázott területeket. Végeredményként egységes szemlélettel, a mai kívánalmaknak megfelelő jelkulccsal megszerkesztett geokémiai térképeket készítünk, melyek segítségével megalapozható a kimutatható geokémiai anomáliák további vizsgálata.

Előzmények: Magyarország területéről az elmúlt közel két évtizedben különböző szempontok és különböző jelkulcsok alapján, különböző méretarányban és különböző felfogásban készültek geokémiai térképek:

1. Magyarország (áttekintő) geokémiai atlasza: a térképsorozat elkészítésének az volt a legfontosabb célja, hogy a felszíni környezetre és több nyomelemre jellemző geokémiai háttérértékeket meg lehessen határozni. Ez segíteti a

talajokban és általában a környezetben megismert, esetenként nagy koncentrációk értelmezését és megítélését.

2. Hegyvidéki területek geokémiai térképezése: a felvételek olyan módszeregyüttessel készültek, amely nem csak az alapszintértékek meghatározását tette lehetővé, de egyúttal megbízható képet nyújtott a környezeti terhelés mértékéről és az esetleges ércesedések perspektíváiról is. A hegyvidéki geokémiai térképezésnek azonban már a felvétele sem történt meg minden hegységünkben, ezért ezt pótolni kell.

3. A Foregs térképezés célja Európa geokémiai térképének elkészítése volt többféle mintavételi közeg alapján. A felvételezés elvi alapja az a feltételezés, hogy a finomszemű üledékek egy adott vízgyűjtő felszíni képződményeinek átlagos összetételét reprezentálják, mivel az areális erózió hatására a felszínen lévő földtani képződmények összerosódnak az ártéren.

2008-ban elvégzett feladatok: Első lépésként megkerestük és összegyűjtöttük a korábbi kutatások eltérő mintavételi sűrűséggel vett, különböző helyeken és formában tárolt alapadatait, majd egységesítettük a mintavételi pontok koordinátáit. Mindezekkel párhuzamosan kiegészítő terepi felvételezést végeztünk a Soproni-hegységben pótlandó a korábbi térképezésnél elmaradt mintavételezést. Ezt követően a rendelkezésünkre álló adatok feldolgozásával, figyelemmel a hasonló külföldi térképekre, az Uniós előírásokra és a hazai jogszabályokra kidolgoztuk az új térképek jelkulcsát. A szerkesztés kívánalmainak és előírásainak megfelelően térképre vittük négy elem (As, Zn, Ni, Cu) adatait, és megszerkesztettük Magyarország területére az arzén és a nikkeltérképek első digitális változatát.

Termék: digitális térképek

(\\Srv-geo\projekt\munkaterkep\geokemia).

Agrogeológiai kutatások: a talaj-alapkőzet-talajvíz-rendszer integrált vizsgálata

Agrogeológiai térképezés

A kutatás célja: a földtani térképezés adataiból olyan alkalmazott földtani térképváltozatok készítése, amelyek a felszín közeli képződmények mindazon tulajdonságait bemutatják, amelyek döntő jelentőségűek a mezőgazdasági termelés szempontjából, befolyásolják a mezőgazdasági kultúrák telepítésének feltételeit, információt nyújtanak a talaj-alapkőzet-talajvíz-rendszeréről, a talajvíz helyzetéről és minőségéről, a felszínt érintő természetes és emberi hatások okozta változásokról. Az évek óta folyó agrogeológiai térképezés a Talaj Keretirányelvhez kapcsolódó feladatokat alapozza meg.

A téma keretében cél volt az évekkel ezelőtt megkezdett észak-borsodi terület 1:25 000-es méretarányú egységes szemléletű környezetállapotot bemutató térképsorozat elkészítése.

Előzmények: 1986-ban, az Alföld 1:100 000-es földtani térképezésének lezárását követően indult el a MÁFI agrogeológiai kutatási programja, amely a hangsúlyt a felszíni és felszín közeli képződmények, a talaj-alapkőzet-talajvíz-

rendszer vizsgálatára, agrogeokémiai kutatásokra, valamint a talaj termékenységét gátló tényezők (szikesedés, savanyodás, láposodás, erózió, defláció stb.) kutatására és prognosztizálására helyezte. E program szerves része Magyarország 1:100 000-es méretarányú agrogeológiai térképsorozatának megszerkesztése az adott terület földtani térképezését követően, a térképezés adatainak fölhasználásával. Az agrogeológiai térképsorozat keretében a 1:100 000-es méretarányú térképek már elkészültek az Alföld teljes egészére és a Kisalföld nagy részére, a hiányzó területek főleg nyugat-magyarországi és dombosági vidékek.

1996-ban kezdődött — mintaterületi igényességgel — az észak-magyarországi terület környezetföldtani térképezése, melynek során a kiválasztott területen 1:25 000-es méretarányú fölvételezést folytattunk, különös tekintettel a szilárd kőzeteket fedő laza üledékekre. Ezzel párhuzamosan részletes hidrogeológiai felvételezés történt a források illetve a völgyekben a talajvíz kémiájának megismerésére. A korábban elkészült résztérképek alapját képezték többek között a szlovák–magyar környezetföldtani határmenti együttműködésnek az Aggteleki-karszt területén.

2008-ben elvégzett feladatok: Magyarország 1:100 000-es agrogeológiai térképsorozata keretében elkészültek a Szentgotthárd és Zalaegerszeg 1:100 000-es térképlapok agrogeológiai térképváltozatai 6–6 változatban:

1. A felszín alatti 10 méteres összlet kőzetkifejlődési térképe.

2. A talajvíz összes oldott anyag tartalma,.

3. A talajvíz kémiai típusai.

4. A talajvíz keménysége.

5. A belvízelöntés földtani okai.

6. A területek öntözhetősége földtani okok alapján.

Részt veszünk a EuroGeoSurveys 2008-ban kezdődő GEMAS (Európai Mezőgazdasági és Legelő Területek Geokémiai Térképezése) Projektjében (2008–2011), amely az Európa Bizottság, illetve az Európai Bányászati Szövetség felkérésére indult. Magyarország teljes területéről a program előírásainak megfelelően begyűjtöttük az ország területére eső 74 mintát és elszállítottuk a szlovákiai előkészítő laboratóriumba.

Az észak-borsodi terület környezetföldtani térképezése program keretében 2008-ban megtörtént az utolsó három 1:25 000-es méretarányú térképlap forrásainak leírása, a működő vízfolyások, ezek híján a külterületeken található és használatban lévő, valamint egyes települések magánkútjainak vízmintázása. Ezzel befejeződött az észak-magyarországi kutatási terület 1996-ban elkezdett környezetföldtani felvételezése. Elkészült a teljes kutatási terület 1:25 000-es méretarányú fedett földtani térképe, melynek végleges szerkesztése és térinformatikai adatbázisba történő helyezése jelenleg folyamatban van. Elkészült továbbá a terület földtani képződményeinek közzétett besorolása, valamint a teoretikus felszín alatti víznívótérkép, mely lehetővé teszi a közzétett térképből a szennyezés-érzékenységi és vulnerabilitási térképek szerkesztését. A vulnerabilitási térkép segítségével szerkeszthető meg a környezetföldtani minősítéseket is tartalmazó környezetállapot-térképváltozat.

Együttműködő partnerek: A GEMAS programban részt vevő európai földtani intézetek: Albanian Geological Survey Centre of Civil Geology, Laboratório de Geologia e Minas (Porugal), Instituto Geologico y Minero de Espana, Geological Survey of Slovenia, Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR), Università' di Napoli "Federico II" (Italy), Geological Survey of Belgium, Institute of Geology and Mineral Exploration (Hellas), Czech Geological Survey, Geological Survey of Denmark and Greenland (GEUS), British Geological Survey, Latvia State Geological Survey, Geological Survey of Slovenia, Geological Survey of Lithuania, Institute of Geology (Croatia), Federal Office of Topography Swiss Geological Survey, Geological Survey Bosnia and Herzegovina, Geological Survey of Romania, Geological Survey of Estonia, TNO-NITG (Nederland), Geological Survey of Austria, Geological Survey of Sweden, Geological Survey of Finland, Geological Survey of Ireland, Geological Survey of Norway, Geological Survey of Poland, NTF (Slovenia), BRGM/REM/VADO France, Geological Survey of Slovak Republic, Institute of Chemistry Faculty of Science St. Cyril and Methodius University Macedonia, Dept. of Geology and Permits for Exploration, Subsurface and Underground Resources Office, Ministry of Environment and Water Bulgaria.

Termék: digitális és kéziratos térképek

Szentgotthárd–Zalaegerszeg 1:100 000-es agrogeológiai térképei (\\Srv-geo\projekt\agro).

Az Észak-borsodi terület 1:25 000-es fedett földtani térképe, teoretikus felszín alatti víznívó-térkép, a szennyzőforrások objektumtérképe első kéziratos változata (\\Srv-geo\projekt\ Környezetfdt25).

A mikroelemeknek talaj-alapkőzet-talajvíz-rendszerben történő viselkedésének vizsgálata agrogeológiai mintaterületeken

A kutatás célja: az agrogeológiai mintaterületeken a talaj-alapkőzet-talajvíz-rendszer komplex vizsgálata, különös tekintettel a geokémiai adatok részletes értékelésére. Az apajpusztai mintaterületen a kutatás célja a sziktelenedés geokémiai jellemzése, sebességének vizsgálata. A bugaci mintaterületen a vizsgálat célja annak megállapítása, hogyan függ a nyomelemek fel-, illetve áthalmozódása a felszínközeli laza üledékek vízháztartási paramétereitől.

Előzmények: Az apajpusztai mintaterületen a kutatás előzményeként a genetikai talajtérképek alapjait a Pest és Bács-Kiskun megyei növény- és talajvédelmi szolgálatok állították össze az 1970-es években, majd ezt az MTA Talajtani és Agrogeológiai Intézet (Taki) munkatársai 1994-ben pontosították. Az agrogeológiai mintaterületet a Kiskunsági Nemzeti Park és a MÁFI munkatársai 1986-ban jelölték ki. A MÁFI Agrogeológiai osztályának munkatársai 1987-ben a terület feltárására 97 sekélyfúrás mélyítették BORRO motorszondával; a terület szélein 1000×1000 m-es, a közepén 500×500 m-es hálóban. A legtöbb fúrás mélysége 6 m körüli (pleisztocén kavicsos homokszint települési mélysége).

A bugaci mintaterületen 1988-ban 87 darab 10 méteres mélységű sekélyfúrás mélyült közel négyzethálós rendszerben, majd 1998–1999-ben megismételték a fúrássorozatot és további három fúrást mélyítettek az eredetileg tervezett fúrásháló három pontján. A fúrások mintaanyagát a terepen részletesen leírták, és a makroszkópos leírás alapján megmintázták és laboratóriumi elemzések készültek. Megmérték a talajvíz megüjtött és nyugalmi szintjét, valamint ha ez lehetséges volt mintát is vettek, valamint beszerezték a mintaterület É-i határára eső, a Vituki kezelésében lévő 874 jelű (002364 törzsszámú) talajvíz-megfigyelő kút vízállás adatait, mely megszakításokkal ugyan, de 1933 óta szolgáltat adatokat. A terület komplett agrogeológiai és részleges környezetföldtani vizsgálata és a rendelkezésre álló adatok kiértékelése a geokémiai vizsgálatok kivételével elkészült.

2008-ban elvégzett feladatok: Első lépésként ellenőrizni kellett a meglévő adatállományt, mivel néhány próba-futtatás eredményeként nyilvánvalóvá vált, hogy az állományban több helyütt téves adatok szerepelnek. A következő lépés a mechanikus adatfeldolgozás volt, majd az elemzések hibáinak feltárása. A geokémiai adatfeldolgozás során összevetettük a négy mintavételi szint, az egyes üledék-típusok, az egyes mélységtartományok várható értékeit és faktoranalízis alapján elemcsoportokat különböztettünk meg. Végül kirajzolódott az általános geokémiai kép, miszerint az egyes elemek értéktartományai a közép-magyarországi geokémiai nagytájon elvárható értéktartományban maradnak. Külön elemeztük és jellemeztük az egyes elemek, és a faktoranalízissel megállapított és földtanilag pontosan azonosítható 4 elemcsoport (agyagásványok elemei, vasas kiválások elemei, karbonátkiválások elemei, szikso maradéka) fel- és áthalmazódását.

Termék: jelentés

KERÉK B., FÜGEDI U., KUTI L. 2008: Az Apajpusztai-mintaterület. Jelentés a 2008-ban elvégzett feladatokról. — MÁFI elektronikus jelentéstár/2008/környezet.

A talajképző üledék meghatározása és tulajdonságainak vizsgálata

A kutatás célja: egy nem síkvidéki morfológiájú mintaterület kísérleti jellegű agrogeológiai térképezése, valamint a talajképző üledék anyagának, genetikájának tanulmányozása.

Előzmények: Az „Erdészeti beavatkozások fejlesztése az éghajlatváltozás káros hatásainak csökkentése érdekében, a természeti értékek megtarása mellett” c. GVOP pályázatban a MÁFI hegyvidéki területeken (Bükk hegység, illetve Gödöllői-dombság) fekvő mintaterületek vizsgálatát végezte 2005 és 2007 között. A kutatás elsődleges célja a felszíni – felszín közeli képződmények és a talajképződés összefüggéseinek megállapítása volt. A vizsgálatok bizonyították, hogy a talajképző anyag mindenütt laza üledék, valamint hogy a talaj, talajképző üledék és az ágyazati kőzet együttes kifejlődése alapvetően meghatározza az adott terület agrogeológiai és hidrogeológiai tulajdonságait. A kutatómunka során megválaszolatlan kérdések tisztázására

készítettük elő az abodi mintaterület vizsgálatát. A tapasztalatok birtokában nyilvánvalóvá vált, hogy el kell térni a síkvidéken alkalmazott módszerektől, sem ugyanazon technikákat nem lehet alkalmazni, sem ugyanazon térképváltozatokat nem lehet megszerkeszteni, mint az Alföldön.

A szelvények kitzűzésénél és a mintavételezésnél fel kell használni a felszíni kibúváásokat, a fúrásháló ezeket figyelembevételével, helyenként az ezekkel kapcsolatban felmerülő problémák indokolta helyekre kell telepíteni. A térképváltozatokon ábrázolni kell a szálkőzetek előfordulásait, majd a szerkesztett szelvényeket is át kell vezetni ezeken a kibúváson (nem, vagy alig túlmagasítva), hogy a felszínközeli összletnek ezekkel való kapcsolata — például a hegylábánál akkumulálódó talajképző üledék — megállapítható legyen.

2008-ban elvégzett feladatok: Az abodi mintaterület korábbi vizsgálati eredményei alapján a helyi talajképző üledéktípusok változatainak, elterjedésének, talajtípusokkal való kapcsolatának vizsgálatát és térképi ábrázolását végeztük. A terepi megfigyelések arra utalnak, hogy a talajképződés „kiegyenlítette” az alapkőzetek különbségeinek jelentős részét és a talajtakaró kevésbé változatos, mint a felszíni földtan.

Kísérletet tettünk a talajképző üledék talajtól és alapkőzettől való elválasztására a makroszkópos leírás és az ismert anyagvizsgálati eredmények alapján, majd az eredményeket térképen próbáltuk ábrázolni. Jelenleg annak tanulmányozása folyik, mely tulajdonságot, kell figyelembe venni, melyeket elhanyagolni, hogy tisztán a talajképző üledéket lehessen jellemezni.

Együttműködő partnerek: MTA Talajtani és Agrogeológiai Kutatóintézet.

Termék: Papír alapú munkatérkép M=1:10 000 és hozzá tartozó táblázat. — Környezetföldtani osztály.

KUTI L., KALMÁR J., MÜLLER T., FÜGEDI U., SZENTPÉTERY I., KERÉK B. 2008: Földtani vizsgálatok a mintaterületeken. Zárójelentés az „Erdészeti beavatkozások fejlesztése az éghajlatváltozás káros hatásainak csökkentése érdekében, a természeti értékek megtarása mellett” c. 3.1.1-2004-05-0190/3,0 sz. GVOP pályázat keretében 2005–2008 között végzett munkákról. — *Kézirat*, MBFH Adattár T. 21806.

A talajvízkémia térbeli és időbeli változásainak megfigyelése agrogeológiai mintaterületeken

A kutatás célja: az agrogeológiai mintaterületeken telepített talajvízmegfigyelő kutak észlelése és mintázása, a kapott adatok értékelése, abból a célból, hogy megfelelő víz-földtani információkat kapjunk a különféle agrogeológiai, talajtani és környezetföldtani problémák megoldásához.

Előzmények: 1995-ben létesítettük az első megfigyelő kutakat a hortobágyi Nyírőlaposon a szikesedés és a talajvízkémia kapcsolatainak kutatása céljából. Ezt követően még nyolc mintaterületen telepítettünk további kutakat részben a szikesedés, részben a tápanyagforgalom, részben

az erdő vízháztartásának az összefüggéseit kutatva. 2001 óta egyes területeken azonos ponton több vízmélységet is mintázunk, az adatok feldolgozását folyamatosan végezzük. Az eredmények jelentősen hozzájárultak a nitrátérzékenység földtani alapú megfogalmazásához is.

2008-ban elvégzett feladatok: 2008-ban is havi rendszerességgel folyamatosan végeztük a 33 db talajvízkút észlelését, a vízminták terepi vizsgálatát, valamint laboratóriumba szállítását. Az elemzések a laboratórium terheltségétől függően folyamatosan készülnek.

Együttműködő partnerek: MTA Talajtani és Agrokémiai Intézet, Szegedi Egyetem Földtani és Őslénytani Tanszék, Erdészeti Tudományok Intézet.

A talaj-alapkőzet-talajvíz-rendszer nitrát érzékenysége (Jedlik Ányos pályázat)

A kutatás célja: Magyarország potenciális bemosódás és a potenciális lemosódás szempontjából nitrátérzékeny területeinek a kijelölése és térképi ábrázolása, a nitrátszennyeződés lehetőségeinek és mértékének kutatása különböző mezőgazdasági használatú mintaterületeken, kapcsolódva a Nitrát Keretirányelvben megfogalmazott feladatok végrehajtásához (91/676/EGK).

Előzmények: Az Európai Közösségnek a vizek mezőgazdasági forrásból származó nitrátszennyezéssel szembeni védelméről szóló 91/676/EGK irányelv rendelkezéseit a vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelméről szóló 49/2001. (IV. 3.) Korm. rendelet tartalmazza. A kormányrendeletben kerültek kijelölésre a nitrátérzékeny területek, a nitrátérzékennyé minősítés szempontjai. A kormányrendelet szerint a nitrátérzékeny területeket négyévente felül kell vizsgálni, illetve ezzel összehangoltan értékelni az akcióprogram végrehajtását, meghatározni az akcióprogram következő szakaszára vonatkozó előírásokat.

A pályázati formában finanszírozott projekt a mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezés kérdésében érintett két tárca (KvVM, FVM) kezdeményezésének köszönhetően indult. A projekt résztvevői lefedik a téma valamennyi szükséges szakterületét (Taki: talajtan, mezőgazdaság, Vituki: víz- és talajvédelem, informatika, MÁFI: földtan, MGI: mezőgazdasági technológiai oldal, NTSZ: hatósági gyakorlat, mezőgazdasági tevékenység gazdálkodói szint, COWI Magyarország Kft.: jogi, közigazdasági, intézményi kérdések, informatika, MicroMap Bt.: térinformatika), így multidiszciplináris megközelítésre adnak lehetőséget.

2008-ban elvégzett feladatok: Folyamatosan működött a projekt honlapja (www.eunitrat.hu). Fölraktuk rá a köztes jelentéseket, és szükség esetén frissítettük a menet közben nyilvánosságra hozandó anyagokkal.

További feladatunk volt a NITIR térképi adatbázis összeállítása és webes megjelenítése. A projekt első két évében megszerkesztett térképeket térinformatikai módszerekkel kombináltuk és így kaptuk meg eredménytérképként a nitrátveszélyeztetettség térképeket a lemosódásra és a bemosódásra. A webes megjelenítést a már korábban hasonló feladatoknál alkalmazott módszer alapján készítettük el. A

térkép Magyarország területét ábrázolja a különböző érzékenységi kategóriák megjelenítésével. Ha a térkép böngészője rákattint a számára érdekes térképi foltra, akkor az adatbázisból megnyíló ablakon megjelennek az adott foltra vonatkozó adatok. Így az Interneten szabadon hozzáférhető térkép- és adatbázisrendszerből bárki könnyen kiolvashatja a számára érdekes terület nitrátérzékenységi fokozatát, és hozzájuthat mindazon alapinformációkhoz, amelyek a fokozatot jellemzik. A NITIR térkép és az adatbázis a MÁFI honlapjáról (www.mafi.hu) lesz hamarosan elérhető.

Részt vállaltunk továbbá a nitrátérzékeny területek felülvizsgálata, a nagy nitráttartalmú talajvizek lehetséges inputjainak feltárása munkafázisban is. E munka keretében a kijelölt mintaterületek földtani feltárásával, fúrások mélyítésével, és meghatározott laboratóriumi vizsgálatok végzésével vettünk részt. A vizsgálatok eredményeit az MTA Taki munkatársaival közösen értékeltük ki.

Együttműködő partnerek: MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, COWI Magyarország Kft., Vituki Kht., Fejér Megyei Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Növény- és Talajvédelmi Igazgatóság, FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet, Micro Map Informatikai Bt.

Termék: jelentés

KUTI L., VATAI J., SZENTPÉTERY I., GYURICZA GY., FÜGEDI U., SZURKOS G., KERÉK B. 2008: A nitrátérzékenység földtani alapjai. Zárójelentés „A vizek nitrátszennyezés elleni védelmét szolgáló környezettudatos, versenyképes mezőgazdasági gyakorlat, technológia fejlesztésének megalapozása” c. NKFP6-051/2005. pályázat 2005–2008-ban végzett feladatairól. — *Kézirat*, MBFH Adattár T. 21807.

Projekt eredmények (www.eunitrat.hu).

Digitális térkép és adatbázis (www.mafi.hu — elhelyezése folyamatban van).

Településgeológia

A kutatás célja: a már rendelkezésre álló adatok, adatbázisok felhasználásával és kiegészítő vizsgálatokkal Budapest kerületei településgeológiai térképsorozatának elkészítése. Amennyiben lehetséges, az aktuális kerület térképsorozatát az illetékes önkormányzat igényei szerint állítjuk össze.

Előzmények: A 2001 óta működő Településgeológiai osztály eddig több pesti és budai kerületet dolgozott fel. Egy adott kerület felmérése során a földtani változatok mellett általánosságban az alábbi fő térképváltozatok készülnek:

— Vízföldtani, talajvízszint térképek.

— Vízkémiai térképek: ezek alapját a Magyar Állami Földtani Intézet laboratóriuma által végzett általános vízkémiai és toxikus fém vizsgálatok képezik. Ezek térképi ábrázolása csak azokra a komponensekre készül el, ahol azok meghaladják a 10/2000. (VI.2.) KöM–EüM–FVM–KHVM együttes rendeletben megadott, a felszín alatti vízre vonatkozó „A” háttérkoncentrációs értékeket.

— Építésföldtani, építésalkalmassági térképek a már ismert talajmechanikai osztályozások, szempontok alapján

készülnek. Itt általában önkormányzati–főépítészeti egyeztetés is történik.

— Szennyeződésérzékenységi térképek a magyarázóban található elvek szerint készülnek.

— Környezetföldtani veszélyforrások térképe: saját bejárás és önkormányzati adatok felhasználásával készül.

2008-ban elvégzett feladatok: Befejeztük Budapest III. kerülete környezetföldtani térképsorozatának elkészítését a fedett, fedetlen földtani térképváltozatok átértékelésével, a szennyeződésérzékenységi térkép ellenőrzésével, az építésalkalmassági térképek átszerkesztésével, vízmintázással, terepi bejárásokkal, valamint az eredmények kiértékelésével, a térképek és a magyarázó megírásával

Megkezdjük Budapest XIII. ker. környezetföldtani térképsorozatának szerkesztését a fedett, fedetlen földtani térképváltozatok átértékelésével, építésalkalmassági térképek átszerkesztésével, vízmintázással, terepi bejárásokkal és az eredmények előzetes kiértékelésével.

Külső megbízás keretében elkészítettük a LIDL Magyarország kiskunfélegyházi logisztikai központjának talajmechanikai szakvéleményét (fúrások, dinamikus szondázás, laborvizsgálat, értékelés).

Termék: jelentés, digitális térképek

(\\Srv-geo\projekt\telepules).

MÓCZÁR B., SZURKOS G. (2008): Kiskunfélegyháza 0418/52 hrsz., tervezett LIDL logisztikai központ területére vonatkozó talajmechanikai szakvélemény. MÁFI elektronikus jelentéstár/2008/kornyezet.

KÖZREMŰKÖDÉS AZ MBFH ÁLLAMI FÖLDTANI FELADATAINAK ELLÁTÁSÁBAN (MBFH–MÁFI KÖZREMŰKÖDÉSI MEGÁLLAPODÁS ALAPJÁN)

Előzmények: A Magyar Bányászati és Földtani Hivatal (MBFH) és a Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) 2008. márciusában közreműködési megállapodást kötött a 267/2006. (XII. 20.) kormányrendelet 6. §-a szellemében. A Megállapodás értelmében a MÁFI közreműködik az MBFH 2007–2010 időszakra szóló stratégiai tervében szereplő egyes feladatok 2008. évre vonatkozó részének teljesítésében.

A koncesszió alapuló engedélyezés hangsúlyosabbá tétele, potenciális területek meghatározása

A kutatás célja: A feladat hosszú távú, és jelentős többlet-finanszírozást igénylő célja az ásványvagyon-nyilvántartásban szereplő szabad területek (1565 db) földtani minősítése, az adott nyersanyag-előfordulásról készített zárójelentés értékelése, a zárójelentés óta eltelt időben keletkezett új földtani ismeretek beépítése, ennek alapján a területek újraminősítése és adatbázisuk kiépítése.

2008-ban elvégzett feladatok: A feladat keretében 2008-ban egy megvalósíthatósági tanulmány készült, mely tervet

tartalmaz a program szakmai-technikai részleteiről, a minősítés szempontjairól valamint költségbecslést annak kivitelezésére és időbeli ütemezésére (2010-ig). A tanulmány keretében megkezdjük a rendelkezésre álló információk térbeli elhelyezkedésének és hozzáférhetőségének, valamint az adathordozók típusainak a felmérését a teteles értékelések ütemezéséhez. Ennek eredményét részben a jelentés mellékletében helyeztük el, ill. nagyobb részt a későbbi munkában tudjuk felhasználni (a létrehozott digitális adatbázis felhasználásával).

Együttműködő partnerek: Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, Magyar Bányászati és Földtani Hivatal.

Termék: jelentés

LENDVAY P., SCHAREK P. 2008: Munkaterv a szabad területek adatainak aktualizálása, információs rendszerbe szervezése és értékelése elvégzésére — *Kézirat*, 14 p. +Mellékletek MÁFI elektronikus jelentéstár/2008/MBFH.

Szakmai tanácsadás a geotermikus védőidom meghatározására készülő kormányrendelet alkotáshoz

A kutatás célja: A feladat az MBFH „Földhő hasznosítás területén szakmai bázisszerep betöltése” c. feladatához kapcsolódik. A MÁFI elsősorban hidrogeológiai (termálvíz termelés és visszasajtolás) kérdésekben segíti szakvéleményével a kormányrendelet-alkotás folyamatát.

2008-ban elvégzett feladatok: Igény szerint szakmai konzultációkat tartottunk és szakmai anyagokkal segítettük a kormányrendelet-alkotás folyamatát.

Együttműködő partnerek: Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, Magyar Bányászati és Földtani Hivatal.

Stratégiai földgáztárolás: nemzetközi kitekintés

A kutatás célja: A felszín alatti stratégiai földgáztárolás területén a hazai és nemzetközi helyzet, illetve gyakorlat áttekintése céljából a vonatkozó rezervoár-geológiai és műszaki szakirodalom áttekintése.

2008-ban elvégzett feladatok: Az ELGI által összeállított tanulmányban a meglévő hazai tárolók földtani környezetének ismertetését és a gáztárolásra való alkalmasság földtani problémáit összegző fejezeteket készítettünk el.

Együttműködő partnerek: Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, Magyar Bányászati és Földtani Hivatal.

Termék: részfejezetek az ELGI által összeállított jelentés számára.

KÖZSZOLGÁLATI FELADATOK

Közszolgálati tevékenységünk keretében részben kutatási feladataink anyagvizsgálati, informatikai, szakirodalmi és összehasonlító gyűjteményi igényeit elégítjük ki, részben eleget teszünk intézetünk nemzeti közintézményi jellegéből adódó információszolgáltatási kötelezettségének.

Országos Földtani Szakkönyvtár és kiadványszerkesztés

Országos Földtani Szakkönyvtár

2008-ban elvégzett feladatok: A könyvtár a teljesség igényével gyűjtötte a Kárpát-medence földtani irodalmát, melyet állományába épített, megőrzött, feltárt és az olvasók kérésének megfelelően szolgáltatott. Szakirodalmi ellátást biztosított a TinWeb könyvadatbázisból, illetve a világhálón elérhető könyvtárak, kiadók adatbázisaiból, on-line folyóiratokból.

Kutatóink és olvasóink szakirodalmi ellátását segítettük olvasótermeinkben. Diákoknak segítséget nyújtottunk témakeresésben, szakirodalmi kutatásban, bibliográfia összeállításban, a földtudományi szakirodalom megismerésében. Felhívtuk figyelmüket a módszeres irodalomkutatásra.

Közszolgálati feladatként a könyvtár muzeális anyagainak referálását végeztük a MOKKA-R könyvtári program keretében (2008. évben 14 tétel Tinlib rendszerben).

2008-ban saját és társintézményeink (MÁFI, ELGI, MGSZ) munkatársain kívül a külső olvasók száma 190 fő, ebből a budapesti és vidéki egyetemekre járók száma 107 fő. A beiratkozott diák olvasóknak járó kedvezményesen másolt oldalak száma 1448.

Olvasótermünkben a helyben használt dokumentumok mennyisége kb. 5400 leltári egység és a kikölcsönzött dokumentumok száma közel 2000 leltári egység volt.

Könyvtárunkhoz 231 írásos könyvtárközi kérés érkezett, melyet másolat vagy elektronikus, ill. postai küldés formájában teljesítettük (1476 oldal). Mi 33 esetben kértünk segítséget.

2008. évre a Harrassowitz cégnél 26 féle folyóiratot rendeltünk meg.

Az állomány védelme érdekében kutatóinknak, olvasóinknak 7234 oldalt másoltunk. Szintén az állomány védelme érdekében gyakran használt régi könyveink digitális archiválását végeztük kb. 1200 oldal terjedelemben.

Az év folyamán 242 darabbal emelkedett a könyvek száma, több mint 1600 folyóiratot vettünk leltárba. A leltározott térképek száma 136 egységgel gyarapodott. A CD, DVD, video-nyilvántartásba 20 új egységet jegyeztünk be.

Aktualizáltuk számítógépes adatbázisainkat és a retrospektív állományellenőrzés folyamán javítottuk manuális katalógusainkat is.

A Tinlib adatbázisa 312 tétellel gyarapodott. A rendszerben jelenleg kereshető dokumentumok száma: 13 230.

Adatbázisainkban 77 fő részére 102 témakörben végeztünk keresést. A találatok száma 6008 volt.

Cserés partnereink adatbázisát változó adataikkal frissítettük. 2008. év végén 478 partnerrel állunk cserés kapcsolatban. Az inaktív cserés partnerek miatt az adatbázis felülvizsgálata folyamatban van.

A földtani irodalom bemutatását 2007-ben is folytattuk. 112 bibliográfiai egységet küldtünk a GEOREF adatbázisa számára, eleget téve a szerződési kötelezettségünknek.

A Magyar Földtani Adatbázis, mely elérhető az intézet honlapjáról is, év végén 2991 rekordot tartalmazott.

A nyári zárás idején végzett leltári számsorrendi és személyi ellenőrzés folyamán 52 esetben pótoltuk a hiányzó állományt.

A duplum anyagokból áprilisban és november végén 3-3 napos vásárt rendeztünk, melynek során jelentős mennyiségű duplum anyagot értékesítettünk. Ezzel helyet nyertünk a további hagyatéki és ajándékba kapott anyagok rendezéséhez.

Az intézeti kiadványokat tartalmazó kiadványtárból 276 db könyvet, 173 db térképet, és 38 CD-t értékesítettünk, több mint 2 300 000 Ft értékben.

Együttműködési munkaanyagként 390 könyv+térkép, került kiadásra.

Az évi rendszerességgel elvégzett munkákon kívül:

— Felügyeltük a Szobránc utcai raktár felszámolását, ill. beköltöztetését az intézet épületébe.

— Gondoskodtunk a kis épület 4 raktárhelyiségének kiürítéséről, az állomány elhelyezéséről.

— Felszámoltuk a két épület közötti közlekedő-folyosóban elhelyezett 156 zsák anyagot, amely részben selejtezésre, részben behasonlításra, részben kiárusításra került.

— Behasonlítottuk a volt KBFI könyv- és folyóirat-állományát, a hiányokat pótoltuk, a duplumokat felajánlottuk más könyvtárak részére, de nem volt érdeklődés.

— Behasonlítottuk a volt FTV könyv- és folyóirat-állományát, hiányainkat pótoltuk, a duplumok egy részét értékesítettük.

— Az intézeti kiadványokból, a Földvári-hagyatékból, a volt KBFI könyvállományából és a duplum-készleteinkből berendeztük a volt főigazgatói rezidenciát.

— A könyvtári állományból a nem gyűjtőkörű és az elavult tételeket apasztás formájában selejteztük.

Együttműködő partnerek: a földtani gyűjtőkörű könyvtárak, a Könyvtárosok Egyesülete, Műszaki szekciójának tagja a könyvtár.

Kiadványszerkesztés

— Megjelent A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2006. 183 p. terjedelemben.

— A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2007 (sorozatszerk. Balla Zoltán): A 2008-as évben elvégeztük 4 cikk lektoráltatását, a sorozatszerkesztői bíráltatást, a szerzői javítás utáni korrektúrát. 2 cikket betördeltünk, két cikk sorozatszerkesztő utáni javítása maradt hátra.

— A Vértes hegység magyarázója december elején nyomdába került.

Országos Földtani Múzeum

2008-ban elvégzett feladatok: A gyűjtemény állománya 2008-ban 4025 leltári tétellel gyarapodott, és ezzel a teljes állomány 2008. december 31-én 178 061 tétel. A múzeum 2007-ben felújított Ariadne rendszerű nyilvántartásának megtörtént a próbafuttatása, és 2009-ben rendszerbe állítható.

Befejeződött a Szilur, a Devon, a Karbon és a Kőzettani gyűjtemény, és megkezdődött az Ásvány-Teleptani Gyűjtemény leltározott állományának tételes felülvizsgálata (revíziója).

A múzeum állománya önálló gyűjtésből a rudabányai felső-miocén hominoida lelőhelyen végzett ásatás leleteivel (Anapithecus alsó és első fogsorpár, Hipparion egybefüggő végtagcsontok stb.), mellit vásárlással, a Tudománytörténeti Gyűjtemény pedig Szebényi Lajos ajándékával, valamint Hámor Géza és Végh Sándorné hagyatékával gyarapodott.

Az állomány tanulmányozására 2008-ban 118 belföldi, és 24 külföldi kutató kereste fel a múzeumot. Kölcsönzésre 18 esetben került sor. A fúrasi magmintagyűjtemény tanulmányozását 2008-ban 12 esetben vették igénybe (44 fúrás). A Magyar Geológiai Szolgálat Adattárának elköltözésével megüresedett helyre, az eddig külső raktárban, és máshol tárolt tudománytörténeti dokumentumokat átköltöztettük. Megtörtént a szepvízéri raktár veszélyeztetett, szabad területen őrzött magmintáinak revideált átköltöztetése.

A múzeum munkatársai biztosították az intézet és kiállításainak nyilvános látogathatóságát. 2008-ban 3136 látogató kereste fel az intézetet, amelyből 952 diák és nyugdíjas, 76 Budapest-kártyás, és a nyílt napokat igénybe vevő 1452 fő volt. Lebonyolítottuk az április 22-i Föld Napjához kapcsolódó, a Zuglói Önkormányzattal közös rendezvényt, szeptemberben az Európai Kulturális Örökség napjainak intézeti bemutatását, többek között helyet adtunk „Mindentudás Egyetem” TV produkció 9 adásának felvételéhez.

Laboratórium

2008-ban elvégzett feladatok: lásd 1. táblázat.

Egyéb feladatok: Az ICP-MS technika használatának kiterjesztése kőzetminták nyomelem-tartalmának közvetlen meghatározására lézeres elpárologtatással (lézer-abláció) téma keretében a lézeres elpárologtató egység javítása után újra folytattuk a mérések beállítását. Rutinszerűen még nem alkalmazzuk az eljárást, de különböző minták esetében születtek eredmények (vesekövek, ércminták stb.) Egy témadolgozat is készült LA-ICP-MS témakörben, melyre Györe Domokos ötödéves vegyész mérnök hallgató (BME) és harmadéves geológushallgató (ELTE) jeles eredményt kapott.

A Mexikói–Magyar Tét együttműködés keretében újabb 106 mexikói minta (haj, köröm és csont minták) elemzését végeztük el. A munka több közös publikációt is eredményezett.

1. táblázat. A laboratórium 2008. évi tevékenysége

Megnevezés	Igényelt (db)	Elkészült (db)	Áthúzódó (db)
Törés	1356	919	437
Kőzetkémia	1272	494	778
Vízkeémia	1905	1130	775
ICP-MS kőzet	291	207	84
ICP-MS víz	621	573	48
Hg kőzet	164	57	107
Hg víz	124	124	0
Szerves geokémia	86	77	9
Csiszolatkészítés	950	756	194
Fázisanalízis	309	285	24
Szedimentvizsgálat	731	692	39
Őslénytani előkészítés	115	110	5
Összesen	7924	5424	2500

Részt vettünk „A talajvíz nagy arzéntartalmának eredete fiatal medencékben c. OTKA” pályázatban. Fontos módszerfejlesztési kérdéseket is meg kellett oldanunk, különösen a terepi oxidációs állapot tartósítása tekinthető kulcskérdésnek. Ennek megfelelően a terepi tartósítási technikákat fejlesztettük összehangolva a laboratóriumi csatolt (HPLC-ICP-MS) mérésekkel. Ezenkívül a projekt mintáinak elemzését is elvégzi a laboratórium. Egy diplomamunka (Horváth Éva, Nyugat-magyarországi Egyetem; Erdőmérnöki Kar; Környezettudományi szak hallgatója) is készült a projekt keretén belül, melyre jeles eredményt kapott.

Balaton-felvidéki bazaltok üregkitöltő ásványainak (zeolit, szmektit, karbonátok stb.) ásványtani, geokémiai és genetikai vizsgálata témában (Kónya Péter PhD témája) mérések és kiértékelések készültek, a dolgozat 2009 tavaszán kerül benyújtásra.

Közreműködőként veszünk részt a „Platinafémek előfordulása a Darnó-öv és környezetének mezozoos és paleogén korú magmás kőzeteiben” c. OTKA pályázatban. A kutatás során mintegy 48 mintának határoztuk meg a nyomelem és főkomponens tartalmát AAS, ICP-OES és ICP-MS módszerekkel.

Az adatbázis-integráció keretében megkezdjük a laboratóriumi vizsgálatok reambulációs feldolgozását, adatbázisba rendezését. Az év során elsősorban a röntgen laborban történt nagy mennyiségű adat bevitele. A Geoinformatikai osztállyal közösen megkezdjük a központi fúrasi adatbázis anyagvizsgálati feltöltésének kiépítését.

A TXM Kft. nem konvencionális gázkutatás keretén belül mélyfúrásokat végzett a Makói-árok területén. A MÁFI megrendelésük alapján 4 lemélyített fúrás (Makó-6, Makó-7, Magyarcsanád-1 és Székkutas-1) 11 különböző mélységből származó magszakaszának komplex anyagvizsgálatát (magleírás, vékonycsiszolatok mikroszkópos, elektronmikroszkópos, mikromineralógia, röntgendiffrak-

ciós, termoanalitikai, őslénytani, szerves geokémiai) és azok értelmezését végezte el. A vizsgálatok alapján elemeztük a Makói-árok fejlődéstörténetét és a lokális és regionális dia-genezist (az agyagásványok átalakulási folyamatainak nyom-on követése alapján). A vizsgálatok 2007-ben történtek, 2008-ban pedig a zárójelentés készült el. A munkálatokban a Laboratórium munkatársain és külső szakértők mellett a MÁFI-ból részt vett még Musitz Balázs, Juhász Györgyi, Szegő Éva, Thamóné Bozsó Edit és Unger Zoltán.

A laboratórium új akkreditálási eljárását lefolytattuk, és 2008. február 4-én megkaptuk 4 évre az új, MSZ EN ISO IEC 17025:2005 szerinti akkreditáltsági státuszt.

Elkészült és használjuk az MC Négyzet Informatika kft. Által kifejlesztett „LIMS” rendszert, melynek segítségével egységes adatbázisban tudjuk kezelni a vízminták rutin és nyomelemeit.

A kétoldalú TÉT pályázat keretében benyújtott magyar-vietnami pályázatunkat elfogadták 2008-ban („Laboratóriumi együttműködés a MÁFI és a Dél-vietnami Geológiai Intézet között kőzetminták fő- és nyomelemeinek meghatározására atomspektroszkópiai módszerekkel”). Az első évet teljesítettük, az elkészült jelentést elküldtük a TÉT irodára. A pályázattal kapcsolatban „Bauxit-és kőzetminták elemzésénél alkalmazott modern analitikai módszerek” címmel sikeres munkaülést tartottunk 10 előadással és 22 résztvevővel.

Együttműködő partnerek: a Földtani OTKA Műszerközpont tagintézetei (ELTE, Szegedi Egyetem, VITUKI Rt., Atomki, MTA FKK GKL), Debreceni Egyetem Ásvány-Földtani Tanszék, Debreceni Egyetem Izotóp-kémiai Tanszék, Finn és Szlovák Földtani Intézet, Bálint Analitika, Smaragd Kft; Hydrosys Kft.

Termék: jelentés

UNGER, Z. (ed.) 2008: Executive Summary on Core Analysis Data and Procedures on the Wells Drilled in Makó Trough” Zárójelentés. — *Kézirat*, MBFH Adattár T. 21778.

Informatikai szolgáltatás

A Geoinformatikai osztály a kutatási témákhoz kapcsolódó, illetve önálló térinformatikai feladatai mellett az alábbi szolgáltatásokat látja el:

Rendszeradminisztráció: az intézet informatikai infrastruktúrájának felügyelete, szervezése.

Üzemeltetési szolgáltatások: a mafi.hu tartomány, levelezés, intanet, Internet, vírusvédelem stb. folyamatos üzemeltetése.

Technikai eszközszolgáltatások: speciális eszközökkel végzett szolgáltatások (nyomtatás, szkennelés, adatmentés).

Szoftveralkalmazás szolgáltatások: a rendelkezésre álló szoftverek, alkalmazások segítségével elvégzett adatfeldolgozás.

Megoldás szolgáltatások: egy adott probléma teljes körű megoldása, technológia kidolgozása és értéknövelt adatok szolgáltatása.

Termékszolgáltatás: kartografált térkép, kiadvány és adatbázis előállítás.

Módszertani munkák, belső oktatás.

IRÁNYÍTÁS, OKTATÁS, KÜLKAPCSOLATOK

2008-ban elvégzett feladatok: A tevékenység keretében az intézet irányítása, szerteágazó szakmai és gazdasági tevékenységének koordinálása, eredményességének biztosítása, kapcsolatrendszerének fenntartása tartozik. A feladatok magukban foglalják az igazgatási, titkársági, intézeti adminisztrációs feladatok ellátását, a szakmai és gazdasági tervezést, a minőségirányítást, a humánpolitikát és munkaügyet, a hazai és nemzetközi kapcsolatok koordinálását. A feladatok az intézményrendszer átszervezése miatt 2007-től az ingatlan üzemeltetéssel egészültek ki létszámbővítés nélkül.

Gazdasági, szakmai irányítás

Kiemelkedően fontos a kutatási feladatok magas színvonalú teljesítéséhez szükséges feltételek, a költségvetési előirányzatok optimális felhasználásának biztosítása. A MÁFI gazdasági, szakmai irányításának legfontosabb feladatai a következők voltak: a 2007. évi költségvetési beszámoló elkészítése (Magyar Bányászati és Földtani Hivatal Gazdasági Főosztályával közösen) a 2006. évről szóló beszámoló megtartása és értékelése, a 2008. évi gazdasági feladatok ellátása, a 2008. évi kutatási feladatok végrehajtásának segítése, a 2009. évi költségvetési tervezés (eredménye a költségvetési támogatás közel szinten tartása). Pénzügyi téren a legnehezebb feladat a fizetőképesség folyamatos megőrzése volt (2. táblázat).

A MÁFI számtalan résztevékenységéből összeálló működése folyamatos és mind szakmai, mind gazdasági téren eredményes volt. Az intézmény folyamatosan megőrizte fizetőképességét. 2008-ban is az irányítási, oktatási, külkapcsolatokat és az ingatlanok üzemeltetési költségének jelentős hányadát saját bevételből kellett finanszíroznia.

2008. kiemelt feladata volt a Gazdasági és Közlekedési Minisztérium/Közlekedési Hírközlési és Energiaügyi Minisztérium intézményei norma felülvizsgálatban történt közreműködés; többlet-feladat végzés a GKM 2007. évi kötelezettségvállalással nem terhelt maradványából kapott összeg terhére; a jogszabályok által előírt, a gazdasági tevékenység végzéséről szóló Megállapodás módosítása a Magyar Bányászati és Földtani Hivatallal; az új Szervezeti és Működési Szabályzat elkészítése és jóváhagyásra történt benyújtása, a felügyelet által lefolytatott 2007. évi megbízhatósági ellenőrzésben történt közreműködés.

A Koordinációs iroda és a Titkárság gondoskodik az utasítások, körlevelek, tájékoztatók kiadásáról, a kézbesítésről, postai szolgáltatásokról és az irattározásról is. A központi szolgáltatások közül kiemelendő az egészségügyi ellátás biztosítása, a központi gyorsmásoló üzemeltetése,

2. táblázat. A MÁFI 2008. évi pénzügyi mérlege

Bevétel (Ft)		Kiadás (Ft)	
Támogatás	402 810 000	Személyi	374 625 103
Int.műk.bev.	299 451 738	Tb	121 327 002
Tám.ért.műk.bev.	11 231 178	Dologi	281 434 309
Tám.ért.felhalm.bev.	1 039 169	Tám.ért.	2 300 368
Ei-mar.átvétele	49 772 000	El.évi ei.maradv.átad.	1 833 267
Kölcsönök	700 000	Pe.átad.	70 000
Pénzforgalom nélküli bevétel	44 990 000	Beruházás	8 038 334
Műk.célú pénzeszk.átv.áht-n kívül	20 078 492	Felújítás	14 030 765
Felhalm.c.bev.áhk.	727 500	Kölcsönök	700 000
Összesen	830 800 077	Összesen	804 359 148
Maradvány	26 440 929		
Függővel korrigált maradvány	17 510 855		
Bankszámla + kártya záró egyenleg	14 332 324		

2008-as végleges pénzügyi beszámoló előtti adatok

jogi képviselő ellátása. Az iroda lebonyolítja — 2007-től önállóan — a MÁFI kezelésében lévő ingatlanokkal kapcsolatos valamennyi ügyet, irányítja a biztonságtechnikai feladatok ellátását. A korábbi évekhez képest kisebb mértékben, de épületfelújításokat is végeztünk.

Minőségirányítás

A MÁFI 2001 óta minőségirányítási rendszer keretében szabályozza földtani kutatási és közszolgálati tevékenységét, valamint mindezek minőségére alapvetően kiható folyamatait. Ennek keretében a rendszer alapdokumentuma a Minőségirányítási Kézikönyv, mely 2008. év folyamán is aktualizálásra került. A 2006-ban megújított és auditált MSZ EN ISO 9001:2001 szabvány szerint minősített rendszerünk 2008-ban is időközi auditálásra került, mely sikeres volt. A Laboratórium és a Vízmintavevő Csoport Nemzeti Akkreditáló Testület általi, megújított akkreditációja 2009. elején fog megtörténni, melynek előkészítésében a minőségirányítás jelentős szerepet játszott.

Humán erőforrás-gazdálkodás

Folyamatosan karbantartottuk az intézet közalkalmazottainak személyi adatait tartalmazó adatbázisait, személyi anyagokat. A nyilvántartási programok adatfeltöltését és karbantartását folyamatosan végeztük. Teljesítettük az negyedéves, illetve havi és a soron kívül előírt statisztikai adatszolgáltatási kötelezettségeket a KSH felé. Elkészítettük a dolgozók által igénybe vett szabadságok nyilvántartását, illetve igazoltuk és nyilvántartottuk a jogosultak részére a munkába járással kapcsolatos utazási költségeket. Elvégeztük az 50%-os vasúti igazolványok érvényességének meghosszabbítását. Előkészítettük a béremelések, az egyszeri támogatások, a jubileumi jutalmazottak személyügyi anyagait. Biztosítottuk a doktori fokozatot elérők számára a tanulmányi szabadság igénybevételét, a tudományos fokozat

anyagi és erkölcsi elismerését. Eleget tettünk az MBFH és a Gazdasági és Közlekedési Minisztérium/Közlekedési, Hírközlési és Energiaügyi Minisztérium által kért adatszolgáltatási kötelezettségeinknek. Folyamatosan módosítottuk a közalkalmazottak kinevezéseit a személyi adatok változásainak megfelelően, alkalmazva és korszerűsítve a munkajogi előírásoknak eleget tevő okmányokat. Biztosítottuk a szükséges tanulmányi-, vagy fizetés nélküli szabadság igénybevételét a külföldi kiküldetésekhez, tanulmányutakhoz, munkavégzéshez, eleget téve a Kollektív Szerződésben foglaltaknak. A Kollektív Szerződés előírásait betartva intéztük a munkabér, illetve illetményelőleg felvételezését, vezetve az ezzel kapcsolatos nyilvántartást az MBFH Bércsoportjával közösen. A megszerzett állami nyelvvizsgákat követően módosítottuk az érintettek kinevezési okmányait. 2008. évben „Földtani Intézetért Emlékérem” adományozásában dr. KUTI László és SIMONYI Dezső, igazgatói dicséretben 7 fő részesült.

Az emlékérmek indoklásai:

Dr. KUTI László: A Magyar Állami Földtani Intézet agro- és környezetgeológiai, síkvidéki térképezési hagyományainak alkotó, több évtizeden át végzett eredményes munkájáért.

SIMONYI Dezső: A Földtani Intézetben 40 éven át végzett, meghatározó értékű, mindig megújulásra képes, térkép- és kiadványszerkesztési munkájáért.

Az év során az engedélyezett létszám 114 fő volt.

Az Intézet munkatársai több hazai és nemzetközi szervezetben töltenek be vezető tisztségeket.

Oktatási tevékenység

Az Intézet 2008-ban is biztosította az ELTE Regionális Földtani tanszék működésének feltételeit. Az Intézet kutatói folytatták aktív oktatói tevékenységüket az alábbi oktatási intézményekben: ELTE, Miskolci Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Debreceni Egyetem, Pécsi Egyetem, Szegedi Egyetem, Szent István Egyetem, Berzsenyi Dániel

3. táblázat. A Magyar Állami Földtani Intézet munkatársainak rendszeres, felsőoktatási intézményekben végzett oktatói tevékenysége

Név	Egyetem/Főiskola	Tantárgy	Óraszám
Bartha András	Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar / Környezet- és Földtudományi Intézet, Sopron	Geokémia, Geoanalitika	26 óra/félév
Brezsnyánszky Károly	Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar / Környezet- és Földtudományi Intézet, Sopron	Tektonika, Földtani térképezés	14 óra/félév
Budai Tamás	Pécsi Tudományegyetem, TTK Földrajzi Intézet	Általános földtan	3 óra/hó
Cserny Tibor	Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar / Környezet- és Földtudományi Intézet, Sopron	Általános földtan, Víz- és környezetföldtan, Alkalmazott földtani kutatás	7 óra/hét
Fodor László	ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet	földtani térképezési terepgyakorlat	2 hét/év
	Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar / Környezet- és Földtudományi Intézet, Sopron	Tektonika	2 óra/hét
Kercsmár Zsolt	Berzsenyi Dániel Főiskola TTK Földrajz- és Környezettudományi Intézet,	Általános földtan	3 óra/hét
Kordos László	Debreceni Egyetem	Globális geoszféra-bioszféra változások	6 alkalommal 2-2 óra
Koroknai Balázs	ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet	Magyarország földtana	4 előadás+8 gyakorlat/félév
		Alpok és Kárpátok földtana	4 előadás+8 gyakorlat/félév
		Mikrotektonika	2 óra/hét
		Speciális mikro-tektonikai ismeretek	4 előadás/hó
Kuti László	Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar	Agrogeológia	2 óra/hét
	Szent István Egyetem, Mezőgazdasági és Környezettudományi Kar	Földtan alapjai	2 óra/hét
		Környezetföldtan	2 óra/hét
Muráti Judit	ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet	Térinformatika a földtanban II.	2 óra/hét
	ELTE Informatika Kar	Geoinformatika 2.	4 óra/hét
Nádor Annamária	ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet	A világ negyedidőszaki földtana	2 óra/hét
Selmecei Ildikó	Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar / Környezet- és Földtudományi Intézet, Sopron	Őslénytan	4 óra/hónap
Síkhegyi Ferenc	Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar / Környezet- és Földtudományi Intézet, Sopron	Környezet geomorfológia, Földtani mérések feldolgozása	2 hét/2008
Turczai Gábor	ELTE Informatika Kar	Térinformatika	4 óra/hét
	ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet	Térinformatika alkalmazása a földtudományban	2 óra/hét
Unger Zoltán	Szegedi Tudományegyetem	Bevezetés a Földfizikába és az Általános Geofizikába	2 óra/hét

Főiskola (3. táblázat). Számos esetben került sor iskolai csoportoknak tartott Intézeti bemutatóra.

Nemzetközi tevékenység

A MÁFI a 2008. évben, a korábbi évek gyakorlatának megfelelően folytatta nemzetközi tevékenységét, azaz az

elsősorban az egyes projektek szintjén születtek a döntések nemzetközi pályázatokban és rendezvényeken való részvételről, közös témák kidolgozásáról, tanulmányutak szervezéséről. A szakmai szervezetekben betöltött tisztségeket a 4. táblázat tartalmazza. Folytattuk munkánkat az Euro-GeoSurveys-ben.

4. táblázat. A Magyar Állami Földtani Intézet munkatársainak szakmai szervezetekben betöltött tisztségei

Név	Tisztség
Babinszki Edit	MTA Szedimentológiai Bizottság titkára.
Balla Zoltán	MÁFI szerkesztőbizottság tagja (Évi Jelentés sorozatszerkesztő)
Bertalan Éva	Magyar Kémikusok Egyesülete, Spektrokémiai Társaság vezetőségi tag
Brezsnyánszky Károly	IUGS Magyar Nemzeti Bizottság elnöke
	A Föld Bolygó Éve Magyar Nemzeti Bizottság elnöke
	Földtani Kutatás szerkesztőbizottságának tagja
	MÁFI szerkesztőbizottság tagja
	Magyart Természettudományi Társulat ügyvezető elnöke
	Világ Földtani Térkép Bizottság nemzeti képviselő

4. táblázat. Folytatás

Név	Tisztség
Budai Tamás	Magyarhoni Földtani Társulat Általános Földtani szakosztályának és Budapesti Területi Szervezetének elnöke
	OTKA Földtudományok I. zsűri tagja
	MÁFI szerkesztőbizottság tagja (Geol. Hung. Ser. Geol. sorozatszerkesztő)
Fodor László	Földtani Közlöny, szerkesztőbizottsági tag
Gyalog László	Magyar Rétegtani Bizottság titkára
	MÁFI szerkesztőbizottság tagja (Térképmagyarító-sorozatszerkesztő)
Halmai János	Magyar Rétegtani Bizottság Miocén Albizottságának elnöke
Jordán Győző	EuroGeoSurveys Contact Point
Juhász Györgyi	Magyar Rétegtani Bizottság Pannon Albizottság elnöke
Kordos László	A National Geographic Magyarország, a Természet Világa, a Praehistoria, Fragmenta Palaeontologica Hungarica, a Geologica Croatica szerkesztő/tanácsadó bizottságainak tagja, a Geologica Hungarica ser. Palaeontologica sorozatszerkesztője
	Magyarhoni Földtani Társulat Általános Földtani Szakosztályának és a Budapesti Területi Szervezet titkára
Koroknai Balázs	Magyar Rétegtani Bizottság Paleozoos Albizottságának titkára
	Magyarhoni Földtani Társulat HUNGEO TOP bizottsági titkár
Kovács-Pálffy Péter	Magyarhoni Földtani Társulat Műnőkeológiai és Környezetföldtani Szakosztály elnökségi tagja
Kuti László	Környezetvédelmi Információs Klub (KVIK) elnök
	Magyar Rétegtani Bizottság Kvarter Albizottságának elnöke
Magyar Árpád	Magyarhoni Földtani Társulat Általános Földtani Szakosztályának elnökségi tagja
Maros Gyula	INQUA Magyar Nemzeti Bizottság elnöke
Nádor Annamária	Magyar Rétegtani Bizottság Triász Albizottságának titkára
Piros Olga	European Federation of Geologists Council, magyar delegátus
Scharek Péter	Magyarhoni Földtani Társulat Műnőkeológiai és Környezetföldtani Szakosztály elnökségi tagja
	IAH (International Association of Hydrogeologists) Magyar Nemzeti Tagozatának titkára
Szőcs Teodóra	Magyar Rétegtani Bizottság Miocén Albizottság titkára
Szentpétery Ildikó	Magyar Rétegtani Bizottság Pannon Albizottság titkára
Tóthné Makk Ágnes	Magyarhoni Földtani Társulat, főtitkár

Pályázatok

A 2008. évi költségvetési és szakmai terv teljesítésében a korábbi éveknek megfelelően jelentős szerep jutott a hazai és külföldi pályázatoknak. E pályázatok nemcsak a kutatók szakmai felkészültségének elismerései, hanem az Intézet tudományos munkájának, nemzetközi elismerésének fontos mérői is. Az Intézet 2008-ban számos hazai és

nemzetközi pályázatot nyújtott be (NKTH–TÉT Alapítvány, OTKA, Magyar–szlovén határmenti együttműködés). Ezek elbírálása folyamatban van. Jelentős erőfeszítést fordítottunk két jelentős KEOP pályázat előkészítésére. Egy végrehajtása szerződéses keretben megkezdődött, mely a Víz-keretirányelv feladatainak végrehajtását fogja segíteni 2008–2009-ben.

5. táblázat. A MÁFI 2008-ban aktuális pályázata

Pályázat témája	Témavezető	Pályázat kiírója
DK-Dunántúli és szlavóniai löszök korrelálása (magyar-horvát együttműködés)	Koloszár László	TÉT
A drávai térség negyedidőszaki térképezés (magyar-horvát együttműködés)	Marsi István	TÉT
Folyófejlődési kutatások (magyar-indiai együttműködés)	Nádor Annamária	TÉT
Nehézfémet eloszlása San Joaquin térségében, Mexikó (magyar-mexikói együttműködés)	Scharek Péter	TÉT

5. táblázat. Folytatás

Pályázat témája	Témavezető	Pályázat kiírója
DK-Dunántúli és szlavóniai löszök korrelálása (magyar-horvát együttműködés)	Koloszár László	TÉT
A drávai térség negyedidőszaki térképezés (magyar-horvát együttműködés)	Marsi István	TÉT
Folyófejlődési kutatások (magyar-indiai együttműködés)	Nádor Annamária	TÉT
Nehézfémek eloszlása San Joaquin térségében, Mexikó (magyar-mexikói együttműködés)	Scharek Péter	TÉT

A MAGYAR ÁLLAMI FÖLDTANI INTÉZET MUNKATÁRSAI 2008-BAN

Az Intézet vezető beosztású munkatársai

Kordos László Dr.	igazgató
Halmi János Dr.	igazgató általános helyettese
Nádor Annamária Dr.	kutatási igazgatóhelyettes
Bartha András Dr.	osztályvezető
Csonka Ágnes	humánpolitikai vezető
Kuti László Dr.	osztályvezető
Maros Gyula Dr.	osztályvezető
Piros Olga Dr.	osztályvezető
Szőcs Teodóra Dr.	osztályvezető
Turczi Gábor Dr.	osztályvezető
Vukánné Tolnai Judit	minőségirányítási vezető

Az Intézet munkatársai

Ádámné Incze Szilvia	Gál Nóra Edit Dr.	Kovács Pálffy Péter Dr.
Albert Gáspár	Galambos Csilla Dr.	Kutasi Géza
Angyal Jolán	Gáspár Anita	Laczkóné Őri Gabriella
Árvay Gábor	Gellér Péterné	Lajtos Sándor
Babinszki Edit	Gulácsi Zoltán	Lantos Zoltán Dr.
Balázs Regina	Gyalog László Dr.	Madarász Istvánné
Balla Zoltán Dr.	Gyuricza György Dr.	Magyari Árpád Dr.
Ballók Istvánné	Hála József Dr.	Maigut Vera
Balóné Lehmayr Judit	Hála Józsefné Dr.	Marsi István dr.
Barczikayné Szeiler Rita	Hartyányi Zita	Matyikó Mónika
Bátori Miklósné	Hatvani Istvánné	Muráti Judit
Beke Zsuzsanna	Havas Gergely	Musitz Balázs
Bertalan Éva Dr.	Hegyiné Rusznyák Éva	Müller Tamás
Branner Lászlóné	Hermann Viktor	Nagy Péter
Breznyszászky Károly Dr.	Hlogyik Józsefné	Németh András
Budai Ferenc	Horváth Zsolt	Novák Brigitta
Budai Tamás Dr.	Jerabek Csaba	Ollrán Attila
Chikán Géza Dr.	Jordán Győző Dr.	Orosz László
Cserny Tibor Dr.	Jordánné Szűcs Andrea	Pálfi Éva
Csillag Gábor Dr.	Juhász Györgyi Dr.	Palotás Klára
Demény Krisztina	Katona Gabriella	Papp Péter
Don György	Kercsmár Zsolt Dr.	Partényi Zoltánné
Dudás A. Imre	Király Edit Dr.	Pentelényi Antal
Farkas Jusstina	Kiss Károlyné	Péterdi Bálint
Fenesi Ferenc	Kókai András	Petrócziné Gecse Zsuzsanna
Fodor László Dr.	Koloszár László Dr.	Rezessy Attila
Földvári Mária Dr.	Kónya Péter	Rotárné Szalkai Ágnes
Fügedi Péter Ubul Dr.	Koroknai Balázs Dr.	Scharek Péter Dr.

Selmezi Ildikó Dr.	Szentpétery Ildikó Dr.	Unger Zoltán Dr.
Síkhegyi Ferenc	Szlepák Tímea	Váczi Blanka
Simonyi Dezső	Szurkos Gábor	Vad Altanceceg
Solt Péter	Tamás Gábor	Varga Renáta
Sonfalviné Szeibert Ildikó Dr.	Thamóné Bozsó Edit Dr.	Vargáné Barna Zsuzsanna
Szabadosné Sallay Enikő	Tihanyiné Szép Eszter	Vatai József
Szabó Árpádné	Tóth György	Végh Hajnalka
Szabó Lászlóné	Tóthné Makk Ágnes Dr.	Vikor Zsuzsanna
Szalka Edit	Treszné Szabó Margit	Zsámbok István
Szegő Éva	Tullner Tibor Dr.	
Szekér András	Ujháziné Kerék Barbara Dr.	

A MAGYAR ÁLLAMI FÖLDTANI INTÉZET 2008-BAN MEGJELENT KIADVÁNYAI

A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2006. — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 184 p.
 BUDAI TAMÁS, FODOR LÁSZLÓ (szerk.): A Vértes hegység földtana. — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 368 p.

A MAGYAR ÁLLAMI FÖLDTANI INTÉZET 2008. ÉVI PUBLIKÁCIÓS TEVÉKENYSÉGE

- ÁDÁM A., BREZSNYÁNSZKY K., DOMBRÁDI E., HAAS J., HORVÁTH F., KISS J., NOVÁK A., SZARKA L. 2008: A Föld mélye. A kéregtől a magig. — *Geo-Fizika: Földtudományi ismeretterjesztő füzet* 8., p. 16.
- BALLOFET, E., TCHISTIAKOV, A., JELLEMA, J., HANSEN, M., FRUIJTIER, S., VAN EXEL, M., THEELEN, E., HEIRMAN, A., RODRIGUEZ, D. J., CAPOVA, D., BELICKAS, J., POZINGIS, A., MURNIKOVA, A., ARUSTIENE, J., SCHUBERT, G., SZALKAI-ROTAR, A., NAGY, P., SINIGOJ, J., PALUMBO, A., MALIK, P., ASMAN, M. 2008: eWater, the european multilingual ground water information system. — *Proceedings of the 13th IWRA World Water Congress, Montpellier, France, 1–4/09/2008*.
http://wwc2008.msem.univ-montp2.fr/resource/authors/abs133_article.pdf (2009.04.08.)
- BÁRDOSSY, GY., KORDOS, L. 2008: Paleokarst of Hungary. — In: BOSAK, P. (ed.): *Paleokarst: A Systematic and Regional Review*. Publishing House of the Czechoslovak Academy of Sciences and coedition: Elsevier, Praha, 1989. pp. 137–153. [A könyv digitális verzióját kiadta 2008-ban a The Karst Waters Institute a Digital Reprint 2. sorozat keretében]
- BEGUN, D. R., NARGOLWALLA, M. C., KORDOS, L. 2008: Revision of the Dryopithecinae: Phylogenetic and paleobiogeographic implications. — *77th Annual Meeting of the American Association of Physical Anthropologists (AAPA), Columbus, Ohio, 9–12/04/2008, Abstracts. (American Association of Physical Anthropology 2008 Meeting Supplement)*, p. 66.
<http://www.physanth.org/annmeet/aapa2008/aapa2008.pdf> (2009. március 19.)
- BERTALAN, É., BARTHA, A., HORVÁTH, E., BALLÓK, M., SZŐCS, T., HORVÁTH, I. 2008: Speciation analysis of arsenic in shallow groundwaters from Hungary by plasma petrochemical methods. — In: CAROLI, S.,
- BOTTONI, P. (eds): *13. Italian–Hungarian Symposium on spectrochemistry: environmental contamination and food safety, Bologna, Italy 20–24/04/2008, Abstract Book. (ISTISAN Congressi 08/C3)*, p. 27.
- BRADÁK B., CSILLAG G., HORVÁTH E. 2008: Pleisztocén felszínalakító folyamatok és klímacyklusok tükröződése a löszök mágnese szövetében (cérna-völgyi feltárás, Vértes). — In: SZABÓ V., OROSZ Z., NAGY R., FAZEKAS I. (szerk.): *4. Magyar Földrajzi Konferencia, Debrecen, 14–15/11/2008*. [k.n.], Debrecen, pp. 78–83.
- BREZSNYÁNSZKY K 2008: Berekfürdő szerepe a Föld Éve programban. — *Hidrológiai Tájékoztató 2008*, p. 26.
- BREZSNYÁNSZKY, K 2008: Berekfürdő szerepe a Föld Éve programban. — *Tudományos Konferencia a 80 éves, a legendás berekfürdői gyógyvíz, a Föld Bolygó Nemzetközi Éve, a Vizek Éve és Dr. Pávai Vajna Ferenc földgeológus emlékére, Berekfürdő, 6–7/06/2008*, pp. 7–8.
- BREZSNYÁNSZKY 2008: Beszámoló a Föld Éve nyitórendezvényről, a Földtudományos forgatagról. (Hírek, ismertetések rovatban) — *Földtani Közlöny* 138 (4), p. 423.
- BREZSNYÁNSZKY, K. 2008: Geológiai idő a térképen. — *Magyar Tudomány* 169 (11), pp. 1324–1332.
- BREZSNYÁNSZKY K. 2008: Igazgatói beszámoló a Magyar Állami Földtani Intézet 2006. évi tevékenységéről. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2006*, pp. 19–44.
- BREZSNYÁNSZKY K. 2008: A jövőnkéről szól „A Föld Bolygó Nemzetközi Éve”. — *Természet Világa* 139 (II. különszám), pp. 2–4.
- BREZSNYÁNSZKY K. 2008: Kedves Olvasónk! — *Élet és Tudomány* 63 (1), p. 2.
- BREZSNYÁNSZKY K. 2008: Mit tudnak tenni a földtudományok az emberiségért? — *HUNGEO 2008 magyar földtudományi szakemberek 9. Világtalálkozója, Budapest, 20–24/08/2008, Program, Előadás kivonatok*, p. 25.

- BREZSNYÁNSZKY K., SZARKA L. 2008: Földtudományok az emberiség szolgálatában. A Föld Bolygó Nemzetközi Éve. — *Magyar Tudomány* 169 (10), pp. 1227–1237.
- BREZSNYÁNSZKY K., SZARKA L. 2008: Földtudományok az emberiségért. A Föld Bolygó Nemzetközi Éve 2007–2008–2009. — *Soproni TIT, Szabadegyetemeinek Programja 2008. évi II. (őszi) Szemeszter, Sopron, előadás kivonat*, pp. 3–4.
- BREZSNYÁNSZKY K., HAAS J., SZARKA L. 2008: Beköszöntő. — *Geo-Fifika: Földtudományi ismeretterjesztő füzet* 1., pp. 4–5.
- BREZSNYÁNSZKY, K., SZÓCS, T., TÓTH, GY., BARTHA, A., HAVAS, G., MALIK, P., KORDIK, J., MICHALKO, J., BODIŠ, D., ŠVASTA, J., SLANINKA, I., GAÁL, G., LEVEINEN, J., KAJA, J., KUN, E., PETHŐ, S., ÁCS, V. 2008: Environmental state and sustainable management of Hungarian–Slovakian transboundary groundwater bodies (ENWAT). — *European Geologist* 26, pp. 37–41.
- BUDAI T. 2008: Platformok és medencék kialakulása és fejlődése a Bakony középső-triász története során. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2006*, pp. 77–83.
- BUDAI T., CSÁSZÁR G., CSILLAG G., FODOR L., GÁL N., KERCSMÁR ZS., KORDOS L., PÁLFALVI S., SELMECZI I. (BUDAI T., FODOR L. szerk.) 2008: *A Vértes hegység földtana. Magyarázó a Vértes hegység földtani térképéhez*. — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest. 368 p.
- CHIKÁN, G. 2008: Gránittömb Afrikából: A Mórógyi-rög — *Természet-Búvár* 63 (4), pp. 38–39.
- CSÁSZÁR G. 2008: Kréta időszaki atollroncsok a Mecsek hegységben. — *Természet Világa* 139 (II. különszám), pp. 52–54.
- CSÁSZÁR G., FÓZY I., MIZÁK J. 2008: Az olaszfalui Eperjes földtani felépítése és fejlődéstörténete. — *Földtani Közlöny* 138 (1), pp. 21–48.
- CSÁSZÁR, G., SCHLAGINTWEIT, F., PIROS, O., SZINGER, B. 2008: Are there any Dachstein Limestone fragments in the Felsővadács Breccia Member? — *Földtani Közlöny* 138 (1), pp. 107–110.
- CSÁSZÁR, G., HAAS, J., NÁDOR, A. 2008: A földtörténet klímaváltozásai és azok tanulságai. — *Magyar Tudomány* 2008.6, pp. 663–687.
- CSEREPESNÉ M. B., PELIKÁN P., SZEKSZÁRDI A., SZUROMINÉ KORECZ A. 2008: Újabb paleozoos előfordulás a magyarországi Paleogén-medencében. — *Bányászati-Kohászati és Földtani Konferencia, Nagyszeben, Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, 3–6/04/2008, Poszter*. pp. 227–228.
- CSERNY T., NAGYNÉ BODOR E., TULLNER T. 2008: A Balaton földtani kutatásának eredményei. — *Hidrológiai Közöly* 88 (6), pp. 39–42.
- CSERNY T., GÁL N., TULLNER T., TAHY Á. 2008: A magyarországi felszín alatti víztestek földtani kiértékelésének 2006. évi eredményei. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2006*, pp. 145–154.
- CSILLAG, G., SEBE, K. 2008: Szerkezeti geomorfológia. — In: LÓCZY D. (szerk.): *Geomorfológia 2. Földfelszíni formák és folyamatok*. — Dialóg–Campus, Budapest–Pécs, pp. 37–96.
- CSILLAG G., NÉMETH K., SEBE K. 2008: Paleofelszínnek és vulkáni szerkezetek kapcsolata a Balaton-felvidék és a Bakony területén. — In: SZABÓ V., OROSZ Z., NAGY R., FAZEKAS I. (szerk.): *4. Magyar Földrajzi Konferencia, Debrecen, 14–15/11/2008*. [k.n.], Debrecen, pp. 84–90.
- CSILLAG G., FODOR L., SEBE K., MÜLLER P. M., RUSZKICZAY-RÜDIGER ZS., THAMÓNÉ BOZSÓ E., BADA G. 2008: Deflációs formák és folyamatok a Dunántúl hegységi területein és környezetükben. — In: SZABÓ V., OROSZ Z., NAGY R., FAZEKAS I. (szerk.): *4. Magyar Földrajzi Konferencia, Debrecen, 14–15/11/2008*. [k.n.], Debrecen, pp. 105–111.
- CSILLAG G., MAGYAR I., HABLY L., SELMECZI I., LANTOS Z., MÜLLER P., SZTANÓ O. 2008: Késő-miocén flóra és fauna Alcsútdoboz környékén. — *11. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés, Szögliget, 22–24/05/2008, Program, előadaskivonatok, kirándulásvezető*, p. 7.
- CZICZER, I., MAGYAR, I., PIPÍK, R., BÖHME, M., ČORIĆ, S., BAKRAČ, K., SÜTŐ-SZENTAI, M., LANTOS, M., BABINSZKI, E., MÜLLER, P. 2008: Life in the sublittoral zone of long-lived Lake Pannon: paleontological analysis of the Upper Miocene Szák Formation, Hungary. — *International Journal of Earth Sciences*. [Elektronikus változat]
<http://www.springerlink.com/content/qq55113n8523673r/?p=625f043e87aa4081a24e0487815c50a8&pi=4> (2009.04.08.)
- DON Gy., SOLT P. 2008: Meteoritkráter-tanulmányok. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2006*, pp. 155–167.
- FODOR, L., MÁRTON, E. 2008: Cretaceous tectonics and paleomagnetism of the Vértes Hills, central Transdanubian Range, Hungary: local structures and far-field speculations. — In: NÉMETH, Z., PLASIENKA, D. (eds.): *SlovTec 08: 6th Meeting of the Central European Tectonic Studies Group (CETeG) & 13th Meeting of the Czech Tectonic Studies Group (CTS), Upholav, Slovakia, 23–26/04/2008, Proceedings and Excursion Guide*. State Geological Institute of Dionyz Stur, Bratislava, pp. 33–34.
- FODOR L., CSILLAG G., LANTOS Z., BUDAI T., KERCSMÁR ZS., SELMECZI I. 2008: *A Vértes hegység földtani térképe. 1:50 000*. — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- FODOR, L., CSILLAG, G., LANTOS, Z., THAMÓ-BOZSÓ, E., KISZELY, M., TOKARSKI, A., RUSZKICZAY-RÜDIGER, ZS. 2008: Quaternary deformation and landscape evolution in the Vértes and forelands: inferences from geological mapping. — In: NÉMETH, Z., PLASIENKA, D. (eds): *SlovTec 08: 6th Meeting of the Central European Tectonic Studies Group (CETeG) & 13th Meeting of the Czech Tectonic Studies Group (CTS), Upholav, Slovakia, 23–26/04/2008, Proceedings and Excursion Guide*. State Geological Institute of Dionyz Stur, Bratislava, pp. 31–33.

- FODOR, L., GERDES, A., DUNKL, I., KOROKNAI, B., PÉCSKAY, Z., TRAJANOVA, M., HORVÁTH, P., VRABEC M., JELEN, B., BALOGH, K., FRISCH, W. 2008: Miocene emplacement and rapid cooling of the Pohorje pluton at the Alpine-Pannonian-Dinaridic junction, Slovenia. — *Swiss Journal of Geosciences* 101 (1), pp. 255–271.
- FODOR L., KERCSMÁR Zs., SÁSDI L., HARANGI Sz. 2008: Földtani érvek a vértesi Köves-völgy karbonátos forrásokúpjainak késő-kréta(?) kora ellen. — *Földtani Közlemény*, 138 (2), pp. 181–188.
- FÓRIZS I., DEÁK J., MÜLLER P., LORBERER Á., TÓTH Gy. 2008: A többlet széndioxid eredete a budapesti termálkarsztvízrendszerben. — *15. Konferencia a felszín alatti vizekről, Balatonfüred, 26–27/03/2008*, p. [16.]
- FÖLDVÁRI M. 2008: Az ásványok hőbomlási rendszere és példák a termogravimetria földtani alkalmazási lehetőségeire. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2006*, pp. 169–183.
- FÜGEDI U., HORVÁTH I., JORDÁN Gy., ÓDOR L. 2008: Arzén szennyezés bányászati meddőhányók alatt. — *Arzén Geokémiai Viselkedése Ankét, Budapest, 18/11/2009 November 18, Budapes, Abstracts*. Magyar Tudományos Akadémia, Geokémiai Munkacsoport, p. 6.
- FÜGEDI U., POCSAI T., KUTI L., HORVÁTH I., VATAI J. 2008: A mészfelhalmozódás földtani okai Közép-Magyarország talajaiban. — *Agrokémia és Talajtán 57* (2), pp. 239–260.
- FÜLEKI Gy., KALMÁR J., JAKAB S. 2008: Talajásványok képződése neogén eruptív kőzeteken lévő vázталajokon, a Görgényi-havasokban (Keleti-Kárpátok, Románia). — *4. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia, Debrecen, 28–29/03/2008*, pp. 213–221.
- GÁL B., SZÓCS T., HORVÁTH I., BARTHA A., KORDIK, J., MICHALKO, J., BODIS, D., SLANINKA, I. 2008: A Magyar–Szlovák határmenti közös felszín alatti víztestek környezetállapot felmérésének vízgeokémiai eredményei. — *14. Nemzetközi Környezetvédelmi és Vidékfejlesztési Diákkonferencia, Szolnok, 02–04/07/2008*.
- GYURICZA Gy. 2008: Területminősítési problémák környezetföldtani térképek szerkesztésénél. — In: PÜSPÖKI Z. (szerk.): *Tanulmányok a geológia tárgyköréből. Dr. Kozák Miklós pályatársainak és tanítványainak tólából, az ünnepelt 60. születésnapjának alkalmából*. Debreceni Egyetem, Debrecen, pp. 67–77.
- GYURICZA Gy., SZURKOS G., ZSÁMBOK I. 2008: Budapest kerületeinek környezetföldtani térképsorozata: Bp. XI. ker. Dobogó–Kamaraerdei Fejlesztési Terület. — In: TÖRÖK Á., VÁSÁRHELYI B. (szerk.): *Mérnökgeológia-Kőzetmechanika 2008*. Műegyetemi kiadó, Budapest, pp. 101–106.
- HÁLA J. 2008: Emlékezés Ipolyi Arnoldra. — *Gömörország* 9 (1), pp. 33–35.
- HÁLA J. 2008: „Paprikaeső”, avagy Dunakeszi régi falucsúfolója. — *Dunakeszi Helytörténeti Szemle* 1 (3), p. 2.
- HÁLA J. 2008: Semsey Andor, a magyar néprajztudomány mecénása. — In: HÁLA, K., PAPP, G., POZSONYI, J. (szerk.): *Semsey Andor Emlékkötet*. Tiszántúli Történelész Társaság, Debrecen, pp. 157–173.
- HÁLA J. 2008: „...szolgálata ítéltél...”. Bálint Sándor emlékkönyv. Könyvismertetés. — *Acta Ethnographica Hungarica* 35 (1), pp. 206–208.
- HÁLA J., MÁTÉ Gy. 2008: Bányászélet–kultúra–hagyomány. (Budapest–Tatabánya, 2007. november 29–30.). — *Néprajzi Hírek* 37 (1), pp. 21–24.
- HÁLA J., MÁTÉ Gy. 2008: Rövid hírek, tudósítások. — *Néprajzi Hírek* 37 (1), pp. 86–95.
- HÁLA J., PAPP G., POZSONYI J. (szerk.) 2008: *Semsey Andor emlékkötet*. — Tiszántúli Történelész társaság, Debrecen, 215 p.
- HARGITAI H., CSÁSZÁR G., BÉRCZI Sz., KERESZTURI Á. 2008: Földön kívüli égitestek geológiai és rétegtani tagolása és nevezéktana. — *Földtani Közlemény* 138 (4), pp. 323–337.
- HORACEK, I., KORDOS, L. 2008: Biostratigraphic Investigations in Paleokarst. — In: BOSAK, P. (ed.): *Paleokarst: A Systematic and Regional Review*. Publishing House of the Czechoslovak Academy of Sciences and coedition: Elsevier, Praha, 1989. pp. 599–612. [A könyv digitális verzióját kiadta 2008-ban a The Karst Waters Institute a Digital Reprint 2. sorozat keretében]
- HORVÁTH É., BARTHA A., BERTALAN É., BALLÓK M., SZÓCS T., HORVÁTH I. 2008: Analitikai módszerek fejlesztése talajvizek arzéntartalmának és arzénmódosulatainak meghatározására. — *51. Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlés, Nyíregyháza, 30/06/2008–02/07/2008, Konferenciakiadvány*, pp. 111–114.
- JÁMBOR Á. (összeáll.) 2008: Dr. Hámor Géza szakirodalmi munkássága. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2006*, pp. 8–16.
- JORDÁN Gy., FÜGEDI U., KUTI L. 2008: Multi-scale Environmental Geochemical Mapping and Modelling in Hungary: Results, On-Going Efforts, and Prospects for Trans-Boundary Collaboration. — In: SCHEDL, A. (ed.): *30 Jahre Angewandte Geochemie in Österreich: Von der Prospektionsgeochemie zur Angewandten Umweltgeochemie: Fachsymposium, Wien, 6–7/11/2008*. — *Berichte der Geologischen Bundesanstalt* 77, pp. 18–19. http://www.geologie.ac.at/filestore/download/BR0077_018_A.pdf (2008. március 26.)
- JORDÁN Gy., GERZABEK, M., LAIR, G., ZEHETNER, F. 2008: Multi-scale temporal modelling of sediment dynamics and transport on floodplains. The Donau-Auen case study, Austria. — *EUROSOIL 2008: Soil – Society – Environment, Vienna, Austria, 25–29/08/2008, Abstracts*, p. 117. http://www.ecsss.net/web/MDB/media_folder/39_abstracts.pdf (2009. április 02.)
- JORDÁN Gy., SZILASSI P., VAN ROMPAEY A., VAN DESSEL W. 2008: Területhasználat változások hatása vízgyűjtők hidrológiai és vízminőség dinamikájára: numerikus modellezés Balaton-felvidéki vízgyűjtőn. — *3. Magyar Tájökológiai Konferencia, Budapest, BCE Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszék, 8–10/05/2008, Előadások és poszterek összefoglalói*, p. 51.

- KALMÁR, J. 2008: From the Jurassic shales to „pedogenetic” clay minerals: disintegration, alteration and degradation of the clayey components of Rocskavölgyi Slates, Bükk Mts., Hungary. — *13. Symposium of Czech Clay Mineral Association, Český Krumlov, Abstract*, pp. 366–367.
- KALMÁR J., KOVÁCS-PÁLFFY P. 2008: A Cikó-hegy (Ticau) metaeruptív kőzetei a leptinitiek. — *Bányászati–Kohászati és Földtani Konferencia, Nagyszeben, Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, 3–6/04/2008*, pp. 161–166. CD.
- KALMÁR, J., KOVÁCS-PÁLFFY, P. 2008: Geochemical study of leptinites from Stejera (Romania). — *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences* 3 (1), pp. 49–63. http://www.ubm.ro/sites/CJEES/upload/GEOCHEMICAL_STUDY_OF_LEPTINITES.pdf (2008.03.26)
- KALMÁR J., KUTI L., SZENDREINÉ KOREN E. 2008: Erdészeti kutatásokat megalapozó földtani vizsgálatok Bükk hegységi mintaterületeken. — *Erdészeti kutatások: Az Erdészeti Tudományos Intézet Közleményei 2007–2008* 92, pp. 41–56.
- KALMÁR J., SZENDREINÉ KOREN E., BAKACSI Zs. 2008: A Bükk hegységi vörös agyag, mint talajképző üledék. — *Bányászati–Kohászati és Földtani Konferencia, Nagyszeben, Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, 3–6/04/2008*, pp. 167–171. CD.
- KÁNTOR T., BARTHA A., BALLÓK ISTVÁNNÉ 2008: Savas feltárás és kioldás salétromsav maradékának csökkentése atomspektrokémiai módszerekhez. — *51. Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlés, Nyíregyháza, 30/06/2008–02/07/2008, Konferenciakiadvány*, p. 114.
- KATONA, L., MAGYARI, Á. 2008: Csajági mamutok. — *Természet Világa* 139 (1), pp. 34–35.
- KECSKÉS G., SZURKOS G. 2008: Budapest közműgeotechnikai térképsorozata. — In: TÖRÖK Á., VÁSÁRHELYI B. (szerk.): *Mérnökgeológia–Közetmechanika 2008*. Műegyetemi Kiadó, Budapest, pp. 107–116.
- KERCSMÁR Zs. 2008: Középső-eocén korallzátony rekonstrukciója a Vértes hegység É-i részén. — *Bányászati–Kohászati és Földtani Konferencia, Nagyszeben, Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, 3–6/04/2008*, pp. 174–176.
- KERÉK, B., SZENTPÉTERY, I., KUTI, L., VATAI, J., KALMÁR, J. 2008: Studying the role of soil parent rocks from an agriculture point of view. — *33rd International Geological Congress, 6–14/08/2008, Oslo*. CD.
- KIRÁLY E., BARTHA A., BERTALAN É., BALLÓK I.-NÉ, SZEKANECZ Z., CSANÁDY G., VARGÁNÉ BARNA Zs., GYÖRE D., KÓNYA P. 2008: Vesekövek komplex vizsgálata ICP–OES, LA–ICP–MS, IR és XRD módszerekkel. — *51. Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlés, Nyíregyháza, 30/06/2008–02/07/2008, Konferenciakiadvány*, p. 115.
- KONRÁD, Gy., BABINSZKI, E., HALÁSZ, A., SEBE, K. 2008: Sedimentology of a Permian Playa Lake: Boda Siltstone Formation, Hungary. — In: KUNKEL, C., HAHN, S., TEN VEEN, J., RAMEIL, N., IMMENHAUSER, A. (eds): *26th Regional Meeting of the International Association of Sedimentologists (IAS), Bochum, Germany, 1–3/09/2008. Abstract Volume. — Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften* 58, p. 154.
- KÓNYA P. 2008: Balaton-felvidéki bazaltok nátrólitcsoporthoz tartozó üregkitöltő ásványainak részletes vizsgálata. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2006*, pp. 121–143.
- KÓNYA P. 2008: Tévhit az uzsai bazalt „opáljáról”. — *Geoda* 18 (1), pp. 36–40.
- KÓNYA P., BODNÁR R. K. 2008: A geoturizmus újabb célterülete: a Haláp. — In: PÜSPÖKI Z. (szerk.): *Tanulmányok a geológia tárgyköréből. Dr. Kozák Miklós pályatársainak és tanítványainak tollából, az ünnepelt 60. születésnapjának alkalmából*. Debreceni Egyetem, Debrecen, pp. 183–193.
- KÓNYA, P., FÖLDVÁRI, M. 2008: Thermoanalytical investigation of cavity filling natrolite group minerals in basalts (Balaton Highland, Hungary). — *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 94 (1), pp. 209–218.
- KORDOS, L. 2008: Climatic, environmental and faunal changes in the past. — *Climate change: challenge for the training of applied plant scientists Symposium and Training Course 1. Facts and Fictions, Martonvásár, 27–31/10/2008*, pp. 31–32.
- KORDOS L. 2008: Felhívás [Group Study Exchange]. — *Rotary Hungary Magazin* 1 (1), pp. 34–35.
- KORDOS L. 2008: Ipolytarnóc, a földtörténet forgószínpada. — *Élet és Tudomány* 63 (40), pp. 1264–1266.
- KORDOS L. 2008: A klímaváltozás hasznáról és káráról. A klímaváltozás és az invazív emberi faj az emlősállatok szemével. — *Természet Világa* 139 (2), pp. 55–58.
- KORDOS L. 2008: László Gábor Fonyódon, amikor még nem tudta... — In: Varga I.: *László Gábor 1896-os fonyódi naplója*. Agenda Natura, Veszprém, p. 6.
- KORDOS L. 2008: A Magyar Állami Földtani Intézet a társadalomért. — *HUNGEO 2008 magyar földtudományi szakemberek 9. Világtalálkozója, Budapest, 20–24/08/2008, Program, Előadás kivonatok*, pp. 20–24.
- KORDOS, L. 2008: A magyarországi barlangi növénytan vizsgálata. — In: SZABÓ I. L., SZABÓ L. Gy. (szerk.): *Boros Ádám breviárium: emlékkönyv dr. Boros Ádám tiszteletére*. Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely, pp. 77–79.
- KORDOS L. 2008: Megfogtuk az ősmajom lábát. — *Per Naturam Hírlevél* 2008 (1), pp. 91–96.
- KORDOS, L. 2008: A múlt a jövő kulcsa. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2006*, p. 17.
- KORDOS L. 2008: Osztramos (Esztramos) pliocén és pleisztocén ősgérces lelőhelyek. — *11. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés, Szögliget, 22–24/05/2008, Program, előadáskivonatok, kirándulásvezető*, pp. 28–30.
- KORDOS L. 2008: Rudabánya állatvilága. — *Természet Világa* 139 (II. különszám), pp. 55–58.
- KORDOS L. 2008: Semsey Andor emlékezete. — *Természet Világa* 139 (4), p. 160, 192.
- KORDOS, L. 2008: Semsey Andor és a Földtani Intézet. — In: HÁLA, K., PAPP, G., POZSONYI, J. (szerk.): *Semsey Andor Emlékkötet*. Tiszántúli Történész Társaság, Debrecen, pp. 127–140.

- KORDOS L. 2008: A Suba-lyuki ősember és a mamut-sztyepp. — In: BARÁZ Cs. (szerk.): *A Suba-lyuk barlang. Neandervölgyi ősember a Bükkben*. Bükki Nemzeti Park Igazgatósága, Eger, pp. 63–66.
- KORDOS L., GASPARIK M. 2008: Szakmailag szenzációsnak mondhatók-e a rudabányai ősmajomleletek? — *Múzeumcafé* 2 (5), pp. 24–25.
- KOROKNAI, B., ÁRKAI P., HORVÁTH, P., BALOGH, K. 2008: Anatomy of a transitional brittle-ductile shear zone developed in a low-T meta-andesite tuff: a microstructural, petrological and geochronological case study from the Bükk Mts. (NE Hungary). — *Journal of Structural Geology* 30 (2), pp. 159–176.
- KOVÁCS, S., HAAS, J., SZEBÉNYI, G., GULÁCSI, Z., PELIKÁN, P., BAGOLY-ÁRGYELÁN, G., JÓZSA, S., GÖRÖG, Á., OZSVÁRT, P., GECSE, ZS., SZABÓ, I.: Permo-Mesozoic formations of the Recsk–Darnó Hill area: stratigraphy and structure of the Pre-Tertiary basement of the Paleogene Recsk Ore Field. — In: FÖLDESSY, J., HARTAI, É. (eds.): *Publications of the University of Miskolc, Series A, Mining. Geosciences. Recsk and Lahóca Geology of the Ore Complex* 73, pp. 33–56.
- KOVÁCS-PÁLFFY P., VELLEDETS F., KÓNYA P., FÖLDVÁRI M., GÁL-SÓLYMOS K. 2008: A nordstrandit újabb hazai előfordulása az Aggteleki-karsztról. — *HUNGEO 2008 magyar földtudományi szakemberek 9. Világtalálkozója, Budapest, 20–24/08/2008, Program, Előadás kivonatok*, pp. 41–42.
- KÖVÉR, SZ., FODOR, L., KOVÁCS, S. 2008: A Rudabányai-hegység jura képződményeinek szerkezeti helyzete és üledékes kapcsolata — régi koncepciók áttekintése és új munkahipotézis. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2006*, pp. 97–119.
- KÖVÉR, SZ., FODOR, L., JUDIK, K., BALOGH, K., ÁRKAI, P., KOVÁCS, S. 2008: Temperature, pressure, and age constraints on the very low-grade metamorphism of the Jurassic Telekesoldal Nappe (s.l. Meliata?) in NE Hungary – a summary. — In: NÉMETH, Z., PLASIENKA, D. (eds.): *SlovTec 08: 6th Meeting of the Central European Tectonic Studies Group (CETeG) & 13th Meeting of the Czech Tectonic Studies Group (CTS), Upholav, Slovakia, 23–26/04/2008, Proceedings and Excursion Guide*. State Geological Institute of Dionyz Stur, Bratislava, pp. 69–71.
- KÖVÉR, SZ., FODOR, L., JUDIK, K., BALOGH, K., ÁRKAI, P., KOVÁCS, S. 2008: Temperature, pressure and age constraints on the very low-grade metamorphism of the Jurassic Telekesoldal Nappe (Inner Western Carpathians) in NE Hungary — a summary. — In: POBLET, J., GUTIÉRREZ-MEDINA, M., PEDREIRA, D., LÓPEZ-FERNÁNDEZ, C. (eds): *International Meeting of Young Researchers in Structural Geology and Tectonics, Oviedo, Spain, 1–3/07/2008, Programme and Extended abstracts*, pp. 391–395.
- KUTI L. 2008: Ahol a szél ki-be jár. — *Élet és Tudomány* 18, pp. 560–563.
- KUTI L., KALMÁR J., BAKACSI ZS., 2008: Agrogeológiai vizsgálatok a recens talajképződés egy érdekes színterén, a Bükk hegységi „vörös agyagon”. — *Talajvédelem. Különszám*, pp. 617–626.
- KUTI L., KALMÁR J., MÜLLER T., FÜGEDI U., SZENTPÉTERY I. 2008: Erdészeti beavatkozások fejlesztése az éghajlatváltozás káros hatásainak csökkentése érdekében, a természeti értékek megtartása mellett: Földtani vizsgálatok a mintaterületeken. — <http://www.erti.hu/temak.php?id=1&kn=gvp&fn=gvp> (2009. március 31.)
- LESS Gy., GAÁL L. 2008: Beretke (Bretka): Legalsó miocén (alsó-akvitáni, illetve legfelső egri), Bretkai Formáció. — *11. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés, Szögliget, 22–24/05/2008, Program, előadáskivonatok, kirándulásvezető*, pp. 36–37.
- LESS Gy., GAÁL L. 2008: Dernő (Drnava), Szörnyű-kút (Bleskovy Pramen): A Szilicei-takaró legfelső triász, valamint alsó- és középső-jura képződményei: Szörnyű-kúti, Kornalipi, Adnéti, Allgäui, Lekenyei és Ruhpoldingi Formációk. — *11. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés, Szögliget, 22–24/05/2008, Program, előadáskivonatok, kirándulásvezető*, pp. 31–33.
- LESS Gy., GAÁL L. 2008: Melléte (Meliata): A Melléteisorozat típussszelvénye: középső–felső-jura Mellétei Formáció, különböző triász és jura olisztolitikokkal. — *11. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés, Szögliget, 22–24/05/2008, Program, előadáskivonatok, kirándulásvezető*, pp. 33–35.
- LESS Gy., ÖZCAN, E., BÁLDINÉ BEKE M., KOLLÁNYI K. 2008: A Keleresderei (K–Törökország) szelvény középső–felső-oligocén nagyforaminifera-zónái. — *11. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés, Szögliget, 22–24/05/2008, Program, előadáskivonatok, kirándulásvezető*, pp. 15–16.
- LESS Gy., BÁLDI-BEKE M., PÁLFALVI S., FÖLDESSY J., KERTÉSZ B. 2008: New data on the age of the Recsk volcanics and of the adjacent sedimentary rocks. — In: FÖLDESSY, J., HARTAI, É. (eds): *Publications of the University of Miskolc, Series A, Mining. Geosciences. Recsk and Lahóca Geology of the Ore Complex* 73, pp. 57–84.
- LEVEINEN, J., KAJA, J., GAÁL, G., KORDIK, J., SZÓCS, T., TÓTH, Gy., BARTHA, A., HAVAS, G., BREZSNYÁNSZKY, K., MALIK, P., MICHALKO, J., BODIS, D., SLANINKA, I., SVASTA, J., KUN, E., PETHÓ, S., ÁCS, V. 2008: Water management of three Slovakian–Hungarian transboundary groundwater bodies. — *4. International Symposium on Transboundary Waters Management, Thessaloniki, Greece, 15–18/10/2008, Proceedings of extended abstracts*. <http://www.inweb.gr/twm4/abs/KAIJA%20Juha.pdf> (2009.04.07.)
- MAROS, Gy., ANDRÁSSY, L., ZIAHI SEBESS, L., MÁTHÉ, Z. 2008: Modelling the Boda Aleurolite Formation (BAF) based on core analyses using a laser-induced plasma spectrometer — *First Break* 26, pp. 143–152.
- MURÁTI J. 2008: Numerical heat transport modeling of the temperature profiles of the Danube river at Paks, Hungary. — *Bulletin d'Hydrogéologie* 22, pp. 147–149.
- MURÁTI, J., TÓTH, Gy. 2008: Coupled effects of geothermal doublets and deep garages on shallow groundwater

- system, Budapest capital city, Hungary. — *36th IAH Congress, Toyama, Japan, 26/10/2008–01/11/2008, Proceeding*, pp. 550–555.
http://www.ini.co.jp/IAH_proceedings/Oral/S31/S31_o/p237.pdf (2009.04.09.)
- MÜLLER P., MAGYAR I. 2008: A budai pannóniai képződmények. — *Földtani Közöny* 138 (4), pp. 345–354.
- NÁDOR, A., TÓTH-MAKK, Á., THAMÓ-BOZSÓ, E., BABINSZKI, E., MAGYARI, Á., KERCSMÁR, ZS. 2008: Tectonic vs. climatic controls on changes in sediment supply and storage: The Quaternary alluvial record of the central Pannonian Basin. — *33rd International Geological Congress, 6–14/08/2008, Oslo*. CD.
- NÁDOR A., GÁBRIS Gy., RUSZKICZAY-RÜDIGER Zs., HORVÁTH E., NAGY B., MAGYARI Á., BABINSZKI E. 2008: Advances in river system and environmental change research at the crossroad of Western and Eastern Europe — *FLAG (Fluvial Archives Group) Biennial Meeting, Budapest, Hungary, 3–7/09/2008, Excursion Guide*, p. 59.
- NÁDOR, A., GÁBRIS, Gy. 2008: Long-term fluvial archives in Hungary: response of the Danube and Tisza rivers to tectonic movements and climatic changes during the Quaternary: a review. — *FLAG Biennial Meeting, Budapest, Hungary, September 3–7, 2008, Abstract Book*, p. 5.
- NÉMETH, K., GOTH, K. MARTIN, U. CSILLAG, G. SUHR, P. 2008: Reconstructing Paleoenvironment, Eruption Mechanism and Paleomorphology of The Pliocene Pula Maar (Hungary). — *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 177 (2), pp. 441–456.
- OZSVÁRT P., †DOSZTÁLY L., KOVÁCS S. 2008: Új radiolária koradatok a Meliata-Maliák óceán felnyílásához. — *II. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés, Szögliget, 22–24/05/2008, Program, előadaskivonatok, kirándulásvezető*, p. 18.
- PAPP P. 2008: A bánya szive az érc (a XVII. Századi Selmec Marsigli-féle bemutatása alapján). — *Bányászattörténeti Közlemények* 2, pp. 3–24.
- PAPP P. 2008: Bányászélet, kultúra, hagyomány. — *Földrajzi Múzeumi Tanulmányok* 16, pp. 119–121.
- PAPP P. 2008: Utcák, terek, szobrok, emléktáblák... — *Természet Világa* 139 (II. különszám), pp. 82–86.
- PÁSZTOR, L., KUTI, L., SZABÓ, J., NÉMETH, T., BAKACSI, ZS. 2008: Mapping nitrate vulnerable zones in Hungary. — *5th EGU (European Geosciences Union) 5th General Assembly, Vienna, Austria, 13–18/04/2008*. — *Geophysical Research Abstracts* 10 (EGU2008–A–09242) <http://www.cosis.net/abstracts/EGU2008/09242/EGU2008-A-09242.pdf> (2009. 04.06.)
- PELIKÁN P. 2008: A Hór-völgy alsó szakaszának földtana. — In: BARÁZ Cs. (szerk.): *A Suba-lyuk barlang. Neander-völgyi ősember a Bükkben*. Bükki Nemzeti Park Igazgatósága, Eger, pp. 45–56.
- PELIKÁN P., FILIPOVIC, I., JOVANOVIĆ, D., SUDAR, M., PROTIC, L., HIPS K., KOVÁCS S., LESS Gy. 2008: A Bükki-terrénum (É-Magyarország), a Jadari-terrénum (ÉNy-Szerbia) és a Sana–Unai-terrénum (ÉNy-Bosznia) karbon, perm és triász rétegsorainak összehasonlítása. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2006*, pp. 59–75.
- PÉTERDI B., HORVÁTH T., SZAKMÁNY Gy. 2008: Balaton-öszöd (temetői dűlő) lelőhely késő rézkori kőszkeinek kőzettani vizsgálata. — In: SZAKÁLL S. (szerk.): *A Miskolci Egyetem Közleménye, A sorozat, Bányászat. Geotudományok. Alkalmazott ásvány- és kőzettan. Az ásványok és az ember a mai Magyarország területén a XVIII. század végéig. Fókuszban az ásványi anyag. Tudományos konferencia, Miskolc, 02/03/2008*. 74, pp. 249–250.
- PÉTERDI, B., SZAKMÁNY, Gy., JUDIK, K., DOBOSI, G., KASZTOVSKY, ZS. 2008: Petrographical and Geochemical Investigation of Griding Stones from Üllő 5. site Pest County, Hungary. — *International Symposium on Archaeometry, Siena, Italy, 12–16/05/2008, Program and Abstracts*, pp. 241–242.
- PETHŐ S., KUN É., ÁCS V., TÓTH Gy., SVASTA J. 2008: A numerikus hidraulikai modellezés szerepe a határ menti közös felszín alatti víztestek környezetállapotának és fenntartható használatának meghatározásában. — *15. Konferencia a felszín alatti vizekről, Balatonfüred, 26–27/03/2008*, p. [6.]
- PIROS O. 2008: Aggtelek, Baradla-völgy: Középső-triász, Wettersteini Formáció. — *II. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés, Szögliget, 22–24/05/2008, Program, előadaskivonatok, kirándulásvezető*, pp. 37–38.
- PIROS O., HIPS K., VELLEDETS F. 2008: Baradla-barlang, Jósvalói középtúra útvonal: Középső-triász, Gutensteini, Steinalmi és Wettersteini Formációk. — *II. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés, Szögliget, 22–24/05/2008, Program, előadaskivonatok, kirándulásvezető*, pp. 39–43.
- POROS Zs., MOLNÁR F., KOROKNAI B., LESPINASSE, M., MAROS Gy, BENKÓ Zs. 2008: Fluidzárványsíkok és repedésrendszerek vizsgálatának alkalmazása granitoid kőzetek repedezettségének fejlődéstörténeti rekonstrukciójában III.: A Bátaapáti (Üveghuta) radioaktív hulladéktároló telephely kutatófúrásaiban végzett vizsgálatok eredményei. — *Földtani Közöny* 138 (4), pp. 361–381.
- PÜSPÖKI, Z., KOZÁK, M., KOVÁCS-PÁLFFY, P., SZEPESI, J., MCINTOSH, R. W., KÓNYA, P., VINCZE, L., GYULA, G. 2008: Geochemical records of a bentonitic acid-tuff succession related to a transgressive system tract — indication of changes in the volcanic sedimentation rate. — *Clays and Clay Minerals* 56 (1), pp. 23–38.
- RUSZKICZAY-RÜDIGER, Zs., DUNAI, T., CSILLAG, G., FODOR, L., BADA, G., MÜLLER, P. 2008: Quaternary deflation in the western Pannonian Basin, Hungary — landforms dated using in situ produced cosmogenic ¹⁰Be. — *5th EGU (European Geosciences Union) General Assembly, Vienna, Austria, 13–18/04/2008*. — *Geophysical Research Abstracts* 10 (EGU2008–A–04665) <http://www.cosis.net/abstracts/EGU2008/04665/EGU2008-A-04665.pdf> (2009. 04. 08.)
- RUSZKICZAY-RÜDIGER, Zs., FODOR, L., BADA, G., DUNAI, T.,

- CSILLAG, G., BRAUCHER, R., MÜLLER, P. 2008: Cosmogenic ^{10}Be ages support long lasting Quaternary deflation as a possible origin of the linear valley network in the Western Pannonian Basin. — In: NÉMETH, Z., PLASIENKA, D. (eds): *SlovTec 08: 6th Meeting of the Central European Tectonic Studies Group (CETeG) & 13th Meeting of the Czech Tectonic Studies Group (CTS), Upholav, Slovakia, 23–26/04/2008, Proceedings and Excursion Guide*. State Geological Institute of Dionyz Stur, Bratislava, pp. 116–117.
- SEBE, K., CSILLAG, G., KONRÁD, Gy. 2008: The role of neotectonics in fluvial landscape development in western Mecsek Mountains and related foreland basins (SE Transdanubia, Hungary). — *Geomorphology* 102 (1. Impact of Active Tectonics and Uplift on Fluvial Landscapes and Drainage Development), pp. 55–67.
- SINGH, V., TANDON, S. K., SINGH, V., MUKUL, M., THAMÓBOZSÓ, E. 2008: Geometry and development of the Jhajara thrust: An example of neotectonic activity in the Pinjaur Dun, NW Himalaya. — *Current Science*, 94 (5) pp. 623–628.
- SOLT P., DON Gy., FEGYVÁRI T. 2008: Telkibánya környéki újabb bányakutatások. — *Bányászati–Kohászati és Földtani Konferencia, Nagyszeben, Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, 3–6/04/2008, Poszter*, pp. 234–235.
- SOMODY A., JORDÁN Gy., SZILÁGYI G. 2008. Surface water and groundwater hydrology and hydrochemistry in the Recsk Mining Area. — In: FÖLDESSY, J., HARTAI, É. (eds): *Publications of the University of Miskolc, Series A, Mining. Geosciences. Recsk and Lahóca Geology of the Ore Complex* 73, pp. 193–226.
- SÜTŐ Z.-NÉ, SZEGŐ É. (2008): Szervesvázú mikroplankton vizsgálatok az erdélyi-medencei marosorbói (Oarba de Mures) szarmata és pannóniai határsztratotípus rétegeiből. — *Földtani Közlemény* 183 (3), pp. 279–295.
- SZENTPÉTERY I., KERÉK B. 2008: Gondolatok a termőföld energetikai célú hasznosításával kapcsolatban — <http://www.bitesz.hu/altalanos-energetika/gondolatok-a-termofold-energetikai-celu-hasznositasaval-kapcsolatban.html> (2009. 04. 06.)
- SZILASSI P., JORDÁN Gy., VAN ROMPAEY A., VAN DESSEL W. 2008: A területhasználat változás és a vízminőség közti kapcsolat vizsgálata idősor analízis segítségével egy Balaton-felvidéki kisvízgyűjtő példáján. — In: SZABÓ V., OROSZ Z., NAGY R., FAZEKAS I. (szerk.): *4. Magyar Földrajzi Konferencia, Debrecen, 14–15/11/2008*. [k.n.], Debrecen, pp. 246–251.
- SZILASSI P., KOVÁCS F., JORDÁN Gy., VAN ROMPAEY A., VAN DESSEL, W. 2008: A területhasználat változás geoinformatikai módszerekkel történő elemzése a Balaton vízgyűjtőjén. — In: CSIZMA P., DUBLINSZKI-BODA B. (szerk.): *Tájökológiai Kutatások a 3. Magyar Tájökológiai Konferencia kiadványa, Budapest, 8–10/05/2008*. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest, pp. 351–357.
- SZÓCS, T., TÓTH, Gy., HORVÁTH, I. 2008: Using stable isotope data to characterise flow systems in the Pannonian Basin, Hungary. — In: REFSGAARD, J. C., KOVAR, K., HAARDER, E., NYGAARD, E. (eds): *Calibration and Reliability in Groundwater Modelling: Credibility of Modelling*. IAHS Press, Wallingford, Oxfordshire. — *IAHS Publication 320*, pp. 131–136.
- SZÓCS, T., HORVÁTH, I., BARTHA, A., BERTALAN, É., BALLÓK, M., HORVÁTH, E. 2008: Speciation studies in understanding high As-content in ground water. — *Mineralogical Magazine* 72 (1), pp. 507–511.
- SZÓCS, T., HORVÁTH, I., BARTHA, A., BERTALAN, É., TÓTH, Gy., BALLÓK, M., HORVÁTH, É. 2008: Genesis of the high arsenic content of shallow groundwater in young basins. — *36th IAH Congress, Toyama, Japan, 26/10/2008–01/11/2008, Proceeding*, pp. 220–227. http://www.lni.co.jp/IAH_proceedings/Oral/S13/S13_o/p049.pdf (2009. 04. 07.)
- SZÓCS, T., HORVÁTH, I., BARTHA, A., BERTALAN, É., TÓTH, Gy., BALLÓK, M., HORVÁTH, É. 2008: High Arsenic content of shallow groundwater in young basins. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* 72(12S). *Special Supplement. (Awards Ceremony Speeches and Abstracts of the 18th Annual V. M. Goldschmidt Conference, Vancouver, Canada, July, 2008)*, p. A923.
- SZÓCS T., HORVÁTH I., BARTHA A., KORDÍK, J., MICHALKO, J., BODIS, D., SLANINKA, I. 2008: Magyar–Szlovák felszín alatti víztestek értékelése a vízgyűjtő-gazdálkodás támogatására (ENWAT). Víz-geokémiai felmérés és vízminőségi értékelés. — *FAV Konferencia, Balatonfüred, 25–26/03/2008*.
- TCHISTIAKOV, A., BALLOFET, E., HANSEN, M., ROTÁR-SZALKAI, Á., CAPOVA, D., MALIK, P., PALUMBO, A., SCHUBERT, G., THEELEN, J., RODRÍGUEZ, J. 2008: eWater — multilingual cross-border access to ground water databases. — *5th EGU (European Geosciences Union) General Assembly, Vienna, Austria, 13–18/04/2008*. — *Geophysical Research Abstracts* 10 (EGU2008–A–09400) <http://www.cosis.net/abstracts/EGU2008/09400/EGU2008-A-09400.pdf> (2009. 04. 06.)
- TCHISTIAKOV, A., SCHUBERT, G., ARUSTIENE, J., ASFIRANE, F., ASMAN, M., BALLOFET, E., BELICKAS, J., BERKA, R., BERTRAND, F., CAPOVA, D., CENTINEO, M. C., DANIELS, P., DIAS, E., DUMONT, B., FRUITIER, S., GARGULAK, M., HANSEN, M., HEDLUND, F., HEGER, H., HEIRMAN, A., HEYLEN, C., JELLEMA, J., JURACIC, P., KOLLMANN, W., KOMAC, M., KRIJN, N., LAGARDE, P., BRAVO, J. L., LUKACIK, E., MALIK, P., MCCARTHY, J., MIZAK, J., MURNIKOVA, A., NAGY, P., PALUMBO, A., PRESTOR, J., RASMUSSEN, V., RODRÍGUEZ, J., ROTÁR-SZALKAI, Á., SEVERI, P., SINIGOJ, J., SVASTA, J., THEELEN, J., URBAN, S., WINCKEL, A. 2008: eWater: the European distributed hydrogeological information system. — In: MARSCHALLINGER, R., WANKER, W. (eds): *Computeranwendungen in Hydrologie, Hydrogeologie und Geologie. Beiträge zur COG–Fachtagung Salzburg 2007*. Wichmann, Heidelberg, pp. 47–50.
- THAMÓNÉ BOZSÓ E., BALOGHNÉ BOZSÓ J. 2008: A fehérvárcsurgói üveghomok bányászati és ásvány-kőzettani

- jellemzői. — In: SZAKÁLL S. (szerk.): *A Miskolci Egyetem Közleménye, A sorozat, Bányászat. Geotudományok. Alkalmazott ásvány- és kőzetan. Az ásványok és az ember a mai Magyarország területén a XVIII. század végéig. Fókuszban az ásványi anyag. Tudományos konferencia, Miskolc, 02/03/2008*, 74, pp. 251–253.
- THAMÓ-BOZSÓ, E., Ó. KOVÁCS, L. 2008: Changes in Quaternary fluvial transport directions in the Mid-Hungarian Plain based on statistical analysis of detrital heavy mineral composition of sands. — *FLAG (Fluvial Archives Group) Biennial Meeting, Budapest, Hungary, 3–7/09/2008, Excursion Guide*, p. 19.
- THAMÓ-BOZSÓ, E., CSILLAG, G., FODOR, L., MÜLLER, P. M., NAGY, A. 2008: OSL age data to Quaternary landscape evolution in the forelands of Vértes Hills (Hungary). — *12th International Conference on Luminescence and Electron Spin Resonance Dating (LED 2008), Peking University, Beijing, China, 18–22/09/2008, Programme and Abstracts*, p. 152.
- TÓTH GY., GONDÁRNÉ SÓREGI K., SZÓCS T., MALIK, P., LEVEINEN J., KAJIA J. 2008: A szlovák–magyar határmenti közös felszín alatti víztestek értékelésének koncepciója és eredményei. — *15. Konferencia a felszín alatti vizekről, Balatonfüred, 26–27/03/2008*, p. [5.]
- UHRIN, A., CSILLAG, G., SZTANÓ, O. 2008: Pliocene rivers in the southeastern foreland of Vértes Hills. — *FLAG (Fluvial Archives Group) Biennial Meeting, Budapest, Hungary, 3–7/09/2008, Excursion Guide*, p. 15.
- UNGER Z. 2008: 160 éves a Magyarhoni Földtani Társulat. — *10. Székelyföldi Geológus Találkozó: Neogén–Kvarter vulkanizmus a Kelemen–Gögyényi–Hargita vonulatban. Csíkszereda, 23–26/10/2008, Abstracts volume. Pro Geologia Egyesület, Csíkszereda*, pp. 22–23.
- UNGER Z. 2008: Az etyeki borvidék (több mint) madártávlatból. — *Borbarát* 13 (2), pp. 6–13.
- UNGER Z., SÍKHEGYI F. 2008: A távérzékelés szerepe a földtani kutatásban. — *Természet Világa* 139 (II. különszám), pp. 69–73.
- UNGER Z., TIMÁR G. 2008: Morfológiai sajátosságok szerkezetföldtani jelentősége Szeben város térségben. — *Bányászati–Kohászati és Földtani Konferencia, Nagyszében, Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, 3–6/04/2008*, p. 220.
- UNGER Z., TIMÁR G., ZÓLYA L. 2008: Távérzékelés szerepe a Székelyföld morfológiájának értékelésében. — *10. Székelyföldi Geológus Találkozó: Neogén–Kvarter vulkanizmus a Kelemen–Gögyényi–Hargita vonulatban. Csíkszereda, 23–26/10/2008, Abstracts volume. Pro Geologia Egyesület, Csíkszereda*, p. 53.
- VAN DESSEL, W., VAN ROMPAEY, A., POELMANS, L., SZILASSI, P., JORDÁN, GY., CSILLAG, G. 2008: Minimum data accuracy of land cover maps for land cover change modelling. — *Landscape Ecology* 23, pp. 645–656.
- VAN VLIET LANOE, B., HIBSCH, C., CSONTOS, L., JEGOUZZO, S., HALLÉGUET, B., LAURENT, M., MAGYARI, Á., MERCIER, D., VOINCHET, P. 2008: Seismically induced shale diapirism: the Mine d’Or section, Vilaine estuary, Southern Brittany. — *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)*
- VATAI, J., SZENTPÉTERI, I., KUTI, L., KERÉK, B. 2008: Connection between the nitrate sensitivity and vulnerability of water and between the geological environment. — *5th EGU (European Geosciences Union) 5th General Assembly, Vienna, Austria, 13–18/04/2008. — Geophysical Research Abstracts 10 (EGU2008-A-07675) http://www.cosis.net/abstracts/EGU2008/07675/EGU2008-A-07675.pdf (2009. 04.06.)*
- VETŐ I. 2008: A jégbe zárt metán és a globális felmelegedés. — *Természet Világa* 139 (II. különszám), pp. 23–24.
- VICZIÁN, I. 2008: Mineralogy of red clays in SE Transdanubia, Hungary: comparison with similar Carpathian and Dinaric formations. — *4th Mid-European Clay Conference (MECC’08), Zakopane, 22–27/09/2008, Abstracts. — Mineralogia – Special Papers (MSP) 33, p. 172. http://www.ptmin.agh.edu.pl/mpsp30/mpsp33.pdf (2009. 04. 08.)*

A MAGYAR ÁLLAMI FÖLDTANI INTÉZET MUNKATÁRSAINAK 2008. ÉVI ELŐADÁSAI

- BALLOFET, E., TCHISTIAKOV, A., JELLEMA, J., HANSEN, M., FRUIJTIER, S., VAN EXEL, M., THEELEN, E., HEIRMAN, A., RODRIGUEZ, D. J., CAPOVA, D., BELICKAS, J., POZINGIS, A., MURNIKOVA, A., ARUSTIENE, J., SCHUBERT, G., ROTÁR-SZALKAI, Á., NAGY, P., SINIGOJ, J., PALUMBO, A., MALIK, P., ASMAN, M. 2008: eWater, the european multilingual ground water information system. — *Proceedings of the 13th IWRA World Water Congress, Montpellier, France, 1–4/09/2008*.
- BATISTA, M. J., JORDÁN GY. 2008: Inventory and Contamination Risk Assessment of Abandoned Mining Sites in the European Union — *EuroGeoSurveys Geochemistry Expert Group Meeting, Berlin, Germany, 5–8/03/2008*.
- BERTALAN, É., BARTHA, A., HORVÁTH, E., BALLÓK, M., SZÓCS, T., HORVÁTH, I. 2008: Speciation analysis of arsenic in shallow groundwaters from Hungary by plasma petrochemical methods. — *13. Italian–Hungarian Symposium on spectrochemistry: environmental contamination and food safety, Bologna, Italy 20–24/04/2008*.
- CSERNY T. 2008: A Balaton és környezetének sajátosságai földtani és limnogeológiai kutatások tükrében. — *Theodora Nyári Egyetem, Kékkút, 14/06/2008*.
- CSERNY T. 2008: „Nélkülözhetetlen természeti értékünk: a felszín alatti víz” poszter. — *Földtudományos forgatag, Budapest, Magyar Természettudományi Múzeum, 17–20/04/2008 és MTA, 03–11/11/2008*.
- DÉNES GY., GYURICZA GY., VÉGH Zs. 2008: A Meteor Barlangkutató Szakosztályának 50 éves tevékenysége. — *A Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat jubileumi ülése, Budapest, 2008. november*.

- DÖVÉNYI P., TÓTH GY. 2008: A Kárpát-medence geotermikus és hévízföldtani adottságai (a hasznosítások szemszögéből). — *4. kisteleki szakmai fórum, 26/02/2008.*
- EDELÉNYI E., JORDÁN GY. 2008: Földtani térképezés és 3D digitális térmodellezés termélvizek regionális hidrogeológiai modellezéséhez. — *Magyar Hidrológiai Társaság Szekcióülése, Kehidakustány, 04/12/2008.*
- FÓRIZS I., DEÁK J., MÜLLER P., LORBERER Á., TÓTH GY. 2008: A többlet széndioxid eredete a budapesti termálkarsztvízrendszerben. — *15. Konferencia a felszín alatti vizekről, Balatonfüred, 26–27/03/2008.*
- FÜGEDI U., VERMES J., SZURKOS G. 2008: Arzénterhelés Magyarország felszíni képződményeiben és ennek kialakulása. — *Arzén Geokémiai Viselkedése Ankét, Budapest, 18/11/2009 November 18, Budapest.*
- FÜGEDI U., HORVÁTH I., JORDÁN GY., ÓDOR L. 2008: Arzén szennyezés bányászati meddőhányók alatt. — *Arzén Geokémiai Viselkedése Ankét, Budapest, 18/11/2009 November 18, Budapest.*
- GÁL B., SCHAREK P. 2008: Okoz-e környezeti kárt a Duna elterelése a Szigetközben? — *Pannon Tudományos Nap, Nagykanizsa, MTA és VEAB ülése, 15/10/2008.*
- GÁL B., SZÓCS T., HORVÁTH I., BARTHA A., KORDIK, J., MICHALKO, J., BODIS, D., SLANINKA, I. 2008: A magyar-szlovák határmenti közös felszín alatti víztestek környezetállapot felmérésének vízgeokémiai eredményei. — *14. Nemzetközi Környezetvédelmi és Vidékfejlesztési Diákkonferencia, Szolnok, 02–04/07/2008.*
- GÁL N. 2008: Piliscsaba és térsége vízellátási kérdései. — *Piliscsaba, 30/09/2008.*
- GYURICZA GY.: Környezetföldtani minősítési problémák beépített és beépítetlen területeken. — *Magyarhoni Földtani Társulat Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztályának előadóülése, Budapest, 2008. május.*
- GYURICZA GY., SZURKOS G., ZSÁMBOK I. 2008: Budapest kerületeinek környezetföldtani térképsorozata: Bp. XI. ker. Dobogó–Kamaraerdei Fejlesztési Terület. — *Mérnökgeológia–Közetmechanika konferencia, Budapest, BME, 26/11/2008.*
- HÁLA J. 2008: Bárth János Űz-völgyi magyarok c. könyvének bemutatása. — *Magyar Néprajzi Társaság, 16/04/2008.*
- HÁLA J. 2008: Lukács László a tisztas ipar emlékei c. könyvének bemutatása. — *Magyar Néprajzi Társaság, 16/01/2008.*
- HÁLA J. 2008: A marosvásárhelyi Mentor Kiadónál megjelent könyveim (Hogyan gyűjtöttek elődeink?; Kőpénzek; Kalotaszeg vázlata) bemutatása a kiadó jubileumi rendezvényein. — *Krizsa János Néprajzi Társaság, Kolozsvár, Marosvásárhely, 22–24/02/2008.*
- HÁLA J. 2008: Gyógyforrások, szent kutak és búcsújáró helyek a Garam és az Ipoly mentén. — *Bernecebaráti Napok, Bernecebaráti, Huszár-kastély, 16/08/2008.*
- HÁLA J. 2008: A magyar pálinka néprajzáról. — *A magyar pálinka c. konferencia, Miskolc, Herman Ottó Múzeum, 10/11/2008.*
- HÁLA J. 2008: Semsey Andor, a magyar néprajztudomány mecénása. — *Semsey Andor emlékkonferencia, Budapest, MTA, 07/05/2008.*
- HÁLA J. 2008: Semsey Andor, a magyar néprajztudomány mecénása. — *Semsey Andor-emlékülés, Balmazújváros, 14/11/2008.*
- HERNANDEZ-SILVA, G., SCHAREK P., BARTHA A., MEJIA-PÉREZ CAMPOS, E., HERRERA-MUÑOZ, A., TULLNER T., MERCADO-SOTELO, I., VASSALLO-MORALES, L. 2008: Contenido de mercurio total en huesos de individuos prehispánicos restacados del sitio arqueológico de Toluquilla, Qro. — *Reunión anual 2008 de Unión Geofísica Mexicana, Puerto Vallarte, 26–31/10/2008.*
- HERNANDEZ-SILVA, G., SCHAREK P., BARTHA A., SOLORIO-MUNGUÍA, G., TULLNER T., KRISTÓF D., SOLIS-VALDEZ, S., VASSALLO-MORALES, L. 2008: Distribución espacial de Hg total en diferentes usos del suelo al sur de la Sierra Gorda de Querétaro — *Reunión anual 2008 de Unión Geofísica Mexicana, Puerto Vallarte, 26–31/10/2008.*
- HORVÁTH É., BARTHA A., BERTALAN É., BALLÓK M., SZÓCS T., HORVÁTH I. 2008: Analitikai módszerek fejlesztése talajvizek arzéntartalmának és arzénmódosulatainak meghatározására — *51. Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlés, Nyíregyháza, 30/06/2008–02/07/2008.*
- HORVÁTH I., TÓTH GY. 2008: Termálvizeink geokémiája. — *Tudomány ünnepe, Szakülés a hévízeokről.*
- JORDÁN, GY. 2008: Definitions, Terminology for the Purpose of the AP TG Work. — *ICPDR Accident Prevention Task Group (AP TG) Meeting, Chiniua, Moldova, 27–29/02/2008.*
- JORDÁN, GY. 2008: Geochemical Mapping of Contamination in the Danube Basin for ICPDR (Int'l Commission for the Protection of the Danube River). — *Euro-GeoSurveys Geochemistry Expert Group Meeting, Berlin, Germany, 5–8/03/2008.*
- JORDÁN, GY. 2008: Modelling of Sediment Transport on Floodplains by Means of Time Series Analysis and Digital Terrain Modelling. — *EU FP7 AquaTerra Project Seminar, Vienna, Austria, BOKU University, 21/10/2008.*
- JORDÁN, GY. 2008: Utilisation of EuroGeoSurveys European Geochemical Atlas and Geological surveys National Geochemical Maps to the Benefit of ICPDR. — *ICPDR Accident Prevention Task Group (AP TG) Meeting, Chiniua, Moldova, 27–29/02/2008.*
- JORDÁN, GY., FÜGEDI U., KUTI L. 2008: Multi-scale Environmental Geochemical Mapping and Modelling in Hungary: Results, On-Going Efforts, and Prospects for Trans-Boundary Collaboration. — *30 Jahre Angewandte Geochemie in Österreich: Von der Prospektionsgeochemie zur Angewandten Umweltgeochemie: Fachsymposium, Wien, 6–7/11/2008.*
- JORDÁN, GY., GERZABEK, M., LAIR, G., ZEHETNER, F. 2008: Multi-scale temporal modelling of sediment dynamics and transport on floodplains. The Donau-Auen case study, Austria. — *EUROSOIL 2008: Soil – Society – Environment, Vienna, Austria, 25–29/08/2008.*
- JORDÁN GY., SZILASSI P., VAN ROMPAEY A., VAN DESSEL W.

- 2008: Területhasználat változások hatása vízgyűjtők hidrológiai és vízminőség dinamikájára: numerikus modellezés Balaton-felvidéki vízgyűjtőn. — *3. Magyar Tájökológiai Konferencia, Budapest, BCE Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszék, 8–10/05/2008.*
- KALMÁR J., KUTI L., FÜGEDI U., MÜLLER T. 2008: Földtani megfigyelések a mintaterületeken. — „Erdészeti beavatkozások fejlesztése az éghajlatváltozás káros hatásainak csökkentése érdekében, a természeti értékek megtartása mellett” beszámoló ülés, Nagykovácsi, 20/02/2008.
- KALMÁR J., MÜLLER T., SZENTPÉTERY I., KERÉK B., FÜGEDI U. 2008: Talaj, alapkőzet, ágyazati kőzet, talajvíz és az erdő — „Erdészeti beavatkozások fejlesztése az éghajlatváltozás káros hatásainak csökkentése érdekében, a természeti értékek megtartása mellett” beszámoló ülés, Nagykovácsi, 20/02/2008.
- KECSKÉS G., SZURKOS G. 2008: Budapest közműgeotechnikai térképsorozata. — *Mérnökgeológia–Kőzetmechanika Konferencia, Budapest, BME, 07/11/2008.*
- KERÉK, B., SZENTPÉTERY, I., KUTI, L., VATAI, J., KALMÁR, J. 2008: Studying the role of soil parent rocks from an agriculture point of view. — *33rd International Geological Congress, 6–14/08/2008, Oslo.*
- KÓNYA P. 2008: A nátrólitcsoport zeolitjainak ásványkémiaja Balaton-felvidéki példákön. — *A Magyarhoni Földtani Társulat Alföldi Területi Csoport és a MTA Debreceni Akadémiai Bizottság Környezetföldtani és Paleoökológiai Munkabizottság által szervezett előadóülés, Debrecen, 12/12/2008.*
- KORDOS L. 2008: A 2008. év jelentős tudományos eredményei (benne Rudabánya). — *Magyar Televízió, Delta, 28/12/2008.*
- KORDOS L. 2008: Az 50 éves MKBT és a Földtani Intézet. — *50 éves MKBT ünnepség üdvözlése, Budapest, MÁFI, 07/11/2008.*
- KORDOS L. 2008: Baltavár lelőhely bemutatása. — *Természettudományos Múzeológusok Találkozója, Bérbalta-vár, 29/08/2008.*
- KORDOS L. 2008: A bátaszéki algútomlásról. — *Klub Rádió, 28/07/2008.*
- KORDOS L. 2008: Bátaszékről. — *Kossuth Rádió, „Déli Krónika”, 13/08/2008.*
- KORDOS L. 2008: Climatic and environmental changes in the past. — *Climate change: challenge for the training of applied plant scientists Symposium and Training Course I. Facts and Fictions, Martonvásár, 29/10/2008.*
- KORDOS L. 2008: Emberré lettünk. — *Duna TV, „Mindentudás Egyeteme, Mesterkurzus”, 15/04/2008.*
- KORDOS L. 2008: Emberré lettünk. — *Föld Éve rendezvény, Veszprém, MTA, 29/04/2008.*
- KORDOS L. 2008: A fenntartható fejlődés mítosza. — *RC Budapest-Budavár, 26/03/2008.*
- KORDOS L. 2008: A Föld keletkezésétől az emberig. — *Kecskemét, Planetárium, 30/12/2008.*
- KORDOS L. 2008: A Föld Napjáról. — *Katolikus Rádió, 26/04/2008.*
- KORDOS L. 2008: A Föld Napjáról. — *Q-Rádió, 21/04/2008.*
- KORDOS L. 2008: A Föld Napjáról. — *TV2, 22/04/2008.*
- KORDOS L. 2008: Föld Bolygó Nemzetközi Éve. — *Magyar Televízió, „Delta”, 24/02/2008.*
- KORDOS L. 2008: Kihaltak, vagy közös ősök? A legújabb rudabányai emberszabású leletek. — *MTA X. Osztály ülése, Budapest, MÁFI Díszterem, 25/11/2008.*
- KORDOS L. 2008: Környezetváltozás a múltban és a jelenben. — *Természettudományos Múzeológusok Találkozója, Szombathely, 27/08/2008.*
- KORDOS L. 2008: Lillafüred és az ősemberkutató. — *Pávai Vajna Ferenc emlékülés, Lillafüred, 05/05/2008.*
- KORDOS L. 2008: A Magyar Állami Földtani Intézet a társadalomért. — *HUNGEO 2008 magyar földtudományi szakemberek 9. Világtalálkozója, Budapest, 21/08/2008, ELTE.*
- KORDOS L. 2008: Magyarország 7 természeti csodája. — *MTV2, „Zöld 7-es”, 08/03/2008.*
- KORDOS L. 2008: OneGeology. — *Info Rádió, 03—05/11/2008.*
- KORDOS L. 2008: OneGeology. — *Kossuth Rádió, „Szonda”, 09/11/2008.*
- KORDOS L. 2008: Az ősemberről. — *Q-Rádió, 26/05/2008.*
- KORDOS L. 2008: Az ősmaradványokról — másképpen. — *RC Budapest-Budavár, 12/11/2008.*
- KORDOS L. 2008: Pávai Vajna Ferenc és Lillafüred. — *Pávai Vajna Ferenc emlékmű avató beszéde, Lillafüred, 08/11/2008.*
- KORDOS L. 2008: Portréműsor Kordos Lászlóról. — *MTV2 „Záróra”, 19/03/2008.*
- KORDOS L. 2008: A rudabányai ásatásról. — *Magyar Rádió (MRI), „180 perc, reggeli híradó”, 28/07/2008.*
- KORDOS L. 2008: A rudabányai ásatásról. — *Magyar Rádió (MRI), „Esti Krónika”, 23/07/2008.*
- KORDOS L. 2008: A rudabányai ásatásról. — *Miskolci Televízió (MTV1), 09/07/2008.*
- KORDOS L. 2008: A rudabányai ásatásról. — *Nyíregyházi Rádió, 19/07/2008.*
- KORDOS L. 2008: A rudabányai ásatásról. — *Szent István Rádió, Eger, 17/07/2008.*
- KORDOS L. 2008: A rudabányai leletekről. — *Klub Rádió, 21/08/2008.*
- KORDOS L. 2008: A rudabányai ősmajmok. — *Rudabánya várossá avatási ünnepsége, Rudabánya, Múzeum, kiállítás ismertetés, 06/09/2008.*
- KORDOS L. 2008: Rudabányai ősmajmokról. — *Felsőtelekes, 03/05/2008.*
- KORDOS L. 2008: Rudabányáról. — *Corvinus Rádió, 09/08/2008.*
- KORDOS L. 2008: Semsey Andor és a Földtani Intézet. — *Semsey Andor emlékkonferencia, Budapest, MTA, 07/05/2008.*
- KORDOS L. 2008: Semsey Andor és a Földtani Intézet. — *Semsey Andor emlékülés, Balmazújváros, 14/11/2008.*
- KORDOS L. 2008: Új mamutleletek. — *RTL TV, 10/09/2008.*
- KORDOS L. 2008: Az új rudabányai leletekről. — *MTV, „Delta”, 30/08/2008.*

- KORDOS L. 2008: Az újabb rudabányai ősmajom leletek. — *11. Rudabányai Múzeumi Nap, Rudabánya, 17/09/2008.*
- KOVÁCS-PÁLFFY P., MUSKE J., FÖLDVÁRI M., KÓNYA P., KÁKAY-SZABÓ O., HOMONNAY Z., SHIRO KUBUKI, RÉVAY ZS. 2008: Egy ásvány vége: A monsmedit története. — *A Magyarhoni Földtani Társulat Alföldi Területi Csoport és a MTA Debreceni Akadémiai Bizottság Környezetföldtani és Paleoökológiai Munkabizottság által szervezett előadóülés, Debrecen, 12/12/2008.*
- KUTI L., KALMÁR J., BAKACSI ZS. 2008: Agrogeológiai vizsgálatok a recens talajképződés egy érdekes színterén, a Bükk hegységi „vörös agyagon”. — *Talajtani Vándorgyűlés, Nyíregyháza, 28–29/05/2008.*
- KUTI L., SZENDREINÉ KOREN E., KALMÁR J., SZALAI S. 2008: Magyarországi barna erdőtalajok alapkőzet és talajtani problémái a klímaváltozás jegyében. — *Országos Erdészeti Egyesület (OEE) 139. Vándorgyűlése, Debrecen, 11–12/07/2008.*
- KUTI L., KERÉK B., SZENTPÉTERY I., VATAI J., MÜLLER T. 2008: Klímaváltozás és talajképződés. — *„Klímakiállítás” című rendezvény, Budapest, Magyar Természettudományi Múzeum, 16/11/2008.*
- LEVEINEN, J., KAJA, J., GAÁL, G., KORDIK, J., SZŐCS, T., TÓTH, GY., BARTHA, A., HAVAS, G., BREZSNYÁNSZKY, K., MALIK, P., MICHALCO, J., BODIS, D., SLANINKA, I., SVASTA, J., KUN, E., PETHŐ, S., ÁCS, V. 2008: Water management of three Slovakian–Hungarian transboundary groundwater bodies. — *4. International Symposium on Transboundary Waters Management, Thessaloniki, Greece, 15–18/10/2008.*
- MURÁTI, J., TÓTH, GY. 2008: Coupled effects of geothermal doublets and deep garages on shallow groundwater system, Budapest capital city, Hungary. — *36th IAH Congress, Toyama, Japan, 26/10/2008–01/11/2008.*
- PÉTERDI, B., SZAKMÁNY, GY., JUDIK, K., DOBOSI, G., KASZTOVSZKY, ZS. 2008: Petrographical and Geochemical Investigation of Grinding Stones from Üllő 5. site Pest County, Hungary. — *International Symposium on Archaeometry, Siena, Italy, 12–16/05/2008.*
- PETHŐ S., KUN É., ÁCS V., TÓTH GY., SVASTA J. 2008: A numerikus hidraulikai modellezés szerepe a határ menti közös felszín alatti víztestek környezetállapotának és fenntartható használatának meghatározásában. — *15. Konferencia a felszín alatti vizekről, Balatonfüred, 26–27/03/2008.*
- PRÓNAY ZS., CSERNY T. 2008: A vízi geofizikai mérések lehetőségei és eredményei. — *MFT Közép- és Észak-Magyarországi Területi Szolgálat, Veszprém, 11/12/2008.*
- ROTÁRNÉ SZALKAY Á., NAGY P., TULLNER T. BALLOFFET E., AREVALO J. R., ARUSTIENE J., ASMAN M., CAPOVA D., HANSEN M., JELLEMA J., TCHISTIakov A.A., SEVERI P, SINIGOJ J., P. MALIK, G. SCHUBERT 2008: Többnyelvű határokon átnyúló hozzáférhetőség a felszín alatti vizek adatbázisaihoz. — *IAH MNT, Sopron, 03/10/2008.*
- SCHAREK P. 2008: 1:100 000-es digitális mérnökgeológiai térképváltozatok bemutatása. — *Előadás a Magyarhoni Földtani Társulatban, 19/05/2008.*
- SCHAREK P. 2008: 2007. évi szigetközi és régiógeológiai munkák eredményei. — *MÁFI Beszámoló ülés, 04/03/2008.*
- SCHAREK P. 2008: A Szigetközi Földtani Monitoring eredményei. — *MTA Szigetközi Munkacsoport, Beszámoló a KvVM Vízügyi szakállamtikára előtt, 31/01/2008.*
- SCHAREK P., HERNANDEZ-SILVA, G. 2008: Mercury and Arsenic: Impact in Man and Nature at south of Sierra Gorda, Qro. Mexico. — *Előadások Budapesten, Gödöllőn, Miskolcon, 6–16/10/2008.*
- SZILASSI P., JORDÁN GY., VAN ROMPAEY A., VAN DESSEL W. 2008: A területhasználát változás és a vízminőség közti kapcsolat vizsgálata idősor analízis segítségével egy Balaton-felvidéki kisvízgyűjtő példáján. — *Magyar Földrajzi Konferencia, Debrecen, 14–15/11/2008.*
- SZILASSI P., KOVÁCS F., JORDÁN GY., VAN ROMPAEY, A., VAN DESSEL, W. 2008: A területhasználát változás geoinformatikai módszerekkel történő elemzése a Balaton vízgyűjtőjén. — *3. Magyar Tájökológiai Konferencia, Budapest, 8–10/05/2008.*
- SZŐCS T. 2008: Amit a felszín alatti vizeinkről tudni érdemes. — *Földtudományos forgatag, Budapest, Magyar Természettudományi Múzeum, 17–20/04/2008.*
- SZŐCS T. 2008: Beszámoló a 12. Víz-közet kölcsönhatás konferenciáról és a Jangce, Három Szoros tanulmányútról. — *Hidrológiai Társulat, Budapest, 26/02/2008.*
- SZŐCS T. 2008: Felszín alatti víztestekre jellemző természetes határértékek. — *KvVM Szakmai továbbképzés. Aktuális felszín alatti vízgyűjtő-gazdálkodási és vízvédelmi szabályozási és végrehajtási feladatok, Siófok, 07–09/10/2008.*
- SZŐCS, T., KORDÍK, J. 2008: Hydrogeochemical evaluation. — *INTERREG projekt zárókonferencia, Budapest, 10/04/2008.*
- SZŐCS, T., HORVÁTH, I., BARTHA, A., BERTALAN, É., BALLÓK, M., HORVÁTH, É. 2008: Speciation studies in understanding high As content in ground water. — *GES8 Konferencia. 8. Geochemistry of the Earth Surface, London, 2008. augusztus.*
- SZŐCS, T., HORVÁTH, I., BARTHA, A., BERTALAN, É., TÓTH, GY., BALLÓK, M., HORVÁTH, É. 2008: Genesis of the high arsenic content of shallow groundwater in young basins. — *36th IAH Congress, Toyama, Japan, 26/10/2008–01/11/2008.*
- SZŐCS T., HORVÁTH I., BARTHA A., KORDÍK, J., MICHALCO, J., BODIS, D., SLANINKA, I. 2008: A magyar–szlovák felszín alatti víztestek értékelése a vízgyűjtő-gazdálkodás támogatására (ENWAT). Vízgeokémiai felmérés és vízminőségi értékelés. — *FAV Konferencia, Balatonfüred, 25–26/03/2008.*
- SZŐCS T., BARTHA A., BERTALAN É., BALLÓK M., HORVÁTH I., NOVÁK B., HORVÁTH É, BITSKEY J. 2008: Talajvizek nagy arzéntartalmának eredete fiatal medencékben és annak analitikai aspektusai. — *„Az arzén geokémiai szerepe” című előadói ankét, Budapest, MTA GKL, 11/11/2008.*
- SZURKOS G. ZSÁMBOK I. 2008: Budapest településföldtani térképezése. — *Magyarhoni Földtani Társulat Mérnök-*

- geológiai és Környezetföldtani Szakosztályának előadói ülés, Budapest, 2008. május.
- TCHISTIYAKOV, A., BALLOFET, E., HANSEN, M., ROTÁRSZALKAI, Á., CAPOVA, D., MALIK, P., PALUMBO, A., SCHUBERT, G., THEELEN, J., RODRÍGUEZ, J. 2008: eWater — multilingual cross-border access to ground water databases. — 5th EGU (European Geosciences Union) General Assembly, Vienna, Austria, 13–18/04/2008.
- TÓTH, GY. 2008: Environmental state and sustainable management of Hungarian–Slovakian transboundary groundwater bodies (ENWAT) HU–SK–UA/05/02/166 Basic characteristics of investigated transboundary groundwater bodies. — *Előadás, 10/04/2008.*
- TÓTH GY., SZŐCS T. 2008: Felszín alatti vizeink – határok nélkül. — *A Magyar tudomány ünnepe. A tudomány az élhető földért, Budapest, Magyar Tudományos Akadémia, 04/11/2008.*
- TÓTH GY., MURÁTI J., DÖVÉNYI P. 2008: A Kárpát-medence geotermikus és hévízföldtani adottságai (a „hasznosítások” szemszögéből) — *Földtudományos forgatag, Budapest, Magyar Természettudományi Múzeum, 18, 20/04/2008.*
- TÓTH GY., HORVÁTH I., ROTÁRNÉ SZALKAI Á., SZŐCS T. 2008: Az üveghutai vízföldtani kutatások. — *Bátaapáti, 24/04/2008.*
- TÓTH GY., ROTÁRNÉ SZALKAI Á., GÁL N., VISZKOK J., KARNOK T. 2008: A Hévízi-tó vízgyűjtőjére és hő-tápterületére vonatkozó áramlási és transzportmodell előkészítése és építése. — *Magyar Hidrológiai Társaság Szekcióülése, Kehidakustány, 04/12/2008.*
- TÓTH GY., GONDÁRNÉ SÖREGI K., SZŐCS T., MALIK, P., LEVEINEN J., KAJA J. 2008: A szlovák–magyar határmenti közös felszín alatti víztestek értékelésének koncepciója és eredményei. — *15. Konferencia a felszín alatti vizekről, Balatonfüred, 26–27/03/2008.*
- VATAI, J., SZENTPÉTERI, I., KUTI, L., KERÉK, B. 2008: Connection between the nitrate sensitivity and vulnerability of water and between the geological environment. — 5th EGU (European Geosciences Union) 5th General Assembly, Vienna, Austria, 13–18/04/2008.
- VICZIÁN I. 2008: Az aktualizmus elvének megjelenése a Prédikátor könyvében. — *Föld és Ég konferencia, a Biblia Éve 2008. és a Föld Bolygó Nemzetközi Éve Magyar Nemzeti Bizottságainak rendezésében, 17/10/2008.*
- VICZIÁN I. 2008: A Tengelici Vörös Aggyag Formáció Tengelici Tagozatának ásványtani összetétele. — *MFT Aggyagásványtani Szakosztály, 09/06/2008.*
- VICZIÁN I. 2008: A termodinamika alkalmazása az üledékes közetekben. — *Téli Ásványtudományi Iskola, Balatonfüred, [MTA Nanoásványtani Munkabizottság, MFT Ásványtan-Geokémiai Szakosztály], 19/01/2008.*
- VICZIÁN I. 2008: A jénai Ásványtani Társaság megalakulásának körülményei Teleki Domokoshoz írt levelek tükrében (1796–1798). — *A Magyarhoni Földtani Társulat Alföldi Területi Csoport és a MTA Debreceni Akadémiai Bizottság Környezetföldtani és Paleoökológiai Munkabizottság által szervezett előadói ülés, Debrecen, 12/12/2008.*

Emlékezés Pellérdy Lászlónéra

DUDICH ENDRE, HÁLA JÓZSEF

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

Ot évvel ezelőtt, 2004. május 5-én a Rákoskeresztúri új köztemető szóróparcellájában a római katolikus egyház szertartása szerint vettünk végső búcsút a március 30-án, életének 84. évében Budapesten elhunyt Pellérdy Lászlónétól, Margit Nénitől, az Intézetünkben több mint fél évszázadon át tevékenykedő fényképésztől.

Pellérdy Lászlóné, leánykori nevén Fittler Margit 1920. november 23-án született az erdélyi Buziáson, Dömök Jolán és Fittler Béla kultúrtechnikus gyermekeként. Az elemi iskolát és a polgári iskola négy osztályát Pakson végezte el 1935-ben. Ezután egy budapesti, a gimnáziummal egyenértékű háztartási nőnevelő intézetben tanult 1937-ig, majd középiskolai tanulmányait Ausztriában fejezte be. 1939-ben férjhez ment Pellérdy László állatorvoshoz, aki tudományos pályája során az állatorvos-tudományok doktora címig és az MTA Állategészségügyi Intézetének igazgató-helyettesi székéig jutott el. Gábor nevű gyermekük 1940-ben született, mezőgazdasági gépész lett.

Pellérdy Lászlóné a fényképezéssel 1940-ben ismerkedett meg. Kezdetben amatőrként fotózott, majd 1948-tól férje mellett és számára tudományos igényű felvételeket is készített.

A Magyar Állami Földtani Intézetbe 1950. augusztus 7-én nyert felvételt mint fényképész technikus, ahol a földtani fotózást nagynénjétől, Dömök Teréztől (1892–1980) sajátította el. (A fővárosi Országos Magyar Királyi Képzőművészeti Főiskolán 1914-ben rajz- és kézimunka-tanítónői diplomát szerzett Dömök Teréz 1923-tól kezdetben rajzolónaként tevékenykedett az intézetben. 1927-ben báró Nopcsa Ferenc igazgató az általa akkor létrehozott fotólaborba osztotta be, ahol nyugdíjba vonulásáig, 1966-ig dolgozott.) Fényképészszakmunkás vizsgát 1959-ben tett.

Pellérdy Lászlóné az ún. alkalmazott fotózás mestere volt, ami azt jelentette, hogy a kutatók kívánságainak meg-



Pellérdy Lászlóné
(1920–2004)

felelően — munkáik illusztrálására — nyomdakész fényképeket készített. Kézírtos jelentésekbe, szakvéleményekbe és különféle publikációkba (könyvekbe, monográfiákba, tanulmányokba, cikkekbe stb.) különböző méretű ősmaradványokat, ásványokat, kőzeteket stb. fotózott (hosszú munkássága során ezek tízezrei kerültek fényképezőgépe objektívje elé) és a mikroszkópi felvételek kidolgozását is magas színvonalon művelte. Nem kisebb munkát jelentett számára

a geológusok terepen készített, változatos minőségű fényképeinek kidolgozása. Ő maga is gyakran fotózott terepen feltárásokat, bányákat stb. Mennyiségben és minőségben jelentős volt a reprodukciós felvételek (pl. térképek, archív képek, portrék) retusálással egybekötött elkészítése is.

Nyudíjas éveit élete végéig családja, az Intézet és a budapesti Városvédő Egyesület között osztotta meg. Az utóbbi szervezetben kifejtett munkáját a Város- és Faluvédők Szövetsége 1998-ban Hungaria Nostra Díjjal és Podmaniczky-díjjal ismerte el. A Podmaniczky-díjat a következő indoklással adták át számára: „Betegsége és idős kora ellenére is lelkesen részt vesz a budapesti városrészeket feldolgozó dokumentációs tevékenységben. Ötleteivel, hozzáértésével, kétkézi munkájával segíti még ma is az Egyesület munkáját. Közvetlensége, lelkesedése és megbízhatósága példamutató a fiatalok számára.”

Öt évvel ezelőtt a Rákoskeresztúri új köztemetőben Intézetünk nevében Dudich Endre az alábbi szavakkal búcsúzott Tőle:

*

Tisztelt Gyászoló!

„Türelem kell. A fotózáshoz elsősorban türelem kell.” Pellérdy Lászlóné ezt többször leírta, még többször mondogatta. Neki volt. Sok tízezer fénykép, mikro és makro tanúsítja ezt, jórészt a Magyar Állami Földtani Intézet és a Magyarhoni Földtani Társulat kiadványaiban, itthon és külföldön is.

De Margit — Margitka — tudott türelmetlen is lenni. Ha hogyléte felől érdeklődtünk az utóbbi években, határozott mozdulattal elhessintette a kérdést: „Beszéljünk inkább valami másról!”

Most búcsúznunk kell Tőle. Ezt nem háríthatja el. Sok mindent lehetne és kellene róla mondani. Hogy őseinek egyike a legnagyobb magyar geológus, Szabó József. Hogy a Temesvár közeli Buziáson született öt hónappal Trianon után, tehát már Romániában. Hogy ennek ellenére tanulmányait Pakson, Budapesten és Ausztriában végezte. Hogy nagynénje, Dömök Teréz révén került 1950-ben a Magyar Állami Földtani Intézetbe. Akit viszont mint igazgató, báró Nopcsa Ferenc bízott meg, hogy vezesse be és fejlessze a „profi” fotografálást az Intézetben. Ezt aztán negyedszázad múltán Ő folytatta, még magasabb szinten.

„Beszéljünk inkább valami másról!”

Szólnom kellene kultúrmérnök apjáról, gyakorló, majd kutató állatorvos férjéről — aki mellett elkezdte a fényképezést —, mezőgazdasági gépészmérnök fiukról. A Rá anynyira jellemző perfekcionizmusról, a tökéletes munkára törekvésről. A körmönfontan semmitmondó, de kvalitásait és népszerű voltát elismerő „káderanyagról”. Az egyszer újításért kapott 300 (!) forintról, és a Budapest-fotói elismeréseként kapott Hungaria Nostra Díjról és Podmaniczky-díjról.

De hát „Beszéljünk inkább valami másról!”

Egy alkalommal felmentem hozzá a kanyargós lépcsőn a „toronyszobába”, átvenni egy elkészült munkát. Dicséretnek szánva ezt találtam mondani: „Kedves Margit, ez jobb, mint az eredeti.” Szigorú pillantást vetett rám és

odavetette: „Ha csak olyat akart, mint az eredeti, miért nem vitte máshoz?”

Igaza volt. Mennyi mindent fedeztünk fel képein, ásványokon, ősmaradványokon, fűrómagokon, feltárásokon, amit az eredetin nem láttunk, nem vettünk észre! Meg is mondta: „Én nem azt fényképezem, hogy milyen, hanem hogy milyennek kell lennie.” Ezt pedig meg kell érezni. A türelem mellett nagy-nagy empátiára, beleérzésre van szükség. Ennek is művésze volt. És mindig könnyedén, mosolyogva, kedvesen!

Jó, jó értem: „Beszéljünk inkább valami másról!”

Az észak-amerikai indiánok a fényképezőket „árnyéktolvajoknak” nevezték. Úgy hitték, hogy az „árnyékkal”, a fényképpel, a lelkük fölött is hatalmat szerez a fényképező. Persze, mi felvilágosodott európaiak megmosolyogtuk ezt. Pedig Margitka esetében ez való igaz. „Amilyennek lennie kell.” Ő a dolgok lelkét, ideáját fotózta. Ha van igazi plátói fotóművész, úgy Ő az. Képeiből sugárzik a művészet diadalmas hatalmának fénye.

Nem. Beszéljünk inkább valami másról.

Köszönjük meg neki, hogy volt, hogy olyan volt, amilyen volt — amilyennek lennie kellett, elhivatottsága szerint. Most elhívták a tiszta, tökéletes, ragyogó, örök fénybe, ahol nincs többé „ellopni való árnyék”, egyáltalán nincs semmiféle árnyék, csak az van, AKI VAN.

Ez az örök világosság fényeskedjék neki! Mert ez az utolsó, a végleges, a soha véget nem érő exponálás.

Kedves Margitka, gyönyörködjön benne!

*

Pellérdy Lászlóné az 1950-es évek elején még ún. duplakihúzatú, üveglemezes fényképezőgépeket használt. Később, a kisfilmes (Leica-típusú) gépek birtokában különlegesebb felvételeket is készíthetett. Soha nem ismert lehetlent a fotózás területén, a minimális sikerrel kecsegtető kívánságokat is igyekezett mindenki melegezésére teljesíteni. Filmelőhívás + nagyítás (papírra) fi előhívás fi fixálás fi szárítás fi (esetleg) retusálás — e, látszólag egyszerű, azonban számtalan titkot rejtő, ezernyi fortélyt megkívánó technikának volt a mestere. Titokzatos műhelyében, különös oldataival, „varázsszereivel” e technikával készültek azok a (főleg fekete–fehér) képek, amelyekre gyakran mondtuk: „Margit Néni, ez jobb, mint az eredeti!”

Öregkorára, a digitális eszközök egyre gyorsabb terjedésével a fenti módszer felett kezdett eljárnai az idő. Egyre fogytak a „kuncsaftjai”, a 21. század elején már csak néhány „konzervatív” kolléga (köztük e sorok írói is) kereste fel Őt exponált filmjeivel. A digitális fényképezőgépek használatát azonban már nem tanulta meg, az már nem az Ő világa volt.

Tiszteltük és szerettük rendkívüli szaktudásáért, szakmai alázatáért, művészi látásmódjáért és igényességéért, valamint emberségéért, kedvességéért, őszinte szókimonlásáért. Emlékét mi, egykori munkatársai a számunkra kiszabott idő végéig őrizzük, neve és igényes művei azonban azontúl is nagyon sokáig megmaradnak a magyar földtan, főleg a Magyar Állami Földtani Intézet és a Magyarhoni Földtani Társulat periodikáinak lapjain, tábláin, valamint sok más hazai és külföldi kiadványban.

Szakcikkek — Scientific publications

Pannóniai korú növénymaradványok Siklódon

Pannonian Flora from Siklód

SOLT PÉTER¹, HABLY LILLA², NAGYNÉ BODOR ELVIRA¹, SILYE LÓRÁND³

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

²Magyar Természettudományi Múzeum, Növénytár, H-1476 Budapest, Pf. 222.

³Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Földtani Tanszékcsoport, RO-400084 Cluj-Napoca, Kogălniceanu 1.

Tárgyszavak: ősnövénytan, pollen, pannóniai, Siklód, Románia

Kivonat

Siklód (Şiclod, Románia) faluban néprajzi kutatáshoz kapcsolódó földtani környezeteállapot fölmérés során a pannóniai korú tavi üledékekben új ősnövénytani lelőhelyet találtunk. A jó megtartású *Pinus* cf. *kotschyana* (Unger) Tuzson és *Picea* fenyőtobozokban gazdag makroflóra dúsulási szintje a pollenadatok alapján jól elkülöníthető kora- és késő-pannóniai képződmények határán települ. A vizsgált terület ebben az időszakban a vulkánok körül elterülő kis lejtőszögű hegyláb felszínhez hasonló térszín lehetett, tavi környezettel. A rétegsorban nyomon követhető a neogén korú vulkánokkal határolt egykori tórendszer fokozatos föltöltődése is.

Keywords: paleobotany, palynology, Pannonian, Siclod, Romania

Abstract

First results of a new Pannonian flora from Siklód (Şiclod, Romania) observed and collected by fieldwork of geological environmental survey of the area. Early and Late Pannonian lake sediments are very rich in macroflora fragments, especially well preserved *Pinus* cf. *Kotschyana* (Unger) Tuzson and *Picea* cones were found. The studied rich pollen association represents hillside-piedmont, mixed deciduous forest and freshwater environment. The geological background is affected by the Neogene volcanic activity of the intra-Carpathian area. Alluviation and regression of a freshwater lake system can be observed.

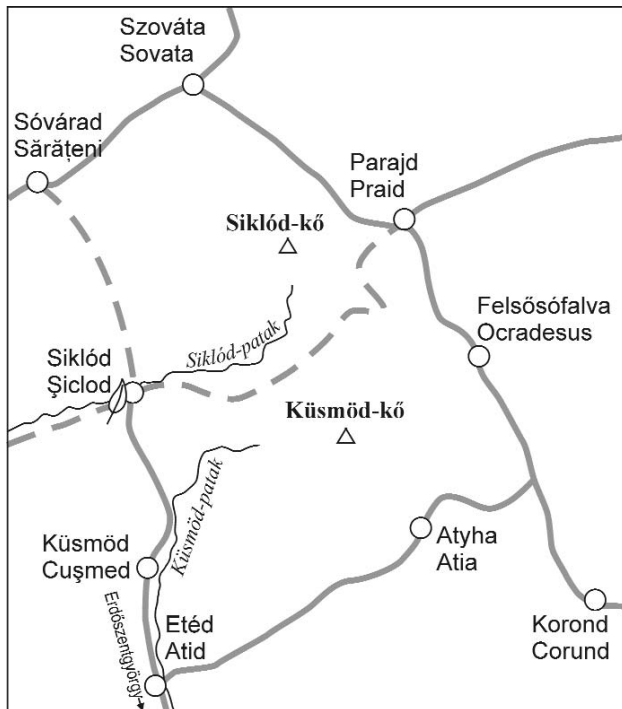
Előzmények

2007 és 2008 júniusában DEÁKY Zita néprajzkutató és a Gödöllői Szent István Egyetem szervezésében egyetemi hallgatókkal falukutatáson (DEÁKY 2007) vettünk részt Siklódon (Şiclod, Hargita megye, Románia), ahol a MÁFI Környezetföldtani osztályán az elmúlt években kialakult gyakorlat szerint a terület földtani és környezetállapot-fölmérését végeztük (SOLT 2007, VADKERTI, FODOR 2007) néhány diák bevonásával. Terepbejárás és vízmintázás során, a falu területén a Siklód-patak szakadékos partfala

által föltárt pannóniai rétegsorban gazdag ősnövény-előfordulásra bukkantunk. Az első leletmentés eredményeit mutatjuk be az alábbiakban.

Földtani környezet

A Korond (Corund), Szováta (Sovata), és Parajd (Praid) közelében (*1. ábra*) emelkedő Siklód-kő (*1. kép*) a tőle délre található Küsmöd-kővel a Kelemen- és a Görgényi-havasok felső-miocén rétegvulkáni övezetének (KARÁTSÓN 1994,



1. ábra. Siklód és környéke
Figure 1. Siklód and vicinity



1. kép. Siklód-kő sziklatúje
Photo 1. The rock-needle of Siklód-kő

SZAKÁCS, SEGHEDI 1995, SZÉKELY 1997) részét képezik. A Görgényi-havasok területén a mészkáli vulkáni tevékenység 9,2–5,4 millió éve, a pannóniai–pontusi idején zajlott (PÉCSKAY et al. 2006), a vizsgált területtől északkeletre található Mezőhavas vulkanitjainak kora 6,2–7,4 millió év (PÉCSKAY et al. 1995).

A Mezőhavas lábánál elterülő különböző piroklasztikumok és vulkáni törmelékek, illetve a vízfolyások mentén szórványosan előforduló pleisztocén és holocén üledékek a nyugat-délnyugat felé futó lejtőkön pannóniai rétegekre települnek, melyeket hagyományosan „alsó-homokos” és „alsó-márgás”, illetve „felső-homokos” és „felső-márgás” litofáciesre osztottak és a pontusiba soroltak (BUCUR et al. 1972, GRÁF et al. 1973). Később ezekről az úgynevezett litofáciesekről KRÉZSEK (2001) egyrészt megállapította, hogy nem tekinthetők heterokrónnak, másrészt kimutatta, hogy az általa kutatott területen azonosítható „alsó-homokos” litofácies tulajdonképpen proximális lebenyekből vagy mederkitöltési egységekből áll, míg az „alsó-márgás” litofácies hemipelágikus takaró, esetleg a disztális lejtő üledéke.

A fent említett agyagokból ZOTTA (1964) által a Siklódtól északkeletre található Szováta (Sovata) környékén gyűjtött puhatestű-fauna (*Congeria banatica* [HÖRNES], *Valenciennius* sp., *Paradaena syrmienensis* HÖRNES) mélyvízi környezetre utal, míg a Sóvárad (Sărățeni) mellől talált *Congeria zsigmondyi* HALAVÁTS és *Melanopsis vindobonensis* FUCHS a vulkáni vonulathoz közelebb eső sekélyebb üledékes környezet létét valószínűsítik. A faunák rétegtani helyzete pontos leírásának hiányában az értelmezési lehetőségek szűkösek (KRÉZSEK 2001), ugyanakkor a sóvárad melől jelzett sekélyvízi fajok mellett felsorolt mélyvízi formák (pl. *Congeria banatica* [HÖRNES]) az előbbieket áthalmozását is jelenthetik.

A Siklódtól délkeletre eső Székelyudvarhely (Odorheiu Secuiesc) környékén az eruptívum közelében dominálnak a faunában a sekélyvízi *Limnocardium*- és *Melanopsis*-félék, míg a mélyvízi formák közül csak a *Valenciennius*-féléket említik szórványosan (GRÁF et al. 1973, PANĀ 1975).

A fentiek alapján elmondható, hogy a vizsgált terület a pannóniai (valószínűleg kora- és középső-pannóniai) idején a vulkánok körül elterülő kis lejtőszögű hegyláb felszínhez hasonló térszín lehetett, tavi környezettel.

A Siklód–Görgényi-hegység piroklasztit-fennsíkjai a pannóniai üledékek alkotta dombság fölött kelet-északkelet irányban (SZÉKELY 1997) emelkednek. A Bökecs, Siklód-kő és Küsmöd-kő uralta terület a parajdi sódóm fölnyomulása, illetve a vulkanizmus és a regionális tektonikai mozgások miatt különült el a Kelemen-havasok, Fancsal-tető, és a Mezőhavas alkotta hatalmas tömbtől (SZAKÁCS, KRÉZSEK 2006). Az évmilliók során a vulkáni csúcsrégióból néhol 400 méter is lepusztulhatott, így néhol jól kipreparálódtak a telérek, kalderaperemek.

A területen az aktív fiatal kiemelkedések több helyütt észak-déli és kelet-nyugati irányú magas szakadékos partfalakat hoztak létre (SZAKÁCS, KRÉZSEK 2006).

A növénymaradványos réteg

A környék fő vízfolyása, a Siklód-kő déli leszakadásától eredő Siklód-patak nyugat felé fordulva Siklód falu fölött, a Murva nevű falurészen közel 100 méter hosszan egy 10-15 m magas falban álló pannóniai agyagmárga-rétegsor tövében fut, melynek kezdetben az északi, majd később mindkét fala közel függőlegesen szakad le. Itt fejtették évszázadokon át az agyagot a „Cserépcsűr”, azaz a falu egykori téglavetője számára. Itt ez ideig sem makrofaunát, sem makroflórát nem találtunk.

Pannóniai agyagos üledékek másik nagy felszíni kibúvása látható a Küsmöd-kő nyugati lejtőjén eredő Aranykút-patak mentén (2. kép), ahol a vízfolyás élesen délnek kanyarodik egy közel 150 méter hosszú, néhol majd 30 méter magas fal tövében. Ebben a sorozatban sem kerültek elő eddig ősmaradványok.

Az új makroflóra-lelőhelyre Siklód faluban találtunk rá. Az Alfaluban az ötvenes években lerombolt vízialom közelében a Siklód-patak egy mély, szakadékos árokban folyik 150 m hosszan nyugat felé. Az árok északi oldala meredeken lejt és csak néhol állnak a 2–6 m magas

partfalak, ám a déli fal (3. kép) a 20 méteres magasságot is eléri, melyet időnként nagy omlások szakítanak meg. A vízszintesen települt zöldesszürke színű, laza, finomhomokos, agyagos, pannóniai korú üledékes rétegsorban helyenként növényi maradványok szenesedett töredékeit tartalmazó pár centiméteres zsinórok láthatók. Az árokban nyugat felé haladva a sorozat alján egy mindössze néhány centiméter vastag fakó sárgászöld-halványszürke színű, kemény agyagmárga rétegfeje bukkan elő (2. ábra), melynek tetején szenesedett uszadékfák darabjai, ágtörmelékek, néhol fenyőtobozok (4. kép) sorakoznak. A makroflóra begyűjtése után az alatta települt (Siklód-1) agyagos aleuritből és a fölső (Siklód-2) homokos aleuritből vettünk pollenvizsgálatra közetmintákat.

Tavaszi olvadáskor és a nagyobb áradások alkalmával lezúduló víz ereje a nagyobb növénymaradványokat (ágdarabokat, tobozokat) rendszeresen ki is mossa a falból, majd az apadó és meglassúdó patak a kis kavicszátonyaira rakja le.

A 4-5 méter hosszan foltáruló és kifejezetten látványos nyugati lelőhely védelemre érdemes előfordulás, ugyanakkor a keleti oldalon emelkedő, időnként szakadó, magas



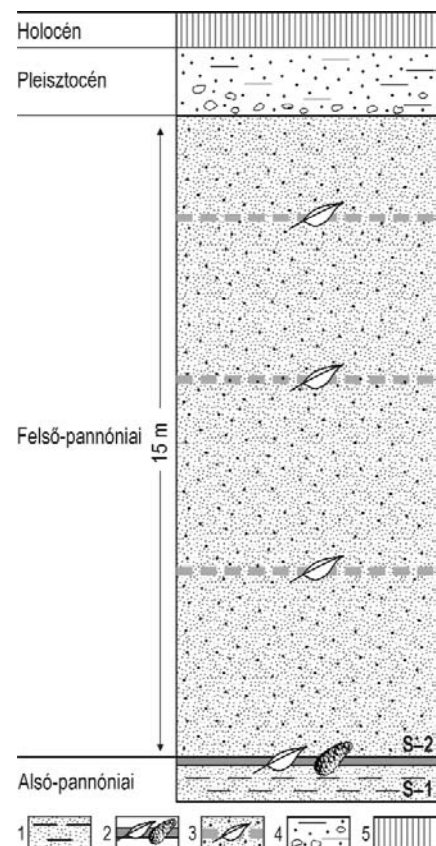
2. kép. Aranykút-patak pannóniai üledéksora

Photo 2. The Pannonian sequence of the Aranykút Stream



3. kép. Pannóniai üledékek a Siklód-patak mentén

Photo 3. Pannonian sediments along the Siklód Stream



2. ábra. A növénymaradvány-lelőhely rétegsora

1 – agyagos aleurit, 2 – agyagmárga szenesedett makroflóra-maradványokkal, 3 – homokos aleurit, 4 – agyagos lejtőtörmelék kavicsokkal, 5 – talaj, S-1, S-2 = Siklód-1, Siklód-2 pollenvizsgálatok

Figure 2. The sequence of the deposit of the plant remnants 1 – clay aleurite, 2 – claymarl with carbonized macroflora remnants, 3 – sandy aleurite, 4 – clayey slope debris with pebbles, 5 – soil, 6 S-1, S-2 = Siklód-1, Siklód-2 pollen samples



4. kép. Fenyőtoboz és ágmaradványok
Photo 4. Pine-cones and branch-fragments

partfalban, egymástól 5-6 méternyi aleuritos homokkal elválasztva 3 növénymaradványos szint is megfigyelhető. Itt részletesebb szelvényezésre lenne szükség a jövőben, melynek során a makroflórát rejtő sorozatnak a vulkáni képződményekkel való kapcsolatára is fény derülhet, ezt a falukutatásra koncentrálna a rendelkezésünkre álló idő alatt nem volt módunkban vizsgálni.

A makroflóra-maradványok a Magyar Természettudományi Múzeumban és a pollenmintákkal együtt a Magyar Állami Földtani Intézetben az Országos Földtani Múzeum ősnövénytan gyűjteményében nyertek elhelyezést. Egy nagyobb, látványos uszadékfadarabot átadtunk Gáspár Olgának, a falu tavaly bezárt iskolája egykori tanítónőjének, és egyben Hegyi Mihály megbízott falugondnokkal együtt mindkettőjüknek szíves figyelmébe ajánlottuk a lelőhelyet. A hajdani molnár özvegye, Szilveszter Dénesné elbeszélése szerint: „Járt itt egykoron egy mérnök ott lent az árokban, ahová maga is most lemerészkedett, és azt mondta, hogy volt ám itt egykor egy erdő, ami még Siklódnál is öregebb volt!”. Eszerint pár évtizede egy amolyan geológusféle „nadrágos ember” már tudott a növénymaradványokról, ám hogy ki lehetett, sajnos nem sikerült kiderítenünk.

Makroflóra

A főként ágtöredékeket tartalmazó maradványok közt talált fenyőtobozok rendszertani besorolását, valamint a flóra és vegetáció vizsgálatát végeztük el elsőként.

Rendszertan

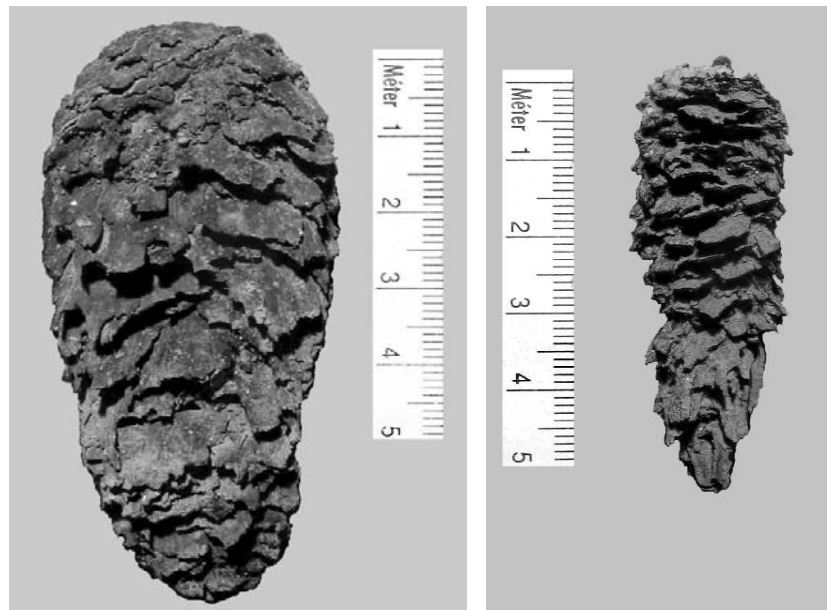
Pinus cf. kotschyana (UNGER) TUZSON 5–6. kép

1913 *Pinus Kotschyana* (UNGER) TUZSON

Anyag: a BP 2009.340.1. és BP 2009.341.1., valamint a BK 09.1.1. és BK 09.2.1. leltári számú fenyőtoboz (a BP jelzésűek a Magyar Természettudományi Múzeum, a BK jelzésűek a Magyar Állami Földtani Intézet tulajdonában vannak).

Leírás: A tobozok hossza 6–8,3 cm között változik. A legépebb toboz legnagyobb szélessége 3,8 cm, a többi a hosszabb szállítódástól jórészt koptatott. A tobozok alakja tojásdad, a meddő pikkelyek erősen koptatottak, letöredeztek, ezért hosszuk nem mérhető, szélességük az 1,2 cm-t is eléri. Az apofízisek ezért nem figyelhetők meg.

Megvitatás: A tobozok erősen koptatott állapotúak, ami nem teszi lehetővé fajszintig történő meghatározásukat, azonban nagy hasonlóságot mutatnak a TUZSON (1913) által leírt fajjal, amelyet Dolmány, Segesvár, Segesd, Szászkisalmás, Ilyefalva, Erked, Sárpatok, Mesztakény lelőhelyeiről említ. Mint írja: „Az Erdélyi-medence fiatalabb harmadkori rétegeinek, nevezetesen pannóniai emeletnek egyik legelterjedtebb növénymaradványa, amiből azt lehet következtetni, hogy abban az időben az erdélyi medencét főleg ebből a fajból álló, kiterjedt fenyvesek borították.”. TUZSON több fajt is leírt Erdély fiatal miocén rétegeiből, majd GIVULESCU (1961) a Báródi-medencéből, Barátka (Bratca) közelében levő Báródbezyne (Beznea) falu közeléből írt le *Pinus*-



5–6. kép. *Pinus cf. kotschyana* (UNGER) TUZSON
Photo 5–6. *Pinus cf. kotschyana* (UNGER) TUZSON

tobozokat. A négy példány mindegyikét külön fajként írja le: *Pinus irregularis* GIVULESCU, *Pinus voitestii* GIVULESCU, *Pinus kraeuseli* GIVULESCU, *Pinus bezneanus* GIVULESCU. A tobozok igen nagy morfológiai hasonlóságot mutatnak egymással, és feltehetően egyetlen fajhoz tartoznak, amit valószínűsít az azonos lelőhely is. Megtartásuk lényegesen jobb a siklódiakénál, előbbieknél a toboz zárt maradt, így az apofizisek valamennyi tobozon megfigyelhetők. Magyarországon Mindszentkállya pannóniai flórájából a nemzetség több fajtát is valószínűsítik: *Pinus* cf. *rostrata* MILLER, *Pinus* cf. *silvestris* L., *Pinus halepensis* MILLER (HABLY, DEBRECZY In: MAGYAR 1988). Itt még viszonylag ép állapotban temetődtek be a tobozok, majd kvarcosodott homokkőben fosszilizálódtak, amely mostanáig koptatás nélkül, vagy minimális koptatással őrizte meg a tobozok külső felszínét, így az apofizisek is tanulmányozhatók.

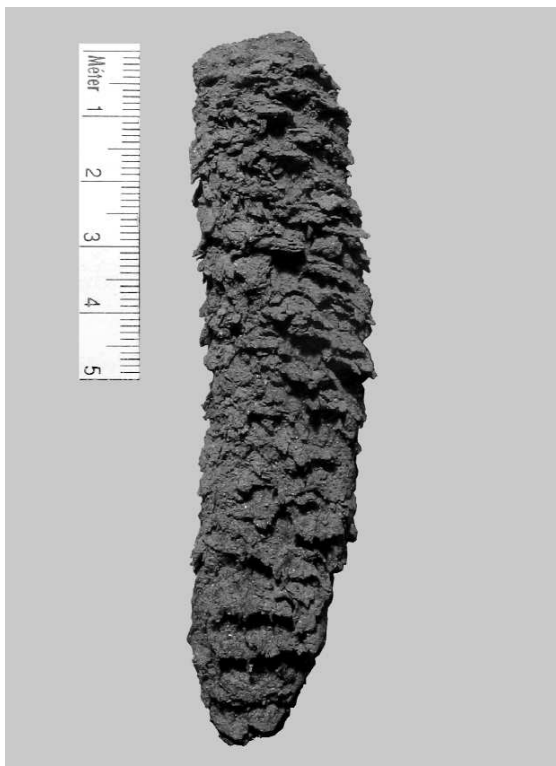
Picea sp.

7. kép.

Anyag: BP 2009.342.1., BK 09.3.1., BK 09.4.1. számú fenyőtobozok.

Leírás: A tobozok alakja cilindrikus, a leghosszabb, egyben egyetlen ép példány enyhe görbületet mutat. Hosszuk 8,5–11,0 cm között változik, szélességük 2,8–3,0 cm. A meddőpikkelyek lekopottak, az apofízis nem látható.

Megvitás: Hasonló cilindrikus, hosszú, megnyúlt keskeny tobozokkal, amelyek a *Picea* nemzetségbe tartoznak,



7. kép. *Picea* sp.
Photo 7. *Picea* sp.

Mindszentkállya lelőhelyén találkozunk (HABLY: feldolgozás alatt). Az Erdélyből *Pinus Szadeczkyi*-ként leírt új faj (TUZSON 1913, p. 218, Tab. 14, fig. 9.) hasonlóan keskeny toboz formáját mutatja, de itt annyira határozottan más jellegű apofizisekkel találkozunk, hogy nem azonosíthatjuk a Siklódról előkerült fajjal.

Flóra és vegetáció

A flórában az ág- és uszadékfadarabokon kívül felismerhető formában csak fenyőtobozok vannak jelen. Ez a jelenség általános, mivel a tobozok máshol fosszilizálódnak, mint a levelek, nevezetesen a partközeli homokos rétegekben, mivel nem szállítódnak olyan messze, mint a lebegő levelek és szárnyas termések, amelyeket általában a mélyebb vízi, agyagosabb rétegekben találunk. A TUZSON által említett erdélyi lelőhelyeken is ez a jellemző, ebből Tuzson azt a következtetést vonta le, hogy a *Pinus*-fajok voltak az uralkodók a pannóniai korban. A pannóniai lelőhelyek ismeretében tudjuk, hogy nem a *Pinus* erdők határozták meg alapvetően a késő-miocén flóráját, sőt hatalmas kiterjedésű területeken egyáltalán nem találkozunk sem a *Pinus*, sem pedig a *Picea* nemzetséggel a pannóniai rétegekben. A késő-miocén nagy kiterjedésű mocsarainak, ártéri erdeinek alapvetően más volt a flórája (HABLY 1992a, b, c; HABLY, KOVAR-EDER 1996; KOVAR-EDER et al. 1995; KOVAR-EDER, HABLY 2006; ERDEI et al. 2009). A *Pinus* és a *Picea* az intrazonális, edafikus társulásoktól távolabbi, kiemelkedőbb térszíneken élhetett, azonban nem kell feltétlenül magashegységre gondolnunk. A fosszilis tobozok egy része recens mediterrán fenyőkkel hozható kapcsolatba (RÁCZ szóbeli közlése), így elterjedésének nyomon követése, flóratérképezése ösföldrajzi szempontból fontos adatokkal szolgálhat. A vegetációt feltehetően *Pinus* és *Picea*-ból álló erdők alkották a kiemelkedő, feltehetően part menti területeken.

Palinológia

A Siklód-1 (BK. 09.5.1.) és Siklód-2 (BK. 09.6.1.) számmal jelzett mintákon végeztünk palinológiai vizsgálatot.

A **Siklód-1** mintát (világosszürke, finomszemű, kemény agyagos kőzet) a partfal alsóbb szintjéről, a fenyőtobozokban gazdag, makroflóras réteg alól gyűjtöttük be.

A sporomorpha (I. tábla) anyagára a sok áthalmozás jellemző. Itt az asszociáció 50%-a tartalmaz főként az alsó-badenire jellemző polleneket. Az áthalmozott anyagban a vegetációt többnyire a páfrányok (*Cicatricosisporites mecsekensis*, *Leiotriletes maxoides* ssp. (I. tábla 4. kép), *Bifacialisporites murensis* (I. tábla 3. kép), *Macroleptolepidites kruzschii* (I. tábla 2. kép) és az Angiospermae-k (*Tricolporopollenites satzveyensis*, *Porocolpopollenites hidasensis* I. tábla, 6. kép) alkotják, de mikroforaminifera (I. tábla, 1. kép) is előfordul.

Az asszociáció másik részét olyan pollenek képviselik, amelyek már a pannóniában is előfordulhatnak. Ezek a pollenek a fenyők és az Angiospermae-k jelenlétét jelzik (*Pinuspollenites thunbergiformis*, *Tsugaepollenites maximus*, *Sapotaceoidaepollenites obscurus*, *Faguspollenites verus*). A mintában a magasabb hegységre utaló fenyő-pollenek (*Pinuspollenites labdacus* II. tábla 3. kép) még gyéren fordulnak elő. Hegylábi szinten valószínűleg védettebb környezetben ekkor trópusi klímaigényű növények is éltek (*Sapotaceoidaepollenites obscurus*). Jellemző a tömeges epidermisz- és növényi törmelékanyag is, amely a sekély vízi tó partvonalának gyakori változásaira utalhat. Valószínűleg a badeni pollenszemcséket az erózió halmozhatta át (BODOR 1983) a közeli parajdi sódóm badeni képződményeiből.

A Siklód–2 számú minta a makroflórában gazdag réteg fölötti szintből származik. A törmelékes, laza, agyagos, csillámos aleuritban tömegesen fordulnak elő a szenesedett növénymaradványok. A Siklód–1 gyér sporomorpha anyagával ellentétben, ebben a rétegben rendkívül sok pollenszemcse (II., III. tábla) található. A pollenegyüttes egyed- és fajszámában egyaránt gazdag vegetációt jelez. Itt is sok az áthalmazott badeni forma (*Corrugatisporites*, *Bifacialisporites grandis*, *Tricolporopollenites edmundi*), és egy kevés található a mezozoikumból is (*Appendicisporites*, *Corollina*), melyek az emelkedő háttér idősebb képződményeiből pusztultak le. Ebben a rétegben azonban a pannóniára jellemző pollenek túlsúlyba kerülnek: *Tsugaepollenites robustus*, *Cedripites crassus*, *Aceripollenites rotundus*, *Persicariopollis welzowense* (NAGY 1969, 1985, 1992; KRUTZSCH 1971). Az említettekén túl jellemző a meleg mérsékelt klímaigényű, magasabb hegységre utaló *Pinuspollenites labdacus* (II. tábla, 3. kép) tömeges elterjedése is.

A hegyi, hegylábi erdőben a *Pinuspollenites labdacus* (II. tábla 3. kép) mellett a *Piceapollenites neogenicus* szubdomináns. A *Pinuson* és *Piceán* kívül a hegyi és hegylábi környezetben az *Abiespollenites absolutus*, *Cedripites maximus*, *Tsugaepollenites helensis* (II. tábla 2. kép), *Tsugaepollenites igniculus* (II. tábla 1. kép), *Podocarpidites macrophylliformis*, *Faguspollenites gemmatus* is tenyésztett.

A mintában brakkvizet jelző pollen nem fordult elő, ellenben az édesvízi mocsárra és lápra utalók (*Botryococcus*, *Spirogyra*, *Sparganiacearum polygonalis*) jelentős számban találhatóak. Az édesvízparti ártéri ligeterdő legfontosabb képviselői a *Caryapollenites simplex* (III. tábla 5. kép), *Pterocaryapollenites rotundiformis*, *Alnipollenites verus* (III. tábla 4. kép), *Liquidambarpollenites orientalisformis*. Jelentős számban megtalálható a *Sequoia pollenites* (II. tábla 4. kép) is, amely főként lápba torkoló folyók, patakok mentén, paradús völgyekben tenyészik (NAGY 1958).

A parttól kissé távolabb az elegyes lombos erdőt a *Zelkovaepollenites potonieii*, *Intatriporopollenites instructus* (III. tábla 2. kép), *Quercopollenites robur* (III. tábla 3. kép), *Juglanspollenites maculosus*, *Aceripollenites rotundus* és a *Castanae*-hez tartozó *Tricolporopollenites cingulum oviformis* jelzi.

A cserjeszintet az *Ilexpollenites iliacus* (III. tábla 1. kép), *Ostryapollenites* és a *Sapotaceoidaepollenites obscurus* képviseli. A rendkívül gyér gyepszintben 1-2 darab *Chenopodipollis* élt. Az előforduló asszociáció, a csökkent sós vízi szervezetek hiánya, valamint a jelentős számban előforduló édesvízi növények a késő-pannóniai idejére utalnak.

A rövidebb meleg és a hosszabb hűvösebb periódusoknak megfelelően a vegetáció nagyobb része mérsékelt klímaigényű taxonokból áll, de jelentős mértékben található szubtrópusi, sőt trópusi klímaigényűek is (*Cedripites*, *Engelhartia*, *Podocarpus*, *Sapotaceoidites*; KÖRPÁS-HÓDI et al. 2000). A trópusi klímaigényűek valószínűleg a cserjeszintben nőttek. A klíma meleg-mérsékelt, mediterrán jellegű lehetett. A mintában található sporomorpha összetételében (*Podocarpus*, *Sapotaceae*, *Engelhartia*, *Araliaceae*) a Nagylózs–1 fúrás asszociációjához hasonló, ahol a legmagasabb hőmérséklet 15 °C, a legalacsonyabb 10,2 °C, és az évi átlaghőmérséklet 12,95 °C körüli lehetett (NAGY 2005). A siklói területhez közelebb eső Megyaszó–1 fúrás részletesen feldolgozott hőmérsékleti adatai melegebb hőmérsékletre (NAGY 2005) utalnak. Valószínűleg az észak felől védett déli lejtők környezetében melegebb mezoklíma alakult ki, mint az Erdélyi-medence völgyeiben.

Részletes kutatás és a falu jövője

Föl kívánjuk venni a kapcsolatot a Csíki Székely Múzeum és a Sapientia EMTE szakembereivel, remélhetőleg a jövőben lehetőség nyílik majd a teljes szelvény begyűjtésére és részletes vizsgálatára is. Az Alfaluban lévő kibúvás védelemre érdemes és bemutatásra is alkalmas földtani-ösnövénytan feltárás. A néprajzi értékekben gazdag és hagyományait őrző (ORBÁN 1868, ANDOR, FEHÉR 1998), de sajnos lélekszámban egyre csökkenő és jövőjét kereső falu számára az ökoturizmus és a turizmus jelentheti az egyik kiutat. Ez utóbbihoz a közeli Siklód-kő és Küsmöd-kő látványos vulkáni formakincsei, az Aranykút-patak meredek partfala és a Derencse homokkő-kibúvásai mellett a jelen cikkünkben bemutatott ösnövénytan előfordulás képezhetnének egy leendő geológiai tanösvény főbb állomásait. Az erről szóló javaslatot a 2007-es és 2008-as földtani és környezetállapot-fölmérés tapasztalataival együtt átadtuk a falu jövőjén fáradozó helybelieknek.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők külön köszönik Magyar Imre lektori munkáját.

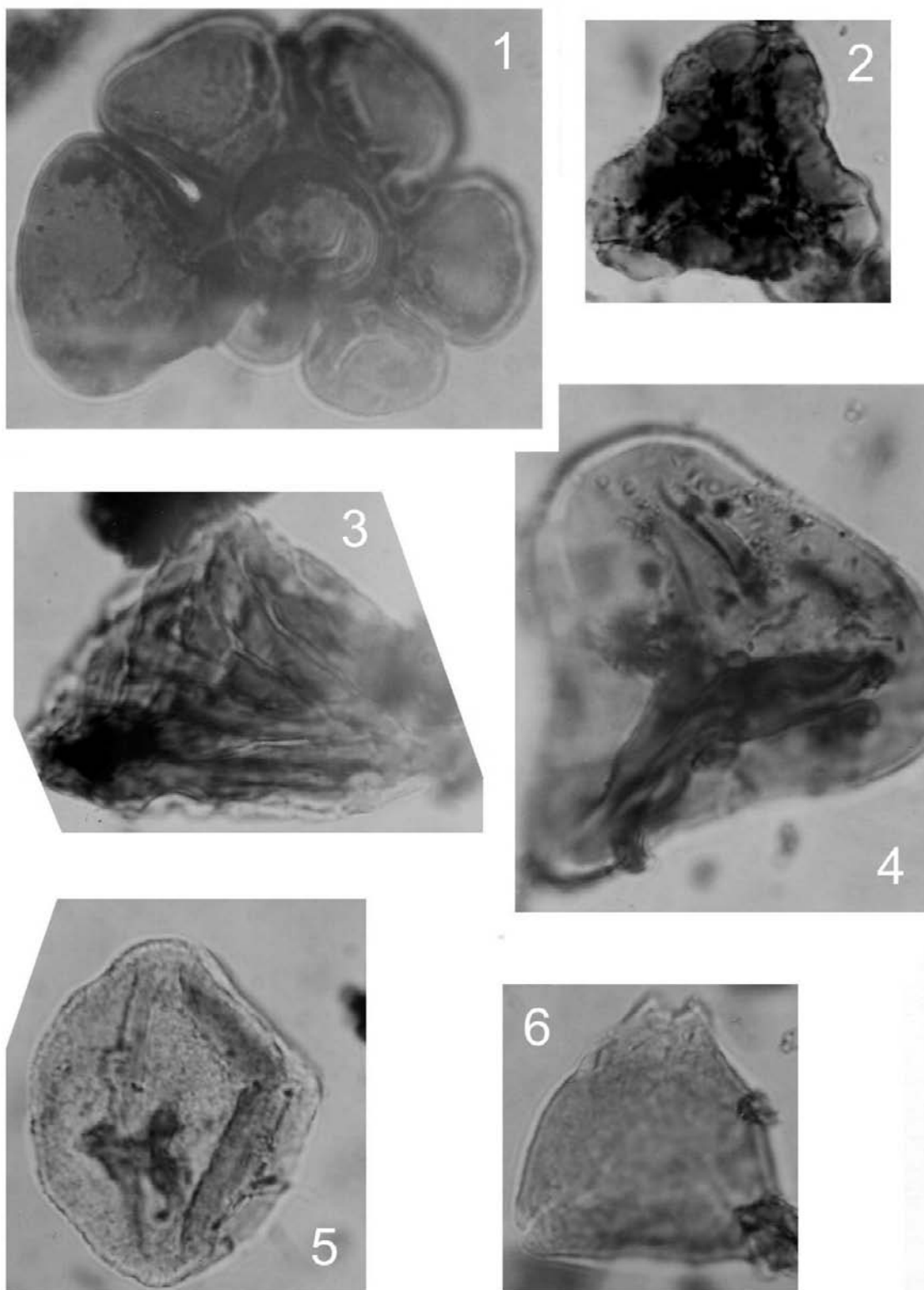
Solt Péter ezúton is köszöni Siklód lakóinak vendégszeretetét és a terepen nyújtott segítséget, valamint a falukutatás megszervezésében résztvevők támogatását.

Hably Lilla köszönetet mond Rácz Istvánnak (Budapest) hasznos tanácsaiért és az OTKA 67644-nek a kutatás támogatásáért.

Irodalom — References

- ANDOR, CS., FEHÉR B. 1998: *Siklód temploma és népe*. — Kairosz Kiadó, pp. 1–228.
- BUCUR, I., BOTEZ, R., CUCU, P., DRAGU, C., PLEȘEA, V., POPESCU, T. 1972: Cercetări geologice în regiunea Deda-Gurghiu-Sovata. — *Dări de Seamă ale ședințelor, Institutul Geologic* 58 (4), pp. 35–46.
- BODOR E. 1983: A jánosalmi 1. sz. alapfúrás palynológiai vizsgálata. — *Acta Geographica et Geologica et Meteorologica Debrecina* 21, pp. 135–159.
- DEÁKY Z. 2007: Faluszeminárium c. kurzus hallgatóinak és oktatói kutatómunkájának előtanulmányai. 1. kötet. — *Acta Regionis Rurum*, Gödöllő, Szent István Egyetem, pp. 1–106.
- ERDEI, B., DOLEZYCH, M., HABLY, L. 2009: The buried Miocene forest at Bükkábrány, Hungary. — *Review of Palaeobotany and Palynology*, 155 (1–2), pp. 69–79.
- GIVULESCU, R. 1961: Neue Pinus-Zapfen aus dem Boroder Becken (Rumänien). Mit einer Übersicht der fossilen Kiefernzapfen Rumäniens. — *Geologie* 10 (7), pp. 850–855.
- GRÁF, I., PANĂ, I., MITREA, G. 1973: Date noi cu privire la biostratigrafia pliocenului de la nord și sud-est de Odorheiu Secuiesc (SE Bazinul Transilvaniei). — *Studii și cercetări de geologie, geofizică, geografie. Geologie* 18 (2), pp. 443–462.
- HABLY, L. 1992a: Early and late Miocene floras from the Iharosberény–I and Tiszapalkonya–I boreholes. — *Fragmenta Mineralogica et Palaeontologica* 15, pp. 7–40.
- HABLY L. 1992b: A magyarországi pannon jellemző vegetációtípusai. — *Őslénytaní Viták* 38, pp. 1–4.
- HABLY, L. 1992c: The flora of Tihany-Fehérpart (faciostratotype of the Intra-Carpathian Pontian), West Hungary. — *Geophytology* 22, pp. 199–205.
- HABLY, L., KOVAR-EDER, J. 1996: A representative leaf assemblage of the Pannonian Lake from Dozmat near Szombathely (Western Hungary), Upper Pannonian, Upper Miocene. — *Advances in Austrian–Hungarian Joint Geological Research*, pp. 69–81.
- KARÁTSÓN D. 1994: A Hargita- és a Görgényi-havasok vulkánosság, elsődleges formakincse és mai felszínének kialakulása. — *Földrajzi Közlemények CXVIII. (XLII.) kötet, 2. szám*, pp. 83–111. Budapest.
- KOVAR-EDER, J., HABLY, L., DEREK, T. 1995: Neuhaus/Klasenbach — eine miozäne (pannone) Pflanzenfundstelle aus dem südlichen Burgenland. — *Jahrbuch der Geologische Bundesanstalt* 138, pp. 321–347, Wien.
- KOVAR-EDER, J., HABLY, L. 2006: The flora of Mataschen — a unique plant assemblage from the late Miocene of Eastern Styria (Austria). — *Acta Palaeobotanica* 46 (2), pp. 157–239.
- KORPÁS-HÓDI, M., NAGY, E., NAGY-BODOR, E., SZÉKVÖLGYI, K., Ó. KOVÁCS, L. 2000: Late Miocene climatic cycles and their effect on sedimentation (west Hungary). — *Climates: Past and Present. Geological Society, Special Publications* 181, pp. 79–88. London.
- KRÉZSEK Cs. 2001: A Nyárad-menti (Kelet-Erdély) pannóniai üledékek szedimentológiája és üledékképző modellje. — *Collegium Geologicum* 2, pp. 7–27.
- KRUTZSCH, W. 1971: *Atlas der mittel- und jungtertiären dispersen Sporen und Pollen — sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas*. — Berlin, pp. 1–233.
- MAGYAR, I. 1988: Mollusc fauna and flora of the Pannonian quartz sandstone at Mindszentkállya, Hungary. — *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös Nominatae. Sec. Geologica* 28, pp. 209–222.
- NAGY E. 1958: A Mátraaljai felső-pannóniai kori barnaköszén palinológiai vizsgálata (Palynologische Untersuchung der am Fusse des Mátra-Gebirge gelagerte oberpannonischen Braunkohle). — *Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 47 (1), pp. 1–354.
- NAGY E. 1969: A Mecsek-hegység miocén rétegeinek palynológiai vizsgálata (Palynological elaborations the Miocene layers of the Mecsek Mountains). — *Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 52 (2), pp. 1–417.
- NAGY E. 1985: A magyarországi neogén sporomorphái. (Sporomorphs of the Neogene Hungary.) — *Geologica Hungarica series Palaeontologica* 47, pp. 1–472.
- NAGY E. 1992: Magyarország neogén sporomorpháinak értékelése. — *Geologica Hungarica Series Paleontologica* 53, pp. 1–379.
- NAGY, E. 2005: Palynological evidence for Neogene climatic change in Hungary. — *Occasional Papers of the Geological Institute of Hungary*, vol. 205, pp. 1–120.
- ORBÁN B. 1868: A Székelyföld leírása történelmi, régészeti, természetrajzi, s népszerűen szempontból. I. kötet. — Pesti Könyvnyomda. Pest, 456 p.
- PANĂ, I. 1975: Faună pliocenă din regiunea Odorheiu Secuiesc (SE-ul Bazinului Transilvaniei). — *Anuarul Institutului de Geologie și Geofizică* 47, pp. 213–265.
- PÉCSKAY, Z., EDELSTEIN, O., SEGHEDI, I., SZAKÁCS, A., KOVACS, M., CRIHAN, M., BERNAD, A. 1995: K-Ar datings of Neogene-Quaternary calc-alkaline volcanic rocks in Romania. — *Acta Vulcanologica* 7 (2), pp. 53–61.
- PÉCSKAY, Z., LEXA, J., SZAKÁCS, A., SEGHEDI, I., BALOGH, K., KONEČNÝ, V., ZELENKA, T., KOVÁCS, M., PÓKA, T., FÜLÖP, A., MÁRTON, E., PANAITOU, C., CVETKOVIĆ, V. 2006: Geochronology of neogene magmatism in the Carpathian arc and intra-Carpathian area. — *Geologica Carpathica* 57 (6), pp. 511–530.
- SOLT P. 2007: Előzetes földtani- és környezetállapot felmérés Siklódon. — Faluszeminárium 1. kötet. *Acta Regionis Rurum*, a Gödöllői Szent István Egyetem kiadványa, Gödöllő. pp. 11–22.
- SZAKÁCS, A., KRÉZSEK, C. 2006: Volcano–basement interaction in the Eastern Carpathians: Explaining unusual tectonic features in the Eastern Transylvanian Basin, Romania. — *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 158 (1–2), pp. 6–20.
- SZAKÁCS, A., SEGHEDI, I. 1995: The Călimani-Gurghiu-Harghita volcanic chain, East Carpathians, Romania: Volcanological features. — *Acta Vulcanologica* 7 (2), pp. 145–153.
- SZÉKELY A. 1997. *Vulkánmorfológia*. — ELTE, Eötvös Kiadó, Budapest, 234 p.
- TUZSON J. 1913. Adatok Magyarország fosszilis flórájához. — *Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* 21 (8), pp. 209–233.
- VADKERTI Z., FODOR L. 2007: Siklód természeti környezete és tájhasznosításának dilemmái. — Faluszeminárium 1. kötet. *Acta Regionis Rurum*, a Gödöllői Szent István Egyetem kiadványa, Gödöllő, pp. 39–45.
- ZOTTA, V., 1964. Observații referitoare la stratigrafia Panonianului de pe marginea de vest a Munților Gurghiu. — *Dări de Seamă ale Ședințelor, Comitetul Geologic* 60 (1), pp. 187–191.

I. tábla — Plate I



1. Mikroforaminifera, 1500×, Siklód-1.

2. *Macroleptepidites krutzschi* NAGY 1963, 1500×, Siklód-1.

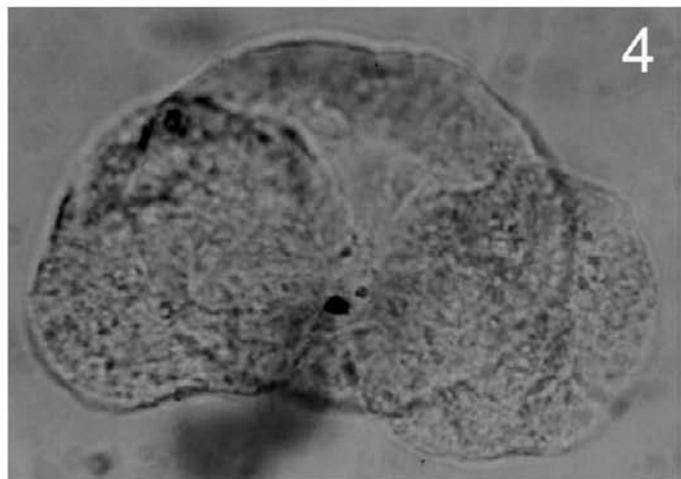
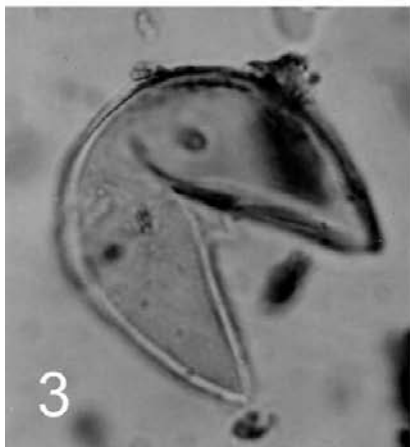
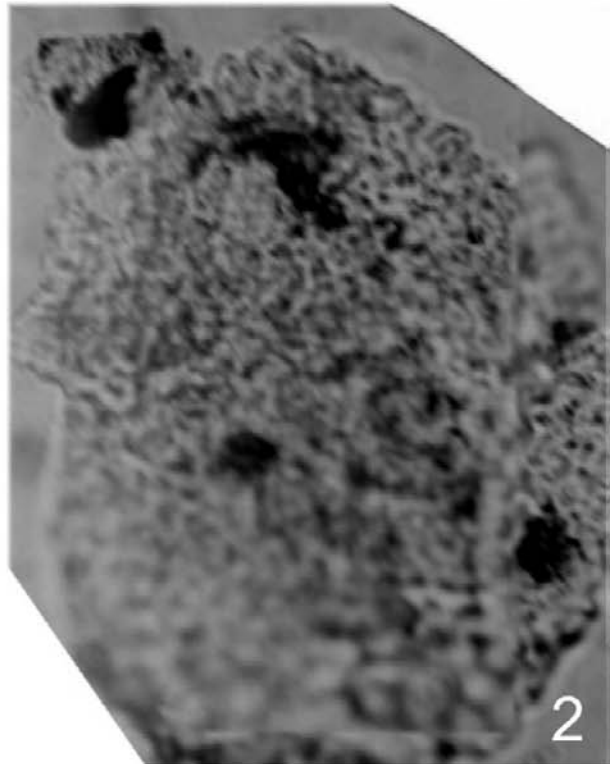
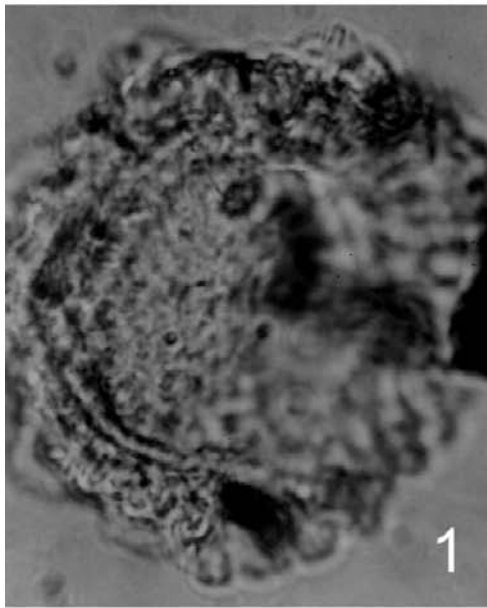
3. *Bifacialisporites murensis* NAGY 1963, 1500×, Siklód-1.

4. *Leiotriletes maxoides* W. KR. 1962 ssp. *maxoides*, 1500×, Siklód-1.

5. *Tricolporopollenites edmundi* (R. POT. 1931) TH. et PF. 1953 f. *major* NAGY 1969, 1500×, Siklód-2.

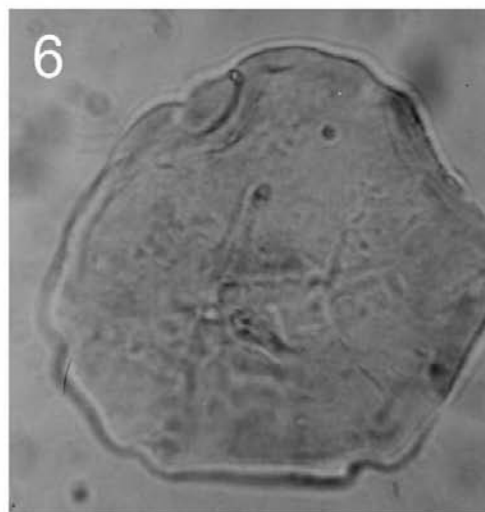
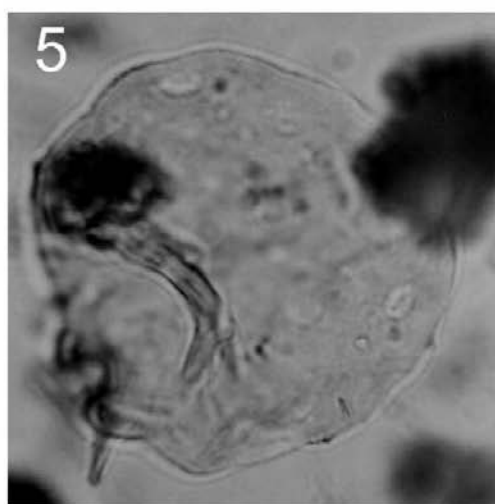
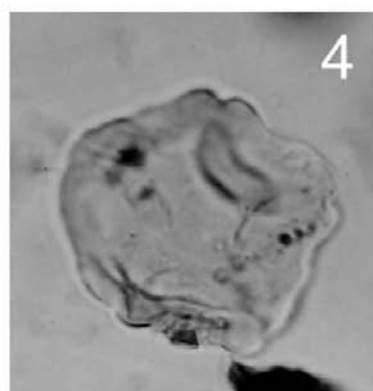
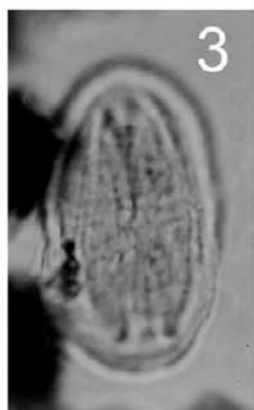
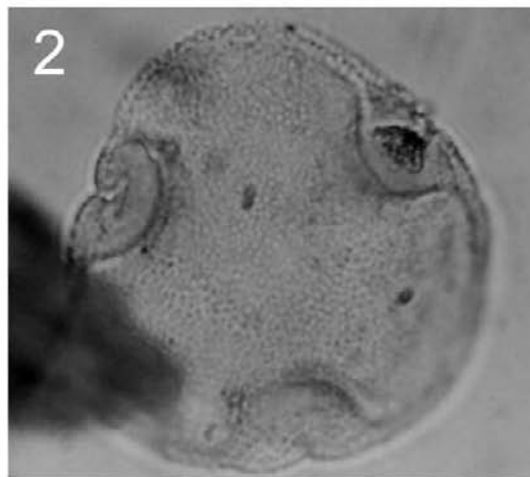
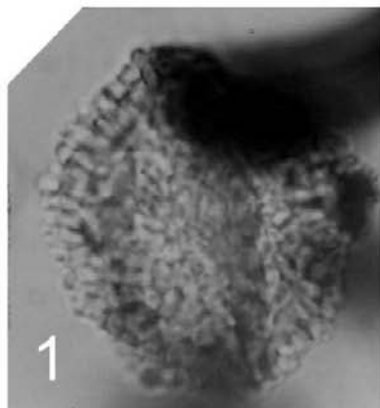
6. *Porocolpopollenites hidasensis* NAGY 1963, 1500×, Siklód-1.

II. tábla — Plate II



1. *Tsugaepollenites igniculus* (R. POT. 1931) R. POT. et VENITZ 1934, 1500×, Siklód-2.
2. *Tsugaepollenites helenensis* (W. KR. 1971) NAGY 1985, 1500×, Siklód-2.
3. *Pinuspollenites labdacus* (R. POT. 1932) R. POT. 1958, 1500×, Siklód-1., -2.
4. *Sequoiapollenites* sp., 1500×, Siklód-2.
5. *Liquidambarpollenites orientalisformis* NAGY 1969, 1500×, Siklód-2.

III. tábla — Plate III



1. *Illexpollenites iliacus* (R. POT. 1931) R. POT. 1960, 1500 \times , Siklód-2.
2. *Intatriporopollenites instructus* (R. POT. 1931) TH. et PF. 1953 ssp. *instructus*, 1500 \times , Siklód-2.
3. *Quercopollenites robur* typ., 1500 \times , Siklód-2.
4. *Alnipollenites verus* R. POT. 1934, 1500 \times , Siklód-2.
5. *Caryapollenites simplex* (R. POT. 1932) RAATZ 1937 ssp. *simplex*, 1500 \times , Siklód-2.
6. *Pterocaryapollenites rotundiformis* NAGY 1969, 1500 \times , Siklód-2.

A „felső riolittufa” magyarországi előfordulásainak általános földtani jellegei

General Geological Features of the “Upper Rhyolite Tuff” in its Hungarian Occurrences

JÁMBOR ÁRON

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



Tárgyszavak: értelmezés, felhalmozódás, gördülőfelhők, kitörési központ, kutatástörténet, Magyarország, piroklasztit, riolittufa, területi felosztás, vulkanizmus.

Kivonat

A dolgozat a magyarországi szarmata emelet beltengeri, illetve hordalékkúp kifejlődésű rétegsorainak alsó harmadában az ország nagy területein jelenlévő, korábban felső riolittufának (SCHRÉTER 1923), ma többnyire Galgavölgyi Riolittufa Formációnak (HÁMOR 1985) nevezett (egy vagy több) vékony, riodácittufa-betelepülés elterjedését, szabad szemmel észlelhető kifejlődési jellegeit, rétegtani jelentőségét ismerteti.

Tárgyalja a Bükk D-i és NyDNY-i előterében, továbbá a Tokaji-hegységben felszínén, valamint a Nyírség aljzatában lévő, ezer métert meghaladó vastagságú, a kora-pannóniai elejéig terjedő korú, andezittufa-betelepüléseket is tartalmazó riodácit-piroklasztit összetetnek az előbbivel párhuzamosítható szarmata litosztratigráfiai egységeit is. A dolgozat a több ezer, túlnyomórészt kéziratosszilárd ásványi nyersanyag-, szénhidrogén-kutató és tudományos céllal mélyített fúrások, mások (KÁRPÁTINÉ RADÓ 1986, GYALOG et al. 2007) és a szerző saját értékelése, saját fúrásdokumentációi és terepi megfigyelései közben előkerült vonatkozó adatok, valamint a nagyszámú publikáció, továbbá az Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattárban lévő jelentések feldolgozása során összegyűjtött ismeretek alapján készült. Az elvégzett munka lehetővé tette a mára már több formációelnevezést kapott felső riolittufa tiz kifejlődési területének elkülönítését, három, már korábban is felismert kitörési központja létezésének megerősítését és néhány vulkanoszedimentológiai jelenség – a fő tufaszint vastagságváltozásai, esetenkénti kimaradása, a sok kísérő vékony tufaréteg megjelenése, egyes bentonitosodott tufarétegek breccsás szerkezetének kialakulása – értelmezését.

Keywords: accumulation, eruption centre, Hungary, interpretation, nuée ardent, pyroclastite, regional division, research history, rhyolite tuff, volcanism

Abstract

The Upper Rhyolite Tuff is extended virtually all over the Sarmatian sequences in the Neogene basins of Hungary (Figure 1). It developed in the Sarmatian series of both inland-sea and debris-cone facies. Its main bed occurs predominantly in the middle part of the lower third of the Sarmatian assemblage accompanied by some other auxiliary tuff layers. The latter occur first of all along one-time basin margins. The ratio and thickness of acidic pyroclasts in the Sarmatian sequences exhibits a decreasing tendency from several hundreds metres in Nyírség to 3 cm in Fertőrákos.

Its stratigraphic significance was first recognised by SCHRÉTER (1923). Subsequently, its extent and sequences were revealed by several thousands exploratory boreholes (KÁRPÁTINÉ RADÓ 1986, GYALOG et al. 2007). On the basis of the acquired new knowledge and the adoption of HEDBERG's (1958) stratigraphic principles the Upper Rhyolite Tuff was assigned in different litho-stratigraphic units (HÁMOR 1985, PENTELENYI 2002, GYALOG 2005). The Galgavölgy Formation is the most extensive of them which considering the 10 sequence units recognised and distinguished in the frame of this work (Table 1) occurs in the units 1–4 and 6 as well as in the central and eastern parts of the unit 8.

It was succeeded to identify the following three main eruption centres of the Upper Rhyolite Tuff: Nyírség–Tokaj Mountains, Bükkalja–West Bükk and Cserhát – West Mátra.

In the thick units consisting mainly of rhyodacite the “Upper Rhyolite Tuff” was given a separate litho-stratigraphic name. In the Bükkalja, the western margin of Bükk and in the Nyírség–Tokaj Mountains it was identified as the Bábászék Member of the Harsány Formation, the Felnémet Formation and the Szerencs Formation, respectively.

In the western part of the Borsod Basin and in the Egercsehi Basin the upper sequences of the Badenian–Sarmatian Lénárdaróc Formation correspond to them.

The main features of its regional units can schematically be characterised as follows:

1. *West and Southwest Transdanubia*: one or several, 1–20-cm-thick fine-grained rhyodacite beds of atmoclastic origin are intercalated in the predominantly pelitic Sarmatian inland-sea assemblage occurring in the deepest part of the Neogene basin.

2. *East Transdanubia and Pest Plain*: a distinct, 10–150-cm-thick main level of fine- and small-grained, upward-fining and lime-free rhyodacite tuff extends all over the region in the middle of the lower third of the non-volcanic, basinal Sarmatian sequences. In the environs of Budapest it crops occasionally out on the surface. In two mountain foreland regions – in the Várpalota and Hidas Basins – some 3–10 thin tuff intercalations can additionally be observed. It is not yet clear whether they formed by marginal redeposition or by some smaller volcanic eruptions.

On the basis of its westward fining grain-size tendency and thinning the tuff material of the units 1 and 2 is suggested to be derived of the Nyírség–Tokaj Mountains eruption centre through atmoclastic processes.

3. *In the northern part of the Danube–Tisza interfluvium* some definitively Sarmatian rhyodacite occurrences are known at depth in the Neogene basin exceeding occasionally the thickness of 10 metres. Due to the non-coring drilling technique the knowledge of these sequences is quite incomplete. Their origin is therefore uncertain. They may have derived of any of the 3 eruption centres.

4. *In the southern part of the Danube–Tisza interfluvium* merely some thin (1–10-cm-thick) rhyodacite intercalations were revealed by hydrocarbon exploratory boreholes in the deep zones of the Neogene basin within the Sarmatian inland-sea assemblage. They are thought to derive of the Nyírség–Tokaj Mountains eruption centre by atmoclastic processes as well.

5. *The northern part of the Great Hungarian Plain* is poorly explored by boreholes. Nevertheless, some thin – several-decimetres-thick – and some thicker, more-than-100-m-thick rhyodacite interbeds are known in the deep zones of the Neogene basin within the Sarmatian inland-sea assemblage. They derive presumably of the nuée ardente rolled down of the eruption centre in the Bükk margin.

6. *In the Cserhát–West Mátra region* the Galgavölgy Formation is known of surface outcrops as well as deep boreholes. Its several-metres- to several-tens-metres-thick bed occurs both in inland-sea and debris-cone facies of the Sarmatian assemblage. It derives unambiguously of the eruption centre between the Cserhát and Mátra Mountains.

7. *In the South Bükk and West Bükk region* the Sarmatian rhyodacite tuff assigned in the Bábászék Member is several hundreds metres thick. It originates from the nuée ardente rolled down of the volcanic centre formed along the faults extending there. As a result of its formation nearby, its beds have more or less been welded and hardened.

8. *In the Egercsehi–Borsod Basin–Cserhát unit* two main beds of the Sarmatian rhyodacite tuff have formed. From the east to the west their thickness decreases from 20–30 metres to 4–5 metres. Commonly they are only slightly welded, featuring occasionally accretion lapilli. They are thought to derive unambiguously of the nuée ardente rolled down of the Nyírség–Tokaj Mountains eruption centre.

9. *In the Nyírség–Tokaj Mountains unit* an enormous – approximately 25 000–30 000 km³ – predominantly pyroclastic rhyodacite-andesite-volcanic mass surged up to the surface. In the Tokaj Mountains it can be studied on the surface, whereas in the Nyírség it is buried beneath Pannonian and Pleistocene basin sediments. The large eruption centre formed in the basement of the basin. Additionally, the presence of some 26 smaller ones has been proven in the area of the Tokaj Mountains (ZELENKA 2008). To a certain extent the Sarmatian rhyodacite tuffs of the unit assigned in the Szerencs Formation have been welded. Additionally, lava rocks and their special types including obsidian and perlite also occur sporadically.

10. *In the South Great Hungarian Plain unit* in spite of the high number of hydrocarbon exploratory wells penetrating the Neogene assemblage neither Sarmatian nor other Miocene – Upper Pannonian volcanic sequences were observed.

Bevezetés

A felső riolittufa fogalmát SCHRETER (1923) alkotta meg, majd ezt NOSZKY ID. (1927) később megerősítette. Hazai rétegtani jelentőségét — a két idősebb miocén riolittufa szintjével együtt — a felismerés óta egyre növekvő számú adat alapján VADÁSZ (1953) a Magyarország földtana egyetemi tankönyvében általános érvényűvé emelte. A felső riolittufa előfordulási adatai az ország területének az 1950–1990 közötti évek felfokozott mértékű földtani kutatása során, amikor sor került a hegyvidékek 1:10 000–1:25 000-es földtani újratérképezésére, a neogén medence-területeken pedig nyersanyagkutató fúrások tízezrei mélyültek, nagymértékben megsokasodtak.

A rétegtanban HEDBERG (1958) nemzetközi kezdeményezésének elfogadása nyomán, 1970 után hazánkban is végbement a rétegtani nevezéktan megújulása. Miocén tufaszintjeink is új nevet kaptak, de ezek földtani, rétegtani ismertetésére csak vázlatosan került sor.

Ebben a dolgozatomban a felső riolittufa vonatkozásában szeretném ezt a hiányt pótolni.

A felső riolittufa ma már nem érvényes elnevezés a neogén korú Pannon-medencében nagy elterjedésű szarma-

ta riolittufára. Hámor G. a Magyar Rétegtani Bizottság Miocén Albizottságának vezetője elsősorban a cserhádi és a nyugat-mátrai tapasztalatai alapján 1985-ben adta a Galgavölgyi Riolittufa Formáció (stMs) nevet a „paroxizmus idején Kárpát-medencei elterjedésű”, a beltengeri és a hordalékkúp kifejlődésben is vékony tufaréteggént megjelenő felső riolittufának. Mai ismereteink alapján úgy tűnik, hogy Galgavölgyi Formációként célszerű elkülöníteni a dunántúli, nyugat-alföldi, borsodi-medencei és cserhádi egy vagy két fő réteget alkotó tufaréteget.

Néhány évvel később azonban a kérdéssel foglalkozók úgy találták, hogy a miocén savanyú vulkanizmus két nagy kitörési központja — a Bükk hegység D-i és NyDNy-i előtere, valamint a Nyírség–Tokaji-hegység környéke —, továbbá a Borsodi-medence Ny-i részén is célszerű további litosztratigráfiai egységeket felállítani, amelyek egy — esetenként még bizonytalanul kijelölhető része — párhuzamosítható a Cserhát–Nyugat-Mátrai kitörési központ környéki Galgavölgyi Formációval (PENTELENYI 2002, GYALOG 2005, GYALOG, SÍKHEGYI 2005).

PENTELENYI (2002) a Bükk D-i előterében a Harsányi Formációnak elkeresztelt piroklasztitösszet Bábászéki Tagozatát tartja a Galgavölgyi Formációval párhuzamo-

síthatóknak. A Nyírség–Tokaji-hegységi területen a Szerencsi Formáció egy része, a nyugat-borsodi Lénárdaróci Formációnak és a Felnémeti Formációnak pedig a felső része párhuzamosítható a Galgavölgyi Riolittufával (GYALOG 1985).

A dolgozat címében a felső riolittufa megnevezést (habár nevezéktanilag meghaladott volna miatt a címben idézőjelbe tettük), továbbra is indokoltnak látjuk használni mert összefoglaló megnevezését jelenti a mára már öt nagyobb litosztratigráfiai egységbe sorolt szarmata riolitos vulkanizmusnak.

A szarmata rétegsorokat részletesen ismerő szakemberekben azonban joggal merülhet fel a kérdés, hogy mely formációkba tartoznak, hová sorolandók a szarmata összletben az egy vagy két fő tufarétegen túl gyakran észlelhető, milliméterestől pár centiméteresig terjedő vastagságú rioladittufa-, illetve bentonitrétegek. Úgy tűnik, ezek környezetük kifejlődésétől függően a Kozárdi, a Tinnyei, a Gyulafirátóti vagy a Sajóvölgyi Formációba sorolandók, mivel kronosztratigráfiai jelentőségük egyelőre nem bizonyítható, mert tufaszórásból, illetve áthalmozásból való származásuk egyaránt elfogadható vagy kétségbevonható.

A szarmata rioladittos vulkanizmusnak a három nagy centrumon túl nyilvánvalóan több apró kiterjesztési helye is lehetett. Ezek kiszórt anyaga légi úton akár 100–250 km-es távolságba is eljuthatott. Azonban a legnagyobb kiterjesztésből származó, a levegőből gyakorlatilag mindenütt egyidejűleg lerakódott 20–50 cm vastag tufából sokkal később is ismételtelen bemosódhatott az üledékgyűjtő egyes részeibe, és idegen kőzetanyagtól szinte teljesen mentes — vagy szabad szemmel nem észlelhető „szennyezést” tartalmazó piroklastanyag, s ezekből — tufa-, illetve tufiticskók, vékony (1–5 cm-es) rétegek, „lencsék” jöhettek létre. A vulkáni tufarétegek szarmata emeletbe való sorolását a terepen dolgozók számára megkönnyíti, illetve lehetővé teszi, hogy a jellegzetes csökkent sós vízi faunaelemeket bezáró rétegek közé települnek, illetve a tufasorozatokban ilyen faunát tartalmazó vékonyabb-vastagabb beltengeri betelepülések jelennek meg. A legjobb kapaszkodót itt a Mollusca-fauna (BODA 1959, 1974; SZÉLES 1970) adja, de a jórészt terepen is biztosan felismerhető Foraminifera-fauna (KORECZNÉ LAKY 1973, 1976) is hatékonyan segít a fekvő badeni és a fedő alsó-pannóniai rétegektől való elhatárolásban.

A szarmata Mollusca- és Foraminifera-faunát, továbbá a mikrop planktonflórát (SÜTÖNÉ SZENTAI 1987, 1988) összevetve a fekvő- és fedőbeli faunával és flórával egyértelmű, hogy a szarmata és az alsó-pannóniai fauna és a mikroflóra is a beltengervíz sótartalmának éghajlati ingadozások hatására bekövetkező, viszonylag gyors és drasztikus megváltozása által kikényszerített s nem a normál sós vízi tengerekben lezajló lassúbb biológiai fejlődés eredményeként jött létre. Így a szarmata faunás képződményeink alsó és felső határa is közel azonos időszintben fut, ellentétben a többi harmadidőszaki emeletünkkel, amelyeket az időhatárokat metsző fácieshatárok választanak el egymástól (HÁMOR 1997b, 1998, 2006).

Kutatástörténeti áttekintés

A kutatástörténeti fejezet elkészítéséhez a szarmata riolittufával/-tufákkal tételesen foglalkozók munkáin túl végignéztem az alábbi, a valós kép kialakításához szükséges publikációkat is. SCHRÉTER (1912, 1913) és NOSZKY ID. (1912) korai dolgozataiban valószínűsíthető volt, hogy érintik a felső riolittufát. Tisztázni kellett, vajon vannak-e maradványai a „felső riolittufának” a Bükk karsztos mélyedéseiben (JÁMBOR 1961, SERESNÉ HARTAI 1983). Ellenőrizni kellett a „felső riolittufa” mecseki előfordulásainak leírásait is (HÁMOR 1964, FORGÓ et al. 1966, FÖLDI 1966, FÖLDI et al. 1967, HÁMOR 1970).

A Kárpát-medence egészét érintő munkák közül BALKAY (1959, 1962), SZÁDECZKY-KARDOSS et al. (1967) és STEGENA et al. (1975) publikációit is áttanulmányoztam.

Az egyes régiók előfordulásainak felderítéséhez a kutatástörténeti fejezet időbeli sorrendjénél hivatkoztatokon túl értékeltem BÉLTEKY et al. (1962), RAVASZNÉ BARANYAI (1962), STRAUZ (1955), BALOGH (1964), VÖLGYI (1965), BALOGH, RÓNAI (1965), BALOGH et al. (1966), BIHARI (1971), WEIN, MOLDVAY (1973), RÓNAI et al. (1966, 1971, 1974, 1975), RÓNAI, SZENTES (1972), FORGÓ et al. (1976), DEÁK et al. (1981), ELSTON et al. (1985), KÓKAY (1961, 1989), KÖRPAŠ (1999), MAGYARNÉ NÁDAS (1987, 1989), CHIKÁN (1991), HÁMOR (2006, 2007), KULCSÁR (1943, 1968), JÁMBOR (1966, 1971, 1996), KÓKAY (2002a, b) és SZEGŐ, JÁMBOR (2006) munkáit is.

A regionális földtani kutatások kezdetén hazánkban BEUDANT (1822) 1818. évi, az ország egész területére kiterjedő földtani térképén a vulkanitokat trachit és bazalt elkülönítésben tüntette fel. Pontos korukat azonban nem tudta megadni. Figyelemreméltóak azonban rétegoszlopában a tokaji-hegységi perlit, horzsakő-konglomerátum, alunitos kőzet és zöldkő fogalom megjelenése.

Az ország rendszeres 1:144 000-es méretarányú földtani felvételezését a szabadságharc leverése után az osztrák geológusok kezdték meg, majd 1869-et követően a Magyar Királyi Földtani Intézet geológusai folytatták. Munkájuk eredményeként alsó és felső trachittufát ismeretek fel az észak-magyarországi miocén rétegsorban. Az alsót az alsó-miocén szénteleses összlet alatt, a felsőt a helvétii slír rétegek fedőjében — azaz a később középső riolittufának, ma pedig Tari Riolittufa Formációnak nevezett képződményt — felső trachittufaként különítették el (ANDRIAN 1868a, b).

SZABÓ (1879) írta le először a tétényi és a törökbálinti szarmata „cerithium mészkő” rétegei között, „azokkal megegyező módon települő”, 30 cm vastag „zöldes agyaggá mállott biotit-trachyttufa réteget”, majd ugyanezt később (SZABÓ 1883) szó szerint megismételte. A felső riolittufának tulajdonképpen ez az 1879-es publikáció az első irodalmi említése, de rétegtani jelentőségét Szabó J. — érthető módon — akkor még nem ismerhette fel. Erről az előfordulásról ezt követően HALAVÁTS (1902, 1910), SCHAFARZIK (1914), VENDEL (1920), SCHAFARZIK (1922), SCHAFARZIK, VENDL (1929), FÖLDVÁRI (1929), VITÁLIS (1937), VENDEL

(1938), FÖLDEVÁRINÉ VOGL (1948), SZÉKYNÉ FUX (1948), SZABÓ (1959), VIRÁGH et al. (1962) és SCHAFARZIK et al. (1964) egyre újabb és újabb megfigyeléseket közöltek.

A tufaréteget igen nagy (70%-os) montmorillonittartalma miatt, vékony volta ellenére, Nagytétény mellett évekig fejtették, és többféle (mélyfúrási, élelmiszer- és textilipari) célra is felhasználták.

Az első világháború után a Mátra részletes térképezését NOSZKY ID. (1927, 1940) végezte, a Bükk hegységet és előtereit SCHRÉTER (1923, 1934) tanulmányozta. A felső riolittufa fogalmát SCHRÉTER Z. vezette be 1923-ban, amikor Verpelét mellett, a Mátra DK-i előterében faunás szarmata rétegek között talált vékony riolittufa-betelepülést.

A Tétényi-fennsík Ny-i szélén, továbbá a Bicskei-medencében (Sóskút, Máty, Etyek, Vál) pedig JASKÓ (1943) ismert fel — részben VADÁSZ E. kéziratosa, a Tatabányai Magyar Állami Kőszénbányánál készített fúrási rétegsorai alapján — szarmata dácittufa-előfordulásokat. Megjegyzendő, hogy a szarmata nem vulkáni eredetű összetételű betelepülő piroklasztitritegek megnevezésére a dácittufa, riódácittufa és riolittufa kifejezést egyaránt használták a szerzők mind kéziratosa, mind publikált munkáiban; sokkal többször említik azokat, semmint pontos kőzettani meghatározásukra sor került volna.

A dácittufa Egercsehi környéki megjelenéseit JASKÓ (1952), SZENTES (1959), LÁNG (1959) és DÉR (1957), a borsodi-medencebelieket BALOGH (1949) és SCHRÉTER (1952), a budapest-kőbányait SZÉKYNÉ FUX (1948) jellemezték.

VADÁSZ (1953) először adott országos áttekintő ismertetést a három miocén riolittufaszintről, aminek eredményeként az ötvenes években nagy lendületet vett fúrási kutatások során a szakemberek egyre inkább figyelmet fordítottak a miocén rétegek között megjelenő savanyú piroklasztitok elkülönítésére és rétegtani jelentőségük hangsúlyozására (JÁMBOR 1998).

A sok ezer fúrási mélyítése közben az adatok gyűjtése és azok publikációban való megjelenése gyakorlatilag elvált egymástól. Az előbbi munkát általában a fiatalabb, a terepi nehézségeket még jobban bíró, az utóbbit pedig az idősebb, nagyobb tapasztalattal rendelkező szakemberek végezték.

A dunántúli szénhidrogén-kutató fúrásokkal kapcsolatos terepi megfigyeléseket főként Bíró E., Völgyi L., Németh Gy., Bardócz B., Mészáros L., Szerecz F., Bodzay I. és Bokor Cs. végezte. Az Alföldön Gajdos I., Pap S., Balla K., Vadász E., Szentgyörgyi K., T. Kovács Gy. és Gombos J. nevét kell megemlíteni.

A Hidasi-medence miocénlignit-kutató fúrásait első sorban Földi M., a Várpalotai-medence ugyancsak miocénlignit-kutató fúrásait Kókay J., Barabás A., Molnár I. né, Bodrogi I., Buda T. és Szilágyi A. dokumentálta, Máty, Zsámbék, és Csákvár területén Modrovich Gy., Muntyán I. né, Jámbor Á., Csajághy Zs. és Pópity J. vett részt a neogén rétegsorok összeállításában. A borsodi-medencei fúrások feldolgozásában Radócz Gy., Káli Z., Szokolai Gy., Várhegyi P., Deák J. és Goda L. vállalt jelentős szerepet.

A Galgavölgyi Formáció elterjedésére vonatkozó adatok gyűjtésének lehetőségét erőteljesen befolyásolta a fúrások mélyítésének mikéntje. A szénkutató, a nemérces ásványi nyersanyagkutató és a földtani alapfúrásokat végig magveteles, jobböblítéses (öblítőiszap a rudazaton lefelé, a gyűrűstérben felfelé) módszerrel, a víz- és szénhidrogén-kutató fúrásokat teljes szelvényvel mélyítették. A magfúrások általában jó lehetőséget biztosítottak a részletes rétegsor összeállításához, a vízkutató fúrások furadékhanyagának feldolgozása viszont a vízkivételre beszűrőzendő réteg kijelölésére általában elegendő volt, de részletes rétegsor összeállítását nem tette lehetővé.

A magyar állam által finanszírozott ún. kincstári szénhidrogénkutató fúrások (SCHMIDT 1939) kiváló rétegsorainak elkészítését a balöblítéses (öblítőiszap a gyűrűstérben lefelé, a rudazaton felfelé) módszernek a szakaszos előfúrással történő együttes alkalmazása és a furadékhanyag tapasztalt szakemberek általi helyszíni meghatározása biztosította. Így ugyanis a 20–50 cm-es előfúrási szakaszokból felszínre hozott viszonylag nagy (1–3 cm-es) kőzetdarabokból egyrészt biztosan meg lehetett mondani, hogy milyen kőzet(ek)et harántoltak, másrészt a furadékhanyaggal együtt felszínre került Mollusca-maradványokból és kőzetdarabokból kiiszapolt mikrofaunából a harántolt szakasz kora is meghatározható volt. Az előfúrási szakasz feletti rétegekből ugyanis idegen furadékhanyag gyakorlatilag nem kerülhetett a tisztára öblítéssel elhatárolt szakaszba.

A szénhidrogén-kutató vállalatok (Eurogasco, Maort, Manát, OKGT) fúrásaikat jobböblítéssel, folyamatos teljesszelvényű előrehaladással kiviteleztek. Ez a módszer gyorsabb előrehaladást és biztonságosabb lyukfalat eredményezett, de vékony (10–50 cm-es) rétegek helyének megadását nem tette lehetővé. A jobböblítéses módszer alkalmazásánál ugyanis a gyűrűstérben felfelé viszonylag lassan áramló öblítőiszapban a furadékhanyag erősen keveredik, szelektálódik nagyság, fajsúly és alak szerint is. A „tufacsíkoknak”, sőt egyáltalán a szarmata rétegeknek a regisztrálása a terepi rétegsorban már a feldolgozó gondos megfigyelő munkájáról tanúskodik. Így a furadékhanyagból ritkán előkerülő ősmaradványok a medenceterületek nagy részén a badeni–szarmata, és a szarmata–alsó-pannoniai határ kijelölését csak jelentős bizonytalansággal tették lehetővé.

A megbízhatóbb rétegsorok előállítását már a negyvenes évek elejétől a fúrások karotázsszelvényezése, majd az 1970-es évek második felében már a műszerkabinok alkalmazása, továbbá természetesen a gyér és első sorban a kutatás-termelés technikai kérdéseinek megoldásához szükséges magfúrások segítették elő.

KÖRÖSSY (1956, 1957) az alföldi szénhidrogén-kutató fúrások adatai alapján korán felismerte, hogy az Alföldön a miocén riolittufák előfordulásának DK-i határát lényegében a kréta–paleogén flisaljzat ÉNy-i széle rajzolja ki. Ezekben a munkáiban a tisztabereki, nyíregyházai, debreceni, túrkevei, sajhídvégi fúrásokból együttesen említi a torton és szarmata pelites, homokos, esetenként mészkőrétegek

közötti riolittufák megjelenését, és vastagságvonalait is így szerkesztette meg.

A Mecsek ÉK-i előterében a Hidas melletti badeni barnaköszén-medence fúrásos kutatására a 20. század hatvanas éveinek elején került sor. A munkálatokról készített előzetes jelentés (NÉMEDI VARGA et al. 1960) a fedő szarmata rétegekből „valószínűleg átmosott bentonitsávokat” említ, de FÖLDI (1966) — aki az itteni rétegsorok jelentős részét összeállította — a szarmata összetlet alsó felében rendszeresen, feljebb pedig alkalmasszerűen megjelenő, egyaránt pár deciméteres, tiszta riolittufa-betelepülést írt le.

A hazai savanyú vulkanitok genetikájának forradalmian új szemléletét PANTÓ (1961) vezette be, aki külföldi példák nyomán felismerte, hogy a savanyú vulkanitok túlnyomó része gördülőfelhőből lerakódott, összeült riodácittufa, s lávaképződmények közöttük csak ritkán fordulnak elő. Sokak meglepetésére összeült riodácittufa szubvulkáni helyzetben való megjelenését is reális lehetőségként írta le (PANTÓ 1964). Ő közölte először (PANTÓ 1965) vázlatos, 1:4 000 000-s térképén a három miocén riolittufaszint magyarországi elterjedését. Ez a vázlat a felső riolittufa tekintetében lényegében elfogadta KÖRÖSSY (1956, 1957) észak-alföldi térképét, de a Dunántúlon csak a Kulcs Ks–2 jelű, valamint a Sztálinváros Szt–1 jelű fúrásból leírt (CSÍKY 1963) és a régóta ismert sárszentmiklósi (VENDL 1913, 1927, KISS 1951) előfordulásokat sorolta ide, bár ezeket RAVASZNÉ BARANYAI L. már 1964-ben készített doktori disszertációjában az alsó riolittufákhoz hasonlónak írta le. Ugyancsak PANTÓ (1966) nevéhez fűződik a Gelénes G–1 jelű fúrás lemélyítése alapján a Nyírség 1000 m-t meghaladó vastagságú miocén riodácitos–andezites összetételű, uralkodóan piroklasztitokból álló sorozatának felismerése. Ebből a felső riolittufa a 608,0–1241,0 m közötti, tehát szokatlanul vastag szakaszt tölti ki.

Az időközben egyre szaporodó publikációkban mind gyakrabban találhatunk a felső riolittufára vonatkozó adatokat. Figyelemreméltóak az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt geológusainak (DUBAY 1962; CSÍKY 1963; JUHÁSZ, KÖVÁRY 1964; SZEPESHÁZY 1967a, b, 1971; JUHÁSZ, KRIVÁNNÉ HUTTER 1967; BODZAY 1966, 1968; BALÁZS, JUHÁSZ 1969; JUHÁSZ 1970; T. KOVÁCS 1971, 1975; SZENTGYÖRGYI 1978, 1989; KÖRÖSSY 1978, 1979, 1980, 1987, 1988, 1989, 1990, 1992, 2004, 2005 és CSÍKY, KÖRÖSSY 1979) cikkei, amelyek alapján jól kirajzolódott a felső riolittufának a Dunántúl nagy részére és az Észak-Alföldre való kiterjedése. Adatsoraikat az Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattárban elérhető jelentések (ERDÉLYINÉ, KÖRÖSSY 1962, 1963; ERDÉLYINÉ et al. 1964, 1967; SZERECZ 1964; KÖRÖSSY 1966, 1978 és TAKÁCS, KÖRÖSSY 1967) kiválóan egészítik ki.

Az összes hazai szénhidrogén-kutató fúrás rétegtani tagolását tartalmazó hatalmas kéziratos táblázataiban KÁRPÁTINÉ RADÓ (1986) a felső riolittufa előfordulásaira vonatkozó kútkönyvi megfigyeléseket is feltüntette. RAVASZ (1981, 1987) neogénvulkanit-térképei és táblázatai túlnyomórészt KÁRPÁTINÉ RADÓ D. adatbázisára támaszkodva készültek.

Közel az egész országra kiterjedt a KGST Földtani Állandó Bizottsága által az 1960-as évek elején elhatározott program, amelynek megfelelően 1965–1981 között a Magyar Állami Földtani Intézet geológusai megszerkesztették az 1:200 000-es Gauss–Krüger-szelvényezésű hazai lapok földtani térképváltozatát, és összeállították a megelőző földtani kutatások lehetőleg minden adatának figyelembevételével azok magyarázó köteteit is. Ezek közül a tatabányai (SZENTES et al. 1968), a budapesti (JÁMBOR et al. 1966), az egri (BALOGH, RÓNAI 1965), a miskolci (ALFÖLDI et al. 1975), a sátoraljaújhelyi (PANTÓ in BOCSÁN et al. 1966), a kisvárda–mátészalkai (MOLDVAY et al. 1975), a veszprémi (DEÁK et al. 1972), a székesfehérvári (RÓNAI, SZENTES 1972), a szolnoki (RÓNAI et al. 1967), a debreceni (RÓNAI et al. 1966), a zalaegerszegi (FRANYÓ et al. 1976) és a pécsi (FORGÓ et al. 1966) lapon, illetve annak magyarázójában vannak a felső riolittufára vonatkozó adatok, amelyek túlnyomó része a korábbi kutatások eredményeinek összegyűjtéséből származik.

A felső riolittufának a Tokaji-hegység D-i előterében, a Szerencsi-öbölben lévő előfordulását ZELENKA (1964) ismertette. Dolgozatában az északkelet-magyarországi neogén vulkanizmus rétegtani tagolását sikerült máig érvényes módon felvázolnia.

RADÓCZ (1969, 1971) alapfúrásai feltárták a Cserehát felsőriolittufa-előfordulásait, és a szerző egyúttal felismerte, hogy afelett jelentős elterjedésben található egy újabb, fiatalabb riolittufaszint, amelynek alsó-pannóniai korát és nagy hazai elterjedtségét a Bicskei-medencerendszer két É-i, a Mányi- és a Zsámbéki-öblében sikerült többoldalú faunisztikai adatokkal is megerősíteni (JÁMBOR 1975, 1978a, 1991).

Ennek a felismerésnek jóval később döntő szerepe volt a Tokaji-hegység és a Nyírség mélybeli vulkáni képződményei legfelső részének szarmatából az alsó-pannóniaiba való átsorolásában (JÁMBOR 1997).

HÁMOR (1970) megerősítette és területileg lényegesen kiterjesztette FÖLDI (1966) felső riolittufa mecseki elterjedésére vonatkozó korábbi megfigyeléseit.

VARGA et al. (1975) Tar, Hasznos, Pásztó, Visonta, Verpelét és Tarnaszentmária környékéről említi a felső riolittufa előfordulásait.

JÁMBOR (1976), továbbá RAVASZ, SOLTI (1981) megfigyelései szerint a zsámbéki neogén öböl DK-i részén, Budajenő mellett mélyített kénkutató fúrások pelites, beltengeri fáciesű szarmata rétegei alsó harmadának közepe táján rendszeresen megjelenik 20–50 cm vastagságban a felső riolittufa (BODA et al. 1985).

HÁMOR (1985) írta le először Galgavölgyi Riolittufa Formáció néven a felső riolittufát. Részletesen jellemezte annak cserhádi előfordulásait, s ismertette, hogy az egyaránt jól azonosítható betelepülésként van jelen a beltengeri Kozárdi és a hordalékkúp fáciesű Sajóvölgyi Formációban. A tufaszint fúrásokban való megjelenését táblázatos összeállításban közölte. Földtani irodalmukban egyedülálló módon fotóval is dokumentáltan ismertette a Galgavölgyi Riolittufa Formáció Mátraverebély melletti kitérés csator-

náját. E munkájában, majd később ismételtlen is (HÁMOR 1997b, 1998) állást foglalt ennek a riolittufaszintnek gyakorlatilag országos elterjedtsége mellett.

BENCE et al. (1990) a Nyirádi-medencében a badeni-szarmata határhoz közeli helyzetben említ vékony bentonit-reteget, s ezzel újabb területi előfordulását a felső riolittufának.

BUDAI et al. (1999) a szarmata Tinnye Formációban a Galgavölgyi Formációhoz sorolható vékony, zöld-féhartarka bentonitos agyagelőfordulást említ. HÁMOR T. (1992) a Sziráki Szi-2 jelű fúrás Budajenői Formációjában észlelt 10 cm vastag riolittufit-közbetelepülést.

PÜSPÖKI et al. (2001) dolgozata egész ÉK-Magyarország vulkáni képződményeinek rétegtani szintézisét foglalja magában. Munkája egyértelműen támaszkodik SZÉKYNÉ FUX et al. (1986) munkájára, de táblázatuk méretaránya sajnálatosan túlzottan kicsi, jelmagyarázata pedig kimaradt a publikációból.

PÜSPÖKI (2002) átfogó szelvényében lényegesen pontosította a Borsodi-medence DK-i részén a felső riolittufa elterjedését, vastagságát és tagolódását.

Radócz későbbi javaslatában (in GYALOG, BUDAI 2004) összefoglalta a Borsodi-medence vulkanitjainak rétegtani helyzetét.

BUDAI et al. (2008) gondosan felsorolta a felső riolittufa Vértes hegység környéki előfordulásait.

A Paratethys neogén rétegei időbeli helyzetének meghatározását riolittufa-szintjeink, így a felső riolittufa K-Ar radiometrikus korának megmérése tette lehetővé. A korábbi — a 20. század eleji — a mediterrán és a Paratethys-térségek neogén képződményeinek a Molluscákra és a bentoszforaminiferákra alapozott korrelációjáról, a planktonforaminiferák, a nannoplankton-maradványok vizsgálata és a K-Ar korok meghatározása nyomán kiderült, hogy azokba mintegy 2-3 millió éves hiba csúszott; a mediterrán tortonai emelet időben nem a Középső-Paratethys tortonjának, hanem kb. a pannóniai emeletünknek felel meg.

A magyarországi riolittufák keletkezési idejének meghatározását azok kálium- és — a leülepedésük óta, abból a radioaktív bomlás eredményeként keletkezett — argontartalmának meghatározása tette lehetővé. A Hámor G. által kezdeményezett, az ország egész területének neogén képződményeire kiterjedő vizsgálatsorozatban elsősorban a Magyar Állami Földtani Intézetnek kutatási területük szerint érintett terepi szakemberei — Hámor G., Halmai J., Hámor T., Jámbor Á., Kókay J., Ravasz Cs., Partényi Z., Solti G. és még sokan mások — vettek részt. Feladatuk a neogén összletnek a helyi biosztratigráfia elemekkel jól meghatározható szintjeiből származó, K-Ar-mérésekre alkalmas vulkáni eredetű kőzetminták begyűjtése volt. Ezeket a mintákat Ravaszné Baranyai L. közettani szempontból ellenőrizte, hogy állapotuk szerint alkalmasak-e a mérésekre, majd azok K- és Ar-tartamát a debreceni Atomkiban Balogh Kad., Pécskay Z. és Árváné Sós E. lemérte. Sok esetben nemcsak a kőzet, hanem az azokból kiszeparált biotit- és földpátfrakciók K- és Ar-tartalmának és így korának meghatározására is sor került (BALOGH KAD.,

RAKOVITS 1976; HÁMOR et al. 1978; HÁMOR et al. 1980; ÁRVA-SÓS et al. 1983; BALOGH KAD. 1985; HÁMOR G. 1985; HÁMOR G. et al. 1987; JÁMBOR 1991; SZÉKY FUX, PÉCSKAY 1987, 1991; SZÉKY FUX et al. 1991; KÓKAY et al. 1993; HÁMOR G. 1996, 1997b, 1998; ZELENKA et al. 2004; PÉCSKAY et al. 2006). A sok mérési eredmény tette lehetővé neogén emeletrendszerünk, s egyúttal az egész Középső-Paratethys emeletrendszerének a mediterrán térségekével való időbeli korrelálását. Ennek táblázatos összefoglalója CSASZÁR (1997) szerkesztésében jelent meg. LUKÁCS, HARANGI (2002) pedig a miocén savanyú kemizmusú vulkanizmusnak az egész Pannon-medencére kiterjedő áttekintő jellemzését készítették el.

Később a RÓNAI A. által (COOKE et al. 1981) az alföldi pleisztocén képződmények kronosztratigráfiai helyzetének meghatározására kezdeményezett, végig magvétel fúrások részletes (20–50 cm-enkénti) paleomágneses vizsgálatát Hámor G. ösztönzésére a hazai neogén képződményekre is kiterjesztették (ELSTON et al. 1985, 1990; POGÁCSÁS et al. 1991).

Ezeknél megbízhatóbb eredményeket hoztak a bükkaljai és a Tar környéki K-Ar mérésekkel kombinált felszíni paleomágneses mérések és a riolittufák azonosítására bevetett aprólékos geokémiai vizsgálatok (MÁRTON 1990, MÁRTON, PÉCSKAY 1998, HARANGI 2001, LUKÁCS et al. 2002, ZELENKA et al. 2005, MÁRTON et al. 2007, HARANGI, LUKÁCS 2008).

A Tari Dácittufa Formáció típusszelvénye ilyen módszerekkel történt felülvizsgálatának eredményei (PÓKA et al. 2004, ZELENKA et al. 2005) jelzik, hogy a szarmata riolittufa pontos azonosítására a terepen szokásos kőzetfelismerés és a rétegek fúrásról-fúrásra, feltárásról-feltárára való követésének módszerén túl az aprólékos ásványtani, geokémiai vizsgálatokat már a többi előforduláshoz is be kellett volna vetni. Sőt a paleomágneses tér irányítottágát, további kibúvásokban (Budatétény, Galgaguta, Szentkút, Verpelét, Ládbesnyő stb.) is meg kellene határozni, hogy biztosan megállapítható legyen, vajon valóban ugyanazon kitérés termékei-e ezek az előfordulások. Ezeknek a munkálatoknak az elvégzésére azonban a közeljövőben aligha számíthatunk. Mégis használni kellett a „felső riolittufa” fogalmát, amit előbb alapjában véve uralkodóan terepi sztratigráfiai módszerekkel szerzett ismeretekre támaszkodva tettünk meg, még akkor is, ha ezeket a terepi módszereket egyes szakemberek jóformán semmire sem használhatóknak vélik. Tovább lépést azonban ezen a téren csak úgy remélhetünk, ha a paleomágneses, geokémiai és aprólékos ásványtani vizsgálati program elvégzéséig elfogadjuk, a kétségkívül durvább terepi módszerekkel nyert azonosítási koncepciót.

Magyarország 1:100 000-es, interneten is elérhető térképsorozata és a hozzá írt térképmagyarázó (GYALOG 2005, GYALOG, SÍKHEGYI 2005) foglalja össze legtömörebben a szarmata riolittufákra vonatkozó ismereteket. Eszerint a szorosabb értelemben vett Galgavölgyi Riolittufa Formáció a 82 db az egész ország területét lefedő 1:100 000-es Gauss-Krüger-szelvény közül a felszínen összesen hat

lapon fordul elő. A szendrői lapon Szakácsi, Irota, Gadna és Ládbesnyő mellett összesen öt, a salgótarjáni lapon Szentkút (Cserhát) mellett egy, a váci lapon Galgagutától DK-re négy, a gyöngyösi lapon Mátraverebély, Tar és Hasznos közelében egy-egy, az egri lapon Kisanánánál egy foltja szerepel. A miskolci lapon Edelény, Balajt, Sajópálfala és Sajószentpéter közelében tüntetik fel kibúváisait.

Ezen túlmenően azonban a badeni–kora-pannoniai korú bükkaljai Harsányi Riolittufa Formációban, a Felnémeti és a Lénárdaróci Riolittufa Formációban is szerepelnek csak szarmata korú, jól vagy kevésbé jól elkülöníthető tagozatok. A Tokaji-hegységben megjelenő sok, a részletes térképezést végzők (Pantó G., Erhardt Gy., Gyarmati P., Ilkeyné Perlaki E., Molnár J., Pentelényi L., Zelenka T.) által elkülönített tagozata miatt lett önálló a Galgavölgyivel többnyire azonosan kora-szarmata korú Szerencsi Riolittufa Formáció.

A szarmata korú savanyú piroklasztit anyagú litosztratifriai egységek hegyvidéki és medenceperemi felszín alatti elterjedésének megismerését, nyomkövetését a Gyalog L. vezetésével a Magyar Állami Földtani Intézet számos szakemberének bevonásával, a Mol Rt. anyagi támogatásával 2002–2007 között kiépített fúrás adatbázis nagymértékben elősegítette (GYALOG et al. 2007).

A felső riolittufa területi kifejlődési egységei

A nagyszámú kutatási adat alapján a hazai miocén vulkáni területeken a szarmata riolit vulkanizmusnak három biztos — Nyírség–Tokaji-hegység, Dél-Bükk–Nyugat-Bükk, Cserhát–Nyugat-Mátra — jelentős, a felsorolás sorrendjében kb. 600, 100, 50 km²-nyi kitörési központja körvonalazódott.

Az ország nagy területén a szarmata beltengeri és hordalékkúp kifejlődésű rétegsorok alsó harmadának közepe táján megtalálható riolittufa-főszint, amely a Galgavölgyi Formációval párhuzamosítható, vastagságának Ny, illetve DNy felé való fokozatos csökkenése alapján a Nyírség–Tokaji-hegységi kitörési központból származtatható, de a Cserhát–Nyugat-Mátrai és a dél-bükk–nyugat-bükki kitörési központ szerepe még megfelelő mennyiségű adat hiányában kellőképpen nem tisztázódott. Továbbá bár sikerült a Mecsek ÉK-i peremén és a Dunántúli-középhegység DK-i előterében a szarmata öszletben a vastagabb főszint mellett jelenlévő sok vékony piroklaszt eredetű betelepülés kialakulására egyéb szedimentológiai magyarázatot valószínűsíteni, nem zárható ki, hogy azok a Közép-Magyarországi tektonikai egység (HAAS, HÁMOR 1998) déli peremén húzódó, egyelőre még kevésbé ismert neogén vulkanitvonulat (BALÁZS et al. 1969) tufaszórásaiból is származhatnak.

Értékelve a kutatási adatokat a szarmata riolittufáknak a szarmata összleten belüli rétegtani helyzete, a főréteg vastagsága, a tufarétegek darabszáma és lényeges kőzettani tulajdonságai (szemcseméret, tisztaság, osztályozottság, rétegzettség), továbbá a tektonikai elemek figyelembe

vehetősége alapján, az alábbi tíz területi kifejlődési egységet tudtam megkülönböztetni (1. ábra és 1. táblázat):

1. Nyugat–Dél nyugat–Dunántúl,
2. Kelet–Dunántúl–Pesti-síkság,
3. Duna–Tisza köze É-i része,
4. Duna–Tisza köze D-i része,
5. Észak–Alföld,
6. Cserhát–Nyugat-Mátra,
7. Bükkalja–Nyugat-Bükk,
8. Egercsehi–Borsodi-medence–Cserehát,
9. Nyírség–Tokaji-hegység,
10. Délkelet–Alföld.

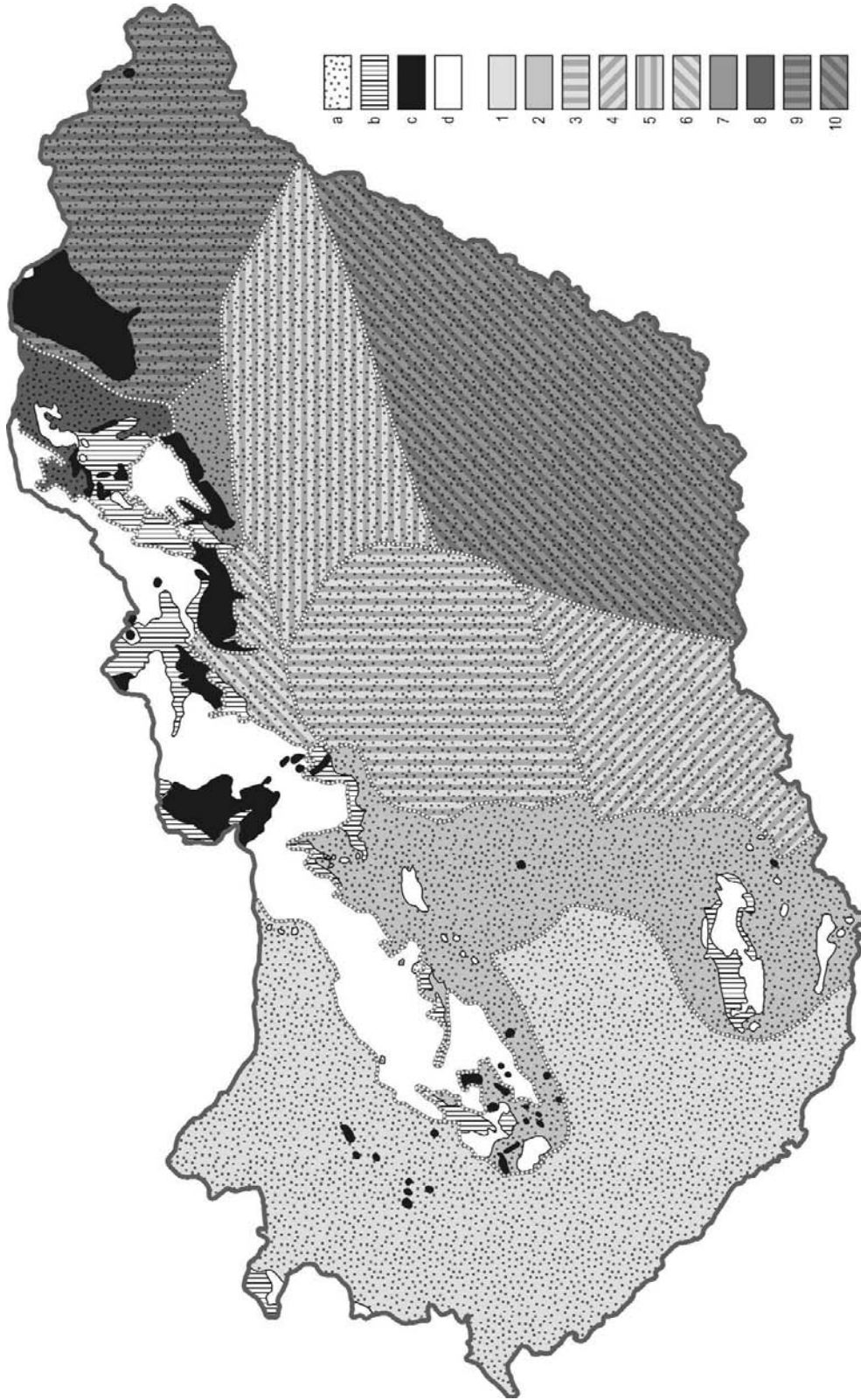
1. A Nyugat–Dél nyugat–Dunántúl kifejlődési egység az ország Ny-i határától kelet felé haladva a Dunántúli-középhegység ÉNy-i, majd délen a Mecsek hegység nyugati széléig, valamint a Balatonfőig terjed. Ezen a majd ötöd országnyi területen csak három fúrásban láthattam a felső riolittufa előfordulását. A Fertőrákos Frk–21 jelű térképező fúrásban 55,7–173,1 m közötti szarmata Kozárdi Formáción belül 165,70–165,73 m-ben alkotott alul és felül egyaránt éles határu betelepülést. Olajzöld, kissé bentonitos, aprószemű, jól osztályozott, felfelé finomodó rétege uralkodóan horzsa-köszemcsékből állt, amelyek mellett kevés földpát, víztiszta tufakvarc- és fekete biotitszemcsék voltak észlelhetők. Rétegtani helyzete lényegében megfelel a Bicskei-medence É-i részén (a mányi, zsámbéki, perbáli, budajenői fúrásokban) általános elterjedésű, de ott egy nagyságrenddel vastagabb és közép–aprószemű, tehát durvább kifejlődésű felső riolittufának. Mindkét helyen a szarmata rétegsor alsó harmadának közepe táján helyezkedik el a Galgavölgyi Formáció rétege.

Az ország nyugati határának közelében telepített Nagylózs Nlt–1 jelű kisalföldi alapfúrás a pelites szarmata rétegeket (Kozárdi Formáció) 1032,2–1070,0 m között harántolta. 1044,8 m-ben egyetlen, mindössze 1 mm-es vastagságú finomszemű, jól osztályozott, horzsa- és földpát-, tufakvarc- és biotitszemcsékből álló tufacsíkot észleltem, amely a kelet-dunántúliaktól eltérően a szarmata rétegsor felső harmadában települ.

A két dunántúli területi egység határának közelében mélyítették a Nemesbük Nb–2 jelű fúrást, a Keszthelyi-hegységtől Ny-ra kb. 2 km-re. A 252,0–283,2 m között harántolt szarmata pelites rétegsorban (Kozárdi Formáció) 272,5–273,2 m között halványszürke bentonitos agyagot észleltem, amelynek települési helyzete szerint ismét jól megfelel a Kelet–Dunántúl Galgavölgyi Formáció előfordulásainak. Szokatlan vastagsága és bentonitosodása koradiagenetikus átalakulás és rövid távú, medencén belüli áthalmozás feltételezésével értelmezhető.

A Galgavölgyi Formáció többi nyugat-dunántúli előfordulását publikációkból (KÖRÖSSY 1987, 1988, 1989, 1990; BODZAY 1966, 1968), továbbá adattári jelentésekből (ERDÉLYINÉ, KÖRÖSSY 1962, 1963; ERDÉLYINÉ et al. 1964, 1967; KÁRPÁTNÉ RADÓ 1986; KÖRÖSSY 1978; RAVASZ 1980, TAKÁCS, KÖRÖSSY 1967) gyűjtöttem össze.

A Kisalföldön az évek során kialakult 20 db szénhidrogénkutatási terület (Borgáta, Bősárkány, Bük, Celldömök,



1. ábra. A „felső riolituffa elterjedése és kifejlődési egységei (M=1:1 500 000)

a = Kvarter és pannóniai képződmények, b = prepannóniai képződmények, c = jelentős neogén vulkáni képződmények, d = preiocén képződmények; 1 – Nyugat–Délnyugat-Dunántul, 2 – Kelet-Dunántul–Pest-síkság, 3 – Duna–Tisza köze É-irése, 4 – Duna–Tisza köze D-irése, 5 – Észak-Alföld, 6 – Cserhát–Nyugat-Máttra, 7 – Bükkalja–Nyugat-Bükk, 8 – Egercsei–Borsodi-medence–Cserhát, 9 – Nyírség–Tokaji-hegység, 10 – Délkelet-Alföld

Figure 1. Extent of the Upper Rhyolite Tuff and its regional units in Hungary. Scale 1:1 500 000

a = Quaternary and Pannonian sequences, b = Pre-Pannonian sequences, c = Major Neogene volcanic sequences, d = Pre-Miocene sequences; 1 – West and Southwest Transdanubia regional unit, 2 – East Transdanubia – Pest Plain regional unit, 3 – Northern part of the Danube–Tisza interfluvial regional unit, 4 – Southern part of the Danube–Tisza interfluvial regional unit, 5 – North Great Hungarian Plain regional unit, 6 – Cserhát – West Máttra regional unit, 7 – Bükkalja – West Bükk regional unit, 8 – Egercsei – Borsod Basin – Cserhát regional unit, 9 – Nyírség–Tokaj Mountains regional unit, 10 – Southeast Great Hungarian Plain regional unit

1. táblázat. A „felső riolitufa” jellemzői az egyes kifejlődési területeken
Table 1. The main features of the “Upper Rhyolite Tuff” by regional units

Terrületi kifejlődési egységek, formációnevek	Megjelenés	Tufarétegek száma	A fő tufaréteg vastagsága	A tufarétegek szövete	Lávaközetek	A vulkánitok genetikája	A fő tufaréteg települési helyzete
1. Nyugat-Délnyugat-Dunántúl. Galgavölgyi Formáció	csak felszín alatt	általában egy	1–20 cm	laza, osztiályozottan réteges	nincsenek	atmoklasztikus vízbehullott tufa	a szarmata nem vulkáni kifejlődésű összlet alsó harmadában
2. Kelet-Dunántúl–Pesti-síkság. Galgavölgyi Formáció	általában csak felszín alatt, de Budapest környékén néhány helyen kibúváásban is	egy fő réteg, néhol egy-tíz kísérő réteg	20–150 cm	laza, osztiályozottan réteges	nincsenek	atmoklasztikus vízbehullott, esetleg vízbemosott tufa	a szarmata nem vulkáni kifejlődésű összlet alsó harmadában
3. Duna–Tisza köze É-i része. Galgavölgyi Formáció	csak felszín alatt	egy vagy több (?)	1–30 m	laza	nem ismeretesek	atmoklasztikus vízbehullott és/vagy gördülőfelhőből származó tufa	nem ismeretes
4. Duna–Tisza köze D-i része. Galgavölgyi Formáció	csak felszín alatt	egy vagy több (?)	1–10 cm	laza	nincsenek	atmoklasztikus vízbehullott tufa	nem ismeretes
5. Észak-Alföld Galgavölgyi és Felnémeti (?) Formáció	csak felszín alatt	egy vagy több (?)	1–10? cm	laza	nincsenek	atmoklasztikus vízbehullott tufa	nem ismeretes
6. Cserhát–Nyugat-Mátra. Galgavölgyi Formáció	felszínen és fúrásokban is	egy fő réteg	5–30 m	laza vagy közepes keménységűre összesült	nincsenek	gördülőfelhőkből származó és/vagy vízbe-hullott tufa	a szarmata nem vulkáni összlet közepe (?) táján települ
7. Bükkalja–Nyugat-Bükk. Bábaszéki Ta-gozat és Felnémeti Formáció	felszínen és fúrásokban is	egy fő réteg; kísérő rétegek (?)	több száz méter	kemény és közepes keménységű, ritkán laza	nem ismeretesek	gördülőfelhőkből származó tufa	közbetelepülés a miocén piroklastitösszletben
8. Egercsehi–Borsodi-medence–Cserhát. Galgavölgyi és Lénárdaróci Formáció	felszínen és fúrásokban is	két fő réteg, több vékonyabb kísérő réteg	5–30 m, Ny felé vékonyodik	általában közepes keménységű, néha gömbzárnyos kifejlődésű	nem ismeretesek	gördülőfelhőkből származó tufa	a szarmata nem vulkáni kifejlődésű összlet alsó harmadában
9. Nyírség–Tokaji-hegység. Szerencsi Formáció	a Tokaji-hegységben felszínen, a Nyírség alatt csak fúrásokban	egy fő réteg	több száz méter	általában közepes, néha nagy keménységű, gömbzárnyos kifejlődésben is	ritkák; vannak speciális típusai is, mint az obszidián és a perlit	gördülőfelhőbeli és kitérési központok környéki kifejlődésben is	közbetelepülés a miocén vulkanitösszletben
10. DK-Alföld				egyetlen előfordulása sem ismert ezen a területen			

Gönyű, Ikervár, Káld, Mesteri, Mihályi, Mosonszolnok, Nagyigmánd, Ölbő, Pásztori, Pér, Pinnye, Sótóny, Tét, Vaszar, Vát, Rábasömjén) közül 19-en tártak fel, illetve ismertek fel szarmata rétegeket, s ezek közül csak a bősárkányi, gönyűi, mosonszolnoki, ölbői, rábasömjéni és vaszari fúrások némelyikében jeleztek riolittufacsíkokat, -betelepüléseket a szarmatában. Ennél pontosabb megjelölést azonban nem közöltek.

A Kisalföld és a Dráva-medence közötti mintegy 160 szénhidrogénkutató terület fúrásainak többségében a feldolgozók jelezték a szarmata rétegek előfordulását, uralkodóan lemezes márga kifejlődésben, de csak az alábbi területek egy-két fúrásában ismertek fel riolittufacsíkokat, vékony betelepüléseket: Buzsák, Kutas, Magyarszentmiklós, Nagylengyel, Nagyszokoly, Oltárc, Ortaháza, Pusztamagyaród, Somogyásámsón, Táská, Újfalú, Újjudvar, Vétyem, Zalalövő és Zalatárnok.

A Dráva-medence 49 szénhidrogénkutató területe közül mindössze kilencnek néhány fúrásában jeleztek szarmata képződményeket. Ezek közül csak a medencerész É-i szélén, inkább már a Közép-Dunántúli-zónába (HAAS, HÁMOR 1998) tartozó Belezna, Pat, Semjénháza, Somogyudvarhely egy-két fúrásában találtak a Galgavölgyi Formációval párhuzamosítható tufacsíkokat, tufanyomokat.

Úgy tűnik azonban, hogy e nagy területnek a medence-képződményeiről legalább a késő-badeni elejétől a késő-pannóniai végéig terjedő fejlődéstörténeti szakasz rétegeit néhány, végig magvétellel harántoló fúrás hiányában minden részletében megbízható elképzelést nem alakíthatunk ki. A Dunántúli-középhegységben, illetve annak DK-i előterében fúrásokkal feltárt fiatal neogén rétegsoraink és a nyugat-dunántúli terület előbb ismertetett adatai alapján valószínűnek látszik, hogy a Nyugat-Délnyugat-Dunántúli-egység mélyebb medencerészeiben a késő-badenitől a késő-pannóniai végéig terjedő időben folyamatos volt a beltengeri üledékképződés. Az itt lerakódott szarmata sorozatokba — talán a Dráva-medence középső és D-i részétől eltekintve — légi úton eljutott a legnagyobb szarmata kori riodácit-kitörésből származó piroklasztitanyag, és lerakódva itt is létrehozta a szarmata sorozat alsó harmadának közepe táján a Galgavölgyi Formáció vékony (2–20 cm-es) tufabetelepülését.

A medence belsejében lévő egykori aljzatkiemelkedések tetejét — a szénhidrogén-kutató fúrások túlnyomó részét érthető módon ezekre telepítették — azonban elboríthatta akár a késő-badeni, a szarmata eleji, a kora-pannóniai közepi vagy éppen a késő-pannóniai eleji transzgresszió. Az utóbbi két esetben nyilvánvalóan hiába keresnénk az ilyen rétegsort harántoló fúrásokban a Galgavölgyi Formációt. Sőt a szarmata transzgresszió térhódítása esetében is kétséges, hogy megtalálhatjuk-e azt a tufaréteget, mert a levegőből hulló piroklasztanyagot az ilyenkor jellemző dinamikus körülmények a leülepedés közben felismerhetetlen mértékben összekeverhetik a nem vulkáni eredetű szarmata üledékanyaggal. Bár az is igaz, hogy a Tétényi-fennsíkon, Fertőrákoson és a Hajdúhát fúrásainak egy részében a szarmata parti vagy sekély

szublitorális fáciesű ooidos mészkő rétegei között kiválóan megmaradt a tengervízbe hullott vékony tufa rétege, amely leülepedése után a trasszhatás következtében azonnal megszilárdulhatott.

2. *Kelet-Dunántúl–Pesti-síkság* megnevezéssel a Duna magyarországi É–D-i futású szakaszától Ny-ra, a Nyugat-Délnyugat-Dunántúli-egységig terjedő körzetet különítettem el. Ezen vannak a Galgavölgyi Formációnak a mecseki, a mezőföldi, a tapolcai-, a nyirádi-, a várpalotai-, valamint a csákvári–mányi–zsámbéki-medencei és a tétényi-fennsíki előfordulásai. Továbbá a Tököl Tö-1 jelű fúrás adata és a budapest-kőbányai raktár vágatbéli észlelése is (SZÉKYNÉ FUX 1948), a kelet-dunántúliakhoz kapcsolódik, mert jellegeiket tekintve a buda-tétényinek a Pesti-síkságon való folytatásai.

A terület adatait elsősorban a Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár hidasi, várpalotai, csákvári, mányi, zsámbéki lignit-, barnakőszén- és bauxit-kutató fúrásai dokumentációiból gyűjtöttem, de a legtöbb személyes tapasztalatot is itt szereztem az 1965–1990 közötti években, amikor mintegy 68 db ekkor mélyült fúrásban figyeltem meg a felső riolittufa előfordulását és jellegeit.

Összegyűjtöttem a publikációkban (SZABÓ 1879; BENCE et al. 1990; BODA et al. 1985; BUDAI et al. 1999, 2008; DEÁK 1972; FORGÓ et al. 1966; JASKÓ 1943; GYALOG et al. 2007; HÁMOR G. 1970; HÁMOR G. et al. 1987; JÁMBOR 1978a, b; KÓKAY 1954, 1966, 1993, 2002a, b; KÓKAY et al. 1993; FÖLDI 1966; MAGYARNÉ NÁDAS 1987; 1989, RAVASZ 1980; RAVASZ, SOLTÍ 1981; SELMECZI, FODOR 2008; SZEPESHÁZY 1962; NOSZKY 1940; VIRÁGH et al. 1962; WEIN 1974) található adatokat is.

Eltérően a Nyugat-Délnyugat-Dunántúltól itt négy helyen — „Buda-Tétény” környékén (SZABÓ 1879), Törökbálint (FÖLDVÁRI 1929) vidékén, a Benta-patak Ny-i partfalában (JASKÓ 1943) és a zalahaláp–hegyesdi országút É-i oldalán lévő szarmata mészkőbe mélyített kővágó gödörben — a Galgavölgyi Formáció felszíni előfordulása is megfigyelhető volt. Vastagságát mindegyik feltárásban 20–30 cm-esnek észlelték. További két területen — Gyulafirátót (DEÁK 1972) és Szentendre (NOSZKY ID. 1940) — a szarmata tarka agyagok között bentonitbetelepüléseket említettek a szerzők.

A kelet-dunántúli területen mostani munkám során 255 db végig magvételes fúrásnak a Galgavölgyi Formációra vonatkozó adatát sikerült összegyűjtenem.

Részterületenkénti megoszlásukat a 2. táblázat mutatja be, amelyben feltüntettem, hogy a fúrás csoportokon belül hány darabban észleltek egy, és hány darabban több tufa-, illetve bentonit- és tufit- (nem vulkáni eredetű kőzet-anyaggal kevert) réteg betelepülését a szarmata sorozatban.

A sűrűn felfúrt területeken (Hidasi-, tágabb értelemben vett Várpalotai-, Csákvári-, Mányi-, Csabdi- és Zsámbéki-medence) kívül is számos szórványfúrás tárta fel a Galgavölgyi Formációt ebben az egységben. A területi fedettséget bemutatandó ezeket a 3. táblázaton soroltam fel.

2. táblázat. A Kelet-Dunántúlon Galgavölgyi Formációt harántolt fúrások részterületenkénti megoszlása
Table 2. Distribution of the boreholes penetrating the Galgavölgy Formation in East Transdanubia by regional units

Részterületek		Összes fúrás db	Egyetlen tufa réteget harántoló fúrások db és %	Több vulkáni eredetű réteget harántoló fúrások db és %
Mecsek és DK-Dunántúl	Hidasi-medence, szórványfúrások	25	15 (60)	10 (40)
		8	7 (88)	1 (12)
Tágabb értelemben vett Mezőföld	szórványfúrások	8	6 (75)	2 (25)
Bakony	szórványfúrások	18	12 (67)	6 (33)
A Bakony DK-i előterének medencéi	Inotai-,	36	11 (31)	25 (69)
	Ósi-	15	5 (33)	10 (67)
	és Várpalotai-medence	71	33 (40)	38 (60)
Vértess-Gerecse és a Budai-hegység előtere	Csákvári-,	8	4 (50)	4 (50)
	Mányi-, Csabdi- és Zsámbéki-medence,	58	40 (69)	18 (31)
	szórványfúrások	8	5 (63)	3 (37)
Összesen:		255	138	117

Az 1. táblázatból egyértelmű, hogy a fúrások jelentős többsége egyetlen, a Galgavölgyi Formáció fő tufarétegével jól azonosítható vulkanitréteget tárt fel a szarmata rétegsorban, annak is az alsó harmadában. Feltűnő, hogy az egykori hegységperemi medencerezsekben, különösen a tágabb értelemben (az Inotai- és az Ósi-medencével együtt) vett Várpalotai-medencében települ a rétegsorokban több (2–9 db) vulkáni eredetű ásványi összetételt mutató réteg, úgymint riolittufa, üvegportufa (horzsakő anyagú szemcsékből álló, jól osztályozott aleurit), tufit, bentonit, agyagos bentonit, bentonitos agyag. A fúrásleírásokból jól látható, hogy több vulkáni eredetű réteg elsősorban az uralkodóan a tengerébőlbe befutó folyóvízi hordalékkúp kifejlődésű Gyulafirátóti Formációra jellemző. Ezek a formáción belüli áthalmozások eredményeként alakulhattak ki, mert a hordalékkúp szárazföldi részei erre jó lehetőséget biztosíthattak. Zelenka T. e dolgozat lektorálása

során hívta fel a figyelmet arra, hogy egyes vékony, kísérő tufarétegek kialakulásában a szél általi behordásnak is lehetett szerepe.

A Hidasi-medence pelites sorozatában (Kozárdi Formáció) a felső riolittufa feletti helyzetben települő vékony vulkanitrétegek az egykor közeli dombokról, a középső(?) vagy a felső riolittufa lepusztuló anyagának behordásából származtathatók.

Célirányos és részletes ásvány-kőzettani vizsgálatokkal lehetne eldönteni a vékony vulkanitrétegeknek tényleges eredetét és genetikáját.

A szórványfúrások túlnyomóan egyetlen vulkáni tufarétegre egyetlen nagy piroklasztterítés mellett tanúskodik. Az ezeken a területeken fellépő kettőződéseket a beltengeri áramlások által kiváltott belső áthalmozódások alakíthatták ki.

A Kelet-Dunántúlon szarmata rétegeket feltárt magfúrások jelentős részében, mintegy 10-15%-ában azonban a

3. táblázat. A Kelet-Dunántúl-Pesti-síkságon a sűrűn felfúrt területeken kívül Galgavölgyi Formációt feltárt szórványfúrások jegyzéke
Table 3. Catalogue of the sporadic boreholes revealing the Galgavölgy Formation in East Transdanubia – Pest Plain outside the areas with dense drilling network

DK-Dunántúl	A tágabb értelemben vett Mezőföld	Bakony	Vértess-Gerecse-Budai-hegység és D-i-DK-i előtere
Bóly B-1	Csajág Csa-1	Berhida Bh-2	Diósd D-1
Ellend E-1	Gálosfa Gf-1	Berhida Bh-3	Gyúró Gyr-1
Hird Hr-65	Lajoskomárom Lk-1	Berhida Bh-4	Fehérvárcsurgó Fcs-134
Nagykozár Nk-2	Paks Paks-2	Csór Csór-17	Fehérvárcsurgó Fcs-144
Nagypall Np-1	Polgárdi P-2	Hegyesd He-5	Fehérvárcsurgó Fcs-161
Pécsvárad Pv-XLVIII	Tengelic T-1	Küngös Kg-2	Tárnok Tá-1
Somberek Smb-2	Tengelic T-2	Monostorapáti Mat-5	Tököl Tö-1
Szilágy Szi-2	Tihany Th-62	Öcs Öcs-23	Vál Vál-88
		Öcs Öcs-25	
		Öcs Öcs-27	
		Öcs Öcs-28	
		Öskü Öt-1	
		Papkeszi Pk-1	
		Pusztamiske Pmt-3	
		Sóly Sót-1	
		Tapolca Tpt-5	
		Védekegy Tpt-2	
		Várvölgy Vv-1	

feldolgozóknak nem sikerült megfigyelniük a Galgavölgyi Formációt. Ennek két oka is lehet. Egyrészt a medencében kiemelt helyzetben lévő üledékképződési területekről az áramlások a tufaszórással egy időben vagy azt követően teljesen elmosták a tufaanyagot, vagy a magképesebb fedő és fekü között települő vékony tufaréteg fúrás közben felőrlődött, és anyaga észrevétlenül az iszapgödörbe került.

A kelet-dunántúli Galgavölgyi Formáció rétegének vastagsága általában 10–150 cm közötti, uralkodóan 20–30 cm-es. Vastagságváltozásaiból több kitérés központ léte nem valószínűsíthető. Viszonylag egymáshoz közeli, 200–1000 m távolságban lévő fúrásokban általában csak 5–10%-nyi vastagságkülönbségek figyelhetők meg, de időnként 100%-os eltérések is észlelhetők. Ezek kialakulását az üledékgyűjtő vízének áramlásaival értelmezhetjük. Ezt SZABÓ (1959) megfigyelései egyértelműen alátámasztják. Ő a Tétényifennsíkon azt tapasztalta, hogy a szarmata durva mészkőből — keményebb voltak miatt 50–70 cm-re kiemelkedő — bryozoa-zátonytestek felett a környezetben átlagosan 50 cm vastag riolittufaréteg 5–10 cm-re kivékonyodik.

A kelet-dunántúli Galgavölgyi Formáció általában halvány-, illetve világosszürke színű. Gyakran észlelhető halványlila, halványzöld árnyalatú elszíneződése is. Ennek kialakulását, okozóját jelenleg nem ismerjük.

A Galgavölgyi Formáció rétegei ásványtani-genetikai szempontból egyneműek. Uralkodóan 0,01–1,0 mm átmérőjű horzsakőszemcsékből állnak, azaz finom–aprószeműek, jól osztályozottak, esetenként a réteg alulról felfelé nem túl erőteljes finomodása észlelhető. A horzsakőszemcséken túl valamivel nagyobb félig sajtalakú földpát, kevésbé rezorbeált, víztiszta kvarc és a feltűnő, fekete, barnásfekete, a bázislap uralta kristálylapokkal határolt, a réteggéssel többnyire párhuzamos helyzetű biotit fordul benne elő. A jellemző sajtalakú cirkon csak mikroszkóppal figyelhető meg.

Keletkezési szempontból kiemelendő, hogy a tufarétegek CaCO_3 -tól, továbbá Mollusca- és Foraminifera-maradványoktól túlnyomórészt mentesek, ami azt bizonyítja, hogy az agyagmárgás aleurit kifejlődésű Kozárdi, de különösen a Tinnyi Formáció mészkőrétegei között a tufa idegen eredetű, és a környezetéhez viszonyítva gyorsan rakódott le.

A tufarétegek alsó és felső határa uralkodóan éles. A réteghatár melletti 2–5 cm-es — esetenként ennél jóval vastagabb — részük bentonitosodott, a bentonitosodás mértéke a réteg belseje felé csökkenő mértékű. Általában a felső réteghatár mellett alakult ki a vastagabb bentonitosodott szakasz. Esetenként ez a felső bentonitosodott szakasz a duzzadás miatt meggyűrődött szerkezetet mutat, míg ugyancsak pelites fedője ilyenkor diszkordánsan települ felette. Ez a bentonitosodás koradiagenetikus kialakulását bizonyítja.

A bentonitosodott szakasz iszapolási maradékának vizsgálata a folyamat rendkívül agresszív voltát bizonyítja. A bentonitban a riolittufa ellenálló ásványainak túlnyomó többsége (földpát, tufakvarc, biotit, cirkon) már csak nyomokban található meg. Különösen a nagyobb ásványzemszék hiánya a feltűnő.

A szarmata pelites rétegsorokban a Galgavölgyi Formáció fő rétege felett néhány deciméterrel vagy méterrel megjelenő vulkanitrétegek többsége már teljes mértékben bentonitosodott. Ezek a bentonitok általában rétegtelenek, egyneműek, szabálytalan elválásúak. Néhány esetben azonban breccsás szerkezetűek. Ennek a szerkezetnek a kialakulása a fekü és a fedő egyaránt lemezes-kagylós elválású agyagmárgás aleurit kifejlődése miatt víztükör feletti kiszáradással nem magyarázható; különleges folyamat hozhatta létre.

Ezek a bentonitok általában belső áthalmozásból leülepedett tufaanyagból alakultak ki a szokásos agyagásványosodási folyamat során, amikor elsősorban a vulkáni üveg montmorillonittá alakul át, de az átalakulás eközben az agyagásvány kristályszerkezetének felépítéséhez szükséges egyéb elemeket — Si, Al, Fe, Na, K, sőt Zr — tartalmazó ásványokat is felemészti. Az agyagásványosodáshoz azonban jelentős mennyiségű többletvíz szükséges, mert a bentonitot alkotó agyagásványok a kiindulási közethez viszonyítva lényegesen nagyobb tömegű kötött és pórusvizet igényelnek. Mivel ez csak a feküből és a fedőből való (lassú) beszivárgással biztosítható, ezért a bentonitosodás diagenetikus gyors szakaszában „kiszáradási”, zsugorodási folyamat lép fel az átalakuló tufarétegben. Az emiatt létrejövő, 1–4 cm³-es méretű breccsadarabok határain vékony (0,1–1,0 mm), az alapkőzetnél sötétebb zöldes árnyalatú felületek képződnek. Mivel az ideiglenes vízvesztés a feküből és a fedőből lassan beszivárgó víz rövidesen pótolja, az egyébként is keskeny zsugorodási repedések hamar bezáródnak, és idegen kőzetanyag, a különben is már szilárd fedőrétegből, nem tud ezekben lerakódni. Így a bentonitréteg „alkiszáradási breccsás szerkezete” jön létre. Jó vízvezető képességű fedő, illetve fekü esetében ennek kialakulására nem kerül sor, mert a szükséges mennyiségű vizet a bentonitosodási folyamat közvetlen környezetéből könnyen be tudja szerezni.

A tufarétegek közvetlen fekjében ismételtelen megfigyelhető volt 2–3 cm vastag Mollusca-héjakban gazdag réteg. Ezt a felhalmozódást az alábbi diagenetikus folyamattal értelmezhetjük. A tufa alatti még laza iszapban az üledékképződési felszín közelében élő csigák-kagylók a tufa lehullása után megfulladtak, de bomlási gázai már csak a tufa aljáig tudták felemelni őket, s így ott halmozódtak fel.

A tufarétegnek a beltengeri üledékgyűjtőben való gyors lerakódása a bentosz faunaelemek nagy területeken való kihalását eredményezhette, mert nem volt módjuk a tufa fölé vándorolni. Mégis a rétegsorokban azt láthattuk, hogy a tufa fedőjében már 3–5 cm-rel feljebb ismét megjelennek a Mollusca-maradványok. Ez egyértelműen bizonyítja, hogy a tufaréteg nem fedte be hiánytalan takaróként az üledékképződés szintjét, hanem az áramlások miatt már lerakódásával egyidejűleg maradtak tufa nélküli — nyilván kiemeltebb — felszínek, s ezeken az éle tovább folytatódtak. Így az itt élő csigák-kagylók lárvái az áramlások segítségével rövid idő alatt ismét meghódították a tufa fölött ideiglenesen élettelené vált üledékképződési területeket.

A levegő magasabb (1000–2000 m) rétegeiben lebegve szállítottott vulkáni finom törmelékanyag gyors lerakódása ellenére sem tudott a kelet-dunántúli területen összesülni, mert a nagy szállítási távolság (légvonalban 300–350 km a Nyírségig) miatt már elegendő hőtartaléka nem maradt. Így a Dunántúlon eddig egyetlen helyen sem került elő összesült riolittufaréteg a Galgavölgyi Formációból. Bár a gömbszárványos tufaszerkezet keletkezését a hazai tufaszedimentológia még nem (teljesen) tisztázta, említésre érdemesnek tartom, hogy a Mezőföld ÉNy-i szélén mélyített Polgárdi P–2 jelű fúrásnak a 295,8–452,0 m között települő szarmata sorozatában, a 418,3–420,0 m között harántolt, a Galgavölgyi Formáció fő rétegeivel települési helyzete és vastagsága alapján jól párhuzamosítható tufabetelepülés gömbszárványos szerkezetet (pelletes, galacsinos PANTÓ 1962, akkréció lapillis RADÓCZ 1976) mutatott. Amennyiben a gömbszárványos tufák elterjedési területének a ténylegesen, erőteljesen összesültek és a levegőből lehullott, általában laza állapotúak közötti fációs helyzetét elfogadjuk — s erre a Galgavölgyi Formáció hazai kifejlődési képe (is) feljogosít —, akkor ide a Mezőföld ÉNy-i szélére a gördülőfelhőnek még a környezeténél magasabb hőmérsékletű része eljutott, és az üledékgyűjtőnek ebbe a részébe a tufaanyag nem behullott, hanem behömpölygött, majd kissé összesült.

Elérkezvén Ny-felől a Dunáig, szükségesnek látszik megemlékezni a mecseki és a közép-magyarországi paleozoos–mezozoos aljzati takaróegységeket elválasztó főtörés mentén az egész országon végig húzódó neogén vulkáni övről (BALÁZS et al. 1969). Ennek fő előfordulásait a berzencei, szentai, bolhási, nagyatádi, kutasi, jákói, nagybajomi, kaposfői, mesztegyői, mezőcsokonyai, nagyszokolai, paksi, dunaújvárosi, kulcsi, majd a Dunától K-re az örkényi, jászladányi szénhidrogén-kutató, illetve a Paks–2 és a Tengelic T–2 jelű alapfúrás tárta fel. E változatos kifejlődésű, nagyjából andezit-, továbbá andezit-, dácit- és riolit-piroklasztit vonulat korviszonyairól a több tucat feltáró fúrás ellenére ma még kevés pontos információ van. Az összesült riolittufa Duna menti három összesült riolittufa-előfordulás (VENDL 1913, KISS 1959: Sárszentmihályi, Kulcs, Dunaújváros) RAVASZNÉ BARANYAI (1964) mikroszkópos vizsgálatai és KÓKAYNAK (2002b) a sárszentmihályi kibúváson végzett újabb faunisztikai elemzése alapján ottngangi korú. RAVASZ (1980, 1981, 1987) értékelése a körültekintő adatgyűjtés ellenére sem talált perdöntő bizonyítékokat a többi előfordulás legalább részbeni szarmata korára. Fedjükben közvetlenül badeni, szarmata vagy alsó-pannóniai beltengeri rétegek települhetnek, de ezek csak a fedőnél idősebb korukat bizonyítják. Jóval idősebb, az esetek többségében fel sem tárt fejük miatt analógiák alapján csak badeni vagy jóval idősebb neogén koruk — lásd komlói ottngangi andezit (HÁMOR G. 1970) — valószínűsíthető.

A kelet-dunántúli terület kétszázat meghaladó számú egyéb — azaz nem szénhidrogén-kutató, végig magvételes — fúrásában talált, nagy elterjedésű vékony kifejlődése az előbb említett nagy vulkáni tömegek szarmata kora ellen szól éppen úgy, mint a Galgavölgyi Formációnak a Paks–2

és a Tengelic T–2 jelű fúrás magasfedő szarmata rétegorában jól azonosítható vékony, pár deciméteres főrétege, amely azt sugallja, hogy ebbe a területi-kifejlődési egységbe is a távoli Nyírség, esetleg a Bükkalja szarmata riolittufaparoxizmusa juttatta el piroklasztját.

Nagyon időszerű lenne aprólékos ásvány-közzettani-geokémiai vizsgálatokkal eldönteni ezeknek a tufáknak a származási helyét.

3. A Duna–Tisza köze É-i része a közép-dunántúli neogén vulkanitvonulat (BALÁZS et al. 1969) csapásirányú folytatásába esik. Ide soroljuk a Dunától K-re a Jászság közepéig, illetve a Tiszáig, a Pesti-síkságtól és a Gödöllői-dombvidéktől D-re a Kapos-főtörésvonalig húzódó területet. Ezen számos szénhidrogén-kutatási körzet — Albertirsa, Bugyi, Cegléd, Farnos, Gödöllő, Jászladány, Kecskemét, Kerekegyháza, Lajosmizse, Nagykőrös, Sári, Szolnok–Hajtótanya, Táborfalva, Tápiószentmárton, Tóalmás, Törtel, Tura, Újszilvás — néhány, de közel sem mindegyik fúrásában állapították meg az egyes fúrásokból felszínre hozott furadék, ritkábban maganyag alapján a terepi leírók, majd ennek, továbbá saját laboratóriumi megfigyeléseik ismeretében az összefoglaló értékeléseket készítő szakemberek (CSÍKY 1963, CSÍKY et al. 1966, KÖRÖSSY 1992, 2004, KÖRÖSSY et al. 1964, KÁRPÁTINÉ RADÓ 1986, JUHÁSZ 1970, SZEPESHÁZY K. 1967a, b, SZÉLES 1970, JUHÁSZ 1971, HÁMOR G. et al. 1987) a szarmata pelites rétegek közé betelepülő „riolittufacsíkok, vékony rétegek” jelenlétét. Végig magvételes fúrások hiányában azonban kérdéses maradt, hogy a Bugyi, Örkény, Újszilvás, Jászladány környéki fúrásokban harántolt több tíz, sőt száz m-t is meghaladó vastagságú riolittufarétegek pontosan milyen korúak. Ezek a jelentős vastagságú tufák valószínűleg joggal párhuzamosíthatók a Dunaújváros, Sárszentmihályi és Kulcs környéki alsó (=Gyulakeszi Formáció) vagy a Budapest területén több helyen — Budatétény (FÖLDVÁRI 1929), Kőbánya (KISDINÉ, BULLA et al. 1983, SZENTES 1956 in PÉCSI 1958) — előforduló, a szarmatabelieknél lényegesen vastagabb középső (=Tari Formáció) riolittufával.

Sajnálatosan itt, a Duna–Tisza köze É-i részén mélyített fúrások alapján sem tudunk pontosabb jellemzést adni a szarmata riolittufacsíkok, vékony rétegek megfogalmazásánál. Szarmata korukat az őslénytani adatok (SZÉLES 1970) és az Albertirsa B–60 jelű fúrás 14,3±0,5 millió éves radiometrikus kora (HÁMOR G. et al. 1987) bizonyítja. A vékony szarmata tufák feltehetően ugyancsak a Nyírség–Tokaji-hegységi nagy kitörésnek a légkörben nagy magasságban szállított, majd onnan a beltengerbe lerakódott termékei. Az itteni nagyobb vastagságú riolittufa-előfordulások azonban esetleg a Cserhát–Nyugat-Mátrai kitörési központból is származtathatók.

4. A Duna–Tisza köze D-i részén ritkán ugyan, de a korábbi teljesen negatív állásfoglalás, miszerint a flis aljzat ÉNy-i határától D-re nincsenek neogén vulkanitok (KÖRÖSSY 1957), ellenére négy szénhidrogén-kutatási területen (Kecel, Tázlár, Kiskunhalas-É, Jánoshalma) egyes fúrások szarmata pelites rétegeiben vékony riolittufacsíkok jelenlétét észlelték (KÁRPÁTINÉ RADÓ 1986, KÖRÖSSY 1992).

Összevetve ezt az adatot a környezetében — Mecsek, Kelet-Dunántúl középső része, Duna–Tisza köze É-i része — lévő előfordulásokkal, úgy tűnik, hogy az alföldi flisvonulattól DK-re nem, míg DNy felé mérsékeltén, Ny felé azonban az egykori légáramlások a Nyírség–Tokaji-hegységi kitérés központból bőségesen eljuttatták a riolitos klasztanyagot.

5. Az *Észak-Alföldi*-egységet nyugatról a Szolnok–Jászládány–Hatvan, északról a Hatvan–Mátraalja–Domoszló–Verpelét–Hajdúnánás, északkeletről a Hajdúnánás–Penészlek, DDK-ról pedig a Penészlek–Debrecen–Kaba–Szolnok vonal határolja. Míg a DDK-i határt a Galgavölgyi Formáció dél felé való elmaradása jelenti, addig az északi a Zagyva és a Tarna völgye között az utólagos lepusztulás miatt alakult ki, mert a környezeti képből nyilvánvaló, hogy a Mátra badeni andezittömegére is lehullott az atmoszférában szállított savanyú klasztanyag, de az utólagos lepusztulás eltüntetette egykori, valószínűleg csak pár deciméter vastag takaróját. Zelenka T. szóbeli közlése alapján legújabbban a K-Mátra gerincén a fedőandezitre települő biotitos riolittufa a felső riolittufával azonosítható Pécskay K-Ar mérése alapján.

Elsősorban adathiány miatt meglehetősen bizonytalan a Bükkalja–Nyugat-Bükki területi egységtől való elhatárolása, ahol vastagsága hirtelen 50–200 m-re növekszik (PENTELENYI 2002), míg az Észak-Alföldön ez csak pár deciméterestől négy méteresig (Domoszló, VARGA et al. 1975) terjed. ÉK-i határának kijelölését is a Galgavölgyi Formáció vastagságának jelentős megnövekedése indokolja.

Az így elkülönített területen felszínen csak a Mátra lábának DK-i részén Verpelét (SCHRÉTER 1923) közelében található, míg máshol csak a szénhidrogén-kutató (SCHMIDT 1939; KÖRÖSSY 1956, 1957, 1966; T. KOVÁCS 1967, 1969; KÁRPÁTINÉ RADÓ 1986) — Balmazújváros, Debrecen, Ebes, Görbeháza, Hajdúnánás, Hajdúszoboszló, Hajdúszovát, Józsa, Kaba, Kisújszállás, Kerecsend, Kömlő, Kunmadaras, Martfű, Nagyvíván, Nagykörű, Nádudvar, Nyírábrány, Nyírlugos, Nyírmártonfalva Penészlek, Sáránd, Tatárülés, Tarnabod, Turgony, Verpelét —, illetve a Mátraalján egy-egy lignitkutató — pl. Domoszló-2 — fúrás tárta fel. Miként a Duna–Tisza köze É-i egységében, úgy a fúrás rétegsorok egy részében itt is kis vastagságú betelepülései voltak megfigyelhetők, elsősorban a szarmata pelites, a Hajdúháton esetenként ooidos mészkő rétegei között. A gyér adatokból is megállapítható, hogy a Galgavölgyi Formáció piroklasztitrétegének/rétegeinek vastagsága, megjelenési gyakorisága a szóbanforgó területen K felé növekszik. Részletesebb jellemzésére végig magvételes fúrás(ok) hiányában egyelőre nincs mód.

6. A *Cserhát–Nyugat-Mátrai* egységet K-ról a Mátra idősebb vulkáni tömegét lezáró, közel É–D-i irányú főtörés, É-ről az idősebb képződmények kibúvásai, Ny-ról a Cserhát miocén képződményeinek a Galga völgyétől Ny-ra való elvégződése határolja, míg D-en az a Duna–Tisza köze É-i egységével határos. Környezetének jelenlegi képből egyértelműen látszik, hogy a Galgavölgyi Formáció az egység Ny-i, É-i és K-i határán is messze túlterjedt, de

rétegét — elsősorban a negyedidőszakban lezajlott — nagymértékű lepusztulások eltüntették.

Dél felé való elhatárolását a kifejlődésbeli különbségek indokolják. A Duna–Tisza köze É-i részén sokkal vékonyabb, illetve rendszertelenebb a megjelenése. A Cserhátban és a Mátra Ny-i peremén jőszerivel minden olyan fúrás rétegsorában megtalálható volt, amely nem vulkáni eredetű szarmata sorozatot harántolt.

A Galgavölgyi Formációt, akkor még felső riolittufa megnevezéssel a Cserhát területén először NOSZKY ID. (1940) észlelte a részletes térképezés során, a beltengeri pelites és a vegyes kifejlődésű folyóvízi szarmata fáciesegységben egyaránt. A Zagyva völgyében a Pásztó Psz-1 jelű fúrás rétegsorában BARTKÓ et al. (1963) riolittufit-betelepüléseket említ a szarmata rétegek között, de ez az akkori szóhasználat szerint vízben ülepedett piroklasztikumot jelentett.

A terület Galgavölgyi Formációjának legrészletesebb jellemzését az 1980-as évek elején itt elvégzett 1:10 000-es földtani felvétel, a Salgótarjáni-medence ottmangi széntelepeit kutató, továbbá a részletes térképezéshez tartozó fúrások alapján HÁMOR G. (1985) adta. Munkájában az alábbi 21, a Galgavölgyi Formáció riolittufa-rétegét harántolt fúrás vonatkozó adatait táblázatos formában közölte: Alsótold At-1, At-3, Bercel Be-5, Be-6, Cserhátszentiván Csi-1, Hasznos Ht-4, Ht-5, Kutasó Kt-2, Mátraszőlős Ms-5, Ms-6, Ms-9, Sámsonháza Sh-1, Sh-3, Sh-4, Sh-6, Sh-8, Sh-10, Sh-11, Tar-34, -35, -37.

HÁMOR G. (1985) ebben a munkájában írta le és jellemezte formációként a Gyulakeszi (=alsó), a Tari (=középső) és a Galgavölgyi (=felső) riolittufát is. Egyedülálló felismerése a Sámsonháza és Szentkút között a Galgavölgyi Formáció riolittufának a badeni lajtamészövet harántoló kitérés csatornája, amely eddig az egyetlen felszínen is észlelhető eleme a mélyben nyilvánvalóan jelentősebb kiterjedésű kitérés hasadékrendszernek. Ennek jelenléte indokolja a körzetben a tufa viszonylagos durvaságát, nagy mennyiségű (10–30%-nyi) 1–10 cm átmérőjű vulkanoklaszt-tartalmát, jelentős (1,4–119,0 m) vastagságát és DNy felé való rohamos kivékonyodását, helyenként összesült (Mátraszőlős Ms-6, Tar-35) és gyakrabban gömbzárványos kifejlődését is.

HÁMOR G. (1985) fontos megfigyelése szerint a Galgavölgyi Formáció ezen a területen a szarmata rétegsor felső részében alkot közbetelepülést, azaz talán fiatalabb(?) lehet, mint a kelet-dunántúli terület sok fúrásában rendszeresen a szarmata rétegek alsó harmadában jelenlévő piroklasztit szintje.

Egyelőre értelmezhetetlen különbséget tapasztalt Hámor G. a Galgavölgyi Formáció kelet-dunántúli előfordulásaihoz képest, ahol a tufaréteg fekvő és fedő közeli része gyakran bentonitosodott, de ez a fedő felőli oldalon mindig vastagabban jelentkezett. A cserhátai előfordulásaiban azonban a fekvő felőli oldalon észlelte a vastagabb bentonitosodást.

További vizsgálatok a Galgavölgyi Formáció megjelenését a Mátraszőlős Ms-10, a Mátraverebély Mv-II/a, a Püspökhátvan K-1, a Szirák Szi-2 és a Vonyarc V-1 jelű fúrásban is kimutatták.

A felszínen Szentkút, Mátraverebély, Hasznos, Tar, Szurdokpüspöki és Galgaguta mellett ismeretesebb előfordulásai.

Legnevezetesebb feltárása a Tari Fehérkő-bányában van, amelyet korábban ugyan a középső riolittufa típusszelvényének jelöltek (HÁMOR G. 1985), azonban a részletes geokémiai és paleomágneses vizsgálatok szarmata korát bizonyították (ZELENKA et al. 2005).

7. A Bükkalja–Nyugat-Bükki egységben a felső riolittufát az eltérő kifejlődési viszonyai miatt nem Galgavölgyi Formációként, hanem a Harsányi Formáció Bábaszéki Tagozataként (PENDELÉNYI 2002), illetve a Felnémeti Formáció részeként (GYALOG 2005) különítik el. Az egység D-i és Ny-i, a Tarna völgye mentén húzódó határa a felső riolittufa 50–200 m-es vastagságának hirtelen lecsökkenésénél jelölhető ki. K és É felé a Bükk hegység mezozoos kibúvási zárják le elterjedését. A szarmatában valószínűleg lefedte a Bükk hegység akkoriban környezetéhez képest lényegesen alacsonyabb tömegét, bár az eddigi adatok (JÁMBOR 1961, illetve SERESNÉ HARTAI 1983) csak a középső riolittufa (=Tari Formáció) lepusztulási maradványait mutatták ki a Bükk-fennsík karsztos hasadékaiban, illetve a Répáshutától DNy-ra lévő palaterületen SERESNÉ HARTAI (1983) jelentős méretű, 150–300 m²-es „foltjait” jelölte ki.

A Bükk DK-i szélén Miskolctól D-re, továbbá a Takta-köz É-i szélén (Miskolci-kapu) a riolittufa-rétegek hirtelen vastagságcsökkenése adja északi határát a Borsodi-medence–Csereháti kifejlődési terület felé.

A bükkaljai egység K-i és ÉK-i határa alig feltárt, valószínűleg fokozatos vastagságcsökkenéssel fejlődik ki a Nyírség–Tokaji-hegységi nagy kitörési központban már Szerencsi Formációnak nevezett vulkanittömegből.

Úgy tűnik, hogy a Bükköt D-ről, illetve DNy-ról határoló törések mentén jószerivel az ottangitól a kora-panóniaiig tartott a négy kitörési szakaszban erősen megélt savanyú vulkanizmus, amelynek anyaga tömegében a Nyírség–Tokaji-hegység után a második legnagyobb hazánk területén, és a Bükk hegység D-i és DNy-i előterében nagy felszíni elterjedésben található.

A Bükkalja–Nyugat-Bükki kifejlődési terület első részletes (1:25 000-es) földtani térképezését SCHRÉTER (1913, 1923, 1934) végezte éveken keresztül, s a bükkaljai miocén tufák megismeréséhez nagyban hozzájáruló kincstári szénhidrogén-kutató fúrások — Bogács Bg–5–10, Tard T–I–IX, Szomolya Szom–1–7 — kitűzése is az ő nevéhez fűződik. Ezek a fúrások ugyan kevés szénhidrogént eredményeztek, de a háború után előbb a mezőkeresztes, majd — különösen a demjéni oligocén kőolajtelepek megtalálása után — a Bükk hegység peremvidékét — Andornaktálya, Demjén, Eger, Egerlövő, Egerszalók, Egerszólát, Emőd, Mezőkövesd, Mezőnyárad, Sajóhidvég — több száz szénhidrogén-kutató fúrással tárták fel.

Az 1964-ig a pleisztocénnél idősebb képződményekre összegyűlt földtani adatokat BALOGH K. (in: BALOGH K., RÓNAI 1965) foglalta össze. Leírása szerint a felső riolittufa a szénhidrogén-kutató területek nagy részén, továbbá a felszínen Eger, Felnémet, Felsőtárkány és Szarvaskő környékén is megtalálható.

A bükkaljai terület vulkanológiai szempontú újra-vizsgálatát VARGA (1981) kezdte meg, majd PENDELÉNYI (2002) és PELIKÁN, BUDAI (2005) folytatta. A több száz méter vastag riolittufa-összlet formációbesorolását PENDELÉNYI (2002) végezte el. Ezt követően az ELGI, az MTA Geokémiai Kutatólaboratórium, az Atomki, az ELTE Közettan-Geokémiai Tanszékének munkatársai, továbbá Zelenka T. elvégezték a bükkaljai vulkanittömeg paleomágneses, részletes geokémiai, ásvány-közettani vizsgálatát és radiometrikus kormeghatározását is (MÁRTON 1990, MÁRTON, PÉCSKAY 1998, PÓKA et al. 1998, SZAKÁCS et al. 1998, LUKÁCS et al. 2002, MÁRTON et al. 2007, HARANGI, LUKÁCS 2008). Munkájuk eredményei alapján világossá vált a savanyú piroklasztit-összlet tagolási lehetősége, amelynek a terepi, illetve őslénytani azonosításán túl a riolittufák geokémiai és tektonikai párhuzamosítási lehetőségét is kidolgozták.

A területen eddig végzett vizsgálatok alapján a Bábaszéki Tagozat (=felső riolittufa) itt viszonylag nagy, 50–300 m-es vastagságú, 0,1–5 m vastag réteges, rétegei eltérő szemcsenagyságúak az üvegportól az agglomerátumig, többnyire erőteljesen keményre összesültek, sokszor gömbzárványos kifejlődésűek. Mindezek alapján a közeli, a Bükköt DDK-ről és DNy-ról határoló szerkezeti vonalak mentén kialakult kitörési hasadékokból származtatható (HÁMOR G. 1997b).

8. Az Egercsehi–Borsodi-medence–Csereháti kifejlődési egysége nyugati, délnyugati határait a miocénnél idősebb képződmények kibúvási, az északit az Aggtelek–Rudabányai-hegység mezozoos és a Szendrői-hegység paleozoos képződményeinek felszíni előfordulásai, illetve É-on a Hernád völgyéig futó országhatár jelentik. Keletről a Hernád völgye, délről a Miskolci-kapu határolja. Figyelemreméltó vulkanológiai tény, hogy a Hernád völgyében ugyan jelentősen vastagabb a Galgavölgyi Formáció, mint az egység nyugatabbi részein, de a Tokaji-hegységihez képest mégis sokkalta vékonyabb és egyhangúbb kifejlődésű.

Az így lehatárolt, mintegy 2000 km²-nyi területnek főként a Ny-i felén ismertek a Galgavölgyi Formációnak felszíni kibúvási. BALOGH K. (1949), JASKÓ (1952), SCHRÉTER (1952), SZENTES (1952) térképezése, valamint a Csereháti újabb mélyített fúrásai (SZÉKY 1963; RADÓCZ 1969, 1971; BOHN-HAVAS et al. 1985) nyomán Balajt, Edelény, Egerbocs, Gadna, Irota, Ládbesenyő, Mikófalva, Miskolc-Dél, Sajószentpéter, Sajópálfalva, Szakácsi település körzetében tüntetik fel a legújabb 100 000-es térképek (GYALOG, SÍKHEGYI 2005). Az ottangi–kárpati lignittelepek kutatására a területen lemélyített több száz fúrás közül a MÁFI-adatbázisban (GYALOG et al. 2007) 17 település (Alacska, Bánhorváti, Gesztely, Hidasnémeti, Kondó, Nagybarca, Nagyvisnyó, Sajóbábonny, Sajókaza, Sajószentpéter, Sajóvelezd, Szikszó, Szirmabesenyő, Tardona, Vadna, Varbó) mintegy 50 db fúrásában különítették el a Galgavölgyi Riolittufa Formációt.

SZÉKY (1963) Damak, Izsófalva és Ziliz egy-egy fúrásából említi. RADÓCZ (1969, 1971) a Lak L–1, Felsőgagy Fg–1, Alsóvadász Av–1 jelű csereháti alapfúrásainak

ismertetésében közli a Galgavölgyi Formáció („felső riolittufa”) előfordulásait. RAVASZ (1980) Alsóvadász, Balaton, Borsodszirák, Damak, Edelény, Fáj, Felsőnyárád, Izsófalva, Jákfalva, Lak, Mikófalva, Rakaca, Rakacaszend, Sajómercse, Szászfa, Tornabarakony és Ziliz fúrásaiból említi. Azaz a területnek szinte mindegyik olyan fúrásában megtalálható a Galgavölgyi Formáció, amely nem vulkáni eredetű szarmata sorozatot harántolt.

Említést érdemel, hogy PÜSPÖKI (2002) a Tardona és Szirmabesenő közötti medencerészen átfutó földtani szelvényének szerkesztéséhez sikeresen használta rétegtani markerként a „felső riolittufa” szintet.

A tágabb értelemben vett borsodi kifejlődési egység területén a Galgavölgyi Formációt két, a szarmata összlet alsó részében egymáshoz közeli településű 0,5–2,0 m vastag réteg képviseli, de több, néhány centiméteres kísérő rétege is megfigyelhető. A kettős szint itt mindkét szarmata fő fáciesegységben (tengeri Kozárdi és Tinnyi Formáció, szárazföldi Sajóvölgyi Formáció) végigkövethető.

Legészakkeletibb előfordulását a Hidasnémeti Hn–1 jelű alapfúrás az 54,2–1031,4 m között harántolt beltengeri faunás szarmata összletében 726,9–754,5 m-ig (27,6 m vastagságban), illetve 627,4–662,8 m-ig (35,4 m vastagságban) tárta fel. Az idősebbik, miként a kelet-dunántúli területen, itt is a szarmata összlet alsó harmadában települ, amit aligha tekinthetünk véletlennek (1. táblázat).

A Borsodi-medence közepe táján a Galgavölgyi Formáció („felső riolittufa”) két rétege már csak 4–5 m vastagságú, s a Sajóvölgyi Formáció alsó részében települő idősebb rétegét szórt, illetve áttelepített andezit-piroklasztitok és szarmata, túlnyomórészt folyóvízi üledékek fedik. A felette néhány méterrel következő riolittufaszintről, amelynek ugyancsak hasonló kifejlődésű a fedője, fauna hiányában nem mindig lehet egyértelműen eldönteni, hogy még a szarmatában, vagy már az alsó-pannóniaiban rakódott le. A Sajóvölgyi Formációban környezetének megfelelő módon áthalmozott, folyóvízi homok-kavics anyaggal keveredett riolittufit-rétegek is jellemzőek.

Az egercsehi-medencerészen (SZENTES 1959) ugyancsak jelen van 2–5 db, a keletebbre lévőknél lényegesen vékonyabb riolittufa-réteg, amelyek korbesorolása sokszor nem egyértelmű. Ezért felső-badeni-szarmata korbesorolással alkották meg ezek számára a Lénárddaróci Formációt (GYALOG 2005).

Az Egercsehi–Borsodi-medence–Csereháti területen a Galgavölgyi Formáció („felső riolittufa”) rétegei általában többé-kevésbé összesült, sokszor gömbzárványos kifejlődésűek. A Cserehát K-i részén valószínűleg a beltenger vizébe jutott gördülőfelhőből (PANTÓ 1961) rakódott le.

Elsősorban földrajzi helyzete, vastagságviszonyai és összesült voltának az Egercsehi körzetében való kisebb mértéke alapján egyértelműnek tűnik, hogy az egész terület két, szarmata korú riolittufa rétege a nyírség–tokaji-hegységi két fő szarmata kitörési szakaszához kapcsolható gördülőfelhőjéből keletkezett, s valószínűleg az idősebb párhuzamosítható a kelet-dunántúli nagy elterjedésű, a Galgavölgyi Formációt képviselő fő riolittufaszinttel.

9. A Nyírség–Tokaji-hegység egységében van az ország legnagyobb, uralkodóan savanyú, alárendelten intermedier piroklasztitokból és a hozzájuk tartozó, ugyan csak kevésbé jelentős mennyiségű lávaközetekből álló miocén vulkannit-tömege. Felszíni kibúvását jelenti a Tokaji-hegység egésze, továbbá az ország ÉK-i szögletében a Barabás (Mezőkászony) melletti riolittufa és a tarpai andezitfeltárás. Felszín alatti elterjedése ennél jóval nagyobb, mert a Hernád-völgytől, továbbá a Bükkaljai és az Észak-Alföldi területi egység K-i határától az ÉK-i országhatárig terjed Magyarországon. Az országhatárok alatt azonban messze benyúlik az ukrainai Kárpátalja és a romániai Partium területére. Itt természetesen csak a hazai résszel foglalkozunk.

A területegységre vonatkozó tokaji-hegységi földtani adatok túlnyomó része a Tokaji-hegységben 1960–1975 között lezajlott és Pantó G. által irányított, így egységes szemléletű részletes 1:25 000-es földtani térképezéssel kapcsolatos publikációkból származik (PANTÓ 1961, 1964, 1965, 1966, 1968; ZELENKA 1964).

Az ország ÉK-i sarkában lévő két kibúvás vulkanitjait KULCSÁR (1943, 1968) és MOLDVAY et al. (1975) jellemezte.

A terület vastag pannóniai és kvarter képződményekkel fedett részein a hortobágyi ásott kutak gázszivárgásai nyomán már az első világháború vége felé elkezdődtek a szénhidrogén-kutatások (SCHMIDT 1939). Folytatásukra az eredménytelenség miatt csak az 1960–1970-es években került sor. A geofizikai mérések alapján kirajzolódott szerkezeteket nagymélységű alapfúrásokkal (Komoró–1, Baktalórántháza Bakta–I, Nagyecsed Necs–1, Nyíregyháza Nyi–1, Nyírlugos Nyil–1, Nyírmártonfalva Md–1 stb.) tárták fel. Sókutatási reményekkel került sor a Gelénes G–1, vízkutatási céllal a Sátoraljaújhely Sau–8 és a Vásárosnamény K–69 sugárzóanyag-kutatási céllal, a Karos K–2 jelű fúrás telepítésére.

A mélybeli vulkanizmusra vonatkozó adatok elemzését, majd szintézisét SZÉKYNÉ FUX et al. (1985, 1985–1986), SZÉKYNÉ, PÉCSKAY (1987, 1991), SZÉKYNÉ et al. (1991) és ZELENKA et al. (2004, 2008), a rétegtani összesítést GYALOG (2005) készítette el.

A tokaji-hegységi felszíni és a nyírségi mélybeli vulkáni tömeg bonyolult felépítésű. Három savanyú piroklasztit (középső, felső és legfelső ? Tari, Galgavölgyi és Csereháti) több száz méteres vastagságban fejlődött ki, de legalább két különböző korú (badeni, illetve szarmata–kora-pannóniai) andezitkitörés rétegvulkáni, sőt szubvulkáni tömegei is jelen vannak a területen. ZELENKA et al. (2008) csak a Tokaji-hegység területén 39 db kisméretű kitörési központot, 10 db kalderaszerkezetet és számos lávadómot azonosított ürfelvételek és helyszíni ellenőrzés alapján. Az ország nyugati kifejlődési területeihez képest itt sokkal jelentősebb a riolit-lávaközetek (perlit, obszidián) részaránya, és a riolittufák is lényegesen erősebben összesült állapotúak.

A vulkanitok nagy részét a beltengeri faunát tartalmazó üledékek közbe települése alapján a szarmata korú Szerencsi Formációba sorolják, bár ennek radiometrikus kora 11,7–12,3 millió évesnek adódott (GYALOG 2005), s ez már inkább alsó-pannóniaiba tartozására utal.

A Nyírség mélybeli bonyolult vulkáni szerkezeteit a komplex geofizikai mérések (BODOKY et al. 1977) nagy vonalakban már felderítették.

10. A Délkelet-Alföld területén eddig még egyetlen esetben sem észlelték riolittufa-réteg(ek) betelepülését a szarmata összletben. Úgy tűnik ide nem jutottak ebben az időben a piroklastok (KÖRÖSSY 1966, 2005; BALÁZS et al. 1969; SZEPESHÁZY 1971; RÓNAI et al. 1974, 1975; SZENTGYÖRGYI 1978, 1989; SZÉKYNÉ FUX 1985–1986; SZÉKYNÉ FUX, PÉCSKAY 1991).

Összefoglalás

A fenti elemzésem nyomán a mára már több formációelnevezést kapott felső riolittufa tíz kifejlődési területét különítettem el, három, már korábban is felismert kiterjesztési központjának létezését erősítettem meg és néhány vulkanoszédimentológiai jelenséget — a fő tufaszint vastagság-

változásait, esetenkénti kimaradását, sok kísérő vékony tufaréteg megjelenését és egyes bentonitosodott tufarétegek breccsás szerkezetének kialakulását — értelmeztem.

Köszönetnyilvánítás

Először is a Magyar Állami Földtani Intézet vezetőségének mondok köszönetet munkám kényelmes körülményeinek biztosításáért, továbbá a könyvtára dolgozóinak hathatós segítségével. A kéziratos dokumentációk tanulmányozására kiváló lehetőséget biztosított az Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár és dolgozóinak előzékeny segítőkészsége. Dolgozatom megfogalmazásainak pontosításában nagyon sokat segített lektorom Zelenka Tibor, valamint Balla Zoltán a Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentésének sorozatszerkesztője. Kérem, fogadják ezért mindketten hálás köszönetemet. Az 1. ábra digitális változatát Ádámné Incze Szilvia készítette.

Irodalom — References

- ALFÖLDI L., BALOGH K., RADÓCZ GY., RÓNAI A. 1975: *Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához M-34-XXXIII. Miskolc*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, 277 p.
- ANDRIAN, FV. 1868a: Die geologische Verhältnisse der Matra. — *Jahrbuch der k.k. geologische Reichsanstalt*, pp. 509–528.
- ANDRIAN, FV. 1868b: Geologische Karte Umgebung von Erlau und Gyöngyös, 1:144 000 H-6. — *Kézirat*.
- ÁRVA-SÓS, E., BALOGH, KAD., HÁMOR, G., JÁMBOR, Á., RAVASZ-BARANYAI, L. 1983: Chronology of Miocene pyroclastics and lavas of Hungary. — *Anuarul Institutului Geologie și Geofizică* 61, pp. 353–364.
- BALÁZS E., JUHÁSZ A., KÓVÁRY J., MATYÓK I. 1969: Magyarország harmadidőszaki vulkáni képződményeinek összefoglaló értékelése a kőolajkutatás szempontjainak figyelembevételével. — *Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium Műszaki Tudományos Közleményei* 1969, pp. 37–44.
- BALKAY, B. 1960: The tectonics of the Cenozoic volcanism in Hungary. — *Annales Universitatis Scientiarum Budapestensis de Rolando Eötvös nominatae Sectio Geologica* 3, pp. 3–6.
- BALKAY, B. 1962: On the Neozoic magmatism in Hungary. — *Acta Geologica* 7 (1–2), pp. 159–162.
- BALOGH, KAD. 1985: K/Ar dating of Neogene volcanic activity in Hungary. — *Atomki Report D/1*, pp. 227–288.
- BALOGH KAD., RAKOVITS Z. 1976: ÉK-Magyarország néhány miocén vulkanitjának K-Ar kora. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi jelentése 1974-ről*, pp. 471–476.
- BALOGH, KAD., JÁMBOR, Á. 1985: Radiometrische Daten zur Charakteristik postsarmatischer Ablagerungen in Ungarn. — In: *Chronostratigraphie und Neostratotypen Miozän M₆ Pannonien*. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 177–180.
- BALOGH K. 1949: A Bódva és a Sajó közötti barnakőszénterület földtani viszonyai. — *Földtani Közöny* 77 (5–8), pp. 271–282.
- BALOGH K. 1964: A Bükkhegység földtani képződményei. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 48 (2), 553 p.
- BALOGH K., RÓNAI A. 1965: *Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához L-34-III. Eger*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, pp. 60–61.
- BALOGH K., BARTKÓ L., LÁNG S., SZÜCS L. 1966: *Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához M-34-XXXI. Salgótarján*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, pp. 90–91.
- BARTKÓ L., BODA J., SZÉKY F. 1963: Pásztó-1. távlati kutatófúrás. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1957–58-ról*, pp. 339–341.
- BENCE G., BERNHARDT B., BIHARI D., BÁLINT CS., CSÁSZÁR G., GYALOG L., HAAS J., HORVÁTH I., JÁMBOR Á., KAISER M., KÉRI J., KÓKAY J., KONDA J., LELKESNÉ FELVÁRI Gy., MAJOROS Gy., PEREGI Zs., RAINCSÁK Gy., SOLTÍ G., TÓTH Á., TÓTH Gy. 1990: *A Bakony hegység földtani képződményei. Magyarázó a Bakony hegység fedetlen földtani térképéhez (1:50 000)*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, 93 p.
- BEUDANT, F. S. 1822: *Voyage géologique pendant l'année 1818 en Hongrie*. — Verdrière, Paris.
- BÉLTEKY L., GELLAI Á., LÁNG G. 1962: A csepeli II. sz. melegvizes kút. — *Hidrológiai Közöny* 42 (3), pp. 246–254.
- BIHARI D. 1971: Eocén–oligocén–miocén képződmények. — In: FRANYÓ F., JUHÁSZ Á., DEÁK M., VÉGH S., BIHARI D., KÖRÖSSY Z., RÓNAI A., SZÜCS L.: *Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához L-33-VI. Győr*. A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, p. 39.
- BOCZÁN B., FRANYÓ F., FRITS J., LÁNG S., MOLDVAY L., PANTÓ G., RÓNAI A., STEFANOVITS P. 1966: *Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához M-34-XXXIV. Sátoraljaújhely*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, 199 p.

- BODA J. 1959: A magyarországi szarmata emelet és gerinctelen faunája. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 47, pp. 569–862.
- BODA J. 1974: A magyarországi szarmata emelet rétegtana. — *Földtani Közlöny* 104 (3), pp. 249–260.
- BODA, J., BOHN-HAVAS, M., FARKAS-BULLA, J., JÁMBOR, Á., KORECZ, A., KORECZ-LAKY, I., KORPÁS-HÓDI, M., RAVASZ, CS. 1985: Zsámbék Basin (Tinnye, Sőreg, Budajenő). — In: MÜLLER, P. (ed.): *Geodynamic evolution of intramontane basins. Neogene stratigraphy in northern Hungary and in Budapest. Excursion A₁*, pp. 56–58.
- BODOKY T., JÁNVÁRI J., NEMESI L., POLCZ J., SZEIDOVITZ GY.-NÉ 1977: Komplex geofizikai kutatások eredményei a Nyírségben. — *Általános Földtani Szemle* 10, pp. 5–44.
- BODZAY I. 1966: Dél-Zala középső miocén-szarmata képződményei. — *Földtani Közlöny* 96 (2), pp. 207–212.
- BODZAY I. 1968: Magyarország délnyugati részein kifejlődött miocén képződmények rétegtani és ősföldrajzi vázlata a szénhidrogénkutató mélyfúrások adatai alapján. — *Földtani Közlöny* 98 (1), pp. 76–90.
- BOHN-HAVAS, M., JANKOVICH, I., JÁMBOR, Á., KORECZ-LAKY, I., RAVASZ-BARANYAI, L. 1985: Borehole Hidasnémeti-1. — In: MÜLLER, P. (ed.): *Geodynamic Evolution of intramontane basin. Neogene stratigraphy in northern Hungary and in Budapest. Excursion A₁*, pp. 29–33.
- BUDAI T., CSÁSZÁR G., CSILLAG G., DUDKO A., KOLOSZÁR L., MAJOROS GY. 1999: A Balaton-felvidék földtana. — Magyar-arázó Magyarország tájegységi térképsorozatához. A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, 257 p.
- BUDAI T., CSÁSZÁR G., CSILLAG G., FODOR L., GÁL N., KERCSMÁR ZS., KORDOS L., PÁLFALVY S., SELMECZI I. 2008: *Magyar-arázó a Vértes hegység földtani térképéhez (1:50 000)*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, 228 p.
- CHIKÁN G. 1991: A Nyugati-Mecsek kainozoos képződményei. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 72, 281 p.
- COOKE, H. B. S., HALL, J. M., RÓNAI, A. 1981: Paleomagnetic sedimentary and climatic records from borehole of Dévaványa and Vésztő, Hungary. — *Acta Geologica Hungarica* 22 (1–4), pp. 89–109.
- CSÁSZÁR G. 1997: *Magyarország litosztratigráfiai alapegységei*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, 114 p.
- CSÍKY G. 1963: A Duna-Tisza köze mélyszerkezeti és ősföldrajzi viszonyai a szénhidrogénkutatás tükrében. — *Földrajzi Közlemények* 11 (1), pp. 19–35.
- CSÍKY G., ERDÉLYI K.-NÉ, FARKAS I., KÖRÖSSY L. 1966: Évi jelentés Magyarország 1965. évi szénhidrogénkutató munkálatairól. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár.
- CSÍKY G., KÖRÖSSY L. 1979: A magyarországi szénhidrogén-földtani kutatások irodalma. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár.
- DEÁK M. (szerk.) 1972: *Magyar-arázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához L-33–XII. Veszprém*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, 271 p.
- DEÁK M. (szerk.) 1981: *Magyar-arázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához L-33–V. Sopron*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, 132 p.
- DÉR I. 1957: Egercsehi környéki riolitufák vizsgálata. — *Földtani Közlöny* 87 (3), pp. 343–345.
- DUBAY L. 1962: Az Észak-Zalai medence fejlődéstörténete a kőolajkutatások tükrében. — *Földtani Közlöny* 92 (1), pp. 15–31.
- ELSTON, D. P., HÁMOR, G., JÁMBOR, Á., LANTOS, M., RÓNAI, A. 1985: Magnetostratigraphy of Neogene strata penetrated in two deep core holes in the Pannonian Basin: Preliminary results. — *Geofizikai Közlemények* 31 (special edition), pp. 75–88.
- ELSTON, D. P., LANTOS M., HÁMOR T. 1990: Az Alföld pannóniai (s.l.) képződményeinek magnetosztratigráfiája. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1988-ról*, pp. 109–134.
- ERDÉLYI K.-NÉ, KÖRÖSSY L. 1963: Évi jelentés az 1962. évi szénhidrogénkutató munkálatakról. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár.
- ERDÉLYI K.-NÉ, KÖRÖSSY L., TAKÁCS E. 1964: Évi jelentés az 1963. évi szénhidrogénkutató munkálatakról. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár.
- ERDÉLYI K.-NÉ, KÖRÖSSY L., CSÍKY G., HAÁZ I.-NÉ, HORVÁTH N.-NÉ, KÓTA GY.-NÉ 1967: Évi jelentés Magyarország 1966. évi kőolajföldtani munkálatairól. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár.
- FORGÓ L., MOLDVAY L., STEFANOVITS P., WEIN GY. 1966: *Magyar-arázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához L-34–XIII. Pécs*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, pp. 92–94.
- FÖLDI M. 1966: A hidas terület földtani felépítése. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1964-ről*, pp. 93–100.
- FÖLDI M., NAGY E., HÁMOR G., HETÉNYI R. 1967: *Magyar-arázó Magyarország földtani térképéhez 10 000-es sorozat L-34-61-D-a-2 Hosszúhetény*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, 66 p.
- FÖLDVÁRI A. 1929: Adatok a Bia-Tétényi plató oligocén-miocén rétegeinek stratigráfiájához. — *Annales Historico-naturales Musei Nationalis Hungarici* 26, pp. 35–38.
- FÖLDVÁRINÉ VOGL M. 1948: A nagytétényi fullerföld (bentonit) cirkontartalmának szinképanalitikai meghatározása. — *Beszámoló a Földtani Intézet Vitauiléseiről* 2, pp. 65–72.
- FRANYÓ F., ERHARDT GY., JASKÓ S., JUHÁSZ Á., SZÉLES M., SZÜCS L., WEIN GY. 1976: *Magyar-arázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához L-33–XI. Zalaegerszeg*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, pp. 50–62.
- GYALOG L. (szerk.) 2005: *Magyar-arázó Magyarország fedett földtani térképéhez (az egységek rövid leírása) 1:100 000*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, 188 p.
- GYALOG L., BUDAI T. (szerk.) 2004: Javaslatok Magyarország földtani képződményeinek litosztratigráfiai tagolására. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2002*, pp. 195–236.
- GYALOG L., SÍKHEGYI F. (szerk.) 2005: *Magyarország fedetlen földtani térképei, M=1:100 000*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, 88 térképlap.
- GYALOG L., TULLNER T., TURCZI G., TURTEGIN E. 2007: Magyarország hegyvidéki területeinek fúrás adatbázisa. — *A Magyar Állami Földtani Intézet és a Mol Rt. számítógépes adatbázisa*.
- HAAS J., HÁMOR G. 1998: Magyarország területe szerkezetfejlődésének összefoglalása. — In: BÉRCZI I., JÁMBOR Á.: *Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana*. — A Mol Rt. és a Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, pp. 45–54.
- HALAVÁTS GY. 1902: *Magyar-arázatok a Magyar Korona országainak részletes földtani térképéhez. (Budapest és Tétény vidéke, 16. zóna XX. rovat jelű lap)*. — A Magyar Királyi Földtani Intézet alkalmi kiadványa, Budapest, 23 p.
- HALAVÁTS GY. 1910: Neogén korú üledékek Budapest környékén. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* 17, 258 p.

- HÁMOR G. 1964: A K-i Mecsek miocén képződményeinek vizsgálata. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1961-ről*, pp. 109–117.
- HÁMOR G. 1970: A kelet-mecseki miocén. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 53, 483 p.
- HÁMOR G. 1985: A Nógrád–cserhádi terület földtani viszonyai. — *Geologica Hungarica series Geologica* 22, 307 p.
- HÁMOR G. 1996: Galgavölgyi Riolittufa Formáció. — In: GYALOG L. (szerk.): *A földtani térképek jelkulcsa és a rétegtani egységek rövid leírása*. A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, p. 78.
- HÁMOR G. 1997a: Galgavölgyi Riolittufa Formáció. — In: CSÁSZÁR G. (szerk.): *Magyarországi litosztratiográfiai alapegységei*. A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, p. 76.
- HÁMOR G. 1997b: A magyarországi miocén fejlődéstörténete és ősföldrajza. — In: HAAS J. (szerk.): *Fülöp József emlékkönyv*. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 231–250.
- HÁMOR G. 1998: A magyarországi miocén rétegtana. — In: BÉRCZI I., JÁMBOR Á. (szerk.): *Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana*. A Mol Rt. és a Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, pp. 437–452.
- HÁMOR G. 2006: A magyarországi neogén kvantitatív rétegstatisztikai vizsgálatának eredményei. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár.
- HÁMOR, G. 2007: Results of a statistical evaluation of the Neogene in Hungary. — *Central European Geology* 50 (2), pp. 101–182.
- HÁMOR G., BALOGH KAD., RAVASZNÉ BARANYAI L. 1978: Az északmagyarországi harmadidőszaki formációk radiometrikus kora. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1976-ről*, pp. 61–76.
- HÁMOR G., RAVASZNÉ BARANYAI L., BALOGH KAD., ÁRVÁNÉ SÓS E. 1980: A magyarországi miocén riolittufa szintek radiometrikus kora. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1978-ről*, pp. 65–73.
- HÁMOR, G., RAVASZ-BARANYAI, L., HALMAI, J., BALOGH, KAD., ÁRVA-SÓS, E. 1987: Dating of Miocene acid und intermediate volcanic activity in Hungary. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 70, pp. 149–154.
- HÁMOR T. 1992: A Szirák–2. sz. fúrás földtani eredményei. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1990-ről*, pp. 139–168.
- HARANGI, SZ. 2001: Neogene to Quaternary volcanism of the Carpathian–Pannonian Region — a review. — *Acta Geologica Hungarica* 44 (2–3), pp. 223–258.
- HARANGI SZ., LUKÁCS R. 2008: Hány ignimbrít egység van a Bükkalján? Vulkanológiai és geokémiai érvek. — *Előadás a Magyarhoni Földtani Társulat 2008. október 6-i szakülésén Budapesten*.
- HEDBERG, H. D. 1958: Stratigraphic classification and terminology. — *Bulletin of American Association of Petroleum Geologists* 42 (8), pp. 1881–1896.
- JÁMBOR Á. 1961: A Szilvásváradtól DK-re fekvő terület felépítése. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1957–58-ról*, pp. 82–102.
- JÁMBOR Á. 1971: A magyarországi szarmata. — *Földtani Közlöny* 101 (2–3), pp. 103–106.
- JÁMBOR Á. 1975: A Középhegységi Osztály 1973. évi tevékenysége — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1973-ről*, pp. 251–266.
- JÁMBOR Á. 1976: Üledékes kéntelep a Zsámbéki-medence szarmata sorozatában. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1974-ről*, pp. 301–306.
- JÁMBOR Á. 1977: A Mányi-medence neogén képződményei felépítésének vázlata. — *Földtani Kutatás* 20 (4), pp. 25–27.
- JÁMBOR, Á. 1978: Tuf rhyolitique superieur (felső riolittufa). — In: *Lexique Stratigraphic International I.* (9) Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 516 p.
- JÁMBOR, Á. 1991: Review of the geology of the s.l. pannonian formation of Hungary. — *Acta Geologica Hungarica* 32 (3–4), pp. 269–324.
- JÁMBOR Á. 1996: Tokaji Vulkanit Formáció. — In: GYALOG L. (szerk.): *A földtani térképek jelkulcsa és a rétegtani egységek rövid leírása*. A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, pp. 60–61.
- JÁMBOR Á. 1997: Tokaji Vulkanit Formáció. — In: CSÁSZÁR G. (szerk.): *Magyarország litosztratiográfiai alapegységei*. A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, p. 76.
- JÁMBOR Á. 1998: A rétegtani munka terepen. — In: BÉRCZI I., JÁMBOR Á. (szerk.): *Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana*. A Mol Rt. és a Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, Budapest, pp. 29–44.
- JÁMBOR Á., MOLDVAY L., RÓNAI A. 1966: *Magyar-ország 200 000-es földtani térképsorozatához L-34-II. Budapest*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, pp. 138–144.
- JASKÓ S. 1943: A Bicskei-öböl fejlődéstörténete, hegységstruktúrája és fúrásai. — *Beszámoló a Magyar Királyi Földtani Intézet Vitauléseinek munkálatairól* 5, pp. 254–302.
- JASKÓ S. 1952: Újabb adatok Putnok és Egercsehi közötti terület harmadidőszaki rétegeinek ismeretéhez. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1949-ről*, pp. 109–112.
- JUHÁSZ, Á. 1970: Tertiary volcanites of the territory between the rivers Danube and Tisza. — *Acta Geologica Hungarica* 14 (1–4), pp. 27–32.
- JUHÁSZ Á. 1971: A Duna–Tisza köze harmadidőszaki vulkanitjai. — *Földtani Közlöny* 101 (1), pp. 1–12.
- JUHÁSZ Á., KÖVÁRY J. 1964: Adatok Jászberény környékének mélyföldtanához. — *Földtani Közlöny* 94 (4), pp. 459–465.
- JUHÁSZ Á., KRIVÁNNÉ HUTTER E. 1967: A Kisalföld északi részének pannóniaiánál idősebb harmadidőszaki képződményei. — *Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratóriumának Műszaki-Tudományos Közleményei* 2, pp. 294–303.
- KÁRPÁTINÉ RADÓ D. 1986: A magyarországi szénhidrogénkutató és -termelő fúrások vázlatos rétegsora. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár.
- KISDINÉ BULLA J., RAINCSÁKNÉ KOSÁRY Zs., SZABÓNÉ DRUBINA M. 1971: *Budapest területének földtani térképe M=1:40 000*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest
- KISS J. 1951: A sárszentmiklósi riolit-kérdés. — *Földtani Közlöny* 81 (1–3), pp. 81–86.
- KÓKAY J. 1954: A várpalotai szarmata. — *Földtani Közlöny* 84 (1–2), pp. 29–40.
- KÓKAY J. 1959: Adatok a várpalotai perspektivikus kutatásokról. — *Földtani Közlöny* 89 (2), pp. 178–180.
- KÓKAY J. 1961: Távlati mélykutatás Várpalotán. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1957–58-ról*, pp. 213–240.
- KÓKAY J. 1966: A várpalotai üledékgyűjtő földtana. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár.
- KÓKAY J. 1989: A Gerecse-előtér kutatásának földtani eredményei. Miocén. A Mányi–zsámbéki terület badeni és szarmata képződményei. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár.

- KÓKAY J. 1991: Összefoglaló földtani jelentés a Várpalota Dél barnakőszén terület előkutatásáról. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest.
- KÓKAY, J. 1993: The Neogene Basin of Várpalota South (Bakony Mountains). — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1991-ről*, pp. 129–140.
- KÓKAY J. 2002a: A sárszentmiklósi riolitufa zárványai, különös tekintettel az ősmaradványokra. — *Földtani Közlöny* 132 (3–4), pp. 367–382.
- KÓKAY J. 2002b: A Várpalotai- és a Polgárdi-medencék miocén rétegsorainak korrelációja. — *Földtani Közlöny* 132 (1), pp. 83–88.
- KÓKAY J., HÁMOR T., LANTOS M., MÜLLER P. 1993: A Berhida 3. sz. fúrás paleomágneses és földtani vizsgálata. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1991-ről*, pp. 45–62.
- KORECZNÉ LAKY I. 1973: Foraminifera vizsgálatok Magyarország miocén képződményeiből. — *Őslénytani Viták* 21, pp. 73–80.
- KORECZNÉ LAKY I. 1976: Foraminifera vizsgálatok a Tokaji-hegység miocén képződményeiből. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1973-ról*, pp. 83–119.
- KORPÁS L. (szerk.) 1999: *Magyarázó a Börzsöny és a Visegrádi-hegység földtani térképéhez M=1:50 000*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, 179 p.
- KÖRÖSSY L. 1956: A Tiszántúl északi részén végzett kőolajkutatások földtani eredményei. — *Földtani Közlöny* 86 (4), pp. 390–402.
- KÖRÖSSY L. 1957: A Tiszántúl mélyföldtani és ősföldrajzi viszonyai a kőolajkutatás kilátásai szempontjából — *Bányászati és Kohászati Lapok Kőolaj és Földgáz* 90 (9), pp. 491–503.
- KÖRÖSSY L. 1966: Rétegtan. A fejezet. — In: RÓNAI A., MOLDAVAY L.: *Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához L-34-IV. Debrecen*. A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, pp. 28–29.
- Körössy L. 1978: Dél-Dunántúl miocén képződményei. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest.
- KÖRÖSSY L. 1979: A dunántúli medenceterületek földtani irodalma és értékelése. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest.
- KÖRÖSSY L. 1980: A Nagy Magyar Alföld földtani irodalmának jegyzéke és értékelése. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest.
- KÖRÖSSY L. 1987: A kisalföldi kőolaj- és földgázkutatás földtani eredményei. — *Általános Földtani Szemle* 22, pp. 99–174.
- KÖRÖSSY L. 1988: A Zala-medencei kőolaj- és földgázkutatás földtani eredményei. — *Általános Földtani Szemle* 23, pp. 3–162.
- KÖRÖSSY L. 1989: A Dráva-medencei kőolaj- és földgázkutatás földtani eredményei. — *Általános Földtani Szemle* 24, pp. 3–122.
- KÖRÖSSY L. 1990: A Délkelet-Dunántúl kőolaj- és földgázkutatásának földtani eredményei. — *Általános Földtani Szemle* 25, pp. 3–53.
- KÖRÖSSY L. 1992: A Duna-Tisza köze kőolaj- és földgázkutatásának földtani eredményei. — *Általános Földtani Szemle* 26, pp. 3–162.
- KÖRÖSSY L. 2004: Az észak-magyarországi paleogén medence kőolaj- és földgázkutatásának földtani eredményei. — *Általános Földtani Szemle* 28, pp. 9–121.
- KÖRÖSSY L. 2005: Az Alföld délkeleti része kőolaj- és földgázkutatásának földtani eredményei I. és II. rész. — *Általános Földtani Szemle* 29, pp. 41–132 és 30. pp. 7–92.
- KÖRÖSSY L., ERDÉLYI K.-NÉ, TAKÁCS E. 1964: Évi jelentés 1964 a magyar szénhidrogénkutató munkálatokról. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár.
- KULCSÁR L. 1943: A mezőkaszonyi szigetvulkánok. — *Közlemények a debreceni Kossuth Lajos Tudomány Egyetem Ásvány-Földtani Intézetéből* 23, pp. 1–23, és Tisia VI. pp. 1–23.
- KULCSÁR L. 1968: A magyar–szovjet határmenti vulkánosság a legújabb szovjet és hazai kutatások tükrében. — *Acta Geographica Debreceniensis* 14 (7), pp. 143–160.
- LÁNG G. 1959: Vegyi üledékek az egercsehi szarmatában. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1955–56-ról*, p. 197.
- LUKÁCS, R., HARANGI, SZ. 2002: Petrogenesis of the Miocene silicic magmas in the Pannonian Basin. — *Geologica Carpathica, Special issue* 53, pp. 13–14.
- LUKÁCS, R., CZUPPON, GY., HARANGI, SZ., SZABÓ, CS., NTAFLÓS, TH., KOLLER, F. 2002: Silicate melt inclusions in ignimbrites, Bükkalja volcanic field, Northern Hungary — texture and geochemistry. — *Acta Geologica Hungarica* 45 (4), pp. 341–358.
- MAGYARNÉ NÁDAS M. 1987: *Magyarország geológiai alapszelvényei alapfúrások*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, 70 p.
- MAGYARNÉ NÁDAS M. 1989: *Magyarország geológiai alapszelvényei alapfúrások II*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, 122 p.
- MÁRTON, E. 1990: Paleomagnetic studies on the Miocene volcanic horizons on the southern margin of the Bükk Mts. — *A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet Évi Jelentése 1988–89*, pp. 211–217. és 307–309.
- MÁRTON, E., PÉCSKAY, Z. 1998: Complex evaluation of paleomagnetic and K/Ar isotope data of the Miocene ignimbritic volcanics in the Bükk Foreland, Hungary. — *Acta Geologica Hungarica* 41 (4), pp. 467–476.
- MÁRTON, E., ZELENKA, T., MÁRTON, P. 2007: Paleomagnetic correlation of Miocene pyroclastics of the Bükk Mts. and their forelands. — *Central European Geology* 50 (1), pp. 47–58.
- MOLDAVAY L., BOCZÁN B., FRANYÓ F., KROLOPP E.-NÉ, RÓNAI A., SZEPESHÁZY K., SZÉLES M., SZÜCS L. 1975: *Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához M-34-XXXV. Kisvárdá, L-34-V. Mátészalka*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, pp. 28–42.
- NÉMEDI VARGA Z., KOVÁCS E., BERTA J., KÁLI Z., FÖLDI M. 1960: Hidas Dél terület előzetes földtani jelentése. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest.
- NOSZKY J. 1912: A salgótarjáni szénterület földtani viszonyai. — Koch Antal Emlékkönyv. Fritz Á., Budapest, pp. 67–90.
- NOSZKY J. 1927: A Mátra hegység geomorfológiai viszonyai. — *A Debreceni Tisza István Tudományos Társaság Honismertető Bizottságának kiadványai* 3 (8–10), Karcag, 149 p.
- NOSZKY J. 1940: A Cserhát-hegység földtani viszonyai. — *Magyar Tájak Földtani Leírása*. A Magyar Királyi Földtani Intézet kiadása, Budapest, 283 p.
- PANTÓ G. 1961: Az ignimbrit-kérdés alakulása és magyarországi vetülete. — *Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztálya Közleményei* 29 (1–4), pp. 299–332.
- PANTÓ G. 1962: Tufagalacsin. — *Földtani Közlöny* 92 (2), pp. 236–237.
- PANTÓ G. 1964: Az ignimbrit-vulkánosság újabb kérdései. — *Földtani Közlöny* 94 (3), pp. 313–320.

- PANTÓ, G. 1965: Miozähne Tuffhorizonte Ungarns. — *Acta Geologica Hungarica* 9 (3–4), pp. 225–233.
- PANTÓ G. 1966: Gelénes–1. sz. alapfúrás dokumentációja. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár.
- PANTÓ G. 1968: A Tokaji-hegység és előtere szerkezeti vulkanológiai kapcsolata. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1966-ról*, pp. 215–253.
- PÉCSI M. 1958: *Budapest természeti képe*. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 744 p.
- PÉCSKAY, Z., LEXA, J., SZAKÁCS, A., SEGHEDI, I., BALOGH, K., KONEČNÝ, V., ZELENKA, T., KOVACS, M., PÓKA, T., FÜLÖP, A., MÁRTON, E., PANAIOTU, C., CVETKOVIĆ, V. 2006: Geochronology of Neogene magmatism in the Carpathian arc and intra-Carpathian area. — *Geologica Carpathica* 57 (6), pp. 511–530.
- PELIKÁN P., BUDAI T. (szerk.) 2005: *A Bükk hegység földtana*. — Magyarázó Magyarország tájegységi térképsorozathoz. A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, 284 p.
- PENTELENYI L. 2002: A Bükkalja I. Földtani vázlat. — In: BARÁZ Cs. (szerk.): *A Bükki Nemzeti Park*. Bükki Nemzeti Park Igazgatóság, Eger, pp. 205–216.
- POGÁCSÁS GY., JÁMBOR Á., MATTICH, R. E., ELSTON, D. P., HÁMOR T., LAKATOS L., LANTOS M., SIMON E., VAKARCS G., VÁRKONYI L., VÁRNAI P. 1991: A nagyalföldi neogén képződmények kronosztratigráfiai viszonyai szeizmikus és paleomágneses adatok összevetése alapján. — *Magyar Geofizika* 30 (2–3), pp. 41–62.
- PÓKA, T., SEGHEDI, I., MÁRTON, E., ZELENKA, T., PÉCSKAY, Z. 2004: Miocene volcanism of the Cserhát Mts (N Hungary): Integrated volcano-tectonic, geochronologic and petrochemical study. — *Acta Geologica Hungarica* 47 (2–3), pp. 221–246.
- PÓKA, T., ZELENKA, T., SZAKÁCS, A., SEGHEDI, I., NAGY, G., SIMONITS, A. 1998: Miocene explosive volcanism in the Bükk Foreland, Hungary. — *Acta Geologica Hungarica* 41, pp. 437–466.
- PÜSPÖKI Z. 2002: A Tardonai dombság miocén medencefejlődése az üledékes szekvenciák fácies- és rétegtani adatainak tükrében. — *Kézirat*, doktori (PhD) értekezés. Debreceni Egyetem Természettudományi Kar, Debrecen, 128 p.
- PÜSPÖKI Z., KOZÁK M., CSÁMER Á. 2001: A Borsodi-medence miocénjének vulkanosztratigráfiai kapcsolatai a K-ÉK-magyarországi térséggel. — *Acta Geographica ac Geologica et Meteorologica Debrecina* 35, pp. 255–262.
- RADÓCZ GY. 1969: Előzetes jelentés a csereháti alapfúrások eredményeiről. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1967-ről*, pp. 281–283.
- RADÓCZ GY. 1971: A Cserehát pannóniai képződményekkel fedett területének mélyföldtani felépítése. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1969-ről*, pp. 213–233.
- RADÓCZ GY. 1976: Akkréciós tufagömbök és települési formák a Borsodi-medence miocén riolitúfáiban. — *Földtani Közlöny* 106 (1), pp. 69–77.
- RAVASZ Cs. 1980: Magyarország medenceterületek vulkanizmusa, fúrás táblázatok. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, 50 p.
- RAVASZ Cs. 1981: Magyarország medencebeli miocén vulkanitjainak elterjedése M=1:500 000. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár.
- RAVASZ Cs. 1982: A magyarországi medenceterületek miocén vulkanizmusa. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest.
- RAVASZ, Cs. 1987: Neogene volcanism in Hungary. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 70, pp. 275–279.
- RAVASZ, Cs., SOLTI, G. 1981: Sulfur-, gypsum-, and alunit-bearing strata in the Zsámbék basin. — *Acta Mineralogica et Petrographica Szegediensis* 24 (2), pp. 191–207.
- RAVASZSNÉ BARANYAI L. 1962: Az Ellend 1. sz. földtani alapfúrás közzétani vizsgálata. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1959-ről*, pp. 439–462.
- RAVASZSNÉ BARANYAI L. 1964: A Mecsek hegység miocén tufái. — *Kézirat*, Eötvös Loránd Tudomány Egyetem doktori értekezés, 64 p.
- RÓNAI A., MOLDVAY L., KÖRÖSSY L., STEFANOVITS P., BO CZÁN B. 1966: *Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozathoz L-34-IV. Debrecen*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest
- RÓNAI A., SZEPE SHÁZY K., SZÜCS L., FRANYÓ F., BO CZÁN B. 1967: *Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozathoz L-34-IX. Szolnok*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, p. 40.
- RÓNAI A., SZEPE SHÁZY K., SZÉLES M., WEIN GY., SZÜCS L., FRANYÓ F., BO CZÁN B. 1971: *Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozathoz L-34-XIV. Kiskunhalas*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, pp. 36–41.
- RÓNAI A., BO CZÁN B., FRANYÓ F., KÖRÖSSY L., SZEPE SHÁZY K., SZÉLES M., SZÜCS L., WEIN GY. 1974: *Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozathoz L-34-XV. Szeged, L-34-XVI. Gyula*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, pp. 60–64.
- RÓNAI A., BO CZÁN B., CSÍKY G., FRANYÓ F., SZÉLES M., SZEPE SHÁZY K., SZÜCS L. 1975: *Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozathoz L-34-X. Békéscsaba*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, pp. 40–44.
- RÓNAI A., SZENTES F. 1972: *Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozathoz L-34-VII. Székesfehérvár*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, pp. 63–64.
- SCHAFARZIK F. 1914: Újabb ásványlelőhelyek Budapest környékén. — *Földtani Közlöny* 44 (1–2), p. 88.
- SCHAFARZIK F. 1922: Budapest főváros legújabb geológiai térképezéséről. — *Mathematikai és Természettudományi Értesítő* 39, pp. 181–198.
- SCHAFARZIK F., VENDL A. 1929: *Geológiai kirándulások Budapest környékén*. — Budapest, 341 p.
- SCHAFARZIK F., VENDL A., PAPP F. 1964: *Geológiai kirándulások Budapest környékén*. — Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 296 p.
- SCHMIDT E. R. 1939: A Kincstár csonkamagyarországi szénhidrogénkutató mélyfúrásai. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* 34 (1), 272 p.
- SCHRÉTER Z. 1912: A magyarországi szarmata rétegek stratigráfiai helyzete. — Koch Antal Emlékkönyv. Frits Á., Budapest, pp. 127–138.
- SCHRÉTER Z. 1913: Eger környékének földtani viszonyai. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1912-ről*, pp. 130–146.
- SCHRÉTER Z. 1923: Földtani felvétel a Bükk hegység DK-i oldalán. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1920–23-ról*, pp. 36–38.
- SCHRÉTER, Z. 1934: Beiträge zur Geologie des Borsod-Heveser Bükk-Gebirges und Neogenen Hügellandes seiner Umgebung. — *Jahresbericht der Geologische Anstalt für 1917–1924*, pp. 103–114.

- SCHRÉTER Z. 1952: Újabb földtani vizsgálatok a Sajó völgyi barnaköszén medencében. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1949-ről*, pp. 115–130.
- SELMECZI I. 2008: Galgavölgyi Riolituffa Formáció. — In: BUDAI T., FODOR L. (szerk.): *Magyarázó a Vértes hegység földtani térképéhez (1:50 000)*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, 228 p. és ill. 93.
- SERESNÉ HARTAI É. 1983: Néhány újabb savanyú piroklasztikum előfordulása a Bükk hegységben. — *Földtani Közöny* 113, pp. 303–312.
- STEGENA L., GÉCZY B., HORVÁTH F. 1975: A Pannon-medence késő kainozoos fejlődése. — *Földtani Közöny* 105 (2), pp. 101–123.
- STRAUSZ L. 1955: Szarmata fauna a karádi mélyfúrásból. — *Földtani Közöny* 85 (3), pp. 381–385.
- SÜTÖNÉ SZENTAI M. 1987: Szervesvázú mikroplankton együttesek elterjedése a magyarországi kunsági (pannonien s. str.) emeletbeli és fiatalabb képződményekben. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 69, pp. 307–324.
- SÜTÖ-SZENTAI, M. 1988: Microplankton zones of organic skeleton in the Pannonian s.l. stratum complex and in the upper part of the Sarmatian strata. — *Acta Botanica Hungarica* 4 (3–4), pp. 339–356.
- SZABÓ I. 1959: Földtani adatok a nagytétényi bentonit előfordulások ismeretéhez. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1955–56-ról*, pp. 325–330.
- SZABÓ J. 1879: *Budapest geológiai tekintetben*. — Magyar Orvosok és Természetvizsgálók Vándorgyűlésének munkálatai 1879. évi Emlékkönyve, 116 p.
- SZABÓ J. 1883: *Geológia, kiváló tekintettel a petrográfiára vulkánosságra és hidrográfiára*. — Franklin Társulat, Budapest, 745 p.
- SZAKÁCS, A., ZELENKA, T., MÁRTON, E., PÉCSKAY, Z., PÓKA, T., SEGHEDI, I. 1998: Miocene acidic explosive volcanism in the Bükk Foreland, Hungary: Identifying eruptive sequences and searching for source location. — *Acta Geologica Hungarica* 41 (4), pp. 413–435.
- SZÁDECCZY-KARDOSS, E., PANTÓ, G., PÓKA, T., SZÉKY-FUX, V., KISS, J., KUBOVICS, I. 1967: Die Neovulkanite Ungarns. — *Acta Geologica Hungarica* 11 (1–3), pp. 161–180.
- SZEGŐ É., JÁMBOR Á. 2006: A Hu–pt. 2.4. termál víztest geológiai képződményeinek rövid jellemzése. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár.
- SZÉKY F. 1963: Izsófalva 186., Damak 1., Ziliz 1. távlati kutatófúrás. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1960-ról*, pp. 364–365 és 374–379.
- SZÉKYNÉ FUX V. 1948: Bentonitosodott riolituffa Budapest Kőbányáról. — *Földtani Közöny* 78, pp. 185–196.
- SZÉKYNÉ FUX V., BARTA I., RÓZSA P., BALÁZS É., TÖRÖK S.-né, ROCHLITZ SZ.-né 1986: A Tiszántúl mélyszinti neogén vulkánossága és gyakorlati vonatkozásai 1985–86. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest.
- SZÉKY-FUX V., PAP S., BARTA I. 1985: A nyírségi Nagyecsed–I. és Komoró–I. fúrások földtani eredményei. — *Földtani Közöny* 115 (1), pp. 63–67.
- SZÉKY-FUX, V., PÉCSKAY, Z. 1991: Covered Neogene volcanic rocks at the eastern and northern areas of the Pannonian Basin, Hungary. — In: KARAMATA, S. (ed.): *Geodynamic evolution of the Pannonian Basin*. Serbian Academy of Sciences and Arts, Academic Conferences, Department of Natural and Mathematical Sciences 62 (4), pp. 275–287.
- SZÉKY-FUX V., PÉCSKAY, Z. 1987: Észak- és Közép-Tiszántúl fedett miocén vulkanitjai és K/Ar radiometrikus kronológiájuk. — *Földtani Közöny* 117 (2), pp. 223–235.
- SZÉKY-FUX, V., PÉCSKAY, Z. 1991: Covered Neogene volcanic rocks at the eastern and northern areas of the Pannonian Basin, Hungary. — In: KARAMATA, S. (ed.): *Geodynamic evolution of the Pannonian Basin*. Serbian Academy of Sciences and Arts, Academic Conferences, Department of Natural and Mathematical Sciences 62 (4), pp. 275–287.
- SZÉKY-FUX, V., RAVASZ, CS., PÉCSKAY, Z. 1991: Tertiary volcanism of the Pannonian basin. — In: KARAMATA, S. (ed.): *Geodynamic evolution of the Pannonian Basin*. Serbian Academy of Sciences and Arts, Academic Conferences, Department of Natural and Mathematical Sciences 62 (4), pp. 289–305.
- SZÉKY-FUX V., KOZÁK, M., PÜSPÖKI, Z. 2007: Covered Neogene magmatism in eastern Hungary. — *Acta Geographica ac Geologica, Geomorphology, Physical Geography series* 2, pp. 79–104.
- SZÉLES M. 1970: Felsőmiocén (szarmata) képződmények rétegtani értékelése az alföldi szénhidrogénkutató fúrások alapján. — *Földtani Közöny* 100 (2), pp. 132–143.
- SZENTES F. 1956: Budapest és környékének földtani térképe. M=1:50 000. — In: PÉCSI M. (szerk.) 1958: *Budapest természeti képe*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 744 p.
- SZENTES F. 1959: Előzetes jelentés Egercsehi környékének földtani térképezéséről. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1955–56-ról*, p. 351.
- SZENTES F., VIGH G., BÖJTÖSNÉ VARRÓK K., DÉR I., SZÜCS L. 1968: *Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához L–34–I. Tatabánya*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, p. 85.
- SZENTGYÖRGYI, K. 1978: The Sarmatian Formation in the Tiszántúl area (East Hungary) and their stratigraphic position. — *Acta Mineralogica-Petrographica Szegediensis* 23 (2), pp. 279–297.
- SZENTGYÖRGYI K. 1989: A Békési medence miocén képződményei és szénhidrogénföldtani jelentőségük. — *Magyar Geofizika* 30 (4–5), pp. 113–118.
- SZEPESHÁZY K. 1962: Mélyföldtani adatok a Nagykőrös–kecskeméti területről. — *Földtani Közöny* 92 (1), pp. 40–52.
- SZEPESHÁZY K. 1967a: Kőzettani adatok a törtélti terület mélyföldtanához. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1965-ről*, pp. 374–379 és 459–476.
- SZEPESHÁZY K. 1967b: Rétegtan. — In: RÓNAI A., SZEPESHÁZY K., SZÜCS L., FRANYÓ F., BOCZÁN B.: *Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához L–34–VIII. Kecskemét*. A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, pp. 42–43.
- SZEPESHÁZY K. 1971: A Tiszántúl középső részének miocén képződményei a szénhidrogénkutató mélyfúrások adatai alapján. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1968-ról*, pp. 297–322.
- SZERCZ F. 1964: A Kutas–3. sz. fúrás rétegsora. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest.
- T. KOVÁCS G. 1967: A ebesi mélyfúrások földtani eredményei. — *Földtani Kutatás* 10 (2), pp. 10–11.
- T. KOVÁCS G. 1969: Újabb mélyföldtani adatok a Nyírség és Hajdúság szénhidrogénkutató fúrásaiból. — *Földtani Kutatás* 12 (2), pp. 1–8.
- T. KOVÁCS G. 1971: Soltvadkerti mélyfúrások földtani eredményei. — *Földtani Kutatás* 14 (1–2), pp. 1–5.

- T. KOVÁCS G. 1975: A Duna–Tisza köze déli részének miocén képződményei. — *Földtani Közöny* 105 (2), pp. 220–236.
- TAKÁCS E., KÓRÖSSY L. 1967: Földtani jelentés OrszágosKőolaj és Gázipari Tröszt 1967. évi munkájáról. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest.
- VADÁSZ E. 1953: *Magyarország földtana*. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 395 p.
- VARGA GY. 1981: Újabb adatok az összesült tufaleplek és ignimbritek ismeretéhez. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1979-ről*, pp. 499–509.
- VARGA GY., CSILLAGNÉ TEPLÁNSZKY E., FÉLEGYHÁZI ZS. 1975: A Mátra hegység földtana. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 57, 481 p.
- VENDL A. 1913: Jelentés a Fejér vármegyében végzett reambuláló felvételről. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1912-ről*, pp. 154–155.
- VENDL A. 1927: Die Typen der ungarischen Rhyolithe. — *Neues Jahrbuch für Mineralogie Geologie und Paläontologie, Beilage Band* 55, Abt. A, pp. 183–249.
- VENDL M. 1920: Biotitos dácittufa Kistétényről. — *Földtani Közöny* 50, pp. 34–38.
- VENDL M. 1938: Újabb adatok a tétényi kallófüld (bentonit) ismeretéhez. — *Matematikai és Természettudományi Értesítő* 57 (3), pp. 1108–1116.
- VIRÁGH J., PANTÓ GY., PESTHY L. 1962: Összefoglaló földtani zárójelentés és készletszámítás a budatétényi bentonit előfordulásáról. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest.
- VITÁLIS I. 1937: A nagytétényi fullerfüld és bányászata. — *Matematikai és Természettudományi Értesítő* 55, pp. 971–984.
- VÖLGYI L. 1965: A Nagyalfüld középső részének mélyföldtani vizsgálata. — *Földtani Közöny* 95 (2), pp. 140–163.
- WEIN GY. 1974: Délkelet-Dunántúl geológiája. — In: LOVÁSZ GY., WEIN GY.: *Délkelet-Dunántúl geológiája és felszínfejlődése*. Baranya Megyei Levéltár, Pécs, p. 98.
- WEIN GY., MOLDVAY L. 1973: *Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához L-34–XIX. Mohács*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadása, Budapest, p. 47.
- ZELENKA T. 1964: A „Szerencsi öböl” szarmata tufaszintjei és fáciesei. — *Földtani Közöny* 94 (1), pp. 33–52.
- ZELENKA, T., BALOGH, K., KOZÁK, M., PÉCSKAY, Z., RAVASZ, CS., ÚJFALUSSY, A., BALÁZS, E., KISS, J., NEMESI, L., PÜSPÖKI, Z., SZÉKY-FUX, V. 2004: Buried Neogene volcanic structures in Hungary. — *Acta Geologica Hungarica* 47 (2–3), pp. 177–219.
- ZELENKA T., GYARMATI P., PÉCSKAY Z., KISS J., MÁRTONNÉ SZALAY E., VÉRTESSY L. 2008: A Tokaji hegység paleovulkáni rekonstrukciója. — *Előadás a Magyarhoni Földtani Társulat 2008. október 6-i szakülésén*, Budapest.
- ZELENKA T., PÓKA T., MÁRTONNÉ SZALAY E., PÉCSKAY Z. 2005: A Tari Dácittufa Formáció típuselvényének felülvizsgálata. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2004-ről*, pp. 73–84.

A Mecsek hegység felső-triász képződményei*

The Upper Triassic Formations of the Mecsek Mountains

†NAGY ELEMÉR, BAGOLYNÉ ÁRGYELÁN GIZELLA, RÁLISCHNÉ FELGENHAUER ERZSÉBET, SIEGLNÉ FARKAS ÁGNES

Magyar Állami Földtani Intézet, 1143 Budapest, Stefánia út 14.



Tárgyszavak: rétegtan, palinológia, ásványtan, kőzettan, fácieselemzés, felső-triász, Mecsek

Kivonat

A dolgozat a mecseki felső-triász képződmények fáciesértékelését tárgyalja a felszíni kibúvásokból és a fontosabb fúrásokból nyert adatok feldolgozására és újabb őslénytani vizsgálatokra alapozva. A felső-triász rétegsort a Kantavári Formáció és a Karolinavölgyi Homokkő Formáció építi fel, az utóbbiban elkülöníthető egy peremi fácies, amelyet középső-triász karbonát anyagú kavicsokból álló konglomerátum képvisel.

Az ásvány-kőzettani és őslénytani adatok értékelése alapján a ladin nyílt, majd lefűződő lagúnarétegsort uralkodóan lefűződött lagúna kifejlődés váltja fel a karni emeletben, kevesebb tavi és még kevesebb delta fáciesű közbetelepüléssel. A nori emelet deltakifejlődéssel kezdődik, majd uralkodóan tavi faciessel folytatódik, amelybe lagúna kifejlődésű szakaszok iktatódnak. A rhaeti emelet emerziós felszínre települő folyammedri faciessel indul, majd delta fáciesben folytatódik, amelyben tavi közbetelepülések vannak. Az emeletet – és egyúttal a felső-triász sorozatot – a vizsgált szelvények többségében tavi kifejlődés zárja.

A Szentkatalin Szk-1 és Husztót Hu-2 fúrással feltárt ladin karbonátos rétegekből meghatározott *Michrhystridium* sp., valamint a foraminiferák is nyílttengeri környezetet jeleznek (a korábbi vélekedéstől eltérően). A longobárd képződmények közepes csapadékigényű flóra-asszociációja száraz talajú, part-távoli magaslatokról származik. A Hu-2 fúrás palinológiai vizsgálata is igazolja, hogy a Nyugati-Mecsek területén a ladin rétegsorra az alsó-jura kőszéntelepes összlet diszkordánsan települ.

A vizsgált rétegsorok kőzettani és fáciesváltozása együttesen azt mutatja, hogy a terület fejlődésmenetét a középső-triász második felében regresszió uralta, amelynek hatását időnként kiemelkedés és lepusztulás is felerősíthette. A Nyugati-Mecsek É-i előterében megismert durva-törmelékes összlet a nyílt selfhez tartozó parti síkság és az árapályöv zónájában képződött. A fenti faciessornak megfelelően a karni emeletben regressziós, a rhaetiben pedig transzgressziós üledékciklusokat találunk. A nori-rhaeti határon tapasztalható fáciesváltozás analóg a germán kifejlődési területen általános (de az alpi triász faciesterületeken sem ritka) kora-rhaeti transzgresszióval.

Key words: stratigraphy, palynology, mineralogy, petrology, facies analysis, Upper Triassic, Mecsek Mts

Abstract

The present paper summarizes the facies evaluation of the Upper Triassic formations of the Mecsek Mts, based on published data from outcrops and boreholes and on new palaeontological investigations. The Upper Triassic sequence is built up of the Kantavár and the Karolinavölgy Sandstone Formations. A marginal facies can be separated in the latter one, represented by a conglomerate containing pebbles derived from Middle Triassic carbonates.

Based on the evaluation of mineralogical, petrological and palaeontological data the Ladinian succession of open-lagoonal facies turns into a restricted one in the Carnian stage with less lacustrine and even less deltaic interbeddings. The Norian stage begins with a deltaic succession, which is followed upsequence by lacustrine facies characterized by lagoonal intercalations. Above the emersion surface the Rhaetian stage begins with riverbed facies which is followed by deltaic facies with limnic intercalations. The Upper Triassic sequence is finished by lacustrine deposits in most of the investigated sections.

Michrhystridium sp. and foraminiferans of the Ladinian carbonates in boreholes Szentkatalin Szk-1 and Husztót Hu-2 prove open marine environment (in contrast to previous opinions). Flora association of Longobardian formations characterized by medium rainfall demand is

* Jelen tanulmány Nagy Elemérnek, a mecseki triász kiváló kutatójának utolsó publikációja. A cikk kéziratát a társszerzők 2001-ben zárták le. Közreadásában — Elemér iránti tiszteletük megnyilvánulásaként — Budai Tamás és Konrád Gyula közreműködött, a Magyar Rétegtani Bizottság Triász Albizottságának támogatásával.

A palinológiai eredmények a Komlói táj földtani- és őslénytani kutatásának 100 éve (1898–1998) c. konferencián (Komlón 1998) már elhangzottak.

derived from far-shore, elevated areas. Lithology and facies of the investigated sections of the area indicate regression during the second part of the Middle Triassic, which may have been interrupted by emersion and denudation periods. The coarse-grained clastics in the northern foreland of the West Mecsek Mts were deposited on the tidal flat of an open shelf.

Due to the afore-mentioned facies trend the Carnian stage is represented by regressive sedimentary cycles, whereas the Rhaetian stage is represented by transgressive ones. Facies change at the Norian/Rhaetian boundary can be corresponded to the early Rhaetian transgression which is characteristic in the German Basin and even in the Alpine facies areas.

Bevezetés

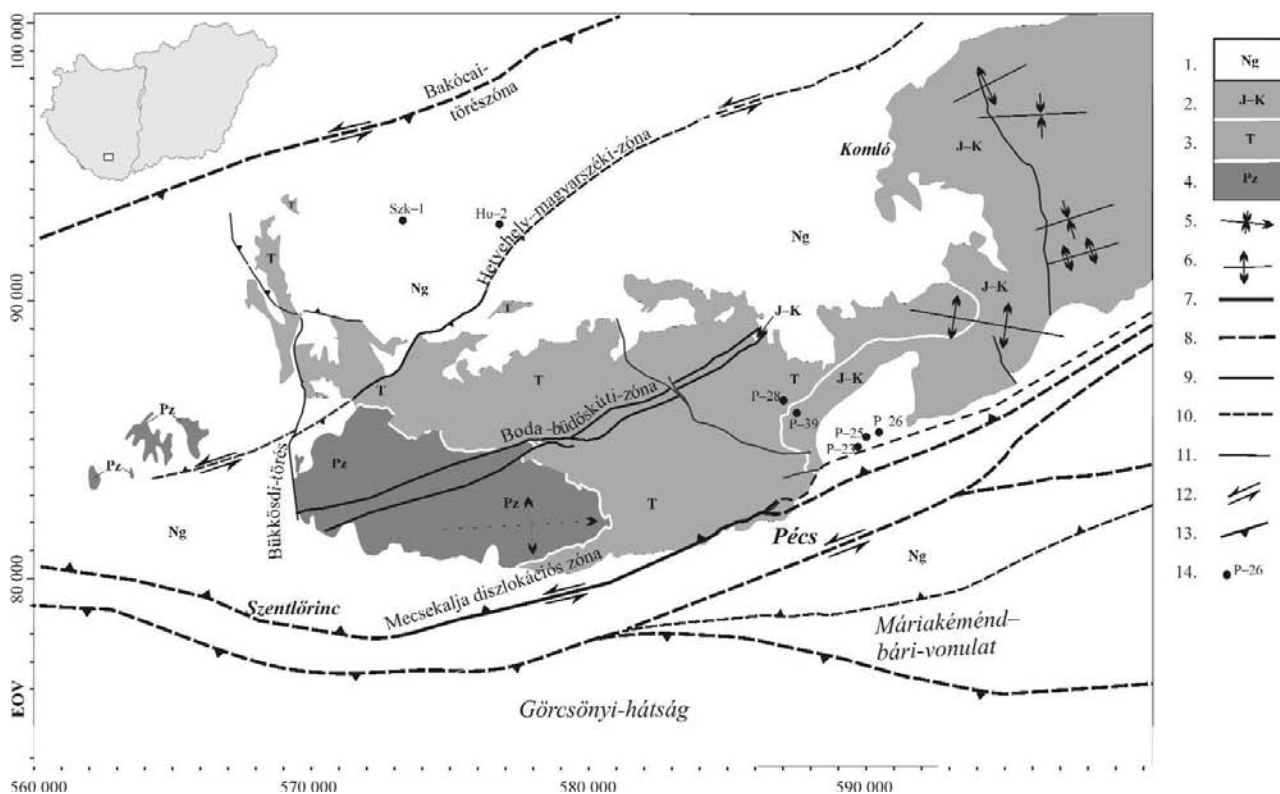
A Tisza-egység területén a középső-triász végén megkezdődött az addig többé-kevésbé egységes egyenlejtésű rámpa feldarabolódása és tagolódása. Valószínűleg tektonikai és klimatikus változások egyaránt szerepet játszottak abban, hogy a karbonátos üledékképződést fokozatosan törmelékes üledékképződés váltotta fel.

A Mecsek központi vonulatában, a Keleti-Mecsekben és a Villányi-hegység Harsányhegyi-pikkelyében folyamatos üledékátmenet állapítható meg a ladin és a karni rétegek között. A ladin-karni határ a Mecsekben a Kantavári Formáció, a Villányi-hegységben pedig a Templomhegyi Dolomit Formáció belül húzható meg.

A Nyugati-Mecsek É-i előterében, a központi vonulat D-i előterében, a Villányi-hegységben és az Alföld aljzatában a karbonátos középső-triász rétegsorra jelentős üledékhézaggal felső-triász (rhaeti) vagy jura, illetve kainozoos üledékek települnek. Ebben a munkában a Mecseki egység felső-triász kifejlődéseivel foglalkozunk (1. ábra).

Kutatástörténet

A mecseki felső-triász képződményekről az elmúlt 40 év során sok új adat gyűlt össze. Ezek nagy részét publikálták (NAGY 1961a,b, 1964, 1968, 1969; BÓNA 1983, 1984a,b, 1995; SOMOS 1963, 1965; WÉBER 1965, 1977, 1984, 1990;



1. ábra. A Nyugati-Mecsek szerkezetföldtani térképe (KONRÁD, SEBE in prep.), a vizsgált fúrások feltüntetésével

1 – Neogén képződmények; 2 – jura–kréta képződmények; 3 – triász képződmények; 4 – paleozoos képződmények; 5 – szinklinálistengely; 6 – antiklinálistengely; 7 – észlelt elsőrendű szerkezeti elem; 8 – szerkesztett elsőrendű szerkezeti elem; 9 – észlelt másodrendű szerkezeti elem; 10 – szerkesztett másodrendű szerkezeti elem; 11 – észlelt harmadrendű szerkezeti elem; 12 – oldaleltolás; 13 – feltolás; 14 – hivatkozott mélyfúrás

Figure 1. Tectonic map of the western part of the Mecsek Mts showing the investigated boreholes (KONRÁD, SEBE in prep.)

1 – Neogene formations; 2 – Jurassic–Cretaceous formations; 3 – Triassic formations; 4 – Palaeozoic formations; 5 – syncline axis; 6 – anticline axis; 7 – measured first order tectonic element; 8 – compiled first order tectonic element; 9 – measured second order tectonic element; 10 – compiled second order tectonic element; 11 – measured third order tectonic element; 12 – strike-slip fault; 13 – overthrust; 14 – referred borehole

RÁLISCHNÉ FELGENHAUER E. 1987; RÁLISCHNÉ FELGENHAUER, TÖRÖK 1993, SZENTE 1997). Ezeket a már publikált eredményeket megpróbáljuk egybegyűjteni és kiegészíteni a legújabb adatainkkal.

A ladin–karni határ helyzetét BÖCKH (1876) és VADÁSZ (1935) kizárólag a kőzetváltozás, illetve STUR (1874) „wengeni típusú” növénymaradvány-leletei alapján jelölték ki. A képződmények kora — megfelelő feltárások és ősmaradvány-leletek hiányában — nyitott kérdés maradt évekig. BÖCKH (1876) ugyan a „wengeni palákat” már felső-triász-ként tárgyalta, azonban azok fölött a „telepmentes homokkő” alsó részét felső-triász megnevezéssel elkülönítette annak a rhaetibe sorolt felső részétől. VADÁSZ (1912) kezdetben a „fekete agyagmárga és pala” fölött következő homokkő összletről azt írta, hogy „kétségtelenül az egész felső-triászt” képviseli. Későbbi (1935) véleménye szerint azonban e képződményekre éles határral települ a rhaeti emeletbe tartozó homokkőösszlet, továbbá a ladin és a rhaeti között kiemelkedésből eredő üledékhiány tételezhető fel. Új mozzanatot jelentett ebben a kérdésben WEIN (1961) közlése, amely szerint a Komló K–21 fúrás rétegsorában a lemezes agyagkő, illetve a telepmentes homokkőösszlet között üledékátmenet állapítható meg. Ezt tapasztalta KILÉNYI is a BALOGH vezette térképező csoport mecseki munkálatai során, a kozári Andor-forrás völgyében létesített feltárásban (BALOGH et al 1955). 1958-ban Kisréten, Kantaváron és Vasas fölött (Cirkó-völgy) is feltárták e képződményeket. GÓCZÁN csigafauna- és NAGY I. Z. flóra-vizsgálatai alapján a homokkőösszlet legalsó rétegeit a ladin regresszió zárótagjának tekintették és a „kassziáni rétegekkel” párhuzamosították (NAGY 1961a). 1962-ben mélyült a Karolina-völgy oldalában a Pécs P–28 fúrás, amely ugyancsak feltárta e képződményeket. A fúrás szelvényében a „kassziáni rétegeknek” megfelelő agyagos homokkő fölött települő szürke aleurolit- és homokkőrétegekben gazdag, a karni emeletre (*Pleuromya ambigua*), illetve a középső keuper „semionotus”-os rétegeire (*Dapedius inornatus*, *Semionotus* sp., *Acrodus minimus*, *Isaura minuta*, *I. ovata*) utaló kagyló-, hal- és Phyllopora-maradványokat találtak. Karni kort igazolnak BÓNA palinológiai vizsgálatai, valamint NAGY J. makroflóra leletei is. Végül a középső–felső-triász határt a Kantavári Formáción belül, palinológiai vizsgálatok alapján sikerült meghatározni (BÓNA 1995).

A Pécs környékén 450–600 m vastagságú — ÉK felé vékonyodó — felső-triász, durvatörmelékeny összlet (Karolinavölgyi Homokkő Formáció) szögeltérés nélkül települ rétegtani fekéjére. E nagy vastagságú, homokkő-, aleurolit- és agyagkőrétegekből álló rétegsort PETERS (1862) keupernek, illetve gresteni homokkőnek tartotta.

E törmelékeny összlet első behatóbb tanulmányozása IMREH (1955) nevéhez fűződik. Ásványtani vizsgálatait a vasasi Vörösés-árok szelvényében (az összlet felső harmadát képviselő homokkőrétegsor kibúvásain) gyűjtött mintákon végezte. Ennek eredményeiből azt a következtetést vonta le, hogy a homokkőösszlet az alsó-liász kőszénösszlettel azonos domborzati és éghajlati viszonyok

között keletkezhetett, csupán az eltérő partalakulás okozta, hogy itt kőszéntelepek nem képződtek.

A ladin és felső-triász képződményeket összekapcsoló kőzettani átmenet felismerése (WEIN 1961, KILÉNYI in BALKAY et al. 1954) egyúttal magában hordozta azt a feltevést is, hogy e vastag törmelékeny összlet szükségképpen magában foglal rhaetnél idősebb emeletet is. A karni emelet jelenlétét ősmaradványokkal bizonyítani azonban csak a Pécs P–28 alapfúrás lemélyítése után sikerült (NAGY 1964). Az összlet egészének ásvány-kőzettani vizsgálatát — elsősorban a Pécs–28 és Pécs–39 fúrás rétegsorán — NOSKENÉ FAZEKAS (1966) végezte.

A Mecsek hegységet övező neogén rétegek uránkutatására irányuló program keretében a Nyugati-Mecsektől É-ra 1986-ban mélyült és triász képződményeket ért a Szentkatalin Szk–1 és a Husztót Hu–2 magfúrás. A két fúrás egymástól kőzettanilag élesen elkülönülő két olyan — karbonátos és durvatörmelékeny — egységet tárt fel, amely a Mecsekben és a Villányi-hegységben is jellemző. A két fúrás részletes feldolgozását WÉBER végezte el (1990). Véleménye szerint az itt harántolt karbonátos rétegsor részben késő-triász korú, amit a későbbi (SZENTE 1997) és a jelenlegi vizsgálatok sem erősítettek meg.

Rétegtani felépítés

Kantavári Formáció

A Kantavári Formáció a pécsi Bertalan-hegyen erősen zavart szerkezet mentén, redukált vastagságban bukkan felszínre. A Bertalan-hegy–Dömörkapu–Kantavár vonulatban törésvonal mentén, kivékonyodva követhető. Kantavártól a mintegy 100–160 m vastagságú összlet csapásban nyomozható Fehérkútig, illetve azon túl, a kozári Andor-forrás völgyéig. Keletebbre az Árpádtető–Cirkó-völgy vonulatban — egy-egy szelvényben szerkezetileg többször is ismétlődve (Szárzögödör) — majd legnagyobb felszíni elterjedésben a vasasi Cirkó-völgy, illetve a hármashüki boltozat területén tanulmányozható. Szerkezetileg lehatárolt, kis kibúvásai ismertek még a mánfai Nagy-mély-völgyben, ahol a bánosi boltozat legfiatalabb képződményeként bukkan elő. Képződménysora kőzettani átmenetet alkot az anisusi–ladin mészkőösszlet és a felső-triász törmelékeny összlet között.

Legjobb feltárásait a Pécs P–28 és –39 fúrás, a kantavári kőfejtő és az attól DK-re futó völgy, valamint a kozári Andor-forrás völgye és a vasasi Cirkó-völgy szolgáltatja.

A rétegsorokon belül az egymásra következő agyagos mészkő, márga-agyagmárga és agyagos homokkő kőzetfáciesek között az átmenet esetenként folyamatos, a rétegsor e kőzetkifejlődések alapján három tagozatra osztható.

Alsó tagozat

Fekete agyagos mészkő. Alapszelvényül a kantavári kőfejtő rétegsora kínálkozik, ahol az agyagos mészkő padjai közé vékonyabb, mállékonyabb sávok-lemezes, agyagos

mészmárgarétegek települnek, a lemezek között vékony agyagbevonattal, esetenként vitritsávokkal. E rétegcsoporthoz tartozó megőrzésű növényi töredékeken kívül sok Ostracodát, csigaköbelet és Chara-termést tartalmaz.

Palinológiai adatok (*Protodiploxipinus potonieii*, *Lunatisporites acutus*) szerint ladin korú (BÓNA 1995).

A rétegsor alsó harmadának finomabb szemű, többé-kevésbé meszes képződményeiben gyakoriak az Ostracodák, a Phyllopodák közül a keuper „estheriás rétegekre” jellemző *Isaura minuta* és *Isaura ovata* faj, alárendelten kagyló- és csigamaradványok (*Pleuromya abigua*, *Actaeonina* cf. *scalaris*) is található. Actaeonina-félék és Ostracodák elvéve a rétegsor felsőbb részeiből is előkerültek.

Középső tagozat

Lemezes, agyagos mészkő, márga, agyagmárga. A rétegsorban felfelé a karbonáttartalom fokozatosan csökken. Jellemző a rétegekre a lemezes-leveles elválás. A lemezek réteglapjait vékony, hártyszerű agyagbevonat, illetve az alsóbb részeken gyakran vitrites lemezek fedik. E rétegcsoporthoz csigák már nem kerültek elő, az Ostracodák ellenben itt is tömegesen borítják a réteglapokat. A Bertalan-hegyről BÖCKH által gyűjtött és STUR (1874) által meghatározott növénymaradványok ebből a rétegcsoporthoz származnak.

A palinológiai vizsgálatok szerint (BÓNA 1995) részben még ez a rétegcsoporthoz is a ladin emeletbe tartozik (*Triadisporea obscura*, *Infernopollenites parvus*).

Felső tagozat

Finom szemű, törmelékeny sorozat. E rétegcsoporthoz a törmelékeny alkotórészek túlsúlyra jutásával és a karbonáttartalom csökkenésével fokozatosan fejlődik ki az előző képződményekből. E finom homokos – agyagos aleurolit-, finom szemű agyagos homokkő- és — alárendelten — agyagvaskőrétegek váltakozásából álló rétegcsoporthoz először WEIN (1961) és KILÉNYI (BALOGH et al. 1954) adott hírt anélkül, hogy a „wengeni rétegeknek” a felső-triász összletbe való átmenetét jelző voltán kívül e rétegcsoporthoz tartozását illetően állást foglalt volna. A Kis-réten, Kantaváron és az Andor-forrásnál gyűjtött növény- és csigamaradványok alapján a ladin emeletbe sorolta NAGY (1961a) e képződményeket, a ladin regresszió törmelékeny záró tagozatát látva bennük.

A később lemélyített Pécs–28 fúrás hasonló kőzetki-fejlődésű összletét már határozottan karni típusú ősmaradványok jellemzik (*Aratrisporites* fsp., *Porcellispora longdonensis*, *Triadisporea* fsp., *Striatoabietites ayugii*, BÓNA 1995).

A karni rétegsor felső kétharmadában helyenként tömegesen található halmaradványok (*Dapedius inornatus*, *Semionotus* sp. pikkelyek, *Acrodus minimus* fogak és uszonytüskék), amelyek a középső-keuper ún. „semionotusos” rétegeiből közismertek.

A Kantavári Formáció rétegsora egy-két m vastagságú (a *Naticopsis uhligi* fajt tartalmazó agyagos aleurolit fedőjében települő) durva szemű homokkőpadal zárul. E

homokkőpadra éles határral finom szemű, felfelé fokozatosan durvuló szemmagyságú képződmények települnek. Ehhez hasonló, regressziós jellegű üledékritmusok a karni rétegsorban több helyütt is felismerhetők (pl. Pécs P–28 fúrás, kantavári kőfejtő fölött).

Karolinavölgyi Homokkő Formáció

A felső-triász rétegsor legnagyobb részét — a karni magasabb szintjétől a rhaetiig — a Karolinavölgyi Homokkő Formáció képviseli.

Az összlet felszíni elterjedésben Pécsről Vasig nyomozható. Szerkezetiileg lehatárolt felszíni feltárásait ismerjük Büdöskút–Darázskút környékén, valamint az északi pikkelyvonulatban Váralján. A kőszénkutató fúrások több ponton is harántolták, ill. megütötték egyes szakaszait. E fúrások elsősorban Komló, Hosszúhetény és Máza D-i területére korlátozódnak.

A Karolinavölgyi Homokkő Formáció alsó, karniba sorolt szakasza Pécs környékén 120–150 m vastagságú, szürke, apró kavicsos homokkő, finom szemű homokkő, aleurolit és (alárendelten) kőzetlisztes agyagkő váltakozásából épül fel. Üledékföldtani jellegük alapján e képződmények uralkodóan lagúna- és tavi kifejlődésűek, alárendelten delta fáciesűek. Növénymaradványok, viszonylag gazdag spóra és pollen együttesek, néhány kagyló (*Pleuromya* cf. *ambigua*) és csiga (*Actaeonina* sp.), valamint a helyenként tömegesen található Ostracodák, Phyllopodák és halmaradványok jellemzik.

A karni rétegsorban a törmelékeny kőzetfajták mindegyike képviselve van az apró kavicsos, durva szemű homokkőtől az agyagkőig. Általános jellemzőjük, hogy többé-kevésbé karbonátosak (meszesek, szideritesek). Színük szürke, sötét-szürke. A finom szemű homokkő gyakran tartalmaz agyagkőzárványokat, ritkábban aleurolitsávot.

A kőzetfajták százalékos megoszlása:

homokkő		44%
apró kavicsos	4%	
durva szemű	16%	
közepes szemű	10%	
apró szemű	6%	
finom szemű	8%	
aleurolit		28%
agyagkő (kőzetlisztes)		24%
márga (kőzetlisztes)		4%

Ritkán, vékony betelepülésként, a rétegsorban néhány agyagvaskőréteg is található.

A Karolinavölgyi Homokkő Formáció noriba sorolható 140–160 m vastag összletét az előzőekben említett kőzetfajták építik fel, az apró kavicsos, durva szemű homokkő lényegesen alárendeltebb mennyiségével. A gyér növényi maradványokon kívül mindössze egy-két csigametszetet, -köbelet ismerünk e rétegsorból. A nori emelet törmelékeny (de a karni rétegeknél kevésbé meszes) képződményeit delta fáciesű, durva szemű homokkőpad vezeti be. E néhány méter vastagságú pad a karni emelet felső részébe tartozó

semionotuszos, lagúnás és tavi fáciesű rétegcsoportra települ. Rétegzettség, fáciese és egyéb jellegei alapján a nori összlet túlnyomó része tavi, alárendeltesen lagúnás kifejlődésű. Alsó határát a halpikkelyek kimaradása és a delta fácies fellépése jelzi. Felső határát a rhaeti emelet alján — és az egész felső-triász törmelékes összletben — először jelentkező, határozott transzgressziós jellegű, éles határú (kimosási felszín?), folyammedri homokkő-rétegcsoport jelzi, amely felfelé — most már transzgressziós üledék-ritmussal — ismét delta fáciesbe megy át. A nori emelet rétegsorának elhatárolása a fekü és fedő képződményektől tehát (folyamatos feltártság mellett) egyértelműen megvalósítható. Az összletet — a korjelző ősmaradványok és egyéb, a korra utaló konkrét adat hiánya ellenére — a nori emeletbe sorolhatónak tartjuk, mivel:

— uralkodó fáciesét tekintve eltér az alatta és a felette települő rétegösszletektől;

— köztes helyzetet foglal el a karni (illetve középső-keuper) ősmaradványokkal jellemzett fekü és a chamoizitos (zöldesszürke), rhaeti típusú flóraegyüttest tartalmazó fedő képződmények között.

A Pécsbányateleptől Vasasig nyomozható felszíni kibúvásai részletesebb vizsgálatra alkalmatlanok. Alapszelvényül a Pécs–28 sz. fúrás 67 m-től 270 m-ig terjedő szakaszát választottuk.

A nori rétegekből származó ősmaradványok — a BONA J. által meghatározott spóra- és pollenegyüttesen kívül — néhány rossz megtartású növénymaradványra (*Equisetites* sp., *Czekanowskia* sp., *Podozamites* sp., *Clathropteris* sp.), az *Actaeonina* (*Cylindrobullina*) *scalaris* fajra hasonlító egy-két csigamaradványra és az *Isaura ovata* fajhoz tartozó Phyllopora-leletre korlátozódnak.

Az emelet képződményeit a durvától a finom szeműig változó szemnagyságú homokkő, aleurolit és alárendelten agyagkő alkotja. Színük általában szürke, néhol azonban már megjelenik az a zöld tónus, amely a rhaeti képződményekre általánosan jellemző. NAGY J. (1969) megfigyelései szerint az aleurolitrétegekben helyenként dolomitkavicsok találhatóak. A zöldesszürke aleurolit és a finom szemű homokkő néhol vörös (lilás) foltos, másutt e foltok teljesen tért hódítanak a zöldesszürke szín rovására, s a kőzet egésze szürkésvörössé válik. Jellemző, hogy a felső-triász összlet mélyebb részén (a karniban) ilyen színeződést nem találunk, csupán itt (a nori és a rhaeti képződményekben) ahol a klorit — és vele együtt a chamoizit — viszonylag nagy mennyiségben jelentkezik.

WÉBER (1965) a nori rétegsor alján több helyütt talált vörösayagról feltételezte, hogy az egy regionális elterjedésű, szárazföldi vörösayagszint. A vörösayagot tartalmazó feltárások általános képe a következő: vöröseslila, kőzetlisztes agyagréteget zöld foltos, vörösayagréteg (távolabb zöld és zöldesszürke agyag) kísér a fekvőben és a fedőben egyaránt. Röntgendiffraktogramjaik szerint a vörös- és zöldagyag kőzetalkotó ásványai azonosak: kvarc, kaolinit, illit és muszkovit. A vörösayagban ezeken kívül hematit, a zöldagyagban pedig chamoizit található. A zöld-foltos vörösayagban a hematit és a chamoizit egyaránt megtalálható. Ebből — NOSKENÉ FAZEKAS (1966) írásával

egyértelműen — arra következtettünk, hogy a vörös szín a chamoizit oxidációjával magyarázható, tehát nem feltétlenül bizonyít szárazföldi keletkezést.

A nori rétegsor felépítésében részt vevő kőzetfajták aránya:

homokkő	35%
aleurolit	15%
agyagos aleurolit	27%
agyagkő	23%

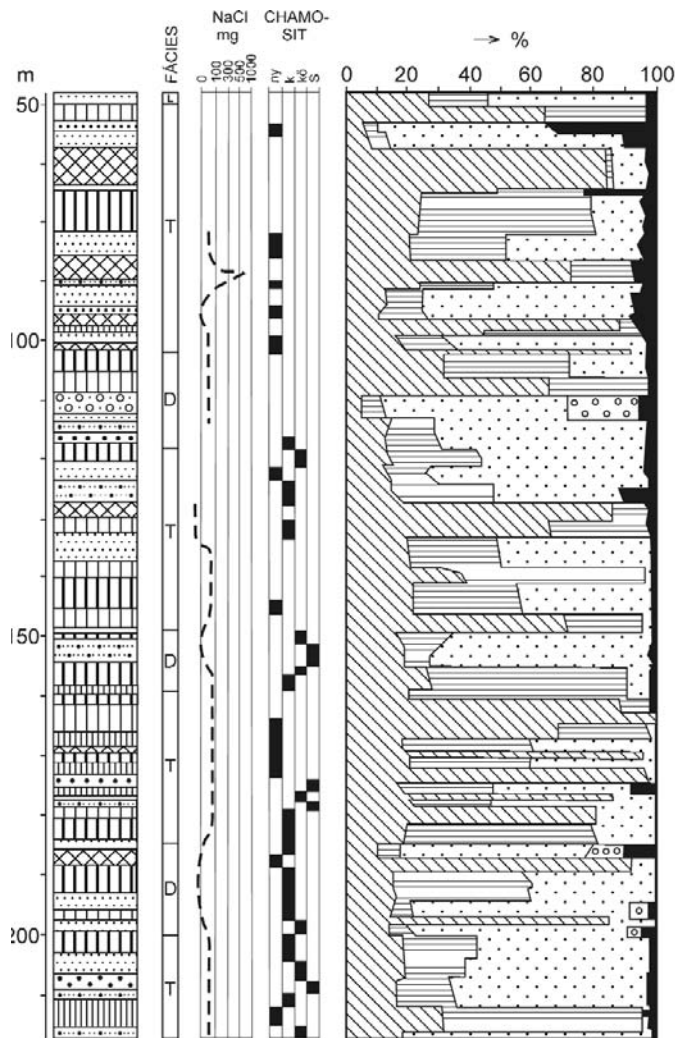
A Karolinavölgyi Homokkő Formáció rhaeti emeletbe sorolható, 180–200 m vastagságot elérő törmelékes összletének kőzettípusai azonosak a karni–nori rétegsoréval. A homokkőfajták között itt ismét viszonylag gyakori a durva szemcseméretű. Jellemző a képződmények zöldesszürke, szürkészöld színe, amely a kloritfélek viszonylagos dúsulásával függ össze. A rétegsor bázisán folyóvízi (meder- és artéri) kifejlődéseket találunk, míg feljebb delta- és tavi fáciesek váltakoznak.

A rhaeti emeletbe sorolt összlet alapszelvénye a Pécs P–28 fúrás 0–67 m-ig, valamint a Pécs P–39 fúrás 58 m-től 220 m-ig terjedő szakasza (2. ábra). A törmelékes felső-triász rétegsorban az első, emerziós felszínnel települő folyóvízi fáciesű réteg bázisát tekintjük a nori–rhaeti határnak. Mint említettük már, e durva szemű, keresztretegzett, ritmikus osztályozottságot mutató homokkőcsoport fölött általánossá válik a finomabb szemű képződmények zöld, zöldesszürke színe, a durvább szemű képződményekben a chamoizit kötőanyagként való (kőzetalkotó mennyiségig dúsuló) megjelenése, az agyagkövek foltossága (autigén breccsa?). A rétegsor képződményei uralkodóan delta és tavi fáciesűek. Ősmaradványegyüttesét spórákon és polleneken kívül növénylenyomatok, Phyllopora-kőbelek és egy kagylófaj alkotja. STUR (1874) a Nagy-Bányaréti-völgyből BÖCKH J. által gyűjtött, 41 példányból álló növényi maradványegyüttesből három fajt (*Zamites distans*, *Palissyia bronni*, *Thaumatopteris brauni*) és egy változatot (*Zamites distans* var. *longifolia*) határozott meg. Utóbbi alapján tartotta kétségtelennek a képződmény rhaeti korát. Az azóta gyűjtött, ill. a korábbi gyűjtésekből azóta meghatározott *Isaura hungarica* és *Cardinia hofmanni* fajok jelenléte nem érintette STUR korhatározását, BONA (1966) spóra és pollen vizsgálati eredményei pedig határozottan megerősítették annak helyességét.

A rhaeti rétegsor felső részében újra megjelennek — a noriból hiányzó — vékony agyagvaskőrétegek. Úgy tűnik, hogy a rhaeti emeletben a chamoizit és az agyagvaskő mintegy helyettesíti egymást: az alsó szintekben a chamoizit a fő vashordozó, feljebb pedig — az alsó-liászhoz hasonlóan — a sziderit.

A kőzetfajták mennyiségi megoszlása egy-egy szelvényben a következő átlagos képet mutatja:

homokkő	40%
apró kavicsos, durva szemű	6%
apróbb szemű	34%
aleurolit	47%
agyagkő	12%
agyagvaskő	1%



2. ábra. A Pécs-39 fúrás rhaeti rétegsora (NAGY 1968)

Litológia: 1 – agyagkő, 2 – aleurolit, 3 – homokos aleurolit, 4 – agyagos aleurolit, 5–9 – homokkő (5 – apró- és finom szemű, 6 – közepes szemű, 7 – durva szemű, 8 – kavicsos, 9 – vegyes szemű). Szemcseeloszlás: a = agyag, b = kőzetliszt, c = homok, d = kavics, e = karbonát. Fácies: L = lápi, T = tavi-lagúna, D = delta. (A „NaCl mg-ban” rovatban a kőzetminták vizes oldatának 10 g anyagra vonatkoztatott sótartalma szerepel.) Chamosittartalom: ny = nyomokban, k = kevés, kö = közepes, s = sok

Figure 2. Lithological column of the Rhaetian sequence of the Borehole Pécs-39 (NAGY 1968)

Lithology: 1 – claystone, 2 – siltstone; 3 – sandy siltstone, 4 – clayey siltstone; 5–9 – sandstone: 5 – fine grained; 6 – medium grained, 7 – coarse grained; 8 – pebbly; 9 – mixed grained. Grain size distribution: a = clay; b = silt; c = sand; d = pebble; e = carbonat. Facies: L = swamp; T = lacustrine-lagoon, D = deltaic. Chamosite content: ny = sporadic; k = few; kö = medium; s = much

limonitkéreg veszi körül, sőt gyakran a kőzetréseket is limonit tölti ki (vasdoboz).

A homokkő és aleurolit kötőanyagát karbonát, kova, chamosit és agyagásványok adják. A kötőanyagban szegény, porózusabb homokkő ritka. Legjellegzetesebb kötőanyag a chamosit, legelterjedtebb a karbonát.

A mecseki felső-triász–alsó-liász törmelékes összetek elhatárolását változatlanul indokoltan tartjuk oly módon, ahogyan azt VADÁSZ (1935) tette. Talán az „első kőszentelep megjelenése” megjelölést módosítanánk annyiban, hogy a két időszak határát ott látjuk megvonhatónak, ahol első ízben jelennek meg lápi kifejlődésű képződmények. Üledéköltani jellegek (rétegzettség, osztályozottság stb.) alapján jól megkülönböztet-

hető a rhaetibe tartozó delta–tavi fáciesű sorozat a kőszent-összetek alsó telepcsoportjának tavi–lápi fáciesű sorozatától.

Viszonylag éles határt ad az ásványtani jellegek eltérése is. E különbségek a következők:

	<i>rhaeti</i>	<i>alsó-liász</i>
klorit (chamosit)	sok	nyomokban
karbonátos kötőanyag (sziderit mellett)	főleg dolomit	főleg kalcit
érettségi index (kvarc/földpát arány)	kicsiny	nagyobb
szferulitos sziderit	nyomokban	sok
törmelékes eredetű csillámtartalom általában	nagyobb	kisebb
biotit	több	kevés

Kőzettani különbségek is megkönnyítik az elhatárolást. A rhaeti emeletben az agyagvaskőrétegek alárendelten, míg az alsó-liászban viszonylag gyakran jelentkeznek. Egy-egy szelvény kőzetfajtáinak százalékos összetételében rhaeti képződmények esetén átlag 20%-kal alacsonyabb a homokkő részvételi aránya, mint az alsó-liászban. A rhaeti emelet homokkő rétegsora vastagpados, a szemcsenagyság-maxi-

A vasasi Vöröses-árok rhaeti szelvényében IMREH (1956) a következő homokkőfajtákat különböztette meg: 1. erősen kovás, kemény, középszemű homokkő (37,0%); 2. kötőanyag nélküli, főleg durva szemű homokkő (28,5%); 3. közepes és durva szemű, kemény, kovás homokkő (24,2%); 4. finom szemű, laza homokkő és homokos agyagpala (10,3%).

A rhaeti összetek kőzeteinek színe szürke, a durvább szemű rétegek mindig világosabb árnyalatúak. A rétegsor alsó részén általános a zöldesszürke szín, míg a felsőbb részeken néhol másodlagos rozsdavörös (limonitos és hematitos) elszíneződés látható.

Bizonytalan durva keresztarétegzettség, osztályozatlanság, tavi jellegként enyhe hullámos rétegzettség figyelhető meg. Keresztarétegzettséget Pécs és Vasas között mindössze öt helyen sikerült mérnünk az összetekben. A keresztarétegek dőlésiránya 175–240° között változott, dőlésszögük pedig, 5–34° közötti volt, a szabályosan rétegzett homokkőpadhoz viszonyítva.

A képződményekben sok szenesedett növényi töredék, lenyomat (*Stigmaria*) látható. A felszínen rozsdabarnára mállott homokkővekben a növénymaradványokat vékony

mum gyakran nem a bázison, hanem kissé feljebb jelentkezik, néhol gyenge keresztretegzettség figyelhető meg. A finomabb szemű képződményekben enyhe hullámos rétegzettség mutatkozik. Az alsó-liász alsó telepcsoportjának képződményei ellenben általában finomabb szeműek, a homokkőfajták rétegzetlenek, az aleurolitoknál és a finom szemű homokkőveknél gyakran látható a lápi eredetre valló ún. szagatott rétegzés is.

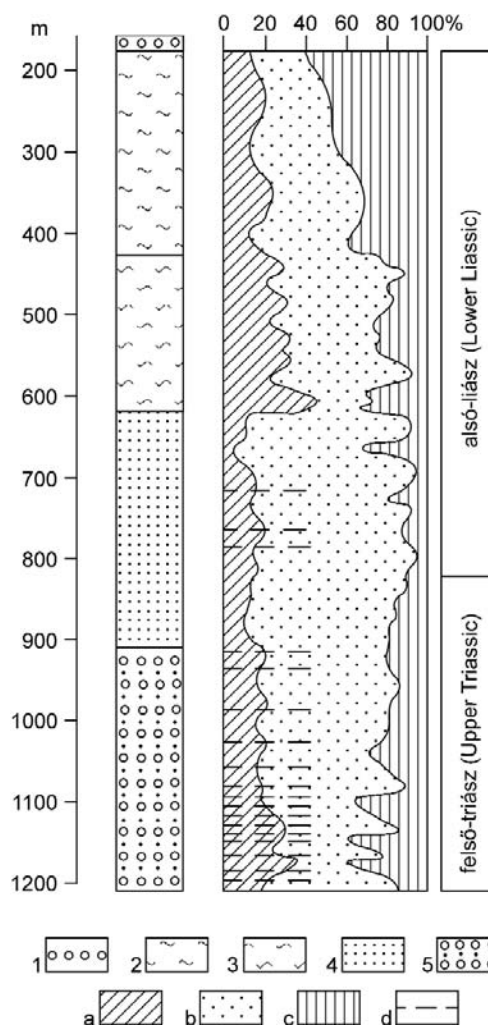
„Peremi” kifejlődések

A Karolinavölgyi Homokkő Formációtól eddig külön tárgyalt, de véleményünk szerint részben ide tartozó rétegcsoportot is itt kell megemlítenünk.

Az 1960–1962. években Pécsszabolcson kőszénkutatói céllal mélyített Pécs–23, –25 és –26 fúrás a Mecsekben addig ismeretlen képződményeket harántolt. A P–23 és P–25 fúrás harmadidőszaki képződmények alatt nagy vastagságú — anisusi mészkő- és dolomitkavicsokból álló — konglomerátumösszetletet harántolt, majd ennek fekéjében, anisusi mészkőben állt le. A mészkő és a konglomerátumösszetlet vagy eróziós felszínnel, vagy törésvonal mentén érintkezik egymással (a gyér magkihozatal miatt ezt megnyugtató módon nem lehetett eldönteni). A Pécs–26 fúrás (3. ábra) ottngai–kárpati („helvét”) képződmények alatt felső-sinemuri szürke, rétegzetlen, meszes aleurolitot harántolt *Gryphaea*, *Pecten* és *Crinoidea* maradványokkal. Ez alatt alsó-sinemuri sötétszürke, meszes, homokos aleurolitösszetlet következett, kőszénzsinórokkal, *Crinoidea*-, *Gervilleia*-féllelkel és *Isocyprina rotundata*-val, majd hettangi szürke sziderites homokkő-, konglomerátumpadokkal, *Coelostylinia liasina*-val. Végül szürke homokkő és monomikt (mészkő anyagú) konglomerátum váltakozásából álló, mészalgákat és felső-triász spóra és pollen maradványokat tartalmazó összetletet ért a fúrás. A hettangiba sorolt konglomerátumos homokkő-sorozat — véleményünk szerint — a liász kőszénösszetlet alsó és középső telepcsoportjának heteropikus fáciesé, míg az ez alatt települő konglomerátum-homokkő rétegcsoport a felső-triász összetlet durvatörmelékés fáciesű megfelelője. A konglomerátumos sorozat kettéosztását az ásvány-kőzettani jellegek, az üledékföldtani megfigyelések és nem utolsósorban az őslénytani vizsgálati adatok indokolják.

Az *Isocyprina rotundata*, *Gervilleia* sp., *Crinoidea* sp. és *Ostrea irregularis* faunával és liász mikrospórákkal jellemzett (BÓNA), felső telepcsoportbeli (alsó-sinemuri) képződmények a Pécs–26 fúrásban 620 m mélységben települnek a konglomerátumösszetletre. A konglomerátum-rétegcsoport felső részét (a fúrás 620–805 m közötti szakasza), szürke homokkő, sziderites homokkő, kőszénzsinóros, sötétszürke aleurolit és agyagkő váltakozása építi fel, alárendelten mutatkozó, vékonyabb-vastagabb konglomerátumbetelepülésekkel. A finomabb szemű képződményekből néhol *Coelostylinia liasina* csigamaradványok kerültek ki.

Az ez alatt következő rétegcsoportban (805–1200 m-ig) a konglomerátum részaránya eléri az 50%-ot. E szakasz



3. ábra. A Pécs–26 fúrás triász–alsó-jura rétegsora (NAGY 1968)

1 — „helvét” törmelékés összetlet, 2 — felső-sinemuri fedőmarga, 3 — alsó-sinemuri felső telepcsoport, 4 — hettangi alsó-középső telepcsoport, 5 — karni-rhaeti összetlet. a = agyag, b = homok és kőzetliszt, c = karbonát, d = konglomerátum

Figure 3. Lower Jurassic sequence of the borehole Pécs-26 (NAGY 1968)

1 — „Helvetian” clastic sediments, 2 — upper Sinemurian marl, 3 — lower Sinemurian layers with coal seams, 4 — Hettangian layers with coal seams, 5 — Carnian-Rhaetian formations. a = clay; b = silt and sand, c = carbonate, d = conglomerate

spóra- és pollen együttesében, illetve egyéb ősmaradványai között nem akadt egyetlen olyan forma sem, melyet a Mecsek liászából ismernénk. Ellenben BÓNA a Pécs–28 fúrás karni-rhaeti összetletéből meghatározott spóra és pollen társaságához rendkívül hasonló alakokat talált e rétegcsoport finomabb szemű üledékeiben: *Monosulcites minimus*, *Cycadaceaeagenella* sp., *Dictyophyllidites harrisii*, *Vitreisporites* sp., *Laevigatosporites* sp.

Véleményünk szerint a konglomerátumösszetlet a mecseki felső-triász–alsó-liász üledékgyűjtő déli peremén képződött a medencebelseji, finomabb szemű törmelékés összetlet heteropikus (durva szemű, peremi) fácieseként. A konglomerátumpadok anyaga jellegzetesen abráziós típusú, monomikt (kizárólag felső-anisusi mészkőkavicsokból áll).

A Mecsek nyugati részén az eddig ismertettekhez hasonló képződményeket csak két fúrásból ismerünk, a Nyugati-Mecsek É-i előterében. A központi vonulattól és a Keleti-Mecsektől eltérő jellegeik miatt azonban érdemesnek tartjuk ezek részletesebb leírását. Szerkezeti helyzetét tekintve a két fúrás a Hetvehely–Magyarszék szerkezeti vonaltól (WÉBER 1977) É-ra, tehát a Nyugati-Mecsek északi előterében tárta fel az alaphegységet, több száz m vastagságú fiatal üledék alatt. Ugyanebben a szerkezeti egységben középső-triász rétegek a felszínen ezektől a fúrásoktól Ny-ra, Hetvehely és Gorica környékén fordulnak elő.

A Szentkatalin Szk–1 fúrás 414,0–454,8 m (talp) között karbonátos rétegeket harántolt. A 40,8 m kőzetanyagot uralkodóan mészkő építi fel, e mellett dolomit- és agyagmárgarétegek fordulnak elő. A rétegsor alsó kétharmadában uralkodó a mészkő (biogén mészkő és autigén breccsás mészkő), felső harmadában márgás dolomitos kifejlődésű. A karbonátos rétegek ősmaradvány-együttese: *Gervilleia* sp., *Myophoria* (*Costatoria*) *goldfussi*, *Myophoria* sp., *Ostraea* sp., *Pleuromya* sp. finom bordás kagyló, crinoidea, *Semionotus* sp., halpikkely, halcsont, halfog. A makrofauna alapján a karbonátos rétegek kora nem határozható meg. A képződményt korábban karni korúnak vélték (WÉBER 1990), rétegtani és mikrofácies-vizsgálatok alapján azonban sokkal valószínűbb, hogy ezek a rétegek az anisusi Káni Dolomitba sorolhatók. A makrofauna revíziója (SZENTE 1997) is ezt támasztja alá. Az általunk palynológiai vizsgálatokra gyűjtött minták meddőnek bizonyultak, így nekünk sem sikerült biztos koradatokhoz jutnunk.

A Husztót Hu–2 fúrás 644,6–696,9 m (talp) között karbonátos rétegsort harántolt. Az 52,3 m-es rétegsorban itt is uralkodó a mészkő, a dolomit- és a márgarétegek mellett. A rétegsor korának megállapítását ebben a fúrásban is ősmaradványok alapján kísérelték meg. Makrofauna-együttesét *Gervilleia* (*Hoernesia*) *socialis*, *Myophoria* (*Costatoria*) *goldfussi*, *Phyllopora* (?) teknők, crinoidea-nyéltagok, halpikkelyek alkotják. Mikrofauna-együttesében *Dentalina*, *Nodosaria*, *Glomospira*, *Glomospirella*, *Miliolidae*, *Meandrospira* és *Endothyranella* sp. fordult elő. Ezek a maradványok nem igazán korjelzők, de az alapszelvények (RÁLISCH-FELGENHAUER 1987) és fúrások mikrofácies- és mikrofauna-vizsgálatai szerint a Mecsek középső-triász képződményeiben jellemzőek. A palynológiai vizsgálatok szerint az *Ovalipollis pseudoalatus*, *Porcellispora longdonensis*, *Aratrisporites tenuispinosus* és az *Infernopollenites parvus* megjelenése a leglényegesebb adat, ezek a ladin emeletre jellemzők (BÓNA 1986b). Az általunk gyűjtött minták (660,8 m, 674,0 m, 684,5 m) együttesére jellemző a nagyméretű bisaccat fenyőpollenek dominanciája (*Alisporites robustus*, *Striatoabieites aytugii*), valamint a *Circumpolles*-csoport tagjainak gyakori előfordulása (*Porcellispora longdonensis*, *Circumpolles* div. sp.). A meghatározott fajok alapján a 660,8–684,5 m közötti szakasz a ladin emelet longobárd alemeletébe sorolható (4. ábra, III–IV. tábla). VAN DER EEM (1983) palynológiai adatainak analógiája alapján ez a szakasz az alsó-longobárd Secatus–Dimorphus

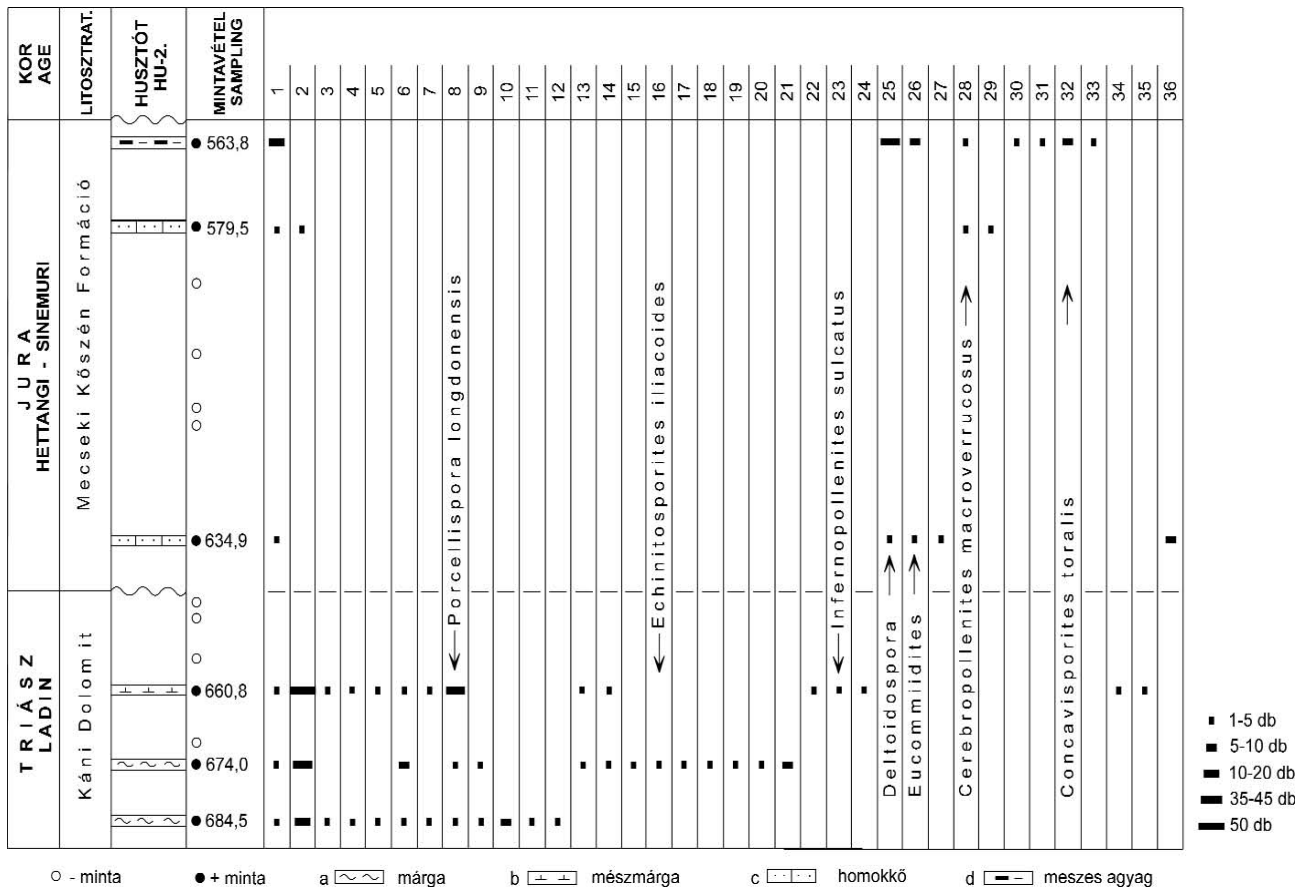
zónába sorolható, amit az *Echinosporeites iliacooides*, *Infernopollenites* sp., *Porcellispora longdonensis* és a *Neoraistrickia taylori* faj együttes előfordulása igazol. A karbonátos képződmények flóraegyüttesében ladinnál fiatalabb triász vegetáció jelenléte egyértelműen kizárható. A Szentkatalin–1 és a Husztót–2 fúrásban feltárt karbonát-összlet a Csukmai Formációba sorolható (Kozári Mészki és Káni Dolomit Tagozat).

A karbonátos rétegek fedőjében mindkét fúrás durvatörmelékes összletet tárt fel. Az összlet bázisa egy diszkonform felület, a rétegek lerakódását üledékképződési szünet és erózió előzte meg. Az összlet feltárt része ritmusokba rendeződött konglomerátum, homokkő, agyagkő, agyag (szenes agyag) rétegekből áll. A Szentkatalin–1 fúrásban törmelékes rétegeket 360,1–412,27 m között 52,2 m vastagságban ismerünk. A fúrás a durvatörmelékes összlet alján, közvetlenül a ladin karbonátos rétegekre települt 1,7 m vastag illites-kaolinites agyagréteget tárt fel (WÉBER 1990). Erre szubarkózának minősülő kavicsos homokkő települ, majd a szemcsenagyság fokozatos, gyors csökkenésével agyagkő-, homokos agyagkőrétegek következnek. Színük tarka, szürke és zöld, vörös agyagkő-közbetelepülésekkel. Fölötte durva szemű homokkő, majd alsó részében több homokkő-közbetelepülést tartalmazó, felső részében szén- és szenes agyagrétegecskéket tartalmazó agyagkő települ. Legfelső szakasza durvább szemű, konglomerátum-, kavicsos homokkő-, agyagkő intraklasztos homokkő-, autigénbreccsás szerkezetű homokkőrétegek építik fel. A kőzetek színe uralkodóan zöldes, a kvarcarenit rétegek fehéresszürke és fehér színűek. A palynológiai vizsgálatok céljából, általunk begyűjtött minták ebben a szakaszban is meddőnek bizonyultak. A korábban BÓNA J. által vizsgált minták 386–394 m között felső-triász kort bizonyítottak.

A Husztót–2 fúrás a durvatörmelékes összletet 644,6–558,8 m között 85,8 m vastagságban harántolta. A sziliciklasztos összletet finomszemcsés, földpáttartalmú, kvarcban gazdag homokkövek és durvaszemcsés, helyenként aprókavicsos homokkövek alkotják, amelyek összetétele átmenetet mutat az arkózák felé. A rétegsor durva szemű és kavicsos homokkövének jellegzetes és gyakori kifejlődése a zöld agyagkőkavicsos és agyagkőfoszlányos, intraklasztos változat (a Szentkatalin–1 fúrásban csak két ilyen szint található). A Husztót–2 fúrásban a legfinomabb szemnagyságú, szenesagyag-közbetelepüléseket is tartalmazó rétegek a felső szakaszban fejlődtek ki. A homokkövek ásványtanilag és szövetileg egyaránt éretlen, kissé érett homokkövek, melyekben a törmelékes alkotók egy ponton vagy vonal mentén érintkeznek egymással. A törmelékszemcséket agyagásvány, klorit, szericit, helyenként pátitos kalcit cementálja eltérő arányban.

Az összletben a következő ásványok és kőzetek törmeléke különíthető el:

Ásványtörmelék: A kvarc uralkodóan polikristályos, az unduláló és egyenes kioltású kvarc alárendelt mennyiségű. Mérete a 1,0–2,5 mm-t is eléri. Gyakoriak az 1,0–1,5 mm nagyságú, kissé kerekített, metamorf lepusztulási területet tükröző ún. schistozé kvarcváltozatok is. Ritkán egyenes



4. ábra. A Sporomorfa elterjedése és mennyiségi változása a Husztót Hu-2 fúrás rétegsorában

1 – *Vitreisporites pallidus* (II. tábla 16-17.), 2 – *Alisporites robustus* (II. tábla 16.), 3 – cf. *Triadispora* sp. (V. tábla 8.), 4 – *Ovalipollis brutus*, 5 – *Ovalipollis* sp., 6 – *Striatoabieites aytugii* (III. tábla 9-10., V. tábla 1-2.), 7 – *Striatoabieites* sp., 8 – *Porcellispora longdonensis* (III. tábla 1-3.), 9 – *Lunatisporites acutus* (III. tábla 6-7.), 10 – *Circumpolles* div. sp., 11 – cf. *Praecirculina* sp., 12 – *Ovalipollis* cf. *lunzensis*, 13 – *Staurosaccites* sp. (IV. tábla 6-7.), 14 – *Protodiploxipinus potonieii* (III. tábla 5.), 15 – *Aratrisporites* sp., 16 – *Echinosporites iliacooides* (V. tábla 5-6.), 17 – *Patinasporites* sp., 18 – *Enzonolasporites vigens* (III. tábla 4-5.), 19 – cf. *Siellaspollenites* sp. (V. tábla 7.), 20 – cf. *Partitisporites* sp., 21 – *Ovalipollis pseudoalatus* (IV. tábla 3.), 22 – *Inaperturopollenites* sp., 23 – *Infernopollenites sulcatus* (IV. tábla 1.), 24 – cf. *Neoraistrickia taylora*, 25 – *Deltoidospora mesozoica* (II. tábla 4-5.), 26 – *Eucommiidites* sp. (II. tábla 9-10.), 27 – *Punctatisporites* sp., 28 – *Cerebropollenites macroverrucosus*, 29 – *Osmundacidites wellmannii* (II. tábla 11.), 30 – *Monosulcites minimus* (II. tábla 12-14.), 31 – *Monosulcites* sp., 32 – *Concavisporites toralis* (II. tábla 1-3., 6-7.), 33 – cf. *Zebrasporites* sp., 34 – *Michrhystridium* sp., 35 – Foraminifera szerves váz, 36 – Fungi

Figure 4. Range of Sporomorph taxa in borehole Husztót Hu-2

a = marl, b = carbonatic marl, c = sandstone, d = carbonatic clay, minta = sample

kioltású, mikrokristályos alapanyagba ágyazott beöblösödött, feltehetően savanyú kiömlési kőzetből származó kvarctörmelék is megfigyelhető. A földpátok idiomorf, táblás, 1,0–2,0 esetenként 4 mm nagyságú ásványtörmelékek, melynek gyakorisága az ortoklász → pertites ortoklász → mikroklin irányban csökken (I. tábla 1, 2). A savanyú összetételű plagioklászok mennyisége alárendelt. Helyenként írásgránitos szövetű földpátok is előfordulnak. A földpáttörmelék feltehetően két generációs: az idősebb ortoklász-fragmentumok mállottak, kaolinitesedtek, szericitesedtek, míg a fiatalabb pertites ortoklász- és mikroklin szemcsék üdék. Együttes előfordulásuk és azonos méretük alapján feltehetően ugyanazon forrásterületről származnak.

Kőzettörmelék: A vizsgált rétegsorban gránit, trachitos és pilotaxitos-hialopilites szövetű kőzetfragmentumok, klorit és szerpentinit(?), valamint fillit-, csillámpala- és kvarcittörmelék különíthető el. Az 1,0–2,5 mm nagyságú, kerekített gránittörmeléket kvarc- és kaolinitesedett föld-

pátszemcsék alkotják (I. tábla 3). A trachitos szövetű törmelékben az alapanyag földpátlécei közel párhuzamos elrendezésűek, vagy a földpát-fenokristályokat ölelik körül (I. tábla 4). Savanyú kőzetekre utal a mikrokristályos, helyenként kloritosodott alapanyagú, szericitesedett, ill. agyagás-ványosodott földpát-fenokristályokat, limonitosodott pszeu-domorfózákat, opakásványokat tartalmazó törmelék (I. tábla 5, 6). A kerekített vagy szabálytalan alakú, 1,0–1,5 mm méretű klorittörmelék mennyisége változó. A kloritfragmentumokban gazdag rétegekben a cementáló anyag uralkodóan klorit. A metamorf forrásterületről származó fillit- és csillámpala-törmelék alárendelt mennyiségű.

A Husztót-2 fúrás homokköveinek törmelékanyaga a forrásterület közeli, kiemelkedett és uralkodóan gránitos összetételű blokkjairól származik, mely rövid idejű szállítással került a felhalmozódási helyre. Az ásvány- és gránittörmelék gránitos összetételű kontinentális forrásterületről származik. Feltehetően gránit-hoz kapcsolódó teléreket tükröz a trachitos szövetű kőzettörmelék. Permi vagy

idősebb riolitok lepusztulásából származhatnak a mikrokristályos alapanyagú, porfíros földpátot tartalmazó kőzetfragmentumok. A klorit és szerpentinit(?) megjelenése bázisos-ultrabázisos kőzetekből álló lehordási területre utal.

A Husztót–2 fúrásban az ősmaradvány-együttes késő-triász kort jelez 559–631 m között, amelyen belül elsősorban a *Trachisporites fuscus* a nori emeletre utal BÓNA J. véleménye szerint (WÉBER 1990). Az általunk gyűjtött minták (563–635 m) sporomorfa-asszociációját (4. ábra) a harasztspórák (*Deltoidospora mesozoica*, *Punctatisporites* sp., *Concavisporites toralis*) gyakori megjelenése, majd dominánssá válása jellemzi. Ezek mellett jellegzetes az *Eucommiidites* és *Monosulcites* fajok megjelenése, amit a kisméretű bisacat fenyőpollenek (*Vitreisporites pallidus*) szubdominanciája egészíti ki. A durvatörmelékeny szakaszban jellemző a sporomorfák jó megtartási állapota és a szén- és szövetűredék nagy mennyiségű előfordulása. A gombaspórák megjelenése szellőzetlen, nyugodt vízi üledéklerakódási környezetet jelez, ahol a harasztok gyér előfordulása a karbonátos felszínen még nem igazán meghonosodott vegetációra utal. A karbonátos kőzeten megtelepedett új vegetációról csak az 563,8 m-ből származó minta gazdag sporomorfa-asszociációja alapján, a rétegsor legfelső szakaszán beszélhetünk. A rétegsor pozitív mintáinak asszociációja nem tartalmaz se felső-triász, se igazán karakterisztikus jura sporomorfát. Az, hogy az egyébként bő pollentermő Circumpolles-csoport tagjaiból egyetlen példány sem fordul elő, inkább utal jura korra, mint triászra. Nem találtunk ún. „tüskés díszítésű” spórákat sem, amelyek BÓNA (1984) szerint még a felső-triászra utalhatnak. A legfelső két mintában *Cerebropollenites* cf. *macroverrucosus* erősen oxidált példányai voltak meghatározhatók, amelyek FISHER, DUNAY (1981) és BÓNA (1984) szerint rétegtanilag jelentős, a kőszénképződés kedvező viszonyaira jellemző, alsó-liászt jelző sporomorfák. Mivel az e rétegek alatti asszociációk és ezek szerves mikrofáciése is már inkább mutatnak hasonlóságot a liász (hettangi-sinemuri) asszociációkhoz, ezeket is a liász transzgressziós ciklushoz kell sorolnunk (II. tábla). Ezt egyébként a kőzetani kifejlődés is indokolja, a durvatörmelékeny képződményeket felfelé haladva mind finomabb üledékek váltják fel (Mecseki Kőszén Formáció). Ezek a rétegek a gazdag, nyirkos talajt kedvelő haraszt-előfordulás alapján partközeli, csendes vízi környezetben keletkeztek, a nyílt selfhez tartozó parti síkságon és az árapályövbén. Az itt bemutatott palinológiai eredmények nem mondanak ellent BÓNA (1995) vizsgálatainak, sőt alátámasztják azokat.

Összefoglalás

A mecseki alsó- és középső-triász ősmaradvány-együttesekhez hasonló módon a felső-triász ősmaradvány-társulások egyaránt tartalmaznak beltengeri és nyílttengeri elemeket. A BÓNA által meghatározott flóraelemek (pollenek) túlnyomó többsége a beltengeri keuper flórából és a

kelet-alpi, ill. bakonyi és dél-zalai (nagy lengyeli) nyílttengeri kifejlődésekből egyaránt ismert. A mecseki karni emelet faunájában a *Phyllopora*- és a halmaradványok ugyan elsősorban keuperra utalnak, azonban azok a dél-alpi felső-triász kifejlődésekből sem ismeretlenek. A *Pleuromya ambigua* fajt BITTNER a Bakonyból írta le; a Gerecséből VIGH említi. A rhaeti kort jelző *Zamites distans* var. *longifolia* maradványon (STUR 1874) kívül korjelző szerepük elsősorban a polleneknek van. BÓNA szerint, a mecseki felső-triász spóra- és pollen-együttesre általánosan jellemzők a KLAUS-féle *Singulipollenites* alakkörbe tartozó pollenek, hasonlóképpen a skulpturált, háromszögletű (trilét) spórák jelenléte, a *Cycadofilictriletes* nagy száma, valamint a szórványosan előforduló makrospórák és a nyúlványos gombaspórák is. A *Singulipollenites* alakkör és a skulpturált trilét spórák nagy számaránya a karni emeletre utal. A nori rétegek kevés spórákat és pollent tartalmaznak. A rhaetiben tömegesen jelenik meg a cf. *Cycadofilictriletes*, a *Ginkgo*-félék, a kör alakú, nagy apertúrájú pollenek. Szórványosan makrospórák is találhatóak (zömmel csak töredékesen). A spóra- és pollen együttes mellett a rhaeti és a liász képződményeket a magasabb rendű növények szövetmaradványai alapján is el lehet különíteni egymástól. Az egyéb maradványok — szórványos fellépésük folytán — csak valószínűbbé teszik az esetenkénti korbesorolást. Ilyen például az *Actaeonina* (*Cylindrobullina*) *scalaris*, amelynek fajöltője karni. A felső-triász fauna egyértelműen jelzi az egykori élettér erősen változó sótartalmát (a *Phyllopora*-fauna szélsőségesen eurihalin tulajdonságáról már korábban említést tettünk; a recens *Cardinia*-félék HESSE (1924) szerint 6–25% sótartalom-változást tűrnek el).

Egyéb ősmaradványok csak a Husztót–2 fúrásból ismertek. Ilyenek a 603,1 m-ből előkerült, több cm hosszú, ?–2,5 cm széles *Taeniopteris* sp. levéllenyomat, az 562,5 m-ben megismert *Equisetites* sp. maradványok, az 560,4–559,4 m közötti finom homokos agyagkőből meghatározott 40 db és 3 formacsoportba tartozó *Gastropoda*-maradvány, 1 db finoman bordázott vékonyhéjú kagylótöredék és rombusz, háromszög, lándzsa alakú *Brachyphyllum* genusba tartozó, tömegesen előforduló levélpikkely-maradványok.

A ladin-karni-nori-rhaeti üledékösszlet fáciessora a Mecsekben a következő:

— ladin emelet: nyílt, majd lefűződő lagúna;

— karni emelet: uralkodóan lefűződött lagúna kifejlődés, kevesebb tavi és még kevesebb delta fáciesű közbetelepüléssel;

— nori emelet: deltakifejlődéssel kezdődik, majd uralkodóan tavi fáciesrel folytatódik, amelybe lagúna kifejlődésű szakaszok iktatódnak;

— rhaeti emelet: emerziós felszínre települő folyam-medri fáciesrel indul majd delta fáciesben folytatódik, amelyben tavi közbetelepülések vannak. Az emeletet — és egyúttal a felső-triász sorozatot — a vizsgált szelvények többségében tavi kifejlődés zárja. (Az erre települő összlet az első lápi fáciesű betelepüléstől kezdve már az alsó-liászba tartozónak tekintjük.)

A Szentkatalin Szk-1 és Husztót Hu-2 fúrással feltárt ladin karbonátos rétegeket WÉBER (1990) a nyílt selfhez tartozó lagúna fáciesbe tartozónak minősítette. A mintákból meghatározott *Micrhystridium* sp., valamint a foraminiferák is tengeri környezetet jeleznek. A longobárd képződmények közepes csapadékigényű asszociációja száraz talajú, parttávoli magaslatokról származik. A meghatározott *Micrhystridium* sp. (tengeri mikroplankton) és foraminifera szerves váz előfordulása alapján ezek a rétegek parttávoli, nyíltvízi környezetben rakódtak le. A karbonátos szakasz szerves mikrofáciesére jellemző, hogy a bisaccat fenyőpollenek nagyon rossz megtartásúak, törtek, oxidáltak, a diagenézis során képződött kristálytűk által átszúrtak. A Hu-2 fúrás palinológiai eredményei szerint a Nyugati-Mecsek területén a ladini képződményekre a hettangi–sinemuri kőszéntelepessélet diszkordánsan települ.

A rétegfelszín oxidáltsága és a benne található szervesanyag állaga is arra utal, hogy a rátelepülő törmelékes képződmények keletkezése előtt kiemelt helyzetben, lepusztulásnak volt kitéve. A rétegek kőzettani és fáciesváltozása együttesen azt mutatja, hogy a vizsgált előtéri terület fejlődésmenetét a középső-triász második felében regresszió uralta. A Nyugati-Mecsek É-i előterében megismert durvatörmelékes összlet a nyílt selfhez tartozó parti síkság és az árapályöv zónájában képződött.

A fenti fáciessornak megfelelően a karni emeletben regressziós, a rhaetiben pedig transzgressziós üledékritmusokat találunk. A nori–rhaeti határon tapasztalható fáciesváltozás, ill. reliefenergia-növekedés analóg a germán kifejlődési területen általános érvényű (de az alpi triászban is gyakori) kora-rhaeti transzgresszióval.

Az ásvány-kőzettani jellegekben tapasztalható változások a fenti fáciessornal összhangban vannak. A homokkőrétegek érettségi indexének súlyozott középértéke a ladin emeletben 29,5, a noriban ez lényegesen kisebb (7,1) és a rhaetiben is alig nő (7,8). NOSKENÉ FAZEKAS (1966) a felső-triász összlet részletes ásványtani vizsgálata során az allotigén ásványfajták megoszlásából metamorf és gránitos képződményekből álló lehordási területre következtetett. Keresztrétegzettség-méréseink alapján északi, ill. észak-északkeleti irányból történő anyagszállítás valószínű (a késő-triászban a lepusztuló, megszűző anyagú déli előtér medenceperemével alárendelt szerepet játszhatott). A Husztót-2 fúrás homokköveinek törmelékanyaga a forrásterület közeli, kiemelkedett és uralkodóan gránitos összetételű blokkjairól származik, s rövid szállítódással került a felhalmozódási helyre. Az üledékgyűjtőben történt autigén ásványkeletkezés, ill. átalakulás esetében az adott fácieshelyzetnek meghatározó szerepe lehetett. A ladin és a karni üledékgyűjtő lefűződött lagúna- és tavi viszonyai kedvezőek voltak a sziderit képződése számára, olyannyira, hogy az esetenként kőzetalkotó mennyiségben szaporodott fel (agyagvaskőrétegek). A rhaeti emelet fáciesei alapján valószínű az üledékgyűjtő szellőzöttebb, kémiailag tagoltabb jellege, amely elősegíthette a chamosit kiválását.

Köszönetnyilvánítás

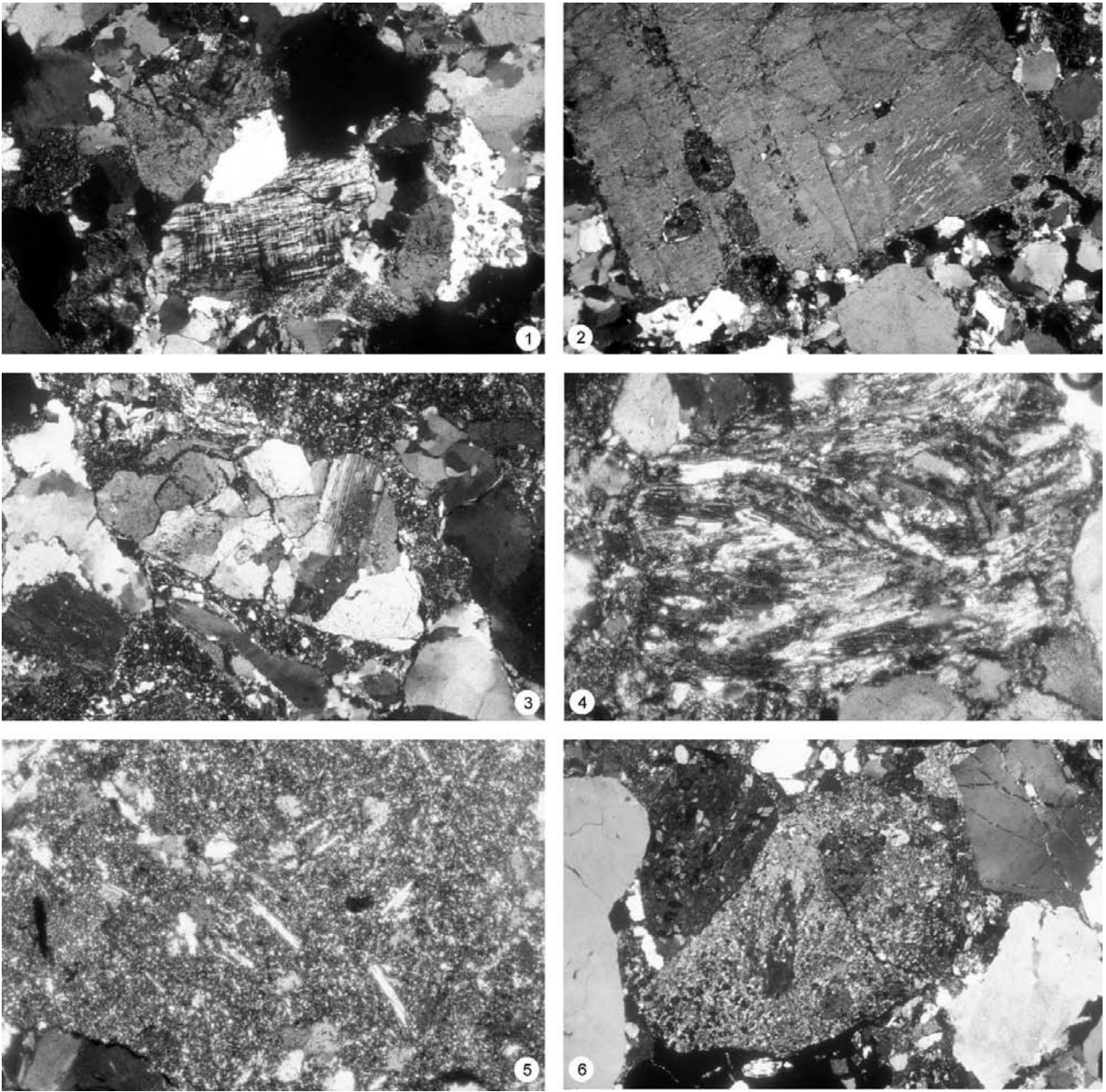
A sporomorfa diagram elkészítését a K62468 számú OTKA kutatási projekt (Császár G.) támogatta.

Irodalom — References

- BALKAY B., BALOGH K., IMREH L., KILÉNYI T. 1956: A Pécs-komlói feketekőszénvonulat (Mecsek hegység) szerkezeti vázlata. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1954-ről*, pp. 11–21.
- BALOGH K., IMREH L., KILÉNYI T. 1955: Az ÉK-i Mecsek földtani újrvizsgálata. — *Kézirat*, Magyar Földtani, Bányászati és Geofizikai Adattár, Budapest.
- BÓNA, J. 1983: Palynological studies on the Upper Triassic and Lower Liassic of the Mecsek Mountains. — *Discussiones Palaeontologicae* 29, pp.47–57.
- BÓNA J. 1986a: Szentkatalin-1 számú fúrás kőzetmintáinak palinológiai vizsgálata. — *Kézirat*, MÉV KMÜ Adattár, Pécs.
- BÓNA J. 1986b: Husztót-2 számú fúrás kőzetmintáinak palinológiai vizsgálata. — *Kézirat*, MÉV KMÜ Adattár, Pécs.
- BÓNA J., GÁL M. 1987: Szentkatalin-1 fúrás kőzetmintáinak őslénytani vizsgálata. — *Kézirat*, MÉV KMÜ Adattár, Pécs.
- BÓNA J., KERNER B.-né., GÁL M. 1987a: Husztót-2 sz. fúrás és Szentkatalin-1 számú fúrás kőzetmintáinak őslénytani vizsgálata. — *Kézirat*, MÉV KMÜ Adattár, Pécs.
- BÓNA J., KERNER B.-né., GÁL M. 1987b: Husztót-2 sz. fúrás kőzetmintáinak őslénytani vizsgálata. — *Kézirat*, MÉV KMÜ Adattár, Pécs.
- BÓNA, J. 1995: Palynostratigraphy of the Upper Triassic formations in the Mecsek Mts (Southern Hungary). — *Acta Geologica Hungarica* 38 (4), pp. 319–354.
- BÖCKH J. 1876: Pécs városa környékének földtani és vízi viszonyai. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* 4, pp. 129–287.
- BÖCKH J. 1881: Adatok a Mecsek hegység és dombvidéke jurakorabeli lerakódásainak ismeretéhez. I. Stratigrafiai rész. — *Értekezések a természettudományok köréből*. 10–11.
- FOETTERLE, F. 1865: Besuch der Steinkohlenwerke zu Fünfkirchen. — *Jahrbuch der Geologisches Reichsanstalt* 15. Verhandlungen Sitzungberichte am 16 Mai, Wien, p. 188.
- IMREH L. 1956: A mecseki felső-triász homokkő felső részének kőzettani vizsgálata. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 45, pp. 53–67.
- KONRÁD Gy., SEBE K. (in press.): Fialat tektonikai jelenségek új észlelései a Nyugat-Mecsekben és környezetében. — *Földtani Közöny* 140 (2).
- NAGY E. 1961a: A mecseki triász áttekintése. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 49 (2), 295 p.
- NAGY E. 1961b: *Cardinia hofmanni* Böckh-Vadász. — *Földtani Közöny* 41 (4), p. 450.
- NAGY E. 1964: A mecseki felső-triász kérdés jelenlegi állása. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1962*, pp. 13–18.

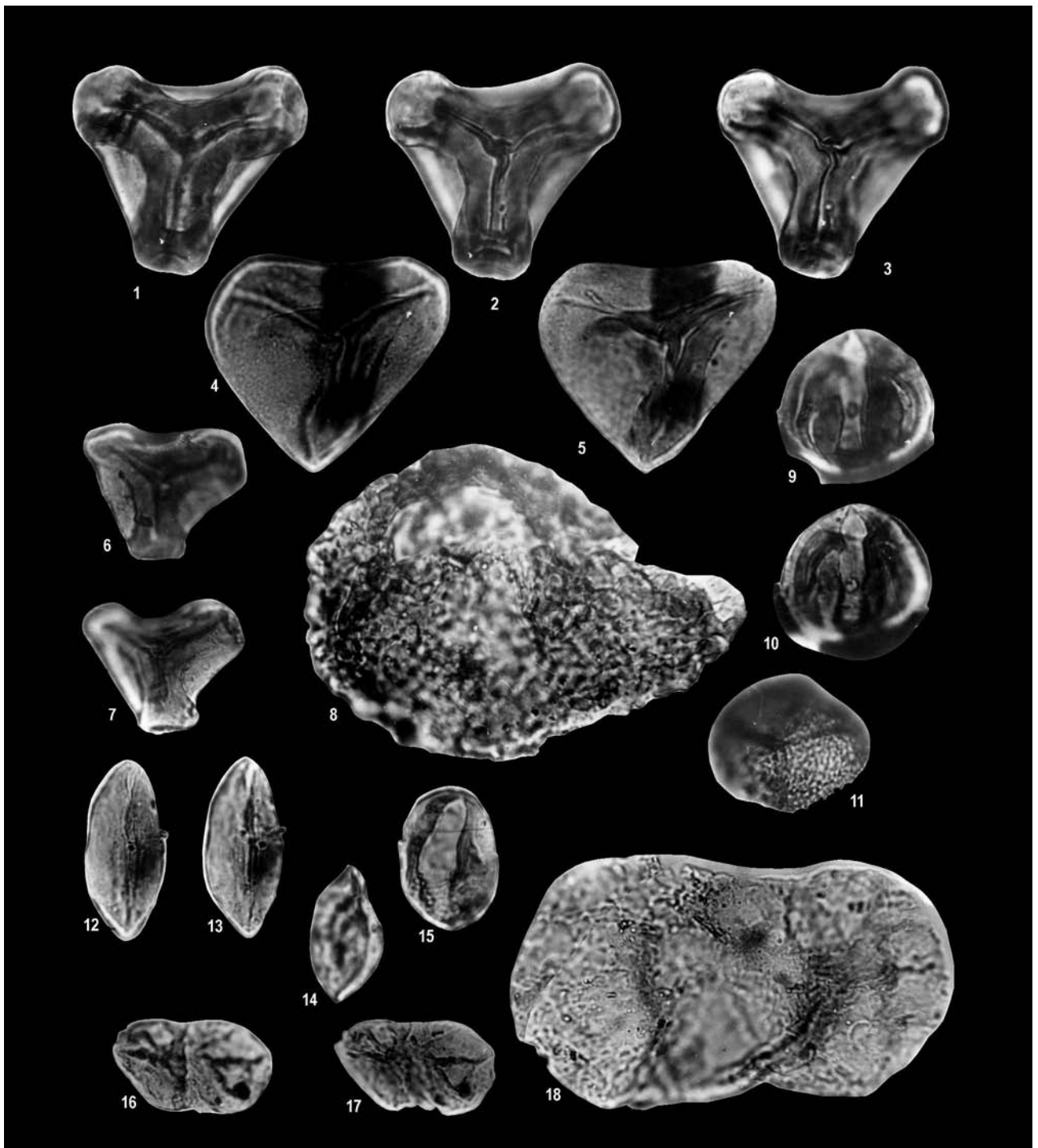
- NAGY E. 1968: A Mecsek hegység triász időszaki képződményei. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 51 (1), 198 p.
- NAGY E., RAVASZNÉ BARANYAI L. 1968: Tufás kaolinit és sziderit telepek a mecseki ladini összlet alján. — *Földtani Közlöny* 98 (2), pp. 213–217.
- NAGY E., NAGY J. 1969: Rétegtan. — In: NAGY E. (ed.): A Mecsek hegység alsóliász kőszénösszlete (földtan). *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 51 (2), pp. 263–287.
- NOSKENÉ FAZEKAS G. 1966: A Mecsek hegységi felső-triász törmelékes összlet ásványtani vizsgálata. — *Kézirat*, Nemzeti Múzeum, Budapest.
- PETERS, K. F. 1862: Über den Lias von Fünfkirchen. — *Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse* Bd. 46, pp. 241–293.
- RÁLISCHNÉ FELGENHAUER E. 1987: Mecsek, Pécs, Misinaúti „U” kanyar, Dömörkapui sétaút, Kistrét. — *Magyarország geológiai alapszelvényei*. A Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, Budapest.
- RÁLISCHNÉ FELGENHAUER E., TÖRÖK Á. 1993: Karolinavölgyi Homokkő Formáció. — In: HAAS J. (szerk.): *Magyarország litosztatigráfiai alapegységei. Triász*. A Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, pp. 258–260.
- SOMOS L. 1963: A Mecsek hegységi mezozoós üledékek oxidációs fok vizsgálata. — *Földtani Közlöny* 93 (1), pp. 24–36.
- SOMOS, L. 1965: A geological description of the upper triassic and of the coal bearing lower liassic complex of the Mecsek Mountains. — *Acta Geologica Hungarica* 9 (3–4), pp. 363–373.
- SZENTE, I. 1997: Bivalve assemblages from the Middle Triassic Muschelkalk of the Mecsek Mts., South Hungary: An overview. — *Acta Geologica Hungarica* 40 (4), pp. 411–424.
- VADÁSZ E. 1912: Földtani megfigyelések a Mecsek hegységből. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1911-ről*, pp. 67–74.
- VADÁSZ E. 1935: A Mecsek hegység. — *Magyar Tájak Földtani Leírása* I. Magyar Királyi Földtani Intézet, Budapest, 180 p.
- VAN DER EEM, J. G. L. A. 1983: Aspects of Middle and Late Triassic Palynology. 6. Palynological investigations in the Ladinian and Lower Karnian of the Western Dolomites, Italy. — *Review of Palaeobotany and Palynology* 39, pp. 189–300.
- WEIN GY. 1961: A szerkezetalakulás mozzanatai és jellegei a Keleti-Mecsekben. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 49 (3), 759 p.
- WÉBER B. 1965: Üledékföldtani adatok a Mecsek-hegységi felsőtriász és alsóliász rétegek ismeretéhez. — *Földtani Közlöny* 105 (1), pp. 47–53.
- WÉBER B. 1977: Nagyszerkezeti szelvényvázlat a Ny-Mecsekről. — *Földtani Közlöny* 107 (1), pp. 27–37.
- WÉBER B. 1984: Kőszéntelepes összlet a Mecsek hegységi felsőtriászban. — *Földtani Közlöny* 114 (2), pp. 225–230.
- WÉBER B. 1990: Ladin és felsőtriász rétegek a Ny-Mecsek északi előterében. — *Földtani Közlöny* 120 (3–4), pp. 153–180.

I. tábla — Plate I



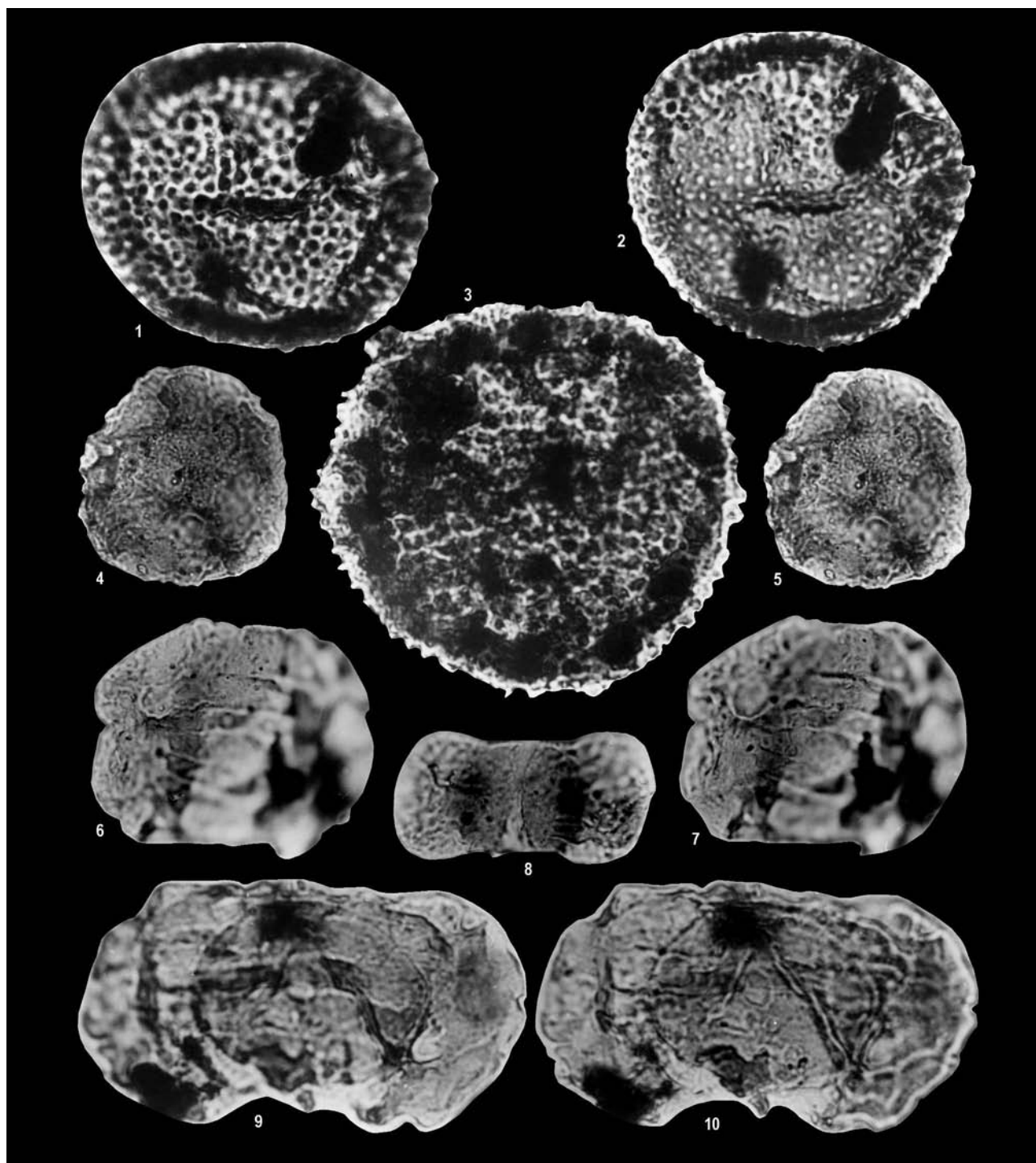
1. Mikroklin, mellette kaolinitesedett ortoklász-, polikristályos kvarc- és agyagpala-törmelék, Husztót Hu-2 fúrás, 616,0 m, +N.
Microcline with kaolinized orthoclase, polycrystalline quartz and shale clasts, Borehole Husztót Hu-2, 616.0 m, +N.
2. Perthites ortoklász, Hu-2 fúrás, 616,0 m, +N.
Perthitic orthoclase, Borehole Hu-2, 616.0 m, +N.
3. Gránittörmelék, Hu-2 fúrás, 583,0 m, +N.
Granite clasts, Borehole Hu-2, 583.0 m, +N.
4. Trachitos szövetű kőzettörmelék, Hu-2 fúrás, 583,0 m, +N.
Rock clasts showing a trachytic texture, Borehole Hu-2, 583.0 m, +N.
5. Mikrokristályos alapanyagban szabálytalanul, szórtan elhelyezkedő léces megjelenésű földpát, Hu-2 fúrás, 586,9 m, +N.
Irregularly scattered, lath-shaped feldspar crystals in microcrystalline matrix, Borehole Hu-2, 586.9 m, +N.
6. Mikrokristályos alapanyagban agyagásványosodott földpát fenokristályok, Hu-2 fúrás, 586,9 m, +N.
Argillized feldspar phenocrysts in microcrystalline matrix, Borehole Hu-2, 586.9 m, +N.

II. tábla — Plate II



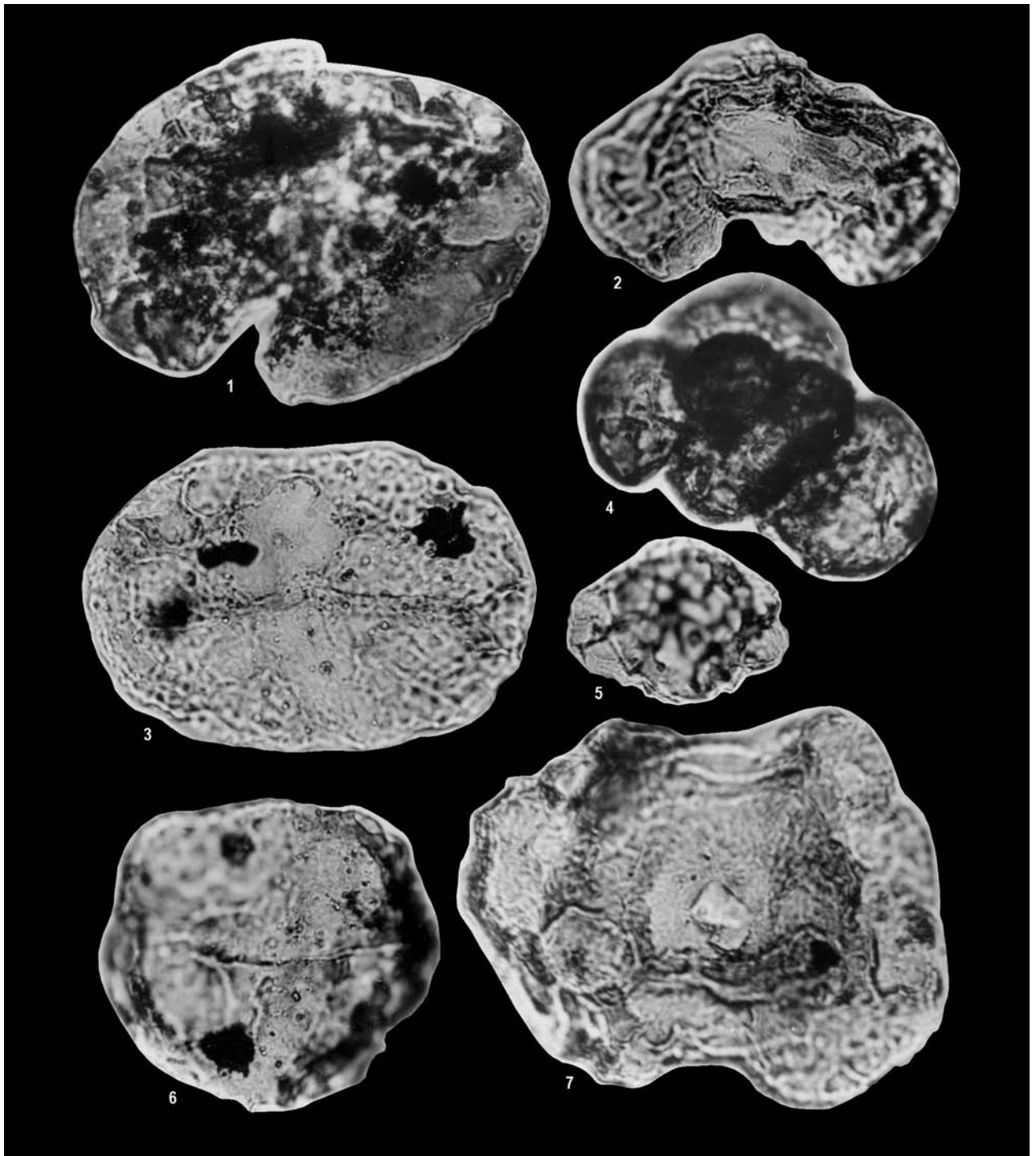
- 1–3. *Concavisporites toralis*, Hu–2 fúrás, 563,8 m (hettangi–sinemuri)
 4–5. *Deltoidospora mesozoica*, Hu–2 fúrás, 563,8 m (hettangi–sinemuri)
 6–7. *Concavisporites toralis*, Hu–2 fúrás, 563,8 m (hettangi–sinemuri)
 8. *Cerebropollenites* cf. *macroverrucosus*, Hu–2 fúrás, 579,5 m (hettangi–sinemuri)
 9–10. *Eucommiidites* sp., Hu–2 fúrás, 563,8 m (hettangi–sinemuri)
 11. *Osmundacidites wellmannii*, Hu–2 fúrás, 579,5 m (hettangi–sinemuri)
 12–14. *Monosulcites minimus*, Hu–2 fúrás, 568,3 m (hettangi–sinemuri)
 15. cf. *Eucommiidites* sp., Hu–2 fúrás, 563,8 m (hettangi–sinemuri)
 16–17. cf. *Vitreisporites pallidus*, Hu–2 fúrás, 563,8 m (hettangi–sinemuri)
 18. *Alisporites robustus*, Hu–2 fúrás, 579,5 m (hettangi–sinemuri)

III. tábla — Plate III



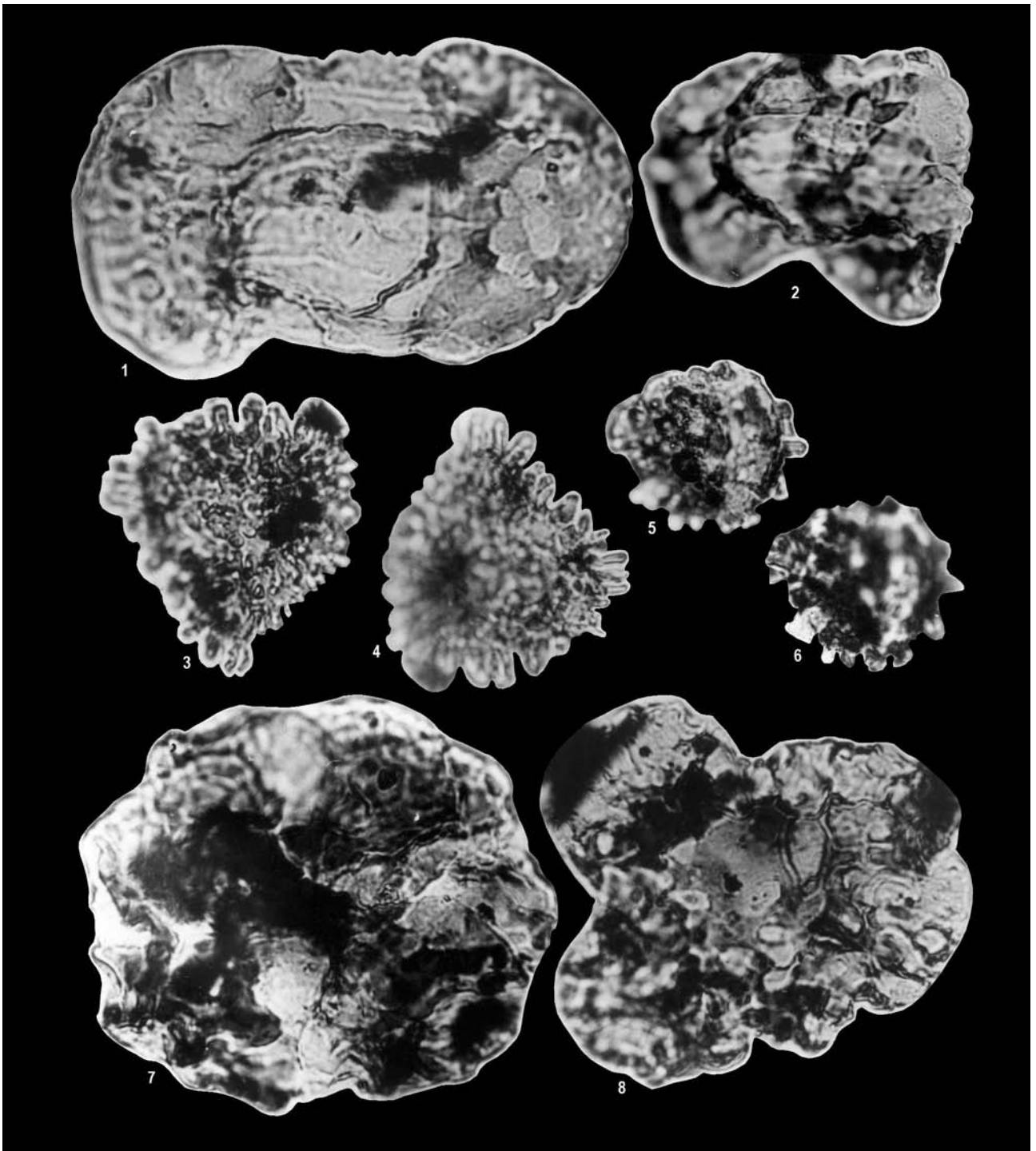
- 1–2. *Porcellispora longdonensis*, Hu–2 fúrás, 684,5 m (ladin)
 3. *Porcellispora longdonensis*, Hu–2 fúrás, 660,4 m (ladin)
 4–5. *Enzonalasporites vigens*, Hu–2 fúrás, 674,0 m (ladin)
 6–7. *Lunatisporites acutus*, Hu–2 fúrás, 674,0 m (ladin)
 8. cf. *Vitreisprites* sp., Hu–2 fúrás, 684,0 m (ladin)
 9–10. *Striatoabieites aytugii*, Hu–2 fúrás, 674,0 m (ladin)

IV. tábla — Plate IV



1. *Infernopollenites sulcatus*, Hu-2 fúrás, 660,8 m (ladin)
2. *Striatoabieites* sp., Hu-2 fúrás, 684,5 m (ladin)
3. *Ovalipollis pseudoalatus*, Hu-2 fúrás, 674,0 m (ladin)
4. Foraminifera organic tissue, Hu-2 fúrás, 668,0 m (ladin)
5. *Protodiploxipinus potonieii*, Hu-2 fúrás, 660,8 m (ladin)
6. cf. *Staurosaccites* sp., Hu-2 fúrás, 674,0 m (ladin)
7. *Staurosaccites* sp., Hu-2 fúrás, 660,8 m (ladin)

V. tábla — Plate V



1. *Striatoabieites* cf. *aytugii*, Hu-2 fúrás, 674,0 m (ladin)
2. *Striatoabieites* cf. *aytugii*, Hu-2 fúrás, 684,5 m (ladin)
- 3–4. *Neoraistrickia taylori*, Hu-2 fúrás, 660,8 m (nori)
- 5–6. *Echinitosporites iliacooides*, Hu-2 fúrás, 674,0 m (ladin)
7. cf. *Stellapollenites* sp., Hu-2 fúrás, 674,0 m (ladin)
8. cf. *Triadispora* sp., Hu-2 fúrás, 660,8 m (ladin)

Adalékok a rudabányai ércesedés genetikájához: a martonyi mintaterület geokémiai vizsgálata

Some Data to the Genesis of Ore Mineralisation at Rudabánya: Geochemical Analysis of the Martonyi Study Area

FÜGEDI UBUL, SZENTPÉTERY ILDIKÓ, VATAI JÓZSEF

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



Tárgyszavak: geokémiai térképezés, geokémiai anomáliák, vasérc, szóródási udvar, Darnó-zóna, érctelep, sziderit, barit, színesfémek

Kivonat

A MÁFI Környezetföldtani Osztályán fokozatosan ellenőrizzük a korábbi területi geokémiai felvételek anomális mintáit, hogy meghatározhassuk az anomáliák típusait, okait és kiterjedését. 2007–2008-ban a Szalonna külterületén gyűjtött, kiugróan sok színes- és nehézfém (egyebek közt ezüstöt, higanyt, ólmot és antimont) tartalmazó 2603. sz. minta környezetét vizsgáltuk meg.

Az anomália minősítéséhez összeállítottuk a rudabányai–martonyi ércesedés valószínű genetikai modelljét. Szerintünk a kampili–gutensteini összletben kialakult ércek fêmei az alsó-triász törmelékes összletből halmazódtak át, a bárium forrása pedig az evaporit. Az ércesedés kialakulását három geokémiai szakaszra tagoltuk, a finomabb felbontáshoz nincs elég adatunk.

Meghatároztuk és geokémiailag jellemeztük az egykori martonyi ércbánya hányóinak és szóródási udvarának lepusztulásából a Martonyi-patak vízgyűjtőjén kialakult anomáliát, és megállapítottuk, hogy annak elemkészlete jelentősen eltér attól, amit a 2603. mintában tapasztaltunk. A terepen meggyőződünk arról, hogy a vízgyűjtőn a környék lakossága meglehetősen sok, csak részben kommunális eredetű hulladékot rakott le, úgyhogy ez a hegyvidéki felvételben kimutatott kiugró érték valószínűsíthető oka. Egyúttal dél és kelet felől lehatároltuk a martonyi ércesedés anomáliáját.

Key words: geochemical maps, geochemical anomalies, haloes, Darno Zone, iron ore deposits, genesis, siderite, barite, base metals

Abstract

Geochemical anomalies identified by the nation-wide geochemical surveys are being investigated in detail in order to define the type, origin and extent of these anomalies. In 2007–2008, surroundings of sample No. 2603 with anomalously high precious and heavy metal content (e.g. silver, mercury, lead and antimony) collected in the Szalonna area was studied in detail.

We have compiled possible genetic model of Rudabánya–Martonyi mineralisation for qualification of anomaly. To our mind the metals of ores evolved in Campilian–Anisian (Gutensteinian) formations redeposited from Lower Triassic sediments. The source of barium is the evaporite. The formation of mineralisation was chopped in three geochemical stages; we have not enough data for finer partition.

The anomaly associated with the denudation of the abandoned Martonyi ore mining waste dumps was identified and geochemically characterised. Results show that the identified element association is different from that found in sample No. 2603. Field evidence suggests that significant amount of communal wastes has been deposited in the Martonyi Creek catchment. This may explain the geochemical outlier found in the nation-wide survey. At the same time, the Martonyi mineralization has been delineated in the south and east.



Kutatási előzmények

Az országos geokémiai felvételek (ÓDOR et al. 1997, 2000; FÜGEDİ et al. 2007) anomális mintái közül 2007-ben a Szalonnai-karszt peremén észlelt kiugró értéket ellenőriztük. A Magyarország hegyvidéki területeinek felvételehez gyűjtött, 2603. mintában (1. táblázat) a tájegység geokémiai háttérénel lényegesen nagyobb higany-, ólom- és antimontartalmak mellett a háttér felső határával egyező ezüst-, továbbá azt erősen megközelítő cink- és arzén-koncentrációkat mutattunk ki.

1. táblázat. Az Aggteleki-karszt karbonátos háttérértékei, az anomálisnak minősített 2603. minta elemtartalmi és a Rudabányai-hegység 13 mintájának értéktartományai (g/t)

Table 1. Carbonatic background values at Aggtelek Karst, content of elements in anomalic sample No. 2603 and background concentrations of 13 samples from Rudabánya-Mts (g/t)

Elem	Medián	Háttér max.	2603. minta	Rudabányai-hegység	
				min.	max.
Ag	<0,2*	>0,7**	0,7		
As	8,6	20	15,4	7,5	26,4
Ba	126	>320**	187	24,7	315
Cd	<0,5*	>0,8**	<1	<1	
Co	10	>23**	10,9	7,93	19,9
Cr	23	>66**	22,2	19,9	31,6
Cu	8	50	17,8	5,35	25,8
Hg	0,07	0,5	10,7	0,06	0,3
Li	15	>34**	13,3	10,3	31,5
Mn	760	2500	1447	676	16 800
Ni	22	>45**	25,6	16	31,5
Pb	24	80?	138	15,8	121
Sb	0,6	2,5	4,7	0,4	2,4
Sr	49	>400**	68	30,1	275
Zn	66	200	167	38,8	274

* = a kimutatási határnál kisebb;

** = less than detection limit;

*** = a legnagyobb mért, de még mindig a háttér-értéktartományba eső érték;

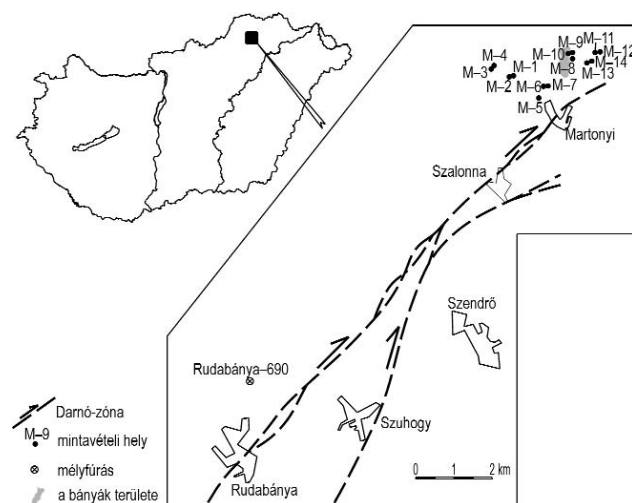
**** = highest value under the anomaly threshold.

Az elemösszetétel alapján elképzelhetőnek tűnt, hogy az anomália oka az ismert martonyi ércesedés peremének lepusztulása lehet, de a 2603. mintában kiugróan talált elemek (Hg, Pb, Sb) meglehetősen különböztek (1. táblázat) a hasonló ércesedést tartalmazó Rudabányai-hegységben gyűjtött (FÜGEDİ et al. 2007, FÜGEDİ 2008) anomális minták elemkészletétől (Mn, Pb, As, Ni, Zn). Ezért elképzelésünket ellenőrizendő egyrészt a szakirodalom (PANTÓ 1956, CSALAGOVITS 1973, HADOBÁS 1987, SZENTPÉTERY, LESS 2006) alapján összeállítottuk a rudabányai–martonyi ércesedés egy lehetséges geokémiai modelljét, másrészt az egykori bánya környékén, hangsúlyozottan az antropogén hatásokkal nem zavart terület sűrítő mintavételével megpróbáltuk meghatározni az anomália kiterjedését és típusát.

A rudabányai-martonyi ércesedés földrajzi helyzete

Jelen dolgozatunkban rudabányai–martonyi ércesedésnek a földtani értelemben vett Rudabányai-hegységben ismert komplex ércesedést tekintjük. Az ércesedés két fő ásványcsoportja: a karbonátos vasérccek és a szulfidos színesérccek.

A Martonyi mintaterület Borsod-Abaúj-Zemplén megyében, a Rudabányai-hegység ÉK-i, a Bódva-áttöréstől É-ra eső részének lábánál, Miskolctól É-ra kb. 40 km-re, Rudabányától ÉK-re kb. 10 km-re található (1. ábra). A mintaterületől kb. 2 km-rel KÉK-re, a Kis- és Nagy-Red-



1. ábra. A martonyi mintaterület elhelyezkedése a Rudabányai-hegységben

Figure 1. Geographic position of Martonyi area in Rudabánya Mts

nek-völgy közötti hát tömegében nyitott, ÉK–DNY-i csapású, 600 m hosszú, max. 60 m széles vasérckülfejtésben a rudabányaival egyező genetikájú ércesedést ismerünk, amelynek felszínközeli, limonitos részét (barnavasérc) lefejtették (a bánya 1951-ben bezárt); a ma nyilvántartott készlet (sziderit+ankerit+barnavasérc) kétszáz ezer tonna.

A rudabányai–martonyi ércesedés földtani-geokémiai modellje

Földtani helyzet

A rétegsor legmélyebb ismert tagja a perm evaporitos összlet, amelyből homokkő, majd vöröscsíkos márga és homokkő („szeizi”), kékesszürke–borvöröscsíkos márga és szürke lemezes márga, lemezes mészkő és dolomit („kampili”), majd a Gutensteini Formáció dolomitja (anisusi) fejlődik ki (PANTÓ 1955).

A martonyi rétegsor hiányos, de ismert tagjai megegyeznek a rudabányaival.

Az alsó-triász homokkő kötőanyagá váltó mennyi-

ségű, üledékes eredetű vas-karbonátot tartalmaz; a vastartalom egyes szakaszokon jelentősen megnő (PANTÓ 1955, p. 78). KUPI et al. (2009) szerint a cink és az ólom mennyisége az alsó–középső-triász kőzetekben anomálishan magas. Az üledékek átlagosnál lényegesen nagyobb szinszediment fémtartalma és az ércesedés elemkészlete (vas, réz, cink) arra mutat, hogy a lepusztulási terület zömmel bazaltból állt.

Mivel az ércesedéshez szükséges fémmennyiség a jelenlegi telep fekéjében volt, egyetértünk CSALAGOVITS (1973) véleményével abban, hogy az ércképző folyamatokhoz nem volt szükség magmás tevékenységre (PANTÓ 1955, 1956), illetve abból származó fluidumokra, viszont vele ellentétben nem tartjuk lehetségesnek azt, hogy a változatos szövettű, településű és ásványos összetételű ércek egyetlen fázisban alakultak volna ki. Csalagovits modelljében ugyanis az evaporittartalmú rétegeknek a hidrogén-karbonátos vizek zónájában kellene elhelyezkedniük (mivel a csak ezekből származtatható bárium a szulfátos vízben nem mobilizálódik), azaz a vízzáró kampili képződmények fölött (takarós helyzetben), itt azonban az evaporitos összlet a kampili rétegek alatt van.

Az alsó–középső-triász üledéksor egy többé-kevésbé lefűződött tengeröbölben, az evaporitos összlet fedőjében halmozódott fel. A rétegsor nem különbözik a Bódvai fáciesterületen (SZENTPÉTERY, LESS 2006) ismertektől: a kőzetek eredeti színe az anoxikus viszonyokra utaló szürke. Ennek alapján feltételezhetjük, hogy a vas és a színesfémek többsége az eredeti üledékben szulfidásványok formájában volt jelen.

Az üledékösszlet átöblítését (az eltérő kemizmusú vizek keveredését) szerkezeti mozgás tette lehetővé.

Ércesedés

A szerkezeti mozgás a rideg (felső-kampili–anisusi dolomit) és a képlékeny (alsó–középső-kampili lemezes márga) rétegsor határzónájában összemorzsolta a két képződményt, a márgába gyúrta a dolomit kisebb-nagyobb darabjait (ahogy ezt a bányabeli megfigyelések alátámasztják). A martonyi ércbányában a begyűrt, többé-kevésbé vasércesedett tömbök között metamorf steinalmi mészkövet és cukorszövetű dolomitot is leírtak (PANTÓ 1956, p. 470.) Ezek a képződmények is jelen vannak a Darnó szerkezeti zónában (LESS et al. 1988).

A medence peremén lévő, magasabb helyzetű részokról beáramló víz hatására alakulhatott ki a sülyedék központi részében felszálló vízmozgás, aminek zónájában három geokémiai fázist különböztethetünk meg.

1. Az első szakaszban a vízvezető alsó-triász kőzetek (reduktív, szulfidos) kémiai jellege drasztikusan különbözött az őket átöblítő (oxidatív, hidrogén-karbonátos) víztől. Ennek eredményeként a hegyközi medence pereme felől befelé haladó redoxifront alakult ki, ahogy az üledék (zömmel biogén) szulfidásványai oxidálódtak. A kationok a mind szulfátosabbá váló és ezzel egyre savanyúbb kémhatású vízben oldatba mentek, és ott is maradtak mindaddig,

amíg a felszálló víz el nem érte a márgát és a belegyűrt dolomittömböket. Ebben az enyhén reduktív környezetben a savas víz apránként kioldotta a karbonátásványokat, amik helyén kicsapódtak a hozott fémionok — a vas egy része föltehetőleg eleve karbonátként, a színesfémek zömmel szulfátanionhoz kötődve.

A szulfáttartalom jelentős része az evaporitokból oldódhatott ki, és az azokban lévő ásványok ionjainak többsége jó elektrolitként mindvégig oldatban maradt. Ennek az ércesedés szempontjából mindössze annyi jelentősége van, hogy amíg a víz szulfátos volt, a bárium nem mobilizálódott.

2. A második szakaszban a felszálló víz hidrogén-karbonátos maradt. Ebben a szakaszban oldódott ki a bárium, ami az ércesedett (nagy kéntartalmú) zónát elérve szulfátként vált ki: ezért baritos az érces tömzsök pereme.

Az alacsony hőmérsékletű vízből rendszerint komplex, sok aniont és kationt tartalmazó, erősen hidratált ásványok válnak ki (vagy ásványnak nem is tekinthető, kolloid zagy).

3. Ezekből az intenzív átöblítés megszűnte után, többszöri áthalmozással-átkristályosodással, többszöri, fokozatos dehidratálódással alakul(hat)tak ki a szulfidércek — ezekhez a folyamatokhoz azonban ismereteink jelenlegi szintjén nem tudunk konkrét fiziko-kémiai környezetet rendelni, csak néhány általános törvényszerűséget összesítünk.

A vas eredetileg szulfátos része akkor alakult karbonátossá, amikor a perm–alsó-triász összletben elfogytak az oxidálható szulfidásványok (megszűnt a kén utánpótlása).

A sztratiform vas-, illetve ólom-ezüst, följobb réz-, még följobb cinkércek (FÖLDESSY et al. 2008, KUPI et al. 2009) a karbonátásványokat helyettesítve halmozódtak fel, miközben a szulfátok szulfidokká alakultak „vissza”. Ezek a telepszerű ércetek az emelt színesfémtartalmú háttér fémkészletének rövid távú áthalmozásával alakulhattak ki.

Szerkezeti viszonyok

A rudabánya–martonyi ércesedés ismert előfordulásai a Darnó szerkezeti zónára korlátozódnak.

Martonyiban az ércesedés nyugati határa egy hatalmas, ÉÉK–DDNy-i csapású szerkezeti vonal, ami mentén az ércmentes középső-triász mészkő az érces alsó-triász palával érintkezik. Az ércdúsulás a törésvonal közelében a legerősebb; a legkiadósabb ércetek egy-egy fedő agyagpala-réteghez tapadnak (VENDEL 1947).

Rudabányán is hasonló csapásúak a határoló fő szerkezeti vonalak, de jól látszik, hogy a tektonikus zóna az ércképződés után is aktív maradt, ugyanis az érceteket a zömmel vízszintes mozgások (vetőkarcok) és a későbbi, dominánsan függőleges harántvetők tovább darabolták, a baritos szegélyek egymáshoz képest jelentősen elmozdultak (PANTÓ 1955, pp. 157–158.).

Mivel a fő tektonikai (és ezzel együtt ércdúsulási) irányok a rudabányai és a martonyi ércbányában is a Darnó-zónának megfelelően ÉÉK–DDNy-i csapásúak, ezért feltételezzük, hogy már az ércesedéshez szükséges tektonizáltság is ebben a szerkezeti övben jött létre. Ha elfogadjuk, hogy ez a nagy-szerkezeti zóna a paleogéntől létezik (FODOR et al. 2005), az

ércesedés kezdete sem lehet ennél korábbi. Érces kőzetek a miocén elején biztosan léteztek, mert a rudabányai külfejtés ÉNy-i peremén a Rudabánya Rb–690 fúrásban 175,8–218,7 m között, a Szécsényi (Putnoki) Slír alatt és a Bretkai(?) Formáció fölött, tehát (a Bretkai besorolása miatt némi bizonytalansággal) a kora-miocénben érces kőzetdarabokat tartalmazó durvatörmelék halmozódott fel.

Az ércékpéződés utolsó fázisa a legújabb adatok (FÖLDESSY 2008) szerint pliocén korú.

Elemkészlet

Főelemek (CSALAGOVITS 1973): Fe, Mg, Pb, Zn, Cu, Ba; a vasat és a magnéziumot a hegyvidéki felvétel (FÜGEDI et al. 2007) mintáiból nem határozták meg

Kísérő elemek (CSALAGOVITS 1973): Cd, Ag, Tl, Ge, Sb, Hg, As, Au, V (arany-, tallium- és germánium-elemzéseink nincsenek).

A felsorolásban azokat az elemeket, amelyekből „saját” elemzéseink nincsenek, az irodalmi adatok (PANTÓ & MOSER 1955, PANTÓ 1956) alapján szerepeltetjük.

Kőzettani zonalitás a meddőtől az érc felé: (mészke?)–dolomit–(ankerit)–sziderit.

Teleptani következtetések

Rudabányai–martonyi típusú érces olyan helyeken alakulhattak ki, ahol az evaporitos lagunaüledékek fölötti, szellőzetlen medencében bázikus kőzetekből lepusztult, sok színes- és feketefém-szulfidot tartalmazó üledékek rakódtak le. A törmelékes összletre karbonátos rétegsor települt. Hasonképpen karbonátos (esetleg karbonátos kötőanyagú törmelékes) kőzetekből kellett állnia az ércékpéző folyamatok idején a medence körül emelkedő magaslatoknak, az ércesedés kialakulásához ugyanis hidrogénkarbonátos, oxidatív vizek benyomulására volt szükség. A törmelékes összlet és a rá települt karbonátos kőzetek kapcsolatát tektonikus mozgások teremtették meg; az ezeken felszálló vízmozgás feltétele a relatív süllyedék jelleg.

A rudabányai–martonyi ércelőfordulás a Darnó szerkezeti zóna aktivitásának idősebb szakaszában (paleogén) jöhetett létre, és annak fiatalabb fázisában (az alsó-középső-miocénben) kerülhetett jelenlegi földrajzi helyére és helyzetébe.

Az anomálisnak talált 2603. minta rétegtanilag és tektonikailag is megfelelő helyzetben van ahhoz, hogy feltűnhessenek benne a rudabányai–martonyi típusú ércesedés másodlagos szóródási udvarának elemei; morfológiai helyzete azonban kizárja azt, hogy ezek magából az egykori martonyi bányából vagy annak meddőjéből pusztulhattak volna a hordalékba.

A Rudabányai-hegység anomális mintái mellett a 2603. minta is beilleszthető a rudabányai ércesedés elemkészletébe, e két anomáliatípus azonban egymástól markánsan különbözik.

Szalonna és Martonyi környékének geokémiai vizsgálata

Terepi munkák

A terepet bejárva ellenőriztük a 2603. minta környezetét. A Martonyitól nyugatra, a televíziós adótoronyhoz vezető út alatt kezdődő és a szalonnai templom, majd a 27-es főút mellett húzódó völgynek már a felső szakaszán is közepesen erőteljes, antropogén zavaró hatásokat (főként kommunális hulladékot) figyelhetünk meg. Bár kétszer is próbálkoztunk, az aszályos időben a jobboldali, zavartalannak tűnő oldal-völgyekben nem találtunk értékelhető hordalékmozgást okozó vízfolyást. Ezért úgy döntöttünk, hogy a mintavételt az egykori bánya alatti részre, illetve a bánya és a 2603. minta közötti, kevés antropogén befolyást mutató területre összpontosítjuk.

A két bejáráson összesen 13 mintát (2. ábra) gyűjtöttünk. Egy további, tervezett pontról (M–13) ismét csak érdeklős vízfolyás és hordalék hiányában nem sikerült mintát venni.

Anyagvizsgálatok

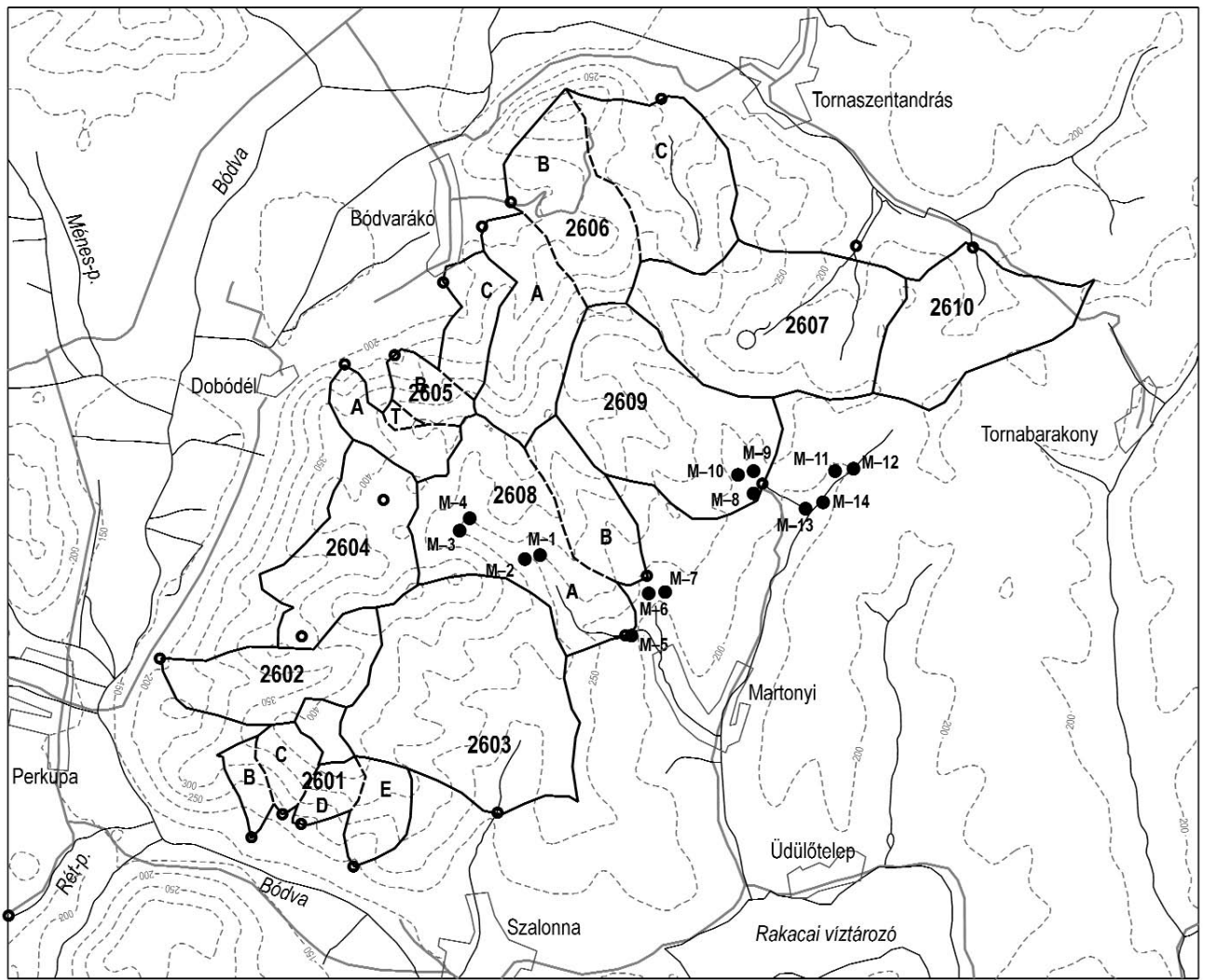
A légszárason 0,63 mm alá szitált mintákból a nyom-elemeket (2. táblázat) a MÁFI kémiai laboratóriumában salétromsavas feltárással, ICP-OES módszerrel határozták meg.

Adatfeldolgozás

A kiugró, illetve anomális értékeket az eloszlási görbék lefutása alapján különítettük el; a homogenitás numerikus vizsgálatára (Dixon–Messey kritérium) nem volt szükség. A legtöbb elem jól láthatóan szabálytalan eloszlása miatt ezek együttmozgásainak természetét főkomponens-elemzéssel próbáltuk tisztázni.

Minden földtani folyamat a rá jellemző egyensúlyi helyzet felé változtatja meg a földtani közeg összetételét. Mivel a földtani folyamatok rendkívül lassúak, ezek az egyensúlyi állapotok gyakorlatilag sosem alakulnak ki; a legtöbb földtani képződmény több folyamat hatásának nyomait mutatja. Tapasztalataink szerint az egyes folyamatok hatásai gyakran megfeleltethetők a legfontosabb faktoroknak, illetve főkomponenseknek.

Mind a főkomponens-, mind a faktoranalízist az emberi intelligencia különböző aspektusainak összevont értelmezéséhez találták fel (GOULD 1999). Mindkét módszer lényege, hogy a sok eredeti változót úgy helyettesítik jóval kevesebb, azokból származtatott változóval (főkomponensekkel, illetve faktorokkal), hogy minél kevesebbet veszítsenek az eredeti információtartalomból. A két eljárás abban különbözik, hogy a főkomponensek kötelezően merőlegek egymásra, a faktorok viszont nem. A két leképezés matematikailag egyenrangú, és mindig az első főkomponens, illetve faktor magyarázza a teljes változékonyság legnagyobb részét (a második kevesebbet, a harmadik még



- 1 ○ A hegyvidéki felvétel mintavételi pontja, 2 **2608** A hegyvidéki felvétel cellaszáma, cellahatára 3 **B** A hegyvidéki felvétel alcella határa, jele 4 ● **M-14** A részletező felvétel mintavételi pontja, mintaszáma

2. ábra. A martonyi mintaterület mintái

Figure 2. Samples of Martonyi area

1 – Sample point of the mountainous area's geochemical survey, 2 – The number and boundary of the catchment area, 3 – The sign and the boundary of the sub-region of the mountainous area's geochemical survey, 4 – The sample of the detailed survey

kevesebbet és így tovább). Elvi megfontolások alapján (számos folyamat ugyanazokat az elemeket hasonló arányokban mozgósítja) a földtani gyakorlatban a két módszer közül a faktoranalízis az elfogadottabb.

Mind a főkomponens-, mind a faktorelemzést normál eloszlású változókra találták ki: szignifikanciaszintjeik érvénytelenek akkor, ha a változók nem Gauss-eloszlásúak, és hamis eredményeket adnak akkor, ha az eloszlások különfélék, illetve nem szimmetrikusak. E hibák egy részét úgy küszöbölhetjük ki, ha minden változó eloszlását egységesen szimmetrikussá és egyformává alakítjuk. Ennek legjobb módszere, ha az eredeti koncentrációértékeket azok rangszámaival helyettesítjük — ettől valamennyi származtatott változónk eloszlása egyenletes lesz, és feldolgozásunkat az eredeti adatok Pearson-féle (lineáris) korrelációi helyett rangkorrelációkra alapozhatjuk. Sajnos, az általunk hasz-

nált SPSS PC+ statisztikai programcsomaggal az analízist csak a Spearman-féle rangkorrelációs együtthatók (azaz a rangszámok lineáris korrelációi) alapján tudjuk elvégezni, ezért a főkomponens-elemzés eredményei (3–5. táblázat) reálisak ugyan, de a megadott szignifikanciaszintek csak tájékoztató jellegűek. A statisztikailag korrekt eljárás a Kendall-féle rangkorrelációkra alapozott analízis lenne, azonban az általunk használt módszer hibája sem túl nagy.

Az egyes főkomponenseket mint származtatott változókat úgy hozhatjuk létre eredeti elemzéseinkből, hogy az egyes elemek koncentrációit megszorozzuk az együttmozgás erősségét kifejező, az analízis eredményeként kapott (+1 és -1 közötti) számmal (4. táblázat), ami azt jelzi, mennyire vesz részt az illető elem a főkomponensnek megfelelő földtani folyamatban.

2. táblázat. A martonyi mintaterület hordalékmintáinak geokémiai vizsgálati eredményei

Table 2. Geochemical data of the sediment samples of the Martonyi area

Mintaszám Sample No	2.1. Li-Zn (g/t)										
	Li	Mn	Mo	Ni	P	Pb	S	Sr	Ti	V	Zn
M-1	6,54	1029	0,577	22,5	803	47,4	550	19,2	63,0	15,7	92,4
M-2	5,35	859	0,548	21,9	795	36,2	335	19,4	81,0	19,8	91,0
M-3	87,01	930	<0,2	19,8	749	33,4	343	18,4	105	22,2	87,6
M-4	4,31	819	<0,2	18,1	657	31,2	1215	14,2	61,1	17,8	72,5
M-5	8,48	1000	0,456	21,2	719	33,3	195	37,5	59,3	24,0	90,4
M-6	8,91	1130	<0,2	33,2	607	47,3	468	13,2	61,1	42,1	116
M-7	4,28	1530	1,58	31,3	333	47,4	939	46,7	47,0	25,3	98,7
M-8	16,4	1998	0,465	37,2	866	51,4	656	34,5	72,0	30,7	117
M-9	11,3	2845	0,433	30,1	646	184	940	70,2	52,0	22,9	201
M-10	14,2	898	0,835	26,6	612	32,8	259	57,3	96,0	29,4	77,9
M-11	18,7	1105	1,12	48,1	587	31,6	436	31,1	322	32,4	84,1
M-12	16,0	429	1,57	41,3	899	29,6	428	21,5	23,2	28,0	75,2
M-14	14,2	5078	1,37	58,0	907	38,3	551	33,7	17,0	29,9	115

Mintaszám Sample No	2.2. As Na (g/l)								2.3. Al Mg (g/kg)			
	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	K	Na	Al	Ca	Fe	Mg
M-1	8,03	205	0,174	9,36	17,8	147	3233	398	7,56	21,0	22,1	1,96
M-2	8,19	161	0,242	10,9	19,2	109	3232	419	8,57	8,25	21,5	1,96
M-3	8,82	199	0,112	12,0	20,2	50,5	3270	316	10,4	7,37	22,1	1,81
M-4	5,94	200	0,173	13,0	17,1	53,7	2455	276	6,97	6,02	21,6	1,06
M-5	10,7	156	0,231	12,1	23,2	30,6	2600	162	8,36	41,3	23,8	6,23
M-6	16,7	172	0,333	15,2	34,2	52,2	2207	154	14,4	7,22	29,2	2,88
M-7	20,0	144	0,434	18,5	25,3	43,9	1807	247	7,02	19,2	32,6	4,69
M-8	17,3	1003	0,433	14,9	31,8	98,5	4073	381	16,3	12,4	33,0	3,79
M-9	36,2	2785	0,621	12,1	23,0	324	2330	206	10,1	68,3	54,8	9,88
M-10	10,0	158	0,434	9,03	27,7	30,7	3662	257	15,1	88,2	21,1	47,5
M-11	10,6	204	0,528	12,0	32,4	23,9	3055	612	17,0	4,24	22,0	2,68
M-12	11,8	203	0,259	6,74	295	40,7	1350	172	13,4	3,14	28,8	2,91
M-14	14,9	322	0,731	15,2	103	40,1	815	183	11,4	5,93	33,6	2,90

A statisztikai próbák eredményei

Az 1. és 2. táblázat adatait összevetve jól látható, hogy több elem koncentrációja több mintában jelentősen a tájegységi háttér (1. táblázat) fölé emelkedik. Ahhoz, hogy ezt a jelenséget értelmezhesük, semmiképp sem feledkezhetünk meg arról a tényről, hogy a tájegységi hátteret kb. 4 km²-es vízgyűjtők mintáiból határoztuk meg, a sűrítő felvétel mintái viszont durván harmad-, negyedekora területeket jellemeznek, márpedig a változékonyság a reprezentált terület csökkenésével nő (FÜGEDI et al. 2006).

Amint ezt FÜGEDI et al. (2007) megállapította, a néhány négyzetkilométeres vízgyűjtőket jellemző hordalékminták várható értékei csak kivételesen homogén földtani felépítésű területeken mutatják a vízgyűjtőn szálban álló kőzetek jellegzetességeit. Az esetek túlnyomó többségében a szálban álló, változatos összetételű kőzetek és az azoknál gyakorta fiatalabb, az egész vízgyűjtőn megtalálható, a hordalék zömét adó talajképző üledékek keveredésének együttes hatására a háttér még a zömmel karbonátos, illetve szilikátos kőzetekből álló hegyek alatt sem különbözik (egy-egy tájegységen belül homogén), miközben a fiatal, talajképző üledékek összetételének különbözőségei miatt az egyes tájegységek geokémiai hátterei egymástól markánsan eltérhetnek.

Látható, hogy az adatsorban számos, valóban anomális érték szerepel: jóval a tájegységi háttér fölé emelkedik a Mn (két mintában), a Ni (kevésbé, két mintában), a Cu (kevésbé, hét mintában), az As és a Ba (két mintában) koncentrációja. Az elemkészlet se az elméletileg várhatóval, se a 2603. mintában tapasztaltnal nem egyezik; az egyes elemek anomális koncentrációi más-más mintapárokban tűnnek fel.

A kis mintaszámot is figyelembe véve meg kell állapítanunk, hogy a főkomponensek (3. táblázat) determinitása nem túl nagy. Gyakorlati jelentőséget legfeljebb az első

3. táblázat. A főkomponensek és a teljes változékonyság

Table 3. Principal components and total variability

Főkomponens Principal component	Kedzeti sajátérték Original eigenvalue	A teljes variancia %-a % of the total variance	Kumulatív % Cumulative var.
1	7,706	33,5	33,5
2	4,610	20,0	53,6
3	2,925	12,7	66,3
4	2,777	12,1	78,3
5	1,701	7,4	85,7
6	1,334	5,8	91,5
7	0,748	3,2	94,8
8	0,499	2,2	97,0
9	0,306	1,3	98,3
10	0,207	0,90	99,2
11	0,152	0,66	99,8

4. táblázat. A különböző elemek relatív súlya az egyes főkomponensekben
Table 4. Relative weight of elements in principal components

	Főkomponensek – <i>Principal components</i>					
	1	2	3	4	5	6
Li	0,532	-0,643*	0,293	0,336	0,128	-0,175
Mn	0,794*	0,390	0,215	0,142	-0,176	0,105
Mo	0,379	-0,397	-0,111	-0,199	0,428	0,570
Ni	0,820*	-0,406	-0,0753	0,281	0,0532	0,192
P	-0,0142	-0,0234	-0,190	0,475	0,668	-0,340
Pb	0,468	0,736*	0,378	0,110	-0,0176	-0,0295
S	0,325	0,600*	-0,227	0,339	-0,075	0,390
Sr	0,528	0,0173	0,441	-0,535	0,357	0,189
Tl	-0,519	-0,292	0,669	0,234	-0,356	0,0736
V	0,706*	-0,530	0,0784	0,0702	-0,415	-0,106
Zn	0,656	0,592	0,266	0,156	-0,0909	-0,158
As	0,912*	0,178	0,0392	-0,166	-0,0786	-0,104
Ba	0,363	0,155	0,133	0,765	0,336	-0,00265
Cd	0,847*	-0,149	0,179	-0,0656	0,03284	0,339
Co	0,504	0,476	-0,261	-0,0258	-0,553	0,09074
Cr	0,736*	-0,606*	-0,191	0,0540	-0,0446	-0,146
Cu	-0,148	0,771*	0,147	0,381	0,182	-0,0889
K	-0,462	-0,0529	0,818	0,148	-0,0419	-0,113
Na	-0,443	-0,0401	0,507	0,446	0,0315	0,551
Al	0,434	-0,676*	0,406	0,327	-0,166	-0,192
Ca	-0,0332	0,448	0,641	-0,559	0,158	-0,129
Fe	0,828*	0,413	-0,180	0,121	0,0877	-0,180
Mg	0,624	-0,0737	0,337	-0,617	0,235	-0,139

kettőnek érdemes tulajdonítani: ezek együtt a teljes változékonyság valamivel több mint felét írják le.

Az 1. főkomponensben durva közelítéssel a legalább 0,7, a másodikban a 0,6 abszolút értékű változókat tekinthetjük meghatározónak; ezeket a táblázatban (4. táblázat) csillaggal jelöltük. Az 1. főkomponensben valamennyi ilyen érték pozitív előjelű, a 2. főkomponensben 3 pozitív és ugyancsak 3 negatív előjelű változó szerepel.

A főkomponensek értékeinek (5. táblázat) területi eloszlásából az azoknak megfelelő földtani folyamatok intenzitásának mintázatára következtethetünk. Ebben a vizsgálatsorban az egyes folyamatokat azokban a minták-

ban tekintjük meghatározónak, amelyekben főkomponensük abszolút értéke 0,6-nél nagyobb.

Az eredmények értelmezése

Az 1. főkomponens valamennyi erősen szignifikáns (0,6 fölötti) pozitív értéke (a 6–9., továbbá a 14. minta) az egykori bányától délre, illetve délkeletre, zömmel a vízfolyások alsó szakaszain jelenik meg — így a negatívak (1–4. minta) értelemszerűen a bányától nyugatra (a kolostorrom alatt) összpontosulnak. Azokat a mintákat, amelyekben a 2. főkomponens 0,9-nél nagyobb (1., 4., 7., 9. minta), kis oldal-

5. táblázat. Az egyes főkomponensek számszerű értékei az egyes mintákban
Table 5. Numeric values of principal components in the samples

Mintaszám Sample No	Főkomponensek – <i>Principal components</i>					
	1	2	3	4	5	6
M-1	-0,945	0,967	0,432	0,768	1,145	0,394
M-2	-1,212	0,191	0,337	0,152	0,377	0,334
M-3	-1,216	0,065	0,238	0,53	-0,619	-0,883
M-4	-1,555	0,675	-1,344	0,384	-0,542	0,623
M-5	-0,261	-0,08	-0,128	-1,783	0,112	-1,359
M-6	0,66	0,104	-0,641	0,24	-2,154	-1,44
M-7	0,764	0,947	-0,58	-1,645	-0,597	1,782
M-8	0,958	0,29	1,392	1,298	0,014	-0,573
M-9	1,138	1,565	0,8	-0,121	0,744	-0,19
M-10	-0,303	-1,306	1,538	-1,471	0,276	-0,0048
M-11	0,234	-1,761	0,649	0,824	-1,037	1,629
M-12	0,241	-1,512	-1,55	0,155	1,668	-0,603
M-14	1,496	-0,146	-1,142	0,67	0,611	0,29

völgyek felső szakaszairól gyűjtöttük, azokat pedig, amelyekben negatív (10–14. minta), a nagyobb völgyek alsó szakaszain, ahol a víz folyása már erősen lelassul.

Az 1. főkomponens meghatározó elemek — Fe, Mn, Cr, Ni, As, V, Cd (Zn) — egyértelműen az oxidatív körülmények között, a szemcseközi térben kicsapódó limonitgél elemei:

— a Mn, Cr, Ni, V klasszikus feketefémek, a Fe kíséző elemei,

— az arzén a felszínen, illetve annak közelében leginkább a vas oxí-hidroxidjain halmozódik fel (CSALAGOVITS 1999)

— a cink (és a kadmium) izomorf helyettesítéssel be tud lépni a vas helyére (FÜGEDI 1986).

Amint ez a 2., 3. és az 5. táblázat egybevetésével kiderül, az 1. főkomponens pozitív értékeit valóban az öt legnagyobb vastartalmú mintában találjuk.

A 2. főkomponens pozitív irányba az Pb, Cu (Zn) és S koncentrációi, negatív irányba pedig a Li, Cr, Al értékei befolyásolják. Az előbbi csoport egyértelműen le nem bomlott szulfidokra, az utóbbiból a Li és az Al agyagásványokra utal, de messze nem ilyen határozottan: hiányzik mellőlük a K, és logikátlan a Cr feltűnése — mint láthatjuk, ilyen kis mintaszámnál már a második főkomponens értelmezése sem zavarmentes. Ezeket a bizonytalanságokat is bekalkulálva igen valószínűnek látjuk, hogy a 2. főkomponens ott pozitív, ahol ritkán van víz, és nagy a meder esése, tehát a szulfidásványok lassan bomlanak le, az agyag viszont kimosódik. A gyakran előtört mederszakaszokon, illetve az állandó vízfolyások medreiben a 2. főkomponens értéke erősen negatív.

Abból, hogy a mállás meglehetősen sok szulfidásványt juttat a hordalékba, arra következtethetünk, hogy a martonyi vasérctelepet kiterjedt, geokémiai módszerekkel jól kimutatható szóródási udvar veszi körül — ezt az elképzelést alátámasztja, hogy a réz valamennyi, a tájegységi anomáliaküszöb fölötti koncentrációját (1–4., 6., 8., 9. minta) a Bükk-völgy, a Kis-Rednek-völgy, illetve a Nagy-Rednek-völgy vízrendszerében találjuk; a Lánç-patak vízgyűjtőjében viszont a Nagy-Rednek-patak torkolata fölött egyetlen anomális rézkoncentrációnk sincs. Ez a szóródási udvar azonban meglehetősen gyenge: ennek következményeként a főkomponensek kialakításában lényegesen nagyobb szerepet kapnak az ülepedési viszonyok, mint a lehordási terület geokémiai jellegzetességei.

Érces jellegzetességek azonban kimutathatók, még ha nem is az első két főkomponensben. Egyértelműen ilyen a

8. és 9. minta kiugró (0,1% fölötti) Ba-tartalma. A Mátrában szerzett tapasztalataink (FÜGEDI 1986) alapján erősen valószínű, hogy amikor a bárium tizedszázalékos nagyságrendben jelenik meg a hordalékokban, akkor ennek zöme baritban van — ez a barit a rudabányai–martonyi ércesedés jellegzetes kíséző ásványa. Mivel a súlypát felszíni körülmények között kémiaiilag stabil, a zömét a nehézásványok ülepedésére kedvező mederszakaszokon, az úgynevezett „torlatos zsebekben” találjuk — minden bizonnyal főleg ezeket jelzi a 4. főkomponens, aminek egyetlen számottevő, pozitív eleme a Ba. (A vele szinte azonos súlyú 3. főkomponens gyaníthatóan az időszakos, komplex sókiválásokra utal, de ezek értelmezése már nem eléggé egzakta.)

Az eredeti 2603. minta elemkészletéhez hasonló főkomponens, ahhoz hasonló elemkészletű anomális mintát nem találtunk. A 2603. minta elemarányai (főleg a Hg és a többi érces alkotó hányadosai) markánsan különböznek a Rudabányai-hegységben és környezetében gyűjtött minták elemarányaitól.

Következtetések

1. A martonyi érctelep körül kiterjedt, geokémiai módszerekkel kimutatható, gyenge szóródási udvar alakult ki. Ebben a rudabányai–martonyi típusú ércesedés második haszonelemének tekintett réz mellett (bár kevésbé markánsan) megjelennek egyéb, klasszikus szulfokalkofil elemek (Pb, Zn, Cd), valamint az ércesedés klasszikus kíséző ásványa, a barit is.

2. Mivel a szóródási udvar gyenge anomáliát produkál, az egyes mintákból kimutatható elemkoncentrációkat igen erőteljesen befolyásolják az ülepedési viszonyok (sőt, a konkrét időjárás is), ezért az megbízhatóan csak a szokásosnál jóval sűrűbb mintavétellel (kb. száz méterenként egy minta) határozható le.

3. A terepen meggyőződöttünk arról, hogy a Martonyi-patak vízgyűjtőjén a környék lakossága meglehetősen sok, csak részben kommunális eredetű hulladékot rakott le, úgyhogy valószínűleg ez a hulladék a hegyvidéki felvételben (FÜGEDI et al. 2007) kimutatott anomália oka. Ezért a 2603. cellát Magyarország középhegységi területeinek geokémiai felvételéből kizártuk.

4. A martonyi ércesedés szóródási udvarának déli–keleti határa nagyjából a Martonyi–Perkupa vonalon vonható meg.

Irodalom — References

- CSALAGOVITS I. 1973: A Rudabánya környéki triász összlet geokémiai és ércgenetikai vizsgálatának eredményei. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1971-ről*, pp. 61–90.
- CSALAGOVITS, I. 1999: Arsenic-bearing artesian waters of Hungary. — *Annual Report of the Geological Institute of Hungary from 1992–1993/II.*, pp. 85–92.
- FODOR, L., RADÓCZ, GY., SZTANÓ, O., KOROKNAI, B., CSONTOS, L., HARANGI, SZ. 2005: Post-conference excursion: Tectonics, sedimentation and magmatism along the Darnó-zone — *Geolines* 19, pp. 141–164.
- FÖLDESSY J. 2008: Új felfedezések küszöbén Rudabánya – a kutatások célja. — *Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kara Ásványtani–Földtani Intézete, MTA Bányászati–Földtudományi–Környezettudományi Szakbizottsága, Magyarhoni Földtani Társulat Észak-Magyarországi Területi Szervezete „Van új a nap alatt — Új felfedezések küszöbén Rudabánya” előadóülés 2008. március 6., Miskolci Egyetem, kézirat*, pp. 305–306.
- FÖLDESSY J., NÉMETH N., KUPI L. 2008: Új adatok a rudabányai színesfém-ércesedéshez. (New data about the Rudabánya lead-zinc ore deposit.) — *X. Bányászati, kohászati és földtani konferencia, Nagyszeben, 2008. április 3–6., abstract*, pp. 142–145.
- FÜGEDI U. 1986: A szóródási nyelvek vizsgálatának eredményei. — In: NAGY G., CSALAGOVITS I., CSILLAGNÉ TEPLÁNSZKY E., FÜGEDI P. U., KALAFUT M., NAGY B., VETÓNÉ ÁKOS É.: Ércföldtani előkutatás a Középső- és Nyugatmátra területén, 1980–85. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Bányászati és Geofizikai Adattár, pp. 128–142.
- FÜGEDI U. 2008: A martonyi mintaterület geokémiai vizsgálata. — *Kutatási jelentés, kézirat*. MÁFI Környezetföldtani osztály, 9 p.
- FÜGEDI U., HORVÁTH I., ÓDOR L. 2006: Geokémiai háttér és a természetes eredetű környezeti terhelés Magyarország felszíni képződményeiben. — In: SZENDREI G. (szerk.): *Magyarország környezetgeokémiai állapota*. MTA, Budapest, pp. 11–21.
- FÜGEDI U., HORVÁTH I., ÓDOR L. 2007: Geokémiai háttértértek Magyarország hegyvidéki területein. — *Földtani Közönlöny* 137 (1), pp. 63–74.
- HADOBÁS S. 1987: A martonyi vasércbányászat (történeti vázlat). — *Közlemények a magyarországi ásványi nyersanyagok történetéből III.*, Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc, pp. 163–172.
- GOULD, S. J. 1999: *Az elméricskelt ember*. — Typotex Kiadó, Budapest, 432 p.
- KUPI L., FÖLDESSY J., NÉMETH N. 2009: Érc típusok és ércesedési szakaszok, lehetséges ércesedési modell. — *Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kara Ásványtani–Földtani Intézete, MTA Bányászati–Földtudományi–Környezettudományi Szakbizottsága, Magyarhoni Földtani Társulat Észak-Magyarországi Területi Szervezete „Van új a nap alatt — Új felfedezések küszöbén Rudabánya” — előadóülés 2008. március 6., Miskolci Egyetem, kézirat*, pp. 305–306.
- LESS GY., GRILL J., SZENTPÉTERY I., RÓTH L., GYURICZA GY. 1988: *Az Aggtelek-Rudabányai-hegység fedetlen földtani térképe. M = 1: 25 000*. — MÁFI, Budapest.
- ÓDOR, L., HORVÁTH, I., FÜGEDI, U. 1997: Low-density geochemical mapping in Hungary. — *Journal of Geochemical Exploration* 60, pp. 55–66.
- ÓDOR L., FÜGEDI U., HORVÁTH I. 2000: Magyarország hegyvidéki területeinek hordalék-geokémiai felvétele. Zárójelentés az 1988–2000 között végzett munkáról. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, T. 20 046.
- PANTÓ G., MOSER K. 1955: Összefoglaló földtani jelentés a Rudabánya környéki vasérckutatókutatásokról. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Vas 92, 226 p.
- PANTÓ G. 1956: A rudabányai vasércvonulat földtani felépítése. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 44 (2), pp. 379–476.
- SZENTPÉTERY I., LESS GY. (szerk.) 2006: *Az Aggtelek–Rudabányai-hegység földtana. Magyarország tájegységi térképsorozata. Magyarázó az Aggtelek-Rudabányai-hegység 1988-ban megjelent 1:25 000 méretarányú fedetlen földtani térképéhez*. — MÁFI kiadvány, Budapest, 92 p.
- VENDEL M. 1947: A tornaszentandrás vasércbánya. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, Fe-30, 27 p.

Budapest kerületeinek településgeológiai térképsorozata

Urban Geological Map Series of the Districts in Budapest

ZSÁMBOK ISTVÁN, GYURICZA GYÖRGY, SZURKOS GÁBOR

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



Tárgyszavak: településgeológiai térképsorozat, vízkémia, szennyeződéserzékenység

Kivonat

A környezetföldtani tematikájú térképek között a településgeológiai térképek megjelenését, tartalmi és formai kialakításának fejlődését a környezeti problémák fokozott előtérbe kerülése, valamint a nagyvárosi térszinek nagymértékű, komplex igénybevétele tette indokolttá. Ennek megfelelően a MÁFI Környezetföldtani Osztályán a budapesti önkormányzatok számára évek óta készülnek a döntéshozatalt elősegítő, a nagyvárosi területhasználati problémákat a földtan-hidrogeológia-vízkémia aspektusából megközelítő térképsorozatok. Ezek a térképsorozatok a sok komponenset tartalmazó, összetett rendszert tematikus bontásban – földtani képződmények; a felszíni vizek állapota, a felszín alatti víztestek elhelyezkedése, minősége, fontosabb kémiai jellemzői; a felszíni képződmények szennyeződéserzékenysége – tárgyalják, esetenként speciális igényeket is (pl. építésalkalmasság) kielégítve. Véleményünk szerint egy terület gazdájának ismernie kell, hogy a föld és a víz milyen állapotban van minőségi és mennyiségi tekintetben egyaránt. Tudnia kell, hogy milyen hatások érték a múltban és milyen veszélynek vannak kitéve jelenleg, vagy a jövőben. A térképsorozatok a felsorolt információkat tartalmazzák.

Key words: urban geological map series, water chemistry, pollution vulnerability

Abstract

The appearance and the development both in content and form of urban geological maps, among the environmental geological maps, could be justified by environmental problems coming to the front and the considerable and complex usage of urban areas. Because of that, at the Environmental Geological Department of the Geological Institute of Hungary map series have been preparing for many years (from geological, hydrogeological and water-chemical point of view) for helping the local governments in Budapest to prepare decision-making and to solve urban landuse problems. The map series present this multi-component and complex system in thematically: geological formations; the state of surface waters; the location, quality and major chemical characteristic of the groundwater body and the pollution vulnerability of the superficial formations. Time to time special needs have to be satisfied too, such as suitability for building. In our opinion, it is necessary that the owner of the land knows the state of the ground, the soil and the water both in quantity and quality. Also important to know what kind of effects had on that area in the past and what kind of danger could appear now or in the future. All the listed information can be provided by the map series.



A Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) kerületi bontásban készíti a főváros környezetföldtani térképsorozatát, mivel ezen anyagoknak fő felhasználói, a területek gazdái, az önkormányzatok. Eddig elkészült a XVIII, XIV, VIII, XI, III. kerület térképsorozata és folyamatban van a XIII. kerület térképeinek szerkesztése.

Azt, hogy ezek a térképek gyakorlatban jelentkező igényt elégítenek ki, az esetenkénti speciális megrendelések bizonyítják.

A főváros területén **a munkák alapjául** felhasználjuk a Budapest építésföldtani térképsorozat részben megjelent, részben kéziratban lévő értékes anyagait, melyek a MÁFI, a

Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat (FTV), a Budapesti Műszaki Egyetem (BME) az Eötvös Loránd Tudomány Egyetem (ELTE), MTA Földrajztudományi Kutatóintézet és az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (ELGI) közös munkájaként készültek (MÁFI–FTV 1974–80). Tekintve, hogy az építésföldtani adatgyűjtés 1975-ben lezárult, új adatokkal egészítettük ki az addig adathiányos területeket, illetve a jelenlegi környezetvédelmi szabványoknak megfelelő talajvizvizsgálatokat végeztünk. Ez egyúttal a kéziratok adatok számítógépes rögzítését, térinformatikai feldolgozását, folyamatossá frissítését és korszerűsítését is jelenti.

A számítógépes településgeológiai adatbázis kialakítása az 1980-as években kezdődött. Az elmúlt évtizedekben a technikai lehetőségek fejlődését követve folyamatosan történik az adatbázis bővítése, illetve a modernebb programkörnyezetbe történő beillesztése. A ma már 30 ezer fúrás adatait tartalmazó adatállományban a 18 ezer már meglévő, az építésföldtani adatbázisban szereplő fúrásadat mellett az újonnan gyűjtött 12 ezer fúrásadat 40%-os állománybővülést jelent (1. ábra). Az adatbázis nyilvános elérhetőségének kialakítása jelenleg folyik, a hatalmas méret miatt csak néhány év múlva kapja meg végleges formáját.

Az állomány tartalmazza az egyes fúrások kivitelezésére vonatkozó adatokat (a fúrást végző cég, a fúrás időpontja és célja), természetesen a pontos koordinátákat, utca, ill. egyéb közterület szintű helymeghatározással. A földtani képződmények klasszikus rétegtani besorolása, valamint közetmechanikai értelmezése mellett az új adatbázisban a legújabb kor és formációba sorolás is helyet kapott. Az észlelt talajvízszintadatokon kívül megtalálhatók a talajvíz legfontosabb összetevőire vonatkozó laboratóriumi elemzési eredmények, a fúrások mintegy 10%-ánál pedig megtörtént a szedimentológiai információk bevitele is.

A **térképsorozat** földtani, vízföldtani, környezetföldtani, építésalkalmassági térképek összessége alkotja. A földtani és vízföldtani változatok az adott terület vonatkozó alapadatait mutatják be, melyeket a környezetföldtani térképek (vízkémia, szennyeződéssérkenység, veszélyforrások) és az építésalkalmassági változat szerkesztésénél értelmeztük és használtuk fel.

A **földtani térképeket**, amelyek alapját korábbi kéziratok anyagok képezik újabb fúrás adatokkal kiegészítve, digitális formában szerkesztjük meg. Ez tartalmilag frissítést, technikailag pedig megújulást és archiválást jelent (RAINCSÁKNÉ 1984, MÁFI–FTV 1974–80).

A felszíni és fedetlen földtani térkép környezetföldtani szempontból is külön értelmezést nyer. A terület érzékenysége a térképek segítségével megbecsülhető, részben a felszíni földtani képződmények tulajdonságai alapján, illetve a terület szennyeződéssérkenységéről kialakítandó véleményt a fedetlen földtani térkép alapján súlyozni lehet. Egyértelmű, hogy fontos ismernünk azokat a **felszíni földtani** képződményeket, amelyekkel a mindennapi életben közvetlen kapcsolatba kerülünk. A **fedetlen földtani térképről** pedig azt is megtudhatjuk, hogy a többnyire laza, fiatal üledékek milyen rétegeket takarnak, mivel ezek

fizikai paraméterei (teherbírás, porozitás stb.) szintén fontosak lehetnek számunkra.

A **vízföldtani térképek** értelmezése elengedhetetlen feltétel egy-egy terület érzékenységi besorolásához, mivel a földtani közeget ért szennyezések a talajvíz közvetítésével terjedhetnek, szállíthatódnak. Az archív térképek minden addig keletkezett, több száz vagy akár ezer talajvízadat alapján készültek. Megállapítható, hogy általában az új mérési adatok lényegesen nem változtatják meg a talajvízről alkotott korábbi helyzetképet. A talajvíz **terep alatti mélysége** alapján következtethetünk arra, hogy az esetleges szennyezések milyen gyorsan érhetik el a talajvizet, illetve a **talajvíz domborzata** jelzi, hogy mely irányokba terjedhet a szennyezés. A talajvízes körzeteket el kell különíteni a rés-hasadékvizes és karsztos területektől, amelyek mind eltérően viselkednek az őket ért szennyeződésekkel szemben.

A teljes fúrás adatbázis és az átlagos talajvízállás térképei szolgálnak kiindulási adatként a szennyeződéssérkenységi térkép megszerkesztéséhez.

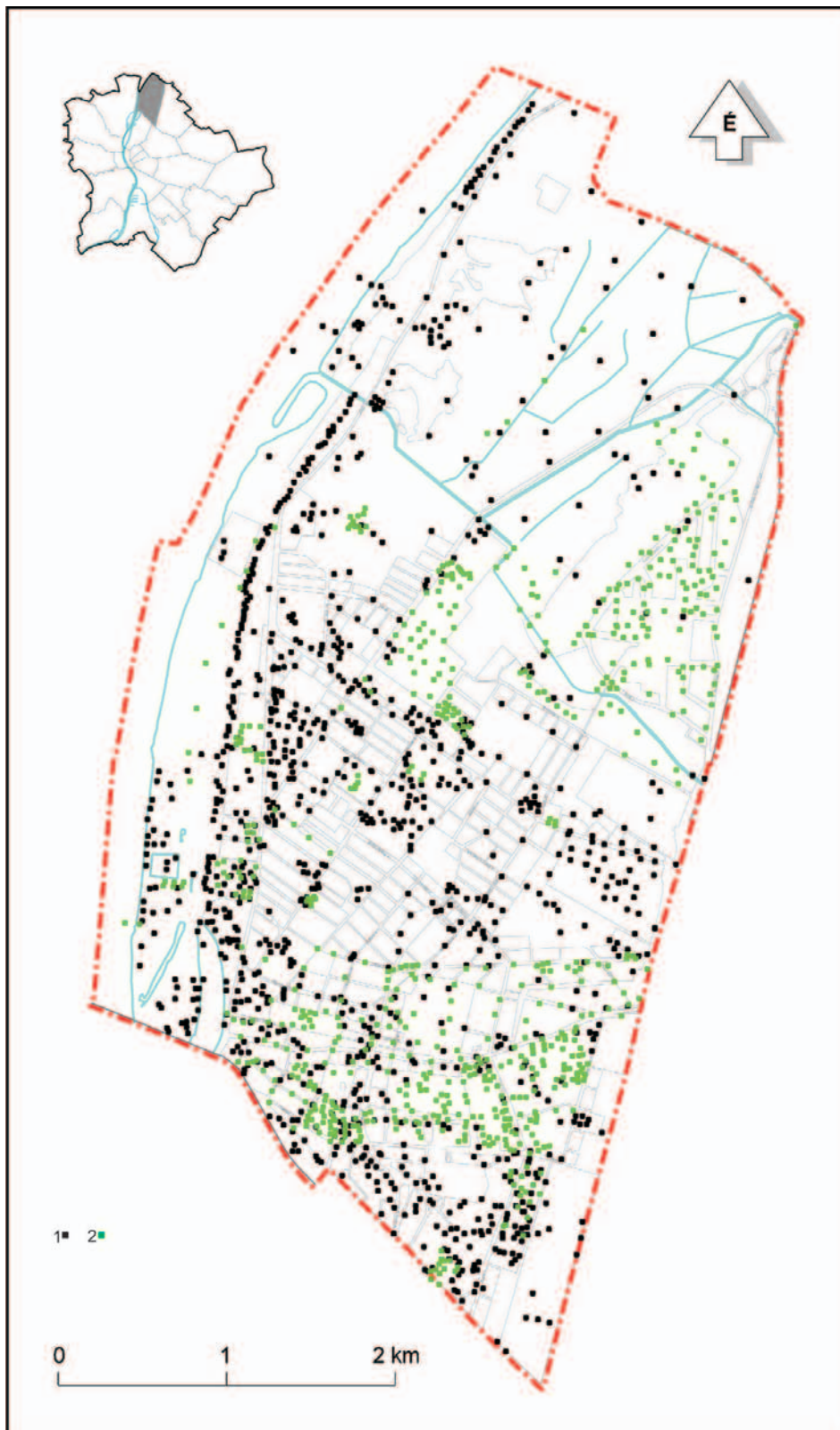
A **becsült maximális nyugalmi talajvízszintet** ábrázoló térképekből következtethetünk arra, hogy szélsőséges esetekben, mely területeken emelkedhet meg káros mértékben a talajvíz, alakulhat ki belvíz, illetve mely területeket önthetnek el a vízfolyások, hogyan változhatnak meg az áramlási viszonyok (MÁFI–FTV 1974–80, SZENTIRMAI et al. 1988).

A települések földtani környezetének állapotát általánosan, átfogóan jól jellemzi a **talajvíz minősége**, mivel egy nagy területre kiterjedő talajvízszennyezés jelentősebb környezeti kárra utal, illetve ez fordítva is igaz: ha a talajvíz nagy területen mentes a szennyezéstől, akkor a földtani környezetet jelentős, regionális hatású szennyezés feltehetően nem érte.

A **talajvíz kémiai** összetételéről az archív adatok kevés információt adnak, mivel elsősorban mélyépítési szempontból készültek vizsgálatok (szulfát, klór), illetve csak az általános vízkémiai komponenseket elemezték. A mai törvények és rendeletek szerint fontos, hogy a környezetvédelmi előírások figyelembevételével a vízminőségről modern értékelés szülessen. A munkák keretében talajvízmintákat gyűjtünk, részben már meglévő kutakból, és ha ezt nagyobb terület adathiánya indokolja, új fúrásokat is mélyítünk, bár ez utóbbinak költségkorlátai vannak. A talajvízmintákat a MÁFI akkreditált laboratóriumában, a környezetvédelmi határértékeknek megfelelő pontossággal elemzik.

Az adatfeldolgozás menetében minden esetben csak azokat az általános vízkémiai és toxikus fémkoncentrációkat ábrázoljuk 1-1 térképen, melyeknek a mennyisége meghaladja a vonatkozó rendelet szennyezettségi határértékét (10/2000. és 6/2009. rendeletek), illetve kiegészítő információkat adnak a talajvíz minőségéről. Az egyes elemeket a mérési pontok sűrűségétől függően ábrázoljuk izovonallal vagy pontszerűen (2–3. ábra).

A laboratóriumi eredmények helyes értékelése az adott földtani és vízföldtani helyzetkép alapos ismeretében

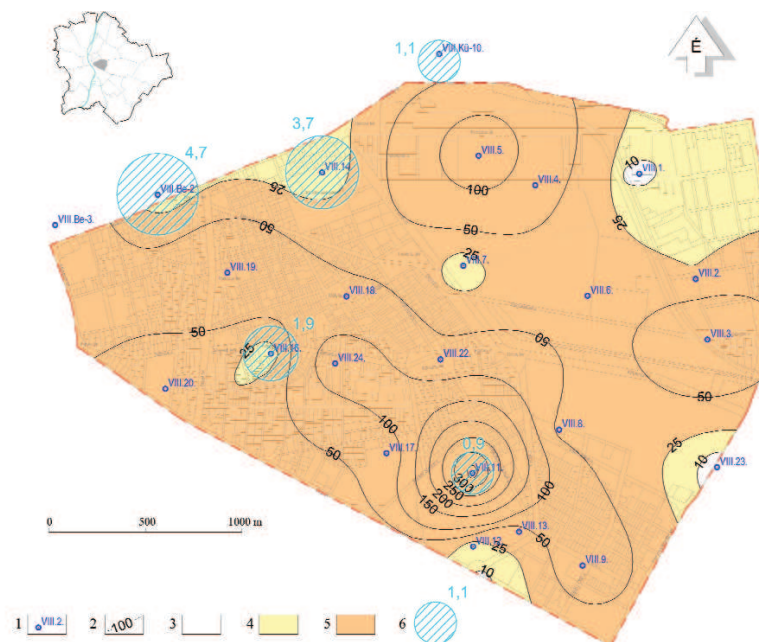


1. ábra. Az adatsűrűség növekedése a fúrési adatbázis bővítése nyomán (Budapest IV. kerület)

1 – archív fúrások a Budapest építésföldtani térképsorozat adatbázisából – 1071 db (az adatgyűjtés 1975-ben lezárult), 2 – új fúrások az 1975 utáni adattári anyagokból kigyűjtve – 674 db

Figure 1. Growth of the data-density based on the expansion of the database (Budapest District IV)

1 – archive boreholes from the database of the Budapest urban geological map series – n=1071 (closing the data collection in 1975), 2 – new boreholes collecting from that part of the database created after 1975 – n=674

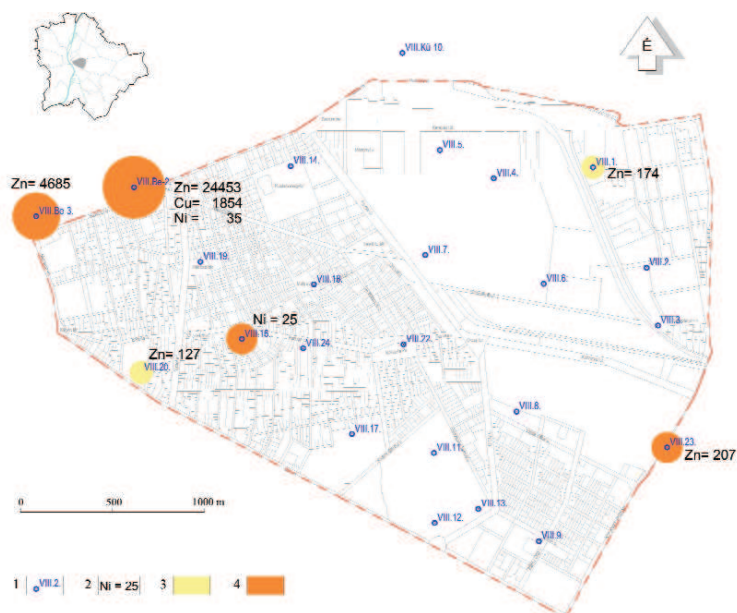


2. ábra. A talajvíz nitrát- és ammóniumkoncentrációjának ábrázolása (Budapest VIII. kerület)

1 – talajvíz-mintavételi helyek a 2006. évben, 2 – a talajvíz nitrát-koncentrációjának izovonalai, 3 – a 10/2000 (VI.2) KöM-EüM-FVM-KHVM rendelet szerinti „A” háttértérték (10 mg/l) alatti terület, 4 – az „A” háttér és a „B” szennyezettségi határértékek (10–25 mg/l) közötti terület, 5 – a „B” szennyezettségi határértéket (25 mg/l) meghaladó terület, 6 – ammónium „B” szennyezettségi határt (0,5 mg/l) pontszerűen meghaladó előfordulásai (a jel mérete a határtúllépés szorzószámának függvénye)

Figure 2. Nitrate- and ammonium-concentration of the groundwater (Budapest District VIII)

1 – sampling points of the groundwater in 2006, 2 – isolines of the nitrate-concentration of the groundwater, 3 – based on the 10/2000 (VI.2) KöM-EüM-FVM-KHVM regulation, area with values under “A” background value (10 mg/l), 4 – areas between the “A” background and the “B” contamination limit value (10–25 mg/l), 5 – area with values above “B” contamination limits value (25 mg/l), 6 – ammonium content in points with values above “B” contamination limit value (0.5 mg/l) (the size of the label depends on the multiplier of the limit overstepping)



3. ábra. Talajvíz fém-szennyezéseinek pontszerű ábrázolása (Budapest VIII. kerület)

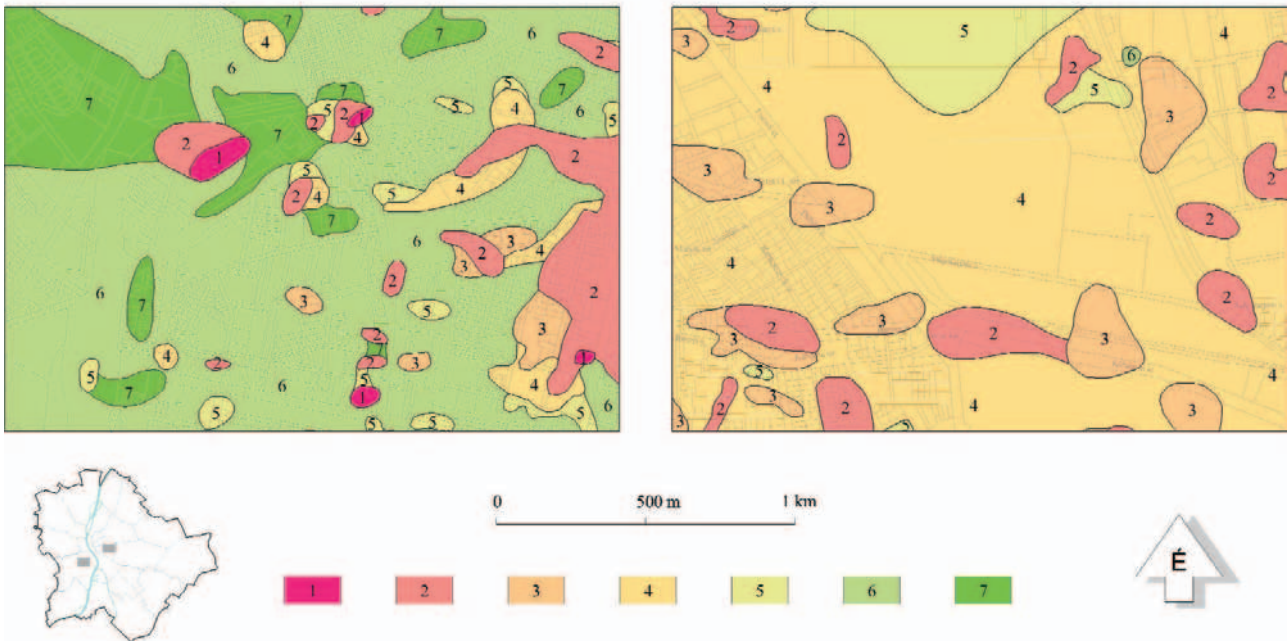
1 – talajvíz-mintavételi helyek a 2006. évben, 2 – szennyezőelem vegyjele és koncentrációja (µg/l), 3 – a 10/2000 (VI. 2) KöM-EüM-FVM-KHVM rendelet szerinti „A” háttér és „B” szennyezettségi határértékek közötti koncentrációk, 4 – a „B” szennyezettségi határértéket (Zn=200 µg/l, Ni=25µg/l, Cu=200 µg/l) meghaladó koncentrációk (a jel mérete a határtúllépés szorzószámának függvénye)

Figure 3. Point source metal contamination of the groundwater (Budapest District VIII)

1 – sampling points for groundwater in 2006, 2 – symbol and concentration of the contaminant (µg/l), 3 – Based on the 10/2000 (VI. 2) KöM-EüM-FVM-KHVM regulation, concentrations between the “A” background and the “B” contamination limit value, 4 – Concentrations with values above “B” contamination limit value (Zn=200 µg/l, Ni=25µg/l, Cu=200 µg/l) (the size of the label depends on the multiplier of the limit overstepping)

lehetséges. Erre jó példák az oligocén térszínek, ahol az előírást meghaladó magas szulfátkoncentrációkat akár elhárítandó szennyezésként is tekinthetnénk, mivel a szennyezettségi határértéket a szulfát többszörösen túllépi. Ilyen nagy mértékű, bizonyíthatóan ipari eredetű szennyezésre a hatóság kárelhárítást rendelhet el. A földtani ismeretek alapján azonban tudjuk, hogy a szulfáttartalom egy természetes vízföldtani folyamat eredményeként az oligocén, Kiscelli Agyag piritjéből származik. Az agyag le-

„szigetelési tényezőt” (a „k” tényezőhöz hasonló értéket) számolunk, mely viszonylag jól reprezentálja a csapadék és talajvízben oldott szennyeződés szivárgási sebességét (GYURICZA 2008). A minden egyes fúrásra kiszámított szigetelési tényezőt figyelembe véve szerkesztjük meg a szennyeződésérzékenységi térképeket (4. ábra). A talajvízmentes területeken a negyedidőszaknál idősebb, kompakt képződmények (karbonátos kőzetek, márgák stb.) érzékenysége egyedül az átérésztőképesség függvénye.



4. ábra. Szennyeződésérzékenységi térkép a) hegyvidéki (Budapest XI. kerület); b) síkvidéki (Budapest VIII. kerület) területeken
Szennyeződésérzékenységi kategóriák: 1, 2 – fokozottan érzékeny, 3, 4 – érzékeny, 5, 6, 7 – kevésbé érzékeny

Figure 4. Sensitivity to pollution map about a) mountainous (Budapest District XI) and b) lowland (Budapest District VIII) areas
Pollution sensitivity categories: 1, 2 – very sensitive, 3, 4 – sensitive, 5, 6, 7 – less sensitive

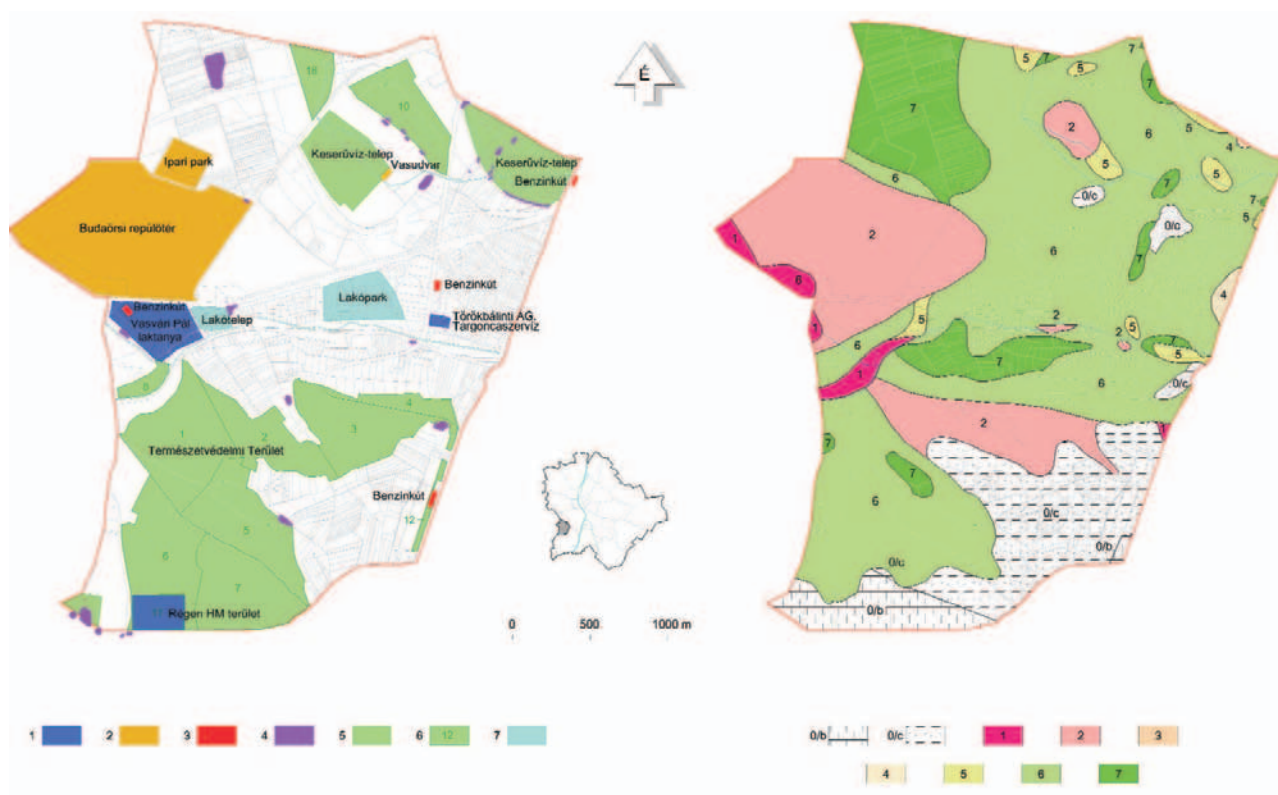
folyástalan mélyedéseiben, ahol a szulfát feldúsul, váltak ismertté az őrsöd-örmezői keserűvíztelepek. Ilyen vízföldtani szituációk máshol is előfordulnak, és a szulfátkoncentrációt mindig is kifogásolják, de ezeken a helyeken a talajvíz megtisztítása a szulfáttól értelmetlen kísérlet lenne (BUDAI et al. 2007).

A **felszíni vízfolyások** vízminősége is jellemzi egy-egy terület környezeti állapotát, mivel a csapadékvíz a felszínről a folyóvízbe mossa a szennyezéseket, és nemcsak a természetes vízfolyásokat szennyezheti, hanem a vele kapcsolatban lévő talajvizet is. Ez fordítva is igaz, mivel a talajvizet ért szennyezés bekerülhet a felszíni vízfolyásokba is. Az egyes területekre érkező és onnan távozó vízfolyások vízminőségéből a felszíni és felszín alatti vízgyűjtők szennyezettségi állapotára lehet következtetni.

A **szennyeződésérzékenységi térképet** a földtani és vízföldtani jellemzők fúrásokénti értékelése alapján szerkesztjük meg. A felszín alatti átlagos talajvízszint, valamint a fedő földtani képződmények vastagsági és szemcseösszetéti, paramétereiből egyszerű számítással egyfajta

Egy-egy terület földtani képződményeinek veszélyeztetettsége a **szennyeződésérzékenységi kategóriák és a földtani közeget veszélyeztető tényezők — környezet-földtani veszélyforrások** — ismeretével együtt mérlegelhető. Veszélyforrások közé tartoznak a régi és jelenleg ismert, környezetre veszélyes anyagokat használó üzemek, az üzemanyagtöltő állomások, a legális és illegális szemétkerakók, a jelenleg ismert, kimutatott szennyezések. Ugyanezen a térképen feltüntettük a védendő értékeket (vízszerezési helyek, vízművek védőterületei stb.), és ezek helyzetét összevetve a szennyeződésérzékenységi térképpel, komplex módon ítélni tudjuk meg a terület környezetföldtani állapotát és veszélyeztetettségét (5. ábra).

Az 5. ábrán bemutatott Budapest XI. ker. kamaraerdői területen például az illegális szemétkerakók az északnyugati részen „kevésbé érzékeny” területre esnek, míg a déli határnál lévő „fokozottan érzékeny” felszínen vannak, következésképpen a déliek felszámolása sürgősebb, mint az északon lévőké. A laktanyák szintén érzékeny területen voltak, ill. vannak, ami arra figyelmeztet, hogy számít-



5. ábra. A földtani környezet veszélyeztetettségének térképei (Budapest XI. kerület)

a) *Környezetföldtani veszélyforrások térképe.* 1 – régi, potenciális szennyezőforrás, ismert, régi ipari terület, 2 – jelenleg nyilvántartott potenciális szennyezőforrás, 3 – régi vagy megszűnt benzinkút, 4 – illegális személerakás területe, 5 – természetvédelmi terület, 6 – üzemterves erdő és erdőtag határok, 7 – lakótelep, lakópark
 b) *Szennyeződéserzékenységi térkép.* Szennyeződéserzékenységi kategóriák: 1, 2 – fokozottan érzékeny, 3, 4 – érzékeny, 5, 6, 7 – kevésbé érzékeny, 8 – fokozottan érzékeny terület jellemző kőzete, 9 – kevésbé érzékeny terület jellemző kőzete

Figure 5. Sensitivity maps of the geological environment (Budapest District XI)

a) *Map about the environmental geological risks.* 1 – old, potential source of pollution, known, old industrial area, 2 – presently registered potential source of pollutions, 3 – old or closed petrol station, 4 – area with illegal waste deposit, 5 – area of natural protection, 6 – boundaries of forested land that is subject to project work and parts of forest, 7 – residential area, subdivision

b) *Sensitivity to pollution map.* Pollution sensitivity categories: 1, 2 – very sensitive, 3, 4 – sensitive, 5, 6, 7 – less sensitive, 8 – typical rock/sediment of the very sensitive area, 9 – typical rock/sediment of the less sensitive area

hatunk bizonyos talaj és talajvízszennyező elemek megjelenésére (BUDAI et al. 2007).

Az önkormányzatok kívánására szerkesztjük az **építésalkalmassági térképeket**, amelyek az archív térképek digitális aktualizálásával készülnek az újabb földtani, vízföldtani és vízkémiai eredmények (pl. talajvízállás, talajvíz-

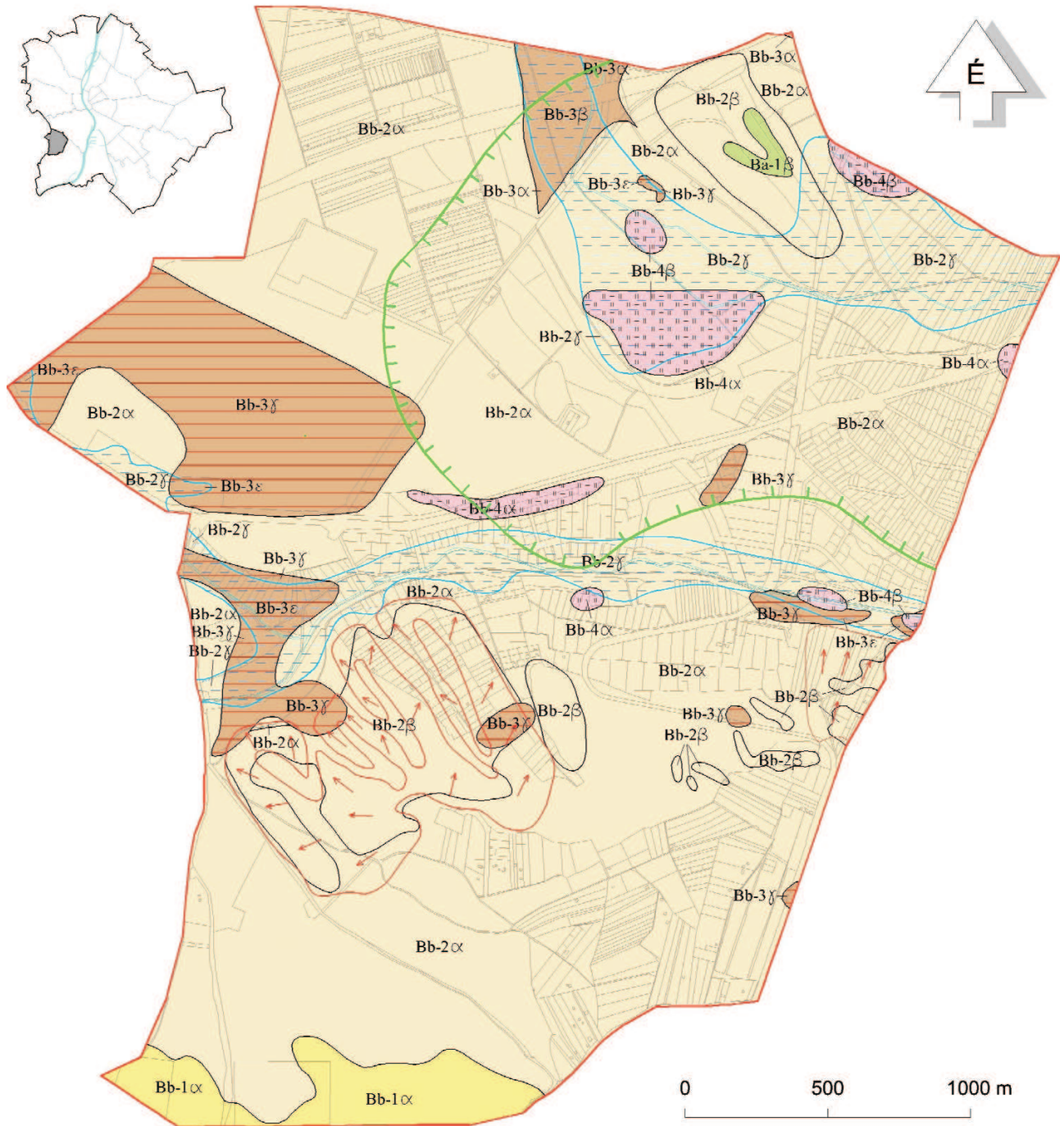
agresszivitás) alapján. Ezt a térképet a hatósági feladatokat ellátó önkormányzati építési irodák jól tudják használni a napi gyakorlatban az építési tervek elbírálásánál, mivel ez a térképtípus az egyes területrészek komplex építési célú adathalmazát értékeli (6. ábra).

6. ábra. Építésalkalmassági térkép (Budapest XI. kerület, Dobogó-Kamaraerdei terület)

1 – feltöltés: 1,5–5,5 m, 2 – magas talajvízállású terület, ahol a becsült max. vízállás 1 m-nél sekélyebb, belvíz, 3 – agresszív talajvízes terület (szulfát > 500 mg/l), 4 – szerves anyag tartalmú üledék, 5 – csúszásveszélyes terület, a lejtőmozgás irányával, 6 – szilárd kőzetkibúvás, szilárdság > 250 kp/cm, meredekség > 15°, 7 – laza üledékkel fedett felszinközeli jó teherbírású képződmény, 8 – laza üledékkel fedett, felszinközeli közepes teherbírású képződmény, 9 – mint a 8. pontban, de 15°-nál meredekebb lejtő, 10 – mint a 8. pontban, de felszinközeli talajvíz, 11 – laza üledékkel fedett, felszinközeli kis teherbírású képződmény, 12 – mint a 11. pontban és felszinközeli talajvíz, 13 – laza üledékkel fedett, felszinközeli kis teherbírású terület, 5,5 m-nél vékonyabb feltöltés, 14 – mint a 13. pontban és felszinközeli talajvíz, 15 – laza üledékkel fedett terület, beépítésre kedvezőtlen terület, szerves anyag tartalmú üledékkel, 16 – mint a 15. pontban és felszinközeli talajvíz

Figure 6. Map of suitability for building (Dobogó-Kamaraerdő Area, Budapest District XI)

1 – filling: 1.5–5.5 m, 2 – area with high level of groundwater, where the estimated maximum water level is shallower than 1 m (excess water), 3 – area with aggressive groundwater (sulphate > 500 mg/l), 4 – sediment with organic matter, 5 – area under risk to sliding with the direction of the slope-movement, 6 – solid rock outcrop, solidity > 250 kp/cm, steepness > 15°, 7 – superficial formation with high strength covered by loose sediment, 8 – superficial formation with medium strength covered by loose sediment, 9 – as in point 8, but steepness > 15°, 10 – as in point 8, but the groundwater level is close to the surface, 11 – superficial formation with low strength covered by loose sediment, 12 – as in point 11 but the groundwater level is close to the surface, 13 – superficial formation with low strength covered by loose sediment with filling thinner than 5.5 m, 14 – as in point 13 but the groundwater level is close to the surface, 15 – area covered by loose sediment with organic matter unfavourable to building, 16 – as in point 15 but the groundwater level is close to the surface



- | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|
| 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | Ba-1β | 7 | Bb-1α | 8 | Bb-2α |
| 9 | Bb-2β | 10 | Bb-2γ | 11 | Bb-3α | 12 | Bb-3β | 13 | Bb-3γ | 14 | Bb-3ε | 15 | Bb-4α | 16 | Bb-4β |

Irodalom —References

- 10/2000. (VI. 2..) KöM-EüM-FVM-KHVM együttes rendelete, a felszín alatti víz és a földtani közeg minőségi védelméhez szükséges határértékekről.
- 6/2009. (IV.14.) KvVm-EüM-FVM együttes rendelet a földtani közeg és a felszínalatti víz szennyezéssel szembeni védelméhez szükséges határértékekről.
- BUDAI T., GYURICZA GY., SZURKOS G., ZSÁMBOK I. 2007: Budapest XI. kerület Dobogó-Kamaraerdei Fejlesztési Terület környezetföldtani térképsorozata. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár.
- GYURICZA GY. 2008: Területminősítési problémák környezetföldtani térképek szerkesztésénél. — In PÜSPÖKI Z. (szerk.): *Tanulmányok a geológia tárgyköréből. Debreceni egyetem, Debrecen*, pp. 67–78.
- GYURICZA GY., OLLRÁM A., SZURKOS G., ZSÁMBOK I. 2006: Budapest környezetföldtani térképsorozata, VIII. kerület–(Józsefváros). — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár.
- MÁFI–FTV közös felvételezése 1974–80: Budapest építésföldtani térképsorozata — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár.
- RAINCSÁKNÉ KOSÁRY ZS. (szerk.) 1984: *Budapest területének földtani, vízföldtani, építésalkalmassági térképei*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, Budapest.
- SZENTIRMAI L., PETZ R., SCHEUER GY. 1988: *Budapest építés-hidrologiai atlasza* — A Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat (FTV) kiadványa, Budapest.

A „Magyar–szlovák határ menti közös felszín alatti víztestek környezetállapota és fenntartható használata” projekt és legfontosabb eredményei

Main Achievements of the Joint Project “Environmental State and Sustainable Management of Hungarian–Slovakian Transboundary Groundwater Bodies”

BREZSNYÁNSZKY KÁROLY, SZÓCS TEODÓRA, TÓTH GYÖRGY

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



Tárgyszavak: EU Víz Keretirányelv, vízföldtani modellezés, hidrogeokémia, határral osztott víztestek, Szlovákia, Magyarország, vízgazdálkodás

Kivonat

A magyar–szlovák határ mentén előforduló felszín alatti víztestek összefüggő rendszereket alkotnak, amelyek mindkét ország számára biztosítanak ivóvizet, és hatással vannak a felszíni vizekre, különös tekintettel a folyókra és a vizes ökoszisztémákra. Az EU Víz Keretirányelv (EU VKI) elsősorban az ivóvízellátással és a felszín alatti vizektől függő vizes ökoszisztémák védelmével foglalkozik.

A hidrogeokémiai vizsgálatokon, vízföldtani modelleken, közös adatbázisokon, a helyi igények, költségek és a legkedvezőbb megoldások figyelembevételén alapuló projekt eredmények fontos hozzájárulást jelentenek a vizsgált három, É-magyarországi és D-szlovákiai, határral osztott felszín alatti víztest közös vízgazdálkodási tervének elkészítéséhez.

Key words: EU Water Framework Directive, groundwater model, hydrogeochemistry, transboundary groundwater bodies, Slovakia, Hungary, water management

Abstract

Groundwater bodies along the Hungarian–Slovakian border form interconnected systems, which supply both countries with drinking water. Also surface waters, rivers and wetland ecosystems are depending on the underlying groundwater. The EU Water Framework Directive deals with the quantitative and qualitative status of groundwater and protection of the ecosystems which depend on groundwater as first priority objects.

Results of the project, based on hydrogeochemical evaluations and hydrogeological models, local needs, cost aspects and best practices, are a step forward in creation of a joint Hungarian–Slovakian water management plan by supplying basic data and fresh information on the three North Hungarian – South Slovakian transboundary groundwater bodies.



Bevezetés

A Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) és a Szlovák Köztársaság Dionýz Štúr Állami Földtani Intézete (ŠGÚDŠ) 2006–2008 között sikeres együttműködést folytatott három, határral osztott felszín alatti víztest kutatása kapcsán. Egy részfeladat megoldásába bekapcsolódtak a Finn Földtani Szolgálat (GTK) szakemberei. A „Magyar–Szlovák határ menti közös felszín alatti víztestek környezetállapota és fenntartható használata” (Environmental state and sustain-

able management of Hungarian–Slovakian transboundary groundwater bodies — Enwat) címet viselő projekt az „Interreg III A” pályázati finanszírozásával valósult meg.

A projekt eredményei beépültek a Magyar–Szlovák Határvízi Bizottság Víz Keretirányelv alkalmazásba vételével foglalkozó munkacsoportjának tevékenységébe. A két ország szakértői kölcsönösen tájékoztatják egymást az előzetes állapotértékelés eredményeiről és a közös felszín alatti víztestek küszöbértékeinek megállapításáról, részben az Enwat-projekt eredményeire alapozva.

A projekt általános jellemzése

A magyar–szlovák határ mentén előforduló felszín alatti víztestek összefüggő rendszereket alkotnak, amelyek mindkét ország számára biztosítanak ivóvizet, és hatással vannak a felszíni vizekre, folyókra és a vizes ökoszisztémákra. Az EU Víz Keretirányelv (EU VKI) elsősorban az ivóvízellátással és a felszín alatti vizektől függő vizes ökoszisztémák védelmével foglalkozik.

Az egyes országoknak az EU VKI-n alapuló jogszabályai előírják, hogy a határ mindkét oldalán olyan vízgazdálkodást kell folytatni, hogy 2015-re megfelelő legyen a felszín alatti vizek mennyiségi és minőségi állapota. Ennek feltétele a határ mindkét oldalára érvényes, közös vízgazdálkodási terv elkészítése, amely védelmet nyújt ahhoz, hogy a felszíni szennyeződések ne károsítsák a felszín alatti vizek környezeti állapotát.

A 2000. december 22-én életbe lépett EU VKI kedvező feltételeket teremtett a határokon átnyúló vízgazdálkodási együttműködésekhez. A közös magyar–szlovák vízgazdálkodási terv elkészítéséhez, az Enwat-projekt a határral osztott felszín alatti víztestekre vonatkozó alapadatokkal és új információkkal járult hozzá (BREZSNYÁNSZKY et al. 2008a).

A projekt célja és célközönsége

Az Enwat-projekt vízföldtani modellek, hidroeokémiai vizsgálatok segítségével, a helyi igények, költségek és a legkedvezőbb megoldások figyelembevételével kívánt hozzájárulni három, É-magyarországi és D-szlovákiai, határral osztott felszín alatti víztest vízgazdálkodási tervének elkészítéséhez. A megfelelő vízgazdálkodás legfontosabb haszonélvezője a helyi lakosság, amely felszín alatti vizet használ ivásra, háztartási, üdülési és egyéb célokra. A projektben megfogalmazott cél, a lakosság mellett meghatározta az államigazgatás és a vállalkozások azon körét, amely közvetlenül részesedik a projekt eredményeiből, amelyek a következők:

— A három, határral osztott felszín alatti víztest vízgazdálkodási tervének elkészítésével hozzájárulni a térségek egészséges vízellátásához.

— Környezetismereti alapot nyújtani nagyobb, határon átnyúló beruházásokkal kapcsolatos döntésekhez.

— A felszín alatti vizek mennyiségi és minőségi állapotára vonatkozó információk előállítására, különös tekintettel az esetlegesen egészségre káros tényezőkre.

— A térség lakosságának tájékoztatása és oktatása a racionális vízhasználatra.

— Egészséges ivóvíz biztosítása a térség lakosságának az önkormányzatok és helyi vízművek közreműködésével.

— A felszín alatti vizektől függő ökoszisztémák védelme és helyreállítása a természetvédelmi szervezetek és az önkormányzatok segítségével.

— A talajvizek állapotától függő mezőgazdasági tevékenység fenntarthatóságának biztosítása, amelynek révén a

térségben érintettek a mezőgazdasági vállalkozások, önkormányzatok és a vízművek.

A projekt helyszínei

A projekt tárgyát képező három, határral osztott felszín alatti víztest a következő: az Ipoly-völgy, az Aggteleki- és Szlovák-karszt és a Bodrog-medence. A három vizsgált terület földrajzi elhelyezkedését lásd PETHŐ et al. (2010). A három régió mind földrajzi, mind földtani felépítés tekintetében lényegesen különbözik egymástól, ennek megfelelően az egyes víztestek is specifikus tulajdonságokkal rendelkeznek:

— Az Ipoly/Ipel' völgyében (Szlovákiában és Magyarországon) negyedidőszaki üledékekben vannak a víztestek, valamint Magyarországon a hegyvidéki víztestek a kapcsolódó oligocén, miocén képződményekben vannak.

— Az Aggteleki- és Szlovák-karszt területén a felszín alatti víztestek mezozoos karbonátos képződményekben helyezkednek el.

— A Bodrog völgyében Szlovákiában, valamint a Rétközben és a Bodrogtközben Magyarországon negyedidőszaki alluviális üledékek víztestjei dominálnak.

A projekt fő munkaszakaszai

A projekt megvalósítására a 2006–2008 évben 24 hónap állt rendelkezésre, az elvégzett eredményes munka több mint harminc magyar és szlovák szakember összehangolt tevékenységének eredménye.

A projekt munkálatai négy, tematikusan eltérő szakaszban történtek. A 2006. június 1-én kezdődött és december 31-én zárult 1. szakaszban térinformatikai adatbázisokat hoztunk létre. 2007. első félévében, a 2. szakaszban felmértük a három részterületet hidroeokémiai szempontból, a második félévben modelleztük a felszín alatti víztesteket. A 2008. májusában zárult 4. szakaszban vízgazdálkodási tervet készítettünk, továbbá értékeltük és közzétettük az eredményeket.

Az Enwat-projekt zárójelentése (BREZSNYÁNSZKY et al. 2008a) tartalmaz minden alapadatot, részeredményt és eredményt, ami a projekt megvalósítás során született. Nemzetközi fórumon publikáltuk az eredmények összefoglalását (BREZSNYÁNSZKY et al. 2008b), majd tematikus feldolgozásban a vízföldtani modellezés (PETHŐ et al. 2010), és a hidroeokémiai vizsgálatok eredményeit (SZŐCS et al. 2010), valamint az egyes térségek vízgazdálkodási tervének előkészítését támogató tanulmányt (LEVEINEN et al. 2010).

Az Ipoly/Ipel' völgye

A térségre és szélesebb környezetére általánosságban az ivóvízkészletek szűkössége a jellemző. Az itteni vízminőségi problémák megoldása és a határ mindkét oldalán, az

Ipoly folyó allúviumán jelentkező fokozódó ivóvíz-ellátási igények azok a szempontok, amelyek miatt a régió a közösen vizsgálendő mintaterületek közé került.

A vizsgált terület elsősorban az Ipoly folyó allúviumára és részben a csatlakozó vízgyűjtő területekre terjedt ki. Az allúvium a szlovákiai paleogén medencék gyakorlatilag vízszáró agyagos üledékei és más neogén üledékkitöltéseinek, a magyarországi oldalon pedig a nóg-rádi paleogén és neogén üledékes és vulkanikus kőzeteken helyezkedik el.

Az Ipoly/Ipel' folyó és jobboldali mellékvízfolyásai a Szlovák-érchegységben fakadnak. A Losonci és Ipoly-völgyi (Lučenská és Ipel'ská kotlina) medencében, továbbá a Dobroda-völgyben ásványvizet tartalmazó artézi vízadó rétegek is találhatóak. Az Ipoly-völgy alsó szakaszain a negyedidőszaki üledékek alatt további (homok, aleurit és agyagrétegekből és helyenként mészkövekből álló) szarmata és badeni rétegvízadó sorozat is található.

A fő vízadót az Ipoly alluviális és a kapcsolódó teraszok 4–10 m vastag jó vízadó képességű kavicsos homokból álló üledékei adják. Ezeket 1,5–4 m vastag ártéri agyagos üledékek fedik, amelyek változó vastagsága miatt helyenként az alapvetően talajvízes rendszer rétegvízként jelentkezhet. Az alluviális völgytalp szélessége átlagosan 1–2 km, de gyakran ennél jóval szélesebb, néha pedig csak néhány tíz méter.

A felszín alatti vizek utánpótlása jórészt a csapadék beszivárgásából és részben a vízfolyásokból történik. A felszíni vízszintek hosszúidejű (csökkenő) trendje a víz-ellátás szempontjából kedvezőtlen.

A vízföldtani modellezés eredményei

Az Ipoly-völgy és a kapcsolódó vízgyűjtő területek hidraulikai modellje alapján a következők állapíthatók meg:

— az Ipoly/Ipel' folyó allúviuma, az idősebb porózus medencekitöltések és a környezetben lévő, vulkáni kőzetekből felépített hegyvidékek közötti érzékeny hidraulikai kapcsolat;

— az Ipoly/Ipel' völgyének alsó szakasza és a Duna-völgy között szoros a kapcsolat;

— a jelenleg tartósan kitermelhető vízkészletek mértéke.

A hidrogeokémiai eredmények

Az Ipoly/Ipel' völgyére a felszín alatti vizek erős kémiai változatossága a jellemző. A vizekben leginkább a Ca-Mg-HCO₃ típus dominál, a karbonátásványok oldódásának és a szilikátok hidrolitikus mállásának eredményeképp. A vízminőségi összetétel mindemellett számos helyen az emberi tevékenység hatásait is tükrözi.

A felszín alatti vizek szennyeződéseit főként a mezőgazdasági tevékenység és a szennyvizek okozzák. Ebből következően a talajvíz legfelső zónája a legszennyezettebb. A szennyezett talajvízre a nagyobb nitrát-, klorid-, ammónium- és foszfáttartalom vagy a szerves szennyeződést jelző paraméterek (PAH, KOI) és helyenként a peszticid-

maradványok utalnak. A projekt egyik célja az volt, hogy kiegészítő vízmintavételekkel és elemzésekkel pótolja a szerves szennyezőanyagokra vonatkozó ismerethiányunkat. A térségben jelentkező települési szennyeződések megismerésére részletes felmérésekre volna szükség.

Az alacsony oldottóxigén-tartalommal rendelkező felszín alatti vizek esetében gyakori a vas, a mangán és az ammónium határértéket meghaladó koncentrációja is. A térségben számon tartott ásvány- és termálvizekről, az újabb vizsgálatok eredményeiről a részletes projektjelentés ad ismertetést (BREZSNYÁNSZKY et al. 2008a) ad ismertetést.

Az Aggteleki- és a Szlovák-karszt

Az Aggteleki- és a Szlovák-karszt vidékén jelentős kiterjedésű közös karsztvíztároló rendszer található. Az EU Víz Keretirányelv alapján a Duna-medencére készített jelentés (ICPDR Document 2005) a területet a kiemelten fontos, határral osztott felszín alatti víztestek közé sorolta, ezért is választottuk ki közös értékelés céljából.

A terület legnagyobb része az Aggteleki Nemzeti Park területére esik, ahol a felszín alatti vizek szerepe a meghatározó mind a források, mind a híres cseppkőbarlangok alakításában. A felszín alatti vizek kiemelten fontos ivóvízbázist jelentenek a szlovák és regionálisan jelentőset a magyar oldalon, amelyek szennyeződés-érzékenységek miatt is kiemelt védelemben részesítendőek.

Az itteni felszín alatti vízrendszerek változatos összetételű, elsősorban karbonátos mezozoos kőzetekben alakultak ki. A régió morfológiájára a karsztos fennsíkok a jellemzők, amelyeket mély kanyonszerű, vízfolyásos völgyek osztanak kisebb egységekre. Ezek a kisebb hidrogeológiai egységek jelentős eltéréseket mutatnak — elsősorban az ott található kőzettípusoktól függően — mind vízháztartásukat, mind áramlási rendszerüket, mind a megcsapolásukat jelentő karsztforrások hozamait illetően. Vízföldtani szempontból a legjelentősebb a Szilicikum tektonikai egység, középső és felső triász repedezett és karsztosodott mészkő- és dolomitközeteivel. Az Aggtelek–Domica-barlangrendszer is tartalmazó magyarországi egységek az Alsóhegy, Nagyoldal, Haragistya és a Galyaság vidékén találhatóak.

A határ mentén elterülő karsztrendszer Szlovákiában 598 km², Magyarországon 471 km², azaz összességében 1069 km² kiterjedésű.

A vízföldtani modellezés eredményei

Az Aggteleki- és Szlovák-karszt területére készített modell alapján megállapítható:

— a karsztrendszer érzékeny egyensúlyi állapotban van a környezeti elemekkel;

— a terület vízháztartási egyensúlya megőrizhető, ha csak a forrásokban felszínre jutó vízhozamot hasznosítjuk;

— jelentősebb kutas víztermelés a források hozamszökkenését eredményezné, illetve a források egy része a nyári időszakokban ki is száradna, majd ezt követően to-

vábbi vízszintsüllyedések jeleznek az egyensúly felborulását.

A hidrogeokémiai eredmények

A felszín alatti vizek összetételét elsősorban a víz-közet kölcsönhatások határozzák meg. Azok a vizek, amelyek az Aggteleki–Szlovák-karszt mezozoos (középső- és felső-triász) mészköveinek és dolomitjainak repedéseiben és üregeiben mozognak, jellemzően Ca-HCO₃ és Ca-Mg-HCO₃ típusúak. A természetes állapotú, emberi tevékenység által nem érintett karsztvizek vízminősége kiváló.

A terület jelentős részén a felszín alatti vizek nagyon jó minőségűek. Ezek a vizek teljes mértékben megfelelnek az ivóvízszabvány előírásainak. A legtöbb esetben a nyomlemek alacsony, jóval a kimutatási határértékek alatti értéket mutattak. Emberi tevékenység hatására bekövetkezett szennyeződések csak ritkán lehetett kimutatni, azokat is elsősorban a települések környezetében. A felszín alatti vizek szennyezését általában a magasabb nitrát-, klorid-, szulfát- és káliumtartalom, valamint a magasabb kémiai oxigénigény jelezte. A karszthoz csatlakozó neogén üledékes kőzetek vízáadó rétegeire telepített kutak vize gyakran vasas, mangános az ottani redukív környezet miatt.

A Bodrog-medence

A Bodrog folyó vízgyűjtőjén lévő alluviális, részben medencebeli vízáadórendszer részletesebb hidrogeológiai vizsgálatra kiválasztott része a szlovák–magyar határ két oldalán terül el, és magában foglalja a teljes Bodrogtörést, valamint a Tisza-völgynek a Tisza és a Bodrog tokaji összefolyása és Záhony közötti részét. A kiválasztásnál szempont volt, hogy egyrészt a térségben növekvő víz-igények jelentkeznek, másrészt, hogy a határ menti szennyeződésveszélyek esetében világosabb képet kapjunk.

A vízáadó rendszer egy része Ukrajna területére esik, ennek vizsgálatára a jelen projekt keretében még nem kerülhetett sor.

A fő vízádót a Bodrog és mellékfolyóinak alluviális üledékei képezik. A vizsgált területet a Tisza két részre, a Bodrogtörésre és a Rétközre osztja. A negyedidőszaki vízáadó vastagsága a szlovák oldalon 60 méter körüli, majd dél felé Magyarországon fokozatosan vastagodik (50–200 m). A folyóvízi üledékek anyaga a régió északi részein homokos kavics, dél felé egyre több kőzetliszt- és agyaglencsével. A homokrétegek jellemző vízvezető képessége 5–30 m/nap.

A szlovákiai oldalon csak a negyedidőszaki vízáadó tartozik a határokkal osztott víztestek közé, míg a magyar oldalon a pannóniai vízáadóknak a 30 °C-nál hidegebb (kb. 500 m vastag) részei is ide kapcsolódnak. A víztest teljes kiterjedése a szlovák oldalon 1466 km², míg a magyar oldalon a két érintett víztest összterülete 1300 km².

A víztestek vizeinek fő utánpótlása a szlovák területekről és részben a Tokaji-hegységből származik. A csapadékvíz a peremi hegységeken szivárog be, majd a

mélybe jutva táplálja a medence jobb vízvezető rétegeit. A vízgyűjtők felsőbb szakaszain található felszíni vizek helyenként közvetlenül is táplálják a rendszert.

A vízföldtani modellezés eredményei

A Bodrog-medence területére és a környező vízgyűjtőkre kiterjedő vízföldtani modell alapján a következők állapíthatók meg:

— A természetes állapotokhoz tartozó vízháztartási egyensúlyt a csapadékbeszivárgás, a talajvízből való párolgás, a folyók és csatornák menti megcsapolások és helyenként a mederfenéken keresztüli táplálások határozzák meg.

— A medence területeken helyenként a túltermelés depressziós hatása jelentkezik.

— A jelentősebb víztermeléssel érintett bodrogtörési medencerészek depressziós hatása a határon átnyúlik. A hatás jelenleg nem jelentős, azonban a vízföldtani körülmények nem megfelelő figyelembevételével végzett víztermelés-bővítések depressziói érinthetik a medence központi helyein lévő nedves területeket, károsítva az itteni felszín alatti vizektől függő ökoszisztémákat.

A hidrogeokémiai eredmények

A Bodrog-medence területén a felszín alatti vizek kémiai összetételére a nagy változatosság a jellemző. A különböző folyamatok, de főleg a karbonátok oldódása és a szilikátos ásványok mállása hatására az utánpótlási részekben Ca-HCO₃ és Ca-Mg-HCO₃ típusok a jellemzők.

A különböző vízben található alkotók részben a természetes és részben a helyenként jelentős emberi hatásokat tükrözik. A leggyakoribb szennyeződések mezőgazdasági és szennyvíz eredetűek, és a talajvizek, azaz a sekély víztestek legfelső zónáit érintik. A szlovákiai területen magas (>50 mg/l) nitrát- és alacsony (<5 mg/l) oldott oxigéntartalmat mértek a minták többségében.

Mindezek mellett nagy koncentrációban klorid, szulfát, foszfát és bizonyos szerves anyagok, (PAH, KOI) is gyakran jelentkeztek, sőt helyenként peszticideket is sikerült kimutatni. A magyar oldalon megismert vízösszetételek ettől eltérőek. Az itteni vizsgálatok általában alacsonyabb nitrát-, klorid-, szulfát-tartalmú vizekből készültek. Ugyanakkor ezekben a vizekben több a vas, a mangán és az ammónia, és helyenként határérték feletti arzén is kimutatható volt. Ezt a különbséget az okozza, hogy a magyar oldalon végzett vízvizsgálatok inkább a mélyebb vízáadókból származnak, ahol az oxigén-szegény viszonyok a jellemzők. Miután a magyar oldalon a felfelé áramló vizek dominálnak, a sekélyebb kutak jó része is az említett anaerob körülményeket mutatja.

A legtöbb esetben a vizsgált nyomelemek a természetes viszonyokat tükrözik, azaz általában igen alacsony koncentrációban vannak jelen. Az említett arzén kivétel ez alól. A vizsgálatok során helyenként megismert nagyobb alumínium-, cink- és szelén- (esetenként részben vas- és mangán-)-koncentrációk helyi szennyeződést jelezhetnek.

Javaslatok a vízgazdálkodás támogatására

Az EU Víz Keretirányelv aktuális feladatai között az egyes víztestekre és térségekre vonatkozó vízgazdálkodási tervek elkészítése jelenti a legfontosabb teendőket. Az egyes régiókra vonatkozó vízgazdálkodási tervek elkészítéséhez a vízföldtani modellezés és a hidrogeokémiai vizsgálatok eredményeinek figyelembe vételével, a projekt konkrét javaslatokkal járult hozzá. A javaslatok között szerepeltek egyes területek vízminőségi állapotának védelmét, pontszerű szennyezések (peszticid, nitrát) kezelését elősegítő intézkedési javaslatok, valamint a vízgazdálkodással szorosan összefüggő gazdasági, szociális, társadalmi kérdéseket érintő észrevételek (LEVEINEN et al. 2010).

A vízgazdálkodási tervek elkészítését támogató javaslatok:

— Fejleszteni kell azokat a meglévő szolgáltatásokat, amelyeket a regionális vízművek és a nagyobb intézmények nyújtanak.

— Ahhoz, hogy az integrált vízkészlet-gazdálkodási tervezés igényeit ki lehessen elégíteni, szükséges a közüzemi vízművek, szennyvíztisztítók és hulladékgazdálkodási egységek modernizálása és fejlesztése, többek között azért, hogy a regionális vízellátásban nem részesülő települések lokális és regionális terveit a már meglévővel összhangba lehessen hozni. A tervekben szerepeltetni kell a vízhiányos és krízisidőszakok idejére a helyi kutakból és vízművekből való alternatív vízbeszerzések lehetőségét is.

— Szükséges a vízszolgáltatók helyi szakértőinek folyamatos képzése, különösen a kis és közepes méretű vízművek működtetésével és karbantartásával kapcsolatosan, továbbá a mennyiségi és minőségi monitorozási és vízmintavételi feladatoknál. Ezek közül külön kiemelendő a minőségbiztosítás és -ellenőrzés (QA/QC) lefolytatása, a szerves szennyezők, a nehézfémek és a mikrobiológiai mutatók mintázása és vizsgálata az újabb EU-s szabályozásoknak megfelelő formában.

— Szerződésmenták kidolgozásával kell támogatni a helyi önkormányzatokat és a kis helyi közüzemi vízműveket abban, hogy a megfelelő szakszolgáltatókkal végeztessék el a szükséges munkákat. Bátorítani kell esetenként a PPP (Private-Public Partnership) megállapodásokat, hogy tejesíteni lehessen a nemzeti szabályozásokat és vízgazdálkodási politikát.

— Ki kell alakítani a kistelepülések, tanyák, kisvállalkozások támogatását, hogy szövetkezeteket alakíthassanak vízellátásuk javítása érdekében. Ezen keresztül lehetne megvalósítani az összhangot azokkal a regionális és lokális, szociális és gazdasági fejlesztési intézkedésekkel, amelyek a szegény és szociálisan leszakadt népesség, különösen a roma kisebbség életkörülményeinek javítását célozzák, mind Szlovákiában, mind Magyarországon.

— Ugyanezen körben támogatni kell a kisméretű, költséghatékony (biodegradációs, homokszűrős és mesterséges mocsaras) tisztítóművek kialakítását.

— Olyan fejlesztési programokat kell előnyben részesíteni, amelyek elősegítik a szükséges szociális integrációt. A fenntartható szociális és gazdasági fejlesztés a hozzá tartozó helyi intézkedésekkel képezheti a vizsgált területek fenntartható környezetgazdálkodásának az alapját.

— Szükséges a döntéshozók és más, a vízgazdálkodásban közvetlenül érintettek közti további együttműködés határokön átnyúló, regionális és települési szinteken, úgy, hogy az előzőekben felvázolt akciók összhangban legyenek az EU Víz Keretirányelv most készülő vízgyűjtő-gazdálkodási terveivel.

— Közös projekteket kell indítani a szennyezési helyzetek jellemzésére a regionális szervek kivitelezésében vagy felügyeletével.

— Javítani kell a regionális és a települési illetékesek közötti, illetve a társszervezetek közötti adat- és információcserét.

References — Irodalom

- BREZSNYÁNSZKY K., GAÁL G., SZÓCS T., TÓTH GY., BARTHA A., TURCZI G., HALMAI J., HORVÁTH I., GÁL N., GÁL B., HAVAS, G., VIKOR ZS., MAIGUT V., GYALOG L., NÁDOR A., KUTI L., MALIK, P., KORDIK, J., MICHALKO, J., BODIŠ, D., ŠVASTA, J., SLANINKA, I., RAPANT, S., BOTTLIK, F., MAGLAY, J., MARCIN, D., CERNAK, R., VRANA, K., KAJA, J., LEVEINEN, J., ÁCS V., GONDÁR, K., KUN É., PETHŐ, S., SÓREGI K., SZÉKVÖLGYI K. (készítette); JERABEK Cs., KATONA G., LAJOS S., MURÁTI J., PÁLFY É., SÁSDI L., TIHANYINÉ SZÉP E. (közreműködött) 2008a: Zárójelentés Magyar-Szlovák határmenti közös felszínalatti víztestek környezetállapota és fenntartható használata. — *Kézirat*. Magyar Bányászati, Földtani és Geofizikai Adattár, Budapest, T: 21778.
- BREZSNYÁNSZKY, K., MALIK, P., GAÁL, G., SZÓCS, T., TÓTH, GY., BARTHA, A., HAVAS, G., KORDIK, J., MICHALKO, J., BODIŠ, D., ŠVASTA, J., SLANINKA, I., LEVEINEN, J., KAJA, J., GONDÁR-SÓREGI, K., GONDÁR, K., KUN, É., PETHŐ, S., ÁCS, V. 2008b: ENWAT: Hungarian-Slovakian transboundary groundwater bodies. — *European Geologist* 26, (Dec 2008), pp. 37–41.
- ICPDR (International Commission for the Protection of the Danube River) Document IC/084, 2005: The Danube River Basin District. — Vienna, Austria, <http://www.icpdr-pages/reports.htm>
- LEVEINEN, J., KAJA, J., SAVOLAINEN, H. 2010: Water management of three Slovakian-Hungarian transboundary groundwater bodies. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése a 2008. évről*, pp. 129–134
- PETHŐ, S., ÁCS, V., GONDÁR, K., GONDÁR-SÓREGI, K., KUN, É., ŠVASTA, J., TÓTH, GY. 2010: The function of the numerical hydraulic modeling in the case of the determination of the environmental status of transboundary groundwater bodies. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése a 2008. évről*, pp. 135–154.
- SZÓCS, T., KORDIK, J., HORVÁTH, I., TÓTH, GY., BARTHA, A., SLANINKA, I., RAPANT, S., BODIŠ, D., NOVÁK, B., REPKOVÁ, R. 2010: Hydrogeochemical evaluation of three transboundary groundwater bodies in the Ipoly/Ipel' Valley, Aggtelek–Slovak Karst and Bodrog Basin of Hungary and Slovakia. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése a 2008. évről*, pp. 167–186.

Water Management of Three Slovakian–Hungarian Transboundary Groundwater Bodies

Három, a szlovák–magyar határon átnyúló felszín alatti víztest vízgazdálkodása

JUSSI LEVEINEN, JUHA KAIJA, HEIMO SAVOLAINEN

Geological Survey of Finland (GTK)



Key words: transboundary groundwater bodies, Water Framework Directive, water management plan, Bodrog Basin, Aggtelek–Slovak Karst, Ipoly/Ipel' Valley

Abstract

Three transboundary groundwater bodies with connected surface waters and wetland ecosystems were investigated in the Hungarian–Slovakian border region: Ipoly/Ipel' Valley, Aggtelek–Slovak Karst and Bodrog Basin within Interreg IIIA project “Environmental state and sustainable management of Hungarian–Slovak transboundary groundwater bodies (Enwat)”. Common water management plans with Programme of Measures were prepared for these areas by the Geological Survey of Finland (GTK) to cover the elements defined in Annex VIII of the Water Framework Directive (WFD) and to optimally sustain water management. Also other relevant EU directives, especially the Nitrates Directive and the Groundwater Directive (GWD), EU guidelines and national legislation and guidelines related to water management, were analysed and have been taken into account in compilation of the groundwater management plans.

The national legislations, based on WFD, imply that water management on both sides of the border should aim at an adequate quantitative and chemical state of the groundwater by 2015. This calls for a common water management plans on both sides of the border which will prevent deterioration of the environmental state of groundwater. Enwat-project was a step forward in creation of a joint Hungarian–Slovakian water management plan by supplying basic data and fresh information on transboundary groundwater bodies.

A selected list of groundwater management actions especially for the development of water services in rural areas is presented: 1) Modernisation and updating of municipal water works, wastewater treatment and solid waste management in areas left without regional water services; 2) Training of local experts for different aspects of water services; 3) Support municipal administration outlining model contracts, guidelines for procuring services or setting Private-Public-Partnership arrangements in compliance with national legislation; 4) Establishment of water co-operatives for improving water supply of small settlements, or groups of households, farms and small companies in conjunction with the regional and local social and economical development measures, supporting improvement of the living conditions of the poor and socially excluded part of the population, particularly Roma-minority both in Slovakia and Hungary; 5) Installation of small and cost efficient wastewater and sewage treatment systems; 6) Development programs supporting the needed social integration should be initiated; 7) Assure by the further co-operation of decision makers and stakeholders in cross-border, regional and municipal level, that afore mentioned actions will be in compliance and integrated with the ongoing River Basin Management Plan (RBMP) process as laid out in WFD.

Tárgyszavak: határon átnyúló víztestek, EU Víz Keretirányelv, vízgazdálkodási terv, Bodrog-medence, Aggteleki- és Szlovák-karszt, Ipoly-/Ipel'-völgy

Kivonat

Az Interreg IIIA program keretében megvalósult „Magyar–Szlovák határmenti közös felszínalatti víztestek környezetállapota és fenntartható használata (Enwat)” című projekt három terület, az Ipoly-völgy, az Aggteleki- és Szlovák-karszt, valamint a Bodrog-medence határral osztott felszín alatti víztestjeit, a csatlakozó felszíni vizeket, és a vizes élőhelyek ökoszisztémáit vizsgálta a magyar–szlovák határ mentén. A vizsgált területekre vonatkozóan a Finn Földtani Szolgálat (GTK) közös vízgazdálkodási tervet és intézkedési tervet dolgozott ki az optimális, fenntartható vízgazdálkodás érdekében, az EU Víz Keretirányelv VIII. mellékletében foglalt előírások szerint. A vízgazdálkodási terv készítéséhez további vonatkozó EU irányelveket (direktíva), mint amilyenek a Nitrát, és a Felszín Alatti Vizek Irányelv, valamint vízgazdálkodási vonatkozású hazai rendeleteket és jogszabályokat is figyelembe kellett venni.

Az EU Víz Keretirányelven alapuló nemzeti jogszabályok előírják, hogy a határ mindkét oldalán olyan vízgazdálkodást kell folytatni, hogy 2015-re biztosított legyen a felszín alatti vizek megfelelő mennyiségi és minőségi állapota. Ennek feltétele a határ mindkét oldalára érvényes közös

vízgyógyászati terv elkészítése, mely védelmet nyújt ahhoz, hogy a felszíni szennyeződések ne károsítsák a felszín alatti vizek környezeti állapotát. Az Enwat-projekt a közös magyar–szlovák vízgyógyászati terv elkészítéséhez a határral osztott felszín alatti víztestekre vonatkozó alapadatokkal és új információkkal járult hozzá.

Bemutatásra kerül néhány, a vízgyógyászattal kapcsolatos intézkedési javaslat, különös tekintettel a vidéki vízügyi szolgáltatások fejlesztése céljából: 1) Helyi vízművek, szennyvíztisztítók és hulladék-gazdálkodási egységek korszerűsítése és fejlesztése, különösen a regionális vízellátásban nem részesülő települések körzetében; 2) Vízszolgáltatók helyi szakértőinek folyamatos képzése; 3) Szolgáltatási szerződés minták és útmutatók kidolgozásával támogatni a helyi önkormányzatokat, hogy esetenként a nemzeti szabályozásokat és vízgyógyászati politikával összhangban levő PPP (Private-Public-Partnership) megállapodásokkal segítsék azok megvalósítását; 4) Kis települések, tanyák, gazdaságok, kisvállalkozások vízellátásának javítása érdekében szövetkezetek alakítása, aminek segítségével megvalósíthatók azok a regionális, lokális, szociális és gazdasági intézkedések, melyek a szegény és szociálisan leszakadt népesség, különösen a roma kisebbség életkörülményeinek javítását célozzák, mind Szlovákiában, mind Magyarországon; 5) Kisméretű, költséghatékony szennyvíztisztító művek telepítésének kezdeményezése; 6) Olyan fejlesztési programokat kell előnyben részesíteni, melyek elősegítik a szükséges szociális integrációt; 7) Szükséges a döntéshozók és a többi vízgyógyászásban érintettek közötti további együttműködés biztosítása, határokon átnyúló, regionális és települési szinten, úgy, hogy az előzőekben felvázolt intézkedések összhangban legyenek az EU Víz Keretirányelv most készülő vízgyűjtő-gazdálkodási terveivel.

Introduction

Three transboundary groundwater bodies with connected surface waters and wetland ecosystems were investigated in the Hungarian–Slovakian border region: Ipoly Valley, Aggtelek–Slovak Karst and Bodrog Basin within Interreg IIIA project “Environmental state and sustainable management of Hungarian–Slovak transboundary groundwater bodies (Enwat)”. Common water management plans with Programme of Measures were prepared for these areas by the Geological Survey of Finland (GTK) to cover the elements defined in Annex VIII of the Water Framework Directive (2000) and to optimally sustain water management. Also other relevant EU directives, especially the Nitrates Directive (1991) and the Groundwater Directive (2006), EU guidelines and national legislation and guidelines related to water management, were analysed and have been taken into account in compilation of the groundwater management plans.

Water management plans were based on existing and new hydrochemical and socioeconomic data, results of the hydrogeological modeling, identification of possible threats (e.g. VRANA and LÁNCZOS 2007) local needs and best practices. The most significant and major target group represents the rural population living in these transboundary regions, using groundwater bodies as a major drinking and household water supply, but also as a source for irrigation, industrial and recreational purposes. The present study is an expert opinion based on the available information for the Enwat-project, most importantly the Enwat database (Enwat 2008), and gives an executive summary of the work carried out by the GTK with the main emphasis on the development of water services in rural areas (LEVEINEN et al. 2008).

Objectives

According to WFD, chemical status of groundwater is poor if the concentrations in groundwater are such that the Environmental Objectives for the associated surface waters will not be achieved or lead to any significant diminution of

the ecological or chemical quality of such bodies. In such a case the status of groundwater body can be poor, even if even when water quality problems do not consider the whole groundwater body. However, clarifications given by GWD (Article 4) describe the procedures that can be applied alternatively to define groundwater chemical status if appropriate investigations have been carried out. These may be used to target more specific actions to problem areas instead of applying groundwater-body scale actions.

WFD requires that a balance between groundwater use and recharge must be ensured because ecological and chemical status of water bodies strongly depends on the flow of water. This means e.g. that water use patterns together with water abstraction points must be established except in areas where it can be verified that abstraction will not have considerable impacts on the quantitative status of water. Moreover, WFD requires a register of water abstractions and authorisation procedure for their construction and operation. Both Hungary and Slovakia already have such registration and licensing system to maintain the groundwater bodies and protect the water resources.

The main objectives were to create water management plans for Slovakian–Hungarian transboundary groundwater bodies: Ipoly/Ipel’ Valley, Bodrog Basin and Aggtelek–Slovak Karst. The effects influencing the current water usage and the future possibilities and limitations (e.g. climate change) of water production, as well as the effects influencing the chemical status of groundwater were evaluated. Concrete water management measures were presented so that the present unfavourable anthropogenic influences could be stopped and that the expected upward adverse trends could be reversed.

Current Status of Groundwater

Bodrog Basin

The low land areas between Bodrog and Tisza Rivers act as discharge areas of the regional groundwater flow. Based on soil moisture balance calculations, in these areas esti-

mated infiltration of precipitation ranging 0–22 mm/year is substantially lower than the estimated evapotranspiration exceeding 220 mm/year and having effective depth ranging 1–1.4 m (Smaragd 2008). These results suggest that already in the present climatic conditions evapotranspiration effects strongly concentrations in shallow groundwater and that these phenomena will be significantly enhanced due to climate change.

Based on Slovakian data, concentrations of Cl^- and TDS in groundwater are commonly range 100–200 mg/l and 500–1500 mg/l, respectively, in shallow groundwater in depths 0–20 m below ground surface. In Hungarian data the maximum concentrations are similar but the average concentrations are substantially lower. Similarly, the average nitrate concentrations are in Hungarian and Slovakian parts of the study area are about 4.8 mg/l and 135.5 mg/l respectively. Based on monitoring that has been continued since 1976, the industrial airborne pollution over 50% of the localities in the Bodrog Basin receive higher concentrations of the main analytical components compared to the Slovak average values. (KORDIK et al. 2007a; Enwat 2008).

Besides more intense in airborne industrial pollution in Slovakia, the lower TDS, Cl^- and NO_3^- results may also reflect the more extensive discharge of (dilute) groundwater from the deeper parts of the regional flow systems at the Hungarian part of the study area or infiltration of more dilute surface waters during *e.g.* spring floods in the shallow parts of the aquifers. Also the Hungarian data includes high measured nitrate concentrations particularly in association with potential pollution sources such as rural settlements, and dumps sites. Highest values in Hungarian part of the study area exceed the quality standard several to couple of hundred times. The analysis of the pollution situation appears to require an analysis similar to the one carried out by SGUDS for this project (KORDIK et al. 2007a) or a more thorough review of the data.

The average concentrations in wells in Quaternary deposits exceed the 50 mg/l quality standard for nitrates in Slovakia although most severe pollution concerns mostly the shallow Quaternary layers (0–20 m bgs).

Aggletek–Slovak Karst

The area is a good example of results of mutually non integrated river management actions. Flood prevention activities have been initiated already in the last century when flooding of the rivers became critically worsened subsequent to claiming wetlands and draining of headwater areas for agriculture in general. This triggered a gradually worsening and shifting process where channels moved fast the water down current to new areas which became flood prone and consequently, needed to be channelled. Modifications to river hydrology maintain erosion of sediment, lowering of channel bases and consequently catchment-scale lowering of water table. This ongoing process has manifested its existence in the lowering of groundwater table and discharge in karst channels and springs.

In general, the problems with groundwater quality in Aggtelek–Slovak Karst area occur in local rather than water-body scale. The results of water quality studies in Slovakia are consistent with the Hungarian studies of groundwater quality. The quality standards for nitrates and pesticides are exceeded on in a few sampling points of Enwat (Enwat, 2008, KORDIK et al. 2007b). Also analytical data from previous studies suggest that average concentrations of nitrates remain Quaternary and pre-Quaternary deposits clearly below 50 mg/l. In general, high concentrations are found particularly in fluvial sediments and/or can be linked with potential sources of contamination. The heavy metal concentrations are in generally low being close to the drinking water standards recommended by World Health Organization and adopted in Slovakia or Hungary.

Ipoly/Ipel' Valley

Analyses of main chemical components suggest that nitrates have a substantial impact on the shallow parts (0–20 m) of the groundwater systems. However substantial nitrates pollution (close or exceeding the 50 mg/l quality standard) seems to be limited to less than 50 m deep boreholes.

The samples analyzed in Enwat-project indicate that high pesticide concentrations are found in both surface water and in groundwater samples (Enwat 2008; Szócs 2008). In the previous study organized by the Ipel' Union (2002) obsolete stocks of pesticides were mapped in the Ipoly River Catchment, altogether in 229 municipalities. As a result 63 obsolete pesticides storages were located in the catchment. In 2003 the mapping continued in the central Trans-Danubian region in Hungary, exposing 42 sites in 410 municipalities.

Some of the collected background groundwater samples represent also local recharge areas indicating that pesticides may have infiltrated into the local groundwater flow. Ecology in several protected areas located in the Ipoly/Ipel' Valley depends on groundwater discharge. Groundwater flow from some of the detected pesticide pollution locations is directed to nature protection areas. Pesticide pollution can threaten the chemical status not only the groundwater bodies but also associated surface water bodies as well (LEVEINEN et al. 2008).

Possible Trends in the Relationship of Surface Water and Groundwater

Based on the available geological and geochemical data in general, redox conditions, temperature, dissolved organic carbon (DOC) concentrations are favourable to indigenous bacterial denitrification processes also in shallow parts of the Bodrog aquifer system. Due to the good denitrification and biodegradation potential of organic solvents it is possible that most of the anthropogenic pollution can be attenuated so that the good qualitative status and environmental objectives in general can be attained. Final conclusions on

these issues need however, additional information and possibly further investigations.

In the groundwater discharge areas in general, the climate change can bring impacts on terrestrial ecosystems dependent on groundwater. The impacts can be particularly significant, if TDS concentrations are high in discharged shallow groundwater and groundwater table reaches root zone. Consequently, a shallow water table continues provide moisture to the root zone enhancing evapotranspirative pumping to the atmosphere. In semiarid regions with precipitation 250–500 mm/year, TDS contents ranging 500–1000 mg/l in irrigation water has been found to have detrimental effects on sensitive crops while TDS concentrations exceeding 1000 mg/l have adverse effects on many crops (Water Quality Committee 1972). The observed TDS values already exceed these values in many places in the Bodrog Basin and the climate can change to somewhat semiarid-like conditions at least during the drought seasons may occur in future. The increasing evaporation due to warming climate or changes in river dynamics can also increase critically concentrations of dissolved components in shallow groundwater. Due to the already high concentrations of Cl^- and TDS and electric conductivity, careful monitoring and water management in the changing climatic conditions will be required in the Bodrog Basin.

The channel erosion in hydraulically modified river channel probably continues to lower the river and stream stages in the Aggletek–Slovak Karst region. This will continue the slow subsidence of the regional groundwater table for which, the karst channels are particularly vulnerable to. Unfortunately, the climate change that most certainly increases extreme hydrological events will likely impact river run-off in Aggletek–Slovak Karst area. In a worst scenario, higher and more rapid flood peaks will set pressures to continue the previous flood “control” while drought periods damage the ecology of the karst areas. This would hit badly the ecotourism which provides an important component of the economy in the region.

The most crucial issue for the groundwater management in the Ipoly/Ipel’ Valley are the possible trends with the pesticide problem. Pesticides, particularly the formerly allowed and extensively used atrazine and its metabolites are persistent in the environment and mobile in the hydrological cycle. The migration of pesticides through unsaturated zone from surface to groundwater can take up to tens of years. They can manifest their existence in groundwater years or decades as after they have been released into the environment and even years or tens of years after they use became forbidden. Therefore, a significant risk exists that the current pollution situation in the Ipoly/Ipel’ Valley continues or even gets worse in the near future.

Development of Water Services in Rural Areas

The current trend in water consumption for both countries is declining. According to Ministry of Environment of

Slovak Republic (2006) and Hungarian Ministry of Environment and Water (2002), water supply for households is decreasing despite the fact that the number of supplied inhabitants increased. This is due to the high price of water and changes in economy which lead to the construction of private drinking water wells of poor hygienic and chemical quality. Generally, the population increase in the rural agricultural areas in both countries is low and the age structure reveals the ageing of the population. Also a problem of finding alternative groundwater sources for individual municipalities is a problem of water price. Waterworks themselves have enough capacity from existing sources, and are leaving protection of prospective sites as they should pay the owner of property (land) not to agriculturally use the drinking water sources protection zones.

The development of water services in the rural transboundary areas and thus the proposed measures are considered to be implemented as a part of the Programme of Measures required by Article 11, of WFD and to be reported accordingly in the River Basin Management Plans. This means that they are classified in principle as Basic and Supplementary Measures, or Additional Measures if monitoring or other data should indicate that the Environmental Objectives for the water body are unlikely to be achieved.

During the stakeholder meetings organized as a part of the Enwat became evident, that the studied river basins include substantial areas which are out of the interest of the regional water works companies either because, alternative water sources are available, or customer potential (ability and/or willingness to pay) of the population remains too low. The business plans of private water companies do not always aim to target services to all income sectors of the population. In the Enwat-study areas, examples of the rural settlements exist that have recently built or modernised local municipal water works that intake good quality groundwater from relatively well protected aquifers. Some of them, e.g. the water works of the Pastovce municipality in Slovakia, can currently provide water to their customers with a relatively competitive price compared to current tariffs of large water works or a foreseen water price given by a local large water company. The prices of small municipal water works do not necessarily reflect all the costs, needed e.g. to cover future investments. Municipalities have also had problems to maintain sewage systems or built modern sewage and waste management systems in general. Many of the nitrate problems encountered in the study areas are a result of solid waste dumps and leaking sewage systems in the rural settlements (LEVEINEN et al. 2008).

The supply of healthy drinking water and the treatment of sewage remains an obligation of municipalities. Maintenance of the local water supply capacity is important part for the preparation of crisis situations that may be encountered if the functioning of regional water distribution systems for some reason. The specific problems that small municipal water services face is that the every-day operation rests on local staff who do not necessarily have appropriate skills or formal training, or other resources to carry out technical

maintenance e.g. of the pumps and electric power supply, or to carry out water quality monitoring.

Solutions and economical efficiency should be sought supporting municipalities in arranging e.g. Private-Public-Partnership (PPP) or service contracts giving undertakings to local small civil engineering and hydrogeological consulting companies or training staff members already at the payroll of municipalities to support or carry out as part time the tasks of water sampling and monitoring according to modern quality standards. The work load of municipal administration and water works management could be simply eased-up by preparing a public collection of model contracts that small municipalities or water work companies could use. A cost-efficient model for small municipalities can be obtained from Finland where veterinarians (employed by municipalities or private service providers) commonly consult and carry out water sampling in small rural settlements and communities. They can act also as municipal authorities in the environmental, health and sanitation issues or support such administrative personnel.

Although, quantitative statistical information on the public health impacts of e.g. nitrates and bacterial pollution was not available, the local population, which in many settlements has low-income and poor standard of living, commonly suffers from poor quality of drinking water as addressed by the local stakeholders and experts interviewed. The quality problems are commonly a result of poor site selection and technical design of the well as well as aftermath insufficient, obsolete or totally non existing sewage systems. The former could be avoided by supporting the establishment of small water-co-operatives (or municipal joint-ventures) that would be also recover at least socially accepted part of the costs of investment and maintenance. Single household should be required to install sewerages which could include so called semi-separated sewage systems utilizing biodegradation in infiltration sand beds. Also more efficient use of constructed wetlands in small-scale sewage treatment should be supported. Design of e.g. the voluntary programs and setting pricing policies for waste management and waste water management for small settlement and single households should be supported from public funding (national, e.g. EU structural funds).

Social and economic sustainability should be considered jointly with developing local policies and measures necessary to ensure the environmental sustainability in these areas. This means that regional and municipal level planning of water services should be incorporated with regional spatial and environmental planning and other relevant plans. Good experiences have been obtained in Finland where characteristically small municipalities are encouraged to co-operate in master planning of water services in local and regional level though financial and operational incentives built in the Finnish legislation.

The measures to be taken support actions planned and integrated in a suitable manner to the national and EU-level programmes that aim to improve the living conditions and

social inclusion of the Roma-minorities both in Slovakia and Hungary. This is necessary particularly if future building of huts and settlements on unauthorized or unregulated areas such as flood prone areas is going to be avoided or prevented in ethically acceptable way.

The programs and regional projects could easily fail if the new obligations and water service pricing is not supported with sufficient regulative empowerment and most importantly, incentives to comply and benefit from the improved service. Also awareness rising on the benefits of improved drinking water quality and health risks of polluted water among the local population should be addressed, including the poor and the socially excluded. Otherwise, the programmes and projects could even have an opposite effect worsening the current situation. People would try to avoid paying for water services by building they own wells to the pollution-prone shallow aquifers system, and continue to contribute to the pollution of the shallow parts of the aquifers and associated surface water bodies.

Conclusions

Drinking water quality problems are common in all three areas in small rural settlements, farms and single households that derive their drinking water from shallow dug wells or boreholes. Most of the boreholes are shallow or have casing opening into the shallow aquifer layers (<20 m deep), which are polluted by nitrates and other anthropogenic pollutants.

The drainage basin of Bodrog is in a state of equilibrium but the chemical status of groundwater is strongly affected by human activities. In spite of lower average nitrate concentrations in Hungary, data includes high measured nitrate concentrations particularly in association with potential pollution sources such as rural settlements, and dump sites. Increasing evaporation due to warming climate or changes in river dynamics can increase critically concentrations of dissolved components in shallow groundwater. Due to the relatively high TDS and Cl^- concentrations in shallow groundwater the future management of water resources should pay attention to the potential impacts of increasing evaporation in a warming climate.

In Aggtelek-Slovak Karst area the chemical status of groundwater can be considered to be good, but the future climate change may increase the extreme hydrological events. In the worst scenario, higher and more rapid flood peaks will set pressures to water channels by erosion while drought periods damage the ecology of the fragile karst area and thus chances for ecotourism. A significant threat in this poorest part of Slovakia and Hungary is the uncontrolled land use and building on flood-prone areas. Rehabilitation and creation of wetlands provides water storages and prevention of basal erosion in flow channels as well as cost-efficient measures to reduce local nitrate problems and eutrophication of surface water (e.g. by constructed wetlands).

In the Ipoly/Ipel' Valley, the water production is sustainable, however, some parts of the groundwater bodies have poor chemical status. Locally high pesticide concentrations (>0.5 mg/l) are found in both surface water and in groundwater along the Ipoly/Ipel' Valley. Pesticides in unsaturated soils can be released by erosion and climate change may increase this risk. Nitrates have also a substantial impact on the shallow parts (0–20 m) of the groundwater systems. In general, the pesticide concentrations detected suggest that water quality must be considered to be at risk until further investigations have been made and the additional measures as defined by WFD, have been taken. More information on the pesticide concentrations in groundwater, unsaturated zone and surface water are needed to be collected urgently.

The investigations indicated that there are local pollution problems and direct and indirect sources of hazardous pollutants that may cause groundwater pollution also in future. Evidently, there is a need to continue the character-

ization of pollution spread and the risks for groundwater resources by more detailed sampling and modeling on both sides of the border. Co-ordination and implementation of such activities jointly could provide logistical advantages, reduce overlapping activities and lead to savings of time and money. If not a prerequisite then at least a great benefit for integrated water resources management and successful implementation of the WFD, are the direct links and co-operation between regional and even municipal authorities and expert organizations. One of the underlying objectives of WFD is to create a common understanding of activities dealing with the transboundary water resources. Particularly e.g. in management of pollution cases and in crisis situations requiring fast response and actions, it is important that the cross-border authorities are familiar with exchanging information and communicating directly with their transboundary counterparts rather than using high-level representatives as middle-men without a good knowledge of the conditions on field.

References — Irodalom

- Enwat 2008: Hydrogeochemical database of the Enwat-project.
- Groundwater Directive 2006: Directive 2006/118/EC of the European Parliament and of the Council of 12 December 2006 on the protection of groundwater against pollution and deterioration 13 p.
- Ipel' Union 2002, 2003 webpage. Available at: http://www.ipelskaunia.sk/eng/op_eng.html. Visited: 13.3.2008.
- KORDÍK, J., SLANINKA, I., BODIŠ, D. 2007a: Interim report: Specific hydrogeochemical map (intergranular transboundary groundwater body of Quaternary sediments of the Bodrog/Bodrogtörzs watershed area). Environmental state and sustainable management of Hungarian–Slovak transboundary groundwater bodies (Enwat). — *Manuscript*, Hydrogeological Department, MÁFI, Budapest.
- KORDÍK, J., SLANINKA, I., BODIŠ, D., MICHÁLKO, J., SZŐCS, T., BARTHA A., TÓTH, Gy. 2007b: Interim report: Hydrogeochemical survey. Environmental state and sustainable management of Hungarian–Slovak transboundary groundwater bodies (Enwat). — *Manuscript*, Hydrogeological Department, MÁFI, Budapest, 54 p.
- LEVEINEN, J., KAJA, J. and SAVOLAINEN, H. 2008: Water management plans for Hungarian–Slovak transboundary groundwater bodies: Ipoly/Ipel' Valley, Bodrog Basin and Aggtelek–Slovak Karst. Environmental state and sustainable management of Hungarian–Slovakian transboundary groundwater bodies (Enwat). — *Manuscript*, Hydrogeological Department, MÁFI, Budapest, 86 p.
- Ministry of Environment of the Slovak Republic 2006: Report on Water Management in the Slovak Republic for 2005. — Bratislava, November 2006. 74 p.
- Ministry of Environment and Water 2002: Groundwaters in Hungary, Guide. Remediation Programme. — Compiled by the Hydrological Institute of Vituki Plc. Budapest, 60 p.
- Nitrates Directive: Council directive of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources (91/676/EEC).
- Smaragd 2008: Hidrogeológiai modellezés a szlovák–magyar határon átnyúló három felszín alatti víztesten, Jelentés 3.4., 3.5, 3.6, 3.11, magyar–szlovák határmenti közös felszínalatti víztestek környezetállapota és fenntartható használata (Enwat). — *Manuscript*, Hydrogeological Department, MÁFI, Budapest.
- SZŐCS T. 2008: A korábbi és új kémiai adatok kiértékelése. Jelentés 3.3. magyar–szlovák határmenti közös felszínalatti víztestek környezetállapota és fenntartható használata (Enwat). — *Manuscript*, Hydrogeological Department, MÁFI, Budapest.
- VRANA, K., LÁNCZOS, T. 2007: Interim report: Inventory of potential point sources of pollution. Environmental state and sustainable management of Hungarian–Slovak transboundary groundwater bodies (Enwat). — *Manuscript*, Hydrogeological Department, MÁFI, Budapest, 34 p.
- Water Framework Directive 2000: Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. 72 p.

The Function of the Numerical Hydraulic Modeling in the Case of the Determination of the Environmental Status of Transboundary Groundwater Bodies

SÁNDOR PETHŐ¹, VIKTOR ÁCS¹, KÁROLY GONDÁR¹, KATALIN GONDÁR-SÓREGI¹,
ÉVA KUN¹, JAROMIR SVASTA², GYÖRGY TÓTH³

¹Smaragd-GSH Environmental Services Ltd., H-1114 Budapest, Villányi út 9.

²State Geological Institute of Dionyz Stur, 81704 Bratislava, Mlynská dolina 1., Slovak Republic

³Geological Institute of Hungary, H-1143 Budapest, Stefánia út 14.

Keywords: Hungarian–Slovak, transboundary, subsurface water body, regional-scale, numerical hydraulic model, hydrostratigraphy, water-balance, hydraulic potential, surface-subsurface water contact, UTM

Abstract

The bases of the water management plans prepared according to the EU directives, could be formed by numerical hydraulic models. It is necessary that the concrete model must concern to the whole regional water catchment area, since the territory examined could be put into a complex hydrogeological system in this way and adequate answers can be got for the questions related to it. In the framework of the Huskua 0502/166 Interreg IIIa Neighbourhood Programme (Enwat Project) the Smaragd-GSH Ltd. as a partner of the Geological Institute of Hungary (MÁFI) prepared the steady-state hydraulic models of three transboundary subsurface water bodies, which are situated on the area of Ipoly/Ipel' Valley, Aggtelek–Slovak Karst and Bodrog Basin.

Introduction

The Water Framework Directive (WFD) of EU was come into law in 22th December 2002 (European Parliament and Council 2002). The Directive meant the enactment such a uniform water protection politics which helps the realization of the transboundary coordinated water management in the frame of drainage basins. According to the WFD while a hydrogeological unit is examined it is practical to apply system-principled approach. This method needs the mathematical expresses of the relations between the different sub-systems and in this way the examination of the surface and subsurface water resources could be laid to quantitative bases.

By the system-principled approach the bases of the water management plans prepared according to the EU Directives could be formed numerical hydraulic models. The concrete model have to concern to the whole territory of the regional drainage basin which contains the research area. In this case the examined sub-region could be placed in

a complex hydrogeological system and we can get adequate answers for the questions related to it.

In the frame of the Huskua 0502/166 Interreg IIIa Neighbourhood Project (Enwat Project) the Smaragd-GSH Ltd. as a partner of the Geological Institute of Hungary (MÁFI) created the numerical hydraulic model of three transboundary water bodies and their surroundings. The location of the modeling areas shows *Figure 1*. The Ipoly/Ipel' and the Bodrog regions are built up by porous-fissured rocks. The models of the groundwater systems of these territories were made by Visual Modflow 4.2 software (Waterloo Hydrogeologic Inc. 2006) which is based on finite difference method. While the model concerns to the Aggtelek–Slovak Karst was created by Feflow 5.0 software (Wasy GmbH 2003) which is based on finite element method. The aim of the hydraulic modeling was that the models supply frames for the evaluation of the quantity and quality status of subsurface water bodies examined during the Enwat Project and in this way help the preparation of the

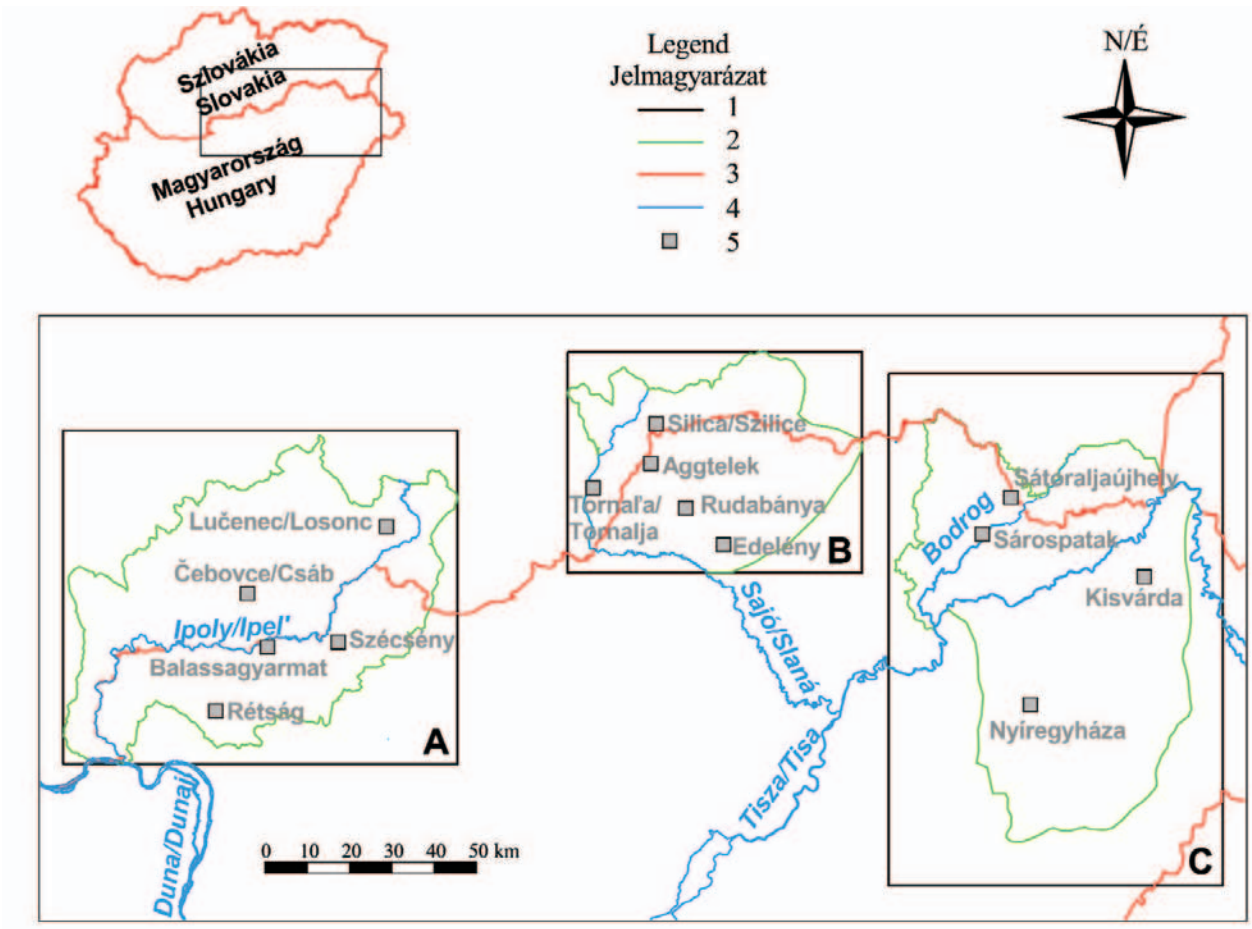


Figure 1. The locations of the model areas

1 – state border, 2 – model frame, 3 – model boundary, 4 – stream, 5 – settlement. A – Ipoly/Ipeľ Valley and its catchments modeling area, B – Aggtelek-Slovak Karst modeling area, C – Bodrog Basin and its catchments modeling area

1. ábra. A modellezett területek elhelyezkedése

1 – országhatár, 2 – modellkeret, 3 – modellhatár, 4 – vízfolyás, 5 – település. A – Ipoly-völgy és vízgyűjtője modellterület, B – Aggteleki-és Szlovák-karszt modellterület, C – Bodrog-medence és vízgyűjtője modellterület

water management plans concern to them. Additionally the modeling also suitable for forecast not only for present status determination.

Process of Model-preparation

The transboundary project areas needed the application of the common coordinate system instead of the national systems. In the model-preparation phase for the harmonization of the geological-hydrogeological data and the additional data (topography (Figure 2), hydrography, topo-elements) Universal Transverse Mercator (UTM) coordinate-system was used which is suitable for Mid-Eastern European application. On the bases of the data prepared different type of maps were created in digital format. The different types of maps are: basic topo-element map, digital terrain model map, slope-category map, precipitation map, infiltration map, evapotranspiration map, map of water production and calibration objects.

The technical peculiarity of the hydraulic models is that

it necessary to determine parametric field to a partial volume of underground space where the precise data are not known. Hence the most complicated preparation task of the modeling work is the delineation of the geological structures of the research areas in 3D and the execution of simplifications needed as the regional scale models. Vertically the main hydrostratigraphic units and within them laterally the different hydrostratigraphic categories with the same permeability were determined for accomplish the modeling work. These hydrostratigraphic units, and categories were delineated on surface type and data-distribution maps. In the case-studies the values of the hydraulic conductivity parameters related to each unit were determined according to the database improved in similar projects in MÁFI. The variation of the parameters in an individual unit was taken into consideration only in the case of the Aggtelek-Slovak Karst which has sophisticated geological structure.

This task was followed by the models set-up, the run of the models and the calibration of them. The first steps in the set-up phase were the determination of the 3D geometry and the parametric field of the models. Hence there is no option

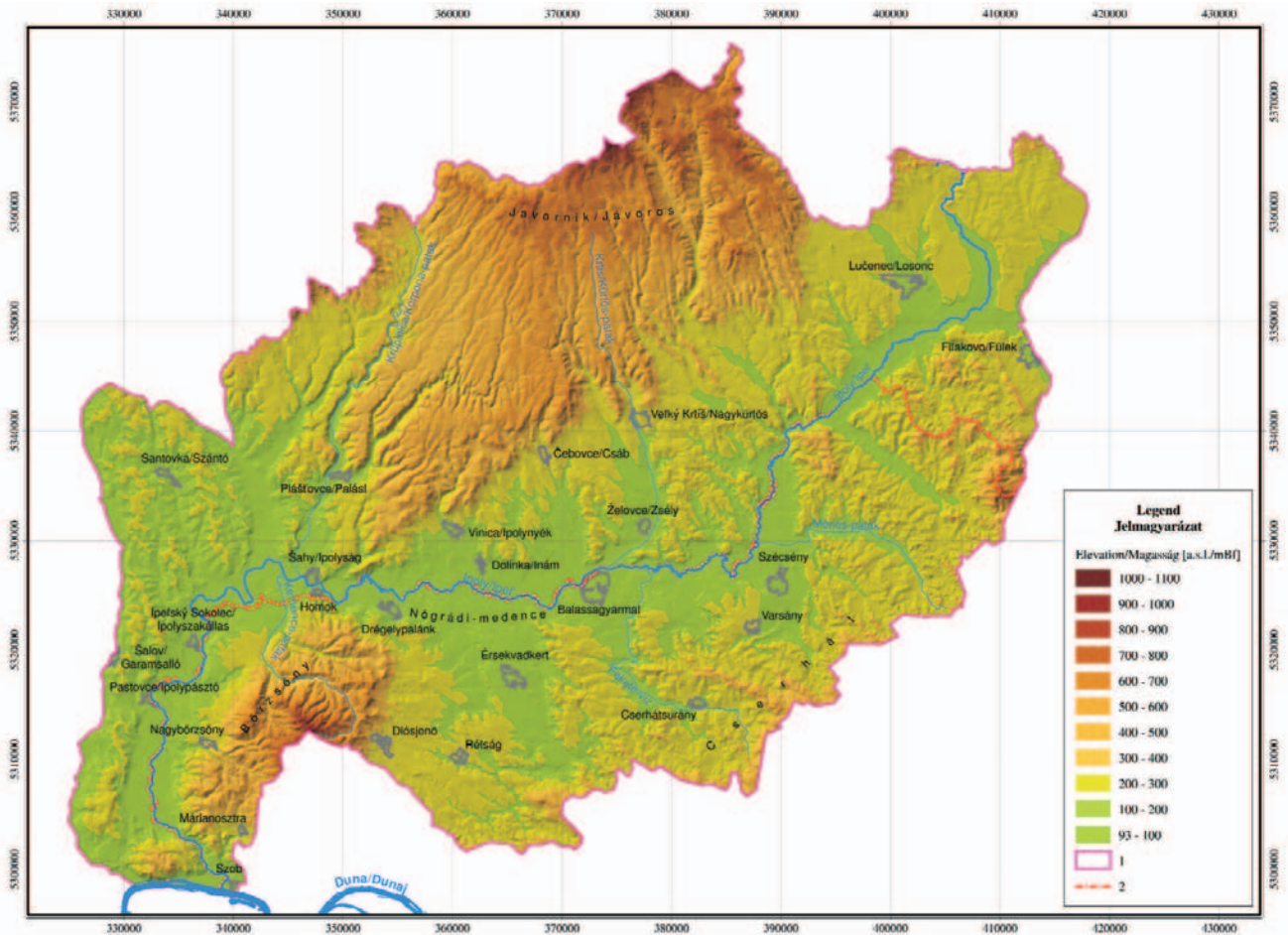


Figure 2. Map of digital terrain model, Ipoly/Ipel' Valley and its catchments model area (UTM coordinate system)
1 – state border, 2 – model boundary

2. ábra. Digitális domborzatmodell-térkép, Ipoly-völgy és vízgyűjtője modellterület (UTM koordinátarendszer)
1 – országhatár, 2 – modellhatár

for thinning out the beds in the case of each applied modeling software, technically we determined the layers representing the thick basement sediments with very thin continuous parts above the basement outcrops. With this method and alternating the parameters in the layers we were able to determine the near surface weathered zone of the basement rocks. In the case of thinning out in deeper position we derived the lateral variability of the concerned continuous modeling layer with parameter alteration as well.

The next inputs were the boundary conditions (infiltration, rivers, discharge elements), the water abstractions and the calibration points.

At the final phase the numerical hydraulic models of the research areas were finished by 'trial and error' iterative manual calibration method. During the calibration process the values of the hydraulic conductivity, recharge, and the river-drain boundary conditions were changed. The differences of the measured and calculated heads related to the reference points were approved with higher tolerance in the case of Ipoly/Ipel' valley and Aggtelek–Slovak Karst model, because of them higher relief and the more complicated geological setting. Higher differences were occurred in higher

topographic altitude, where the local variety (i. e. suspended water level) could be delineated with a rough approach in the case of a regional model. The relationship between the sophisticated DTM and the groundwater surface was handled by the river-drain and recharge boundary conditions. The groundwater surface intersected the topographic surface only in some cases, when there was any of the following hydrogeological reasons: in points in cases of springs which were not determined as constant heads; along lines in the bottom of deep base levels; and wetland areas.

In the followings the model preparation and the modeling phases, additionally the research results achieved are introduced by research areas.

Hydraulic Model Prepared for the Ipoly/Ipel' Valley and its Catchments Area

Description of the Modeling Area

The Ipoly/Ipel' Valley model area consists of the Ipoly/Ipel' watershed and the related waterbodies. Table 1

contains the corner points of the model area in UTM coordinate system.

The model area is divided by the Hungarian – Slovakian border. The Hungarian side of the area consists of the Börzsöny Mts, Nógrád Basin, northern Cserhát, and Karancs geographic regions besides the Ipoly/Ipel' Valley. Slovakian part of the area consists of the south–southwestern slopes of the Štiavnické vrchy (Selmecí-hegység), southern slopes of Javorina (Jávoros-hegység), and the northwestern part of the

Table 1. The corner stones of the Ipoly/Ipel' valley model area in UTM coordinates

	UTM X	UTM Y
minimum	324 800	5 297 650
maximum	418 050	5 370 540

Slovenské Rudohorie (Szlovák-érchegység) on the north. On the south, it consists of the gradually dipping slopes of the forehills and foothills toward the Ipoly/Ipel' and the area of Korpona Forest. The relief of the marginal mountainous terrain is variable; however it is significant compare to the broad valley bottoms of Ipoly/Ipel'.

The extent of the model area is the whole Ipoly/Ipel' watershed. On the north, dense radial water-network formed on the palaeovolcanic area of Northern Carpathians, Štiavnické vrchy, and Javorina. Due to the regional dipping of the area the direction of the rivers is north to south.

The lower part of the Ipoly/Ipel' is 80 km long, and it feeds the Danube. The catchments area examined is poor in still waters. Numerous small springs (1–10 l/min) arise from the layers dipping toward the small basins. These layers have low storage capacity that is why the yield of the springs is low. Seasonally these springs have high yield (100 to 800 l/min), but occasionally they run dry.

Annual precipitation is between 600 and 620 mm on the lowland areas. In the area of lower Ipoly/Ipel' Valley the precipitation is 580 to 600 mm per year. The precipitation increasing effect of the relief is obvious; the central part of the Börzsöny has 800 mm/year precipitation, while the Karancs the precipitation is 650 mm/year. The Medvesvidék area has the largest variability in the annual precipitation (610 to 670 mm/year). The Nógrád Basin has higher precipitation than the average as well; it is 630 to 670 mm/year. In this area, 55 to 60 % of the annual precipitation falls during the summer months (MTA 1990).

To determine the geological structure of the model area the studies of BALOGH (1991), BÁLDI (1983), FÜLÖP (1994) and HAAS (1996) were considered. Reports of the Hungarian Geological Institute (MÁFI, 2005) and ŠGÚDŠ (State Geological Institute of Dionyz Stur, 1985) were also noted.

The Ipoly/Ipel' model area has the most complicated geological structure out of the three model areas. The basement formations are covered by thick Tertiary sediments in most part of the model area and are revealed only by boreholes. The eldest formations are Palaeozoic mica schists,

gneisses, amphibolites and intermediate meta-volcanic rocks that form part of the Veporic Unit of the Western Carpathians in the northern segment of the model area. In the northeastern part meta-volcanic and acidic volcaniclastic rocks, meta-carbonates and locally metamorphic rocks compose the formations of the basement. South the Diósjenő Line the basement consists of younger, Upper Triassic Dachstein Limestone. The Palaeozoic formations can be regarded as aquitards and can be considered as the lower boundary of the model area while the Upper Triassic limestone (that consists the southern part of the basement) stores thermal water. Transmit of the water from the deep (≈1000 m) basement limestone to the aquifer in shallow depths is negligible thus the modelled aquifer can be regarded as a separate system; its surface is the upper boundary of the model.

Most of the formations that cover the basement rocks are aquitard Oligocene clays and clayey silts. Miocene sands and sandstones that cover the Oligocene clays in the foreground of Badenian volcanic rocks in the Slovakian part are denuded in the biggest part of Hungary. Thus south the Ipoly/Ipel' Oligocene formations are mostly covered by Quaternary beds.

Outcrops of Badenian volcanic rocks are the characteristic of the Slovakian part, where the palaeo-stratovolcano of Jávoros occupies almost the whole western part of the Slovakian model area. In the Hungarian part palaeovolcanic andesites of Börzsöny and Cserhát represent Badenian formations. Andesite formations store fissure water that outcrops in many low-yield springs. Presence of small separated sub-surface catchment basins are common, that makes determination and quantification of uniform potential level complicated.

Quaternary alluvial beds of Ipoly/Ipel' play an outstanding role both in aspect of water management and the hydrogeological modeling of the Ipoly/Ipel' water body that is divided by Hungarian and Slovakian frontier. The alluvial beds consist mostly of volcanic rock pebbles with subordinate amount of quartz pebble. Although due to their diverse genetics leakage-hydraulic parameters of alluvial beds may show great variety, in general they can be set down as formations of good-excellent hydraulic conductivity. Water supply in the Hungarian part of Ipoly/Ipel' Valley is based on these alluvial beds.

The Set-up of the Model

Considering the hydrogeological environment of the research area finite-difference software (Visual Modflow 4.2. (Waterloo Hydrogeologic Inc. 2006) was applied for modeling. Because of the large extent of the model area, the regional characteristic of the model, and the possibilities of the applied software 250 times 250 metres grid were used.

The geological formations exist on the research area were assembled into four hydrostratigraphic model groups, based on simplifying techniques.

- Layer 1: Quaternary porous aquifers;
- Layer 2: Badenian volcanites: fissured aquifers;
- Layer 3: Oligocene and Miocene formations: clayey sands, sandstones, porous aquifers;
- Layer 4: pre-Tertiary basement: practically it is impermeable.

Table 2 contains the hydrostratigraphic units and their lateral and vertical specific conductivity values.

The border of the modeled area and the surface of the pre-Neogene basement is no-flow boundary, this way the studied basin is one independent system.

Infiltration rate was calculated from the precipitation and geology of the area. The diverse surface geological formations of the region are divided into the following 15 categories based on their hydrostratigraphic characters: clay, clayey loess, clayey marl, sand, sandstone, karst, gravel, loess sand, limestone, marl, fissured sandstone, fissured metamorphic rock, fissured volcanite, tuffs (more detailed classification than directly used in the model). Based on these 15 categories the surface hydrostratigraphic units which affect were determined (Figure 3), and precipitation rates were allocated (Table 3.). The database was compiled

Table 2. Hydrostratigraphic units and their hydraulic conductivities (K [m/s])

Formations	K_v (lateral) [m/s]	K_v (vertical) [m/s]
Fissured vulcanite	$1,00 \times 10^{-5}$	$1,00 \times 10^{-5}$
Loess	$1,00 \times 10^{-4}$	$1,00 \times 10^{-4}$
Sand	$5,00 \times 10^{-5}$	$1,00 \times 10^{-5}$
Clay	$1,00 \times 10^{-8}$	$1,00 \times 10^{-8}$
Aleurite	$1,00 \times 10^{-7}$	$1,00 \times 10^{-7}$
Clayey marl	$5,00 \times 10^{-6}$	$1,00 \times 10^{-7}$

on the bases of the data applied by MAFI in similar regional projects.

There are 23 years long (1980–2002) time series of 32 precipitation gauge in the model area. Based on the time series, average annual sum precipitation were calculated, then precipitation distribution map was created.

With the help of the overlain precipitation distribution and surface geological maps the infiltration zones were determined Figure 4. The infiltration depending on the geology is between 21 to 85 mm/year.

The surface streams, except of the Danube, are river type elements in the model, this way infiltration through river bed

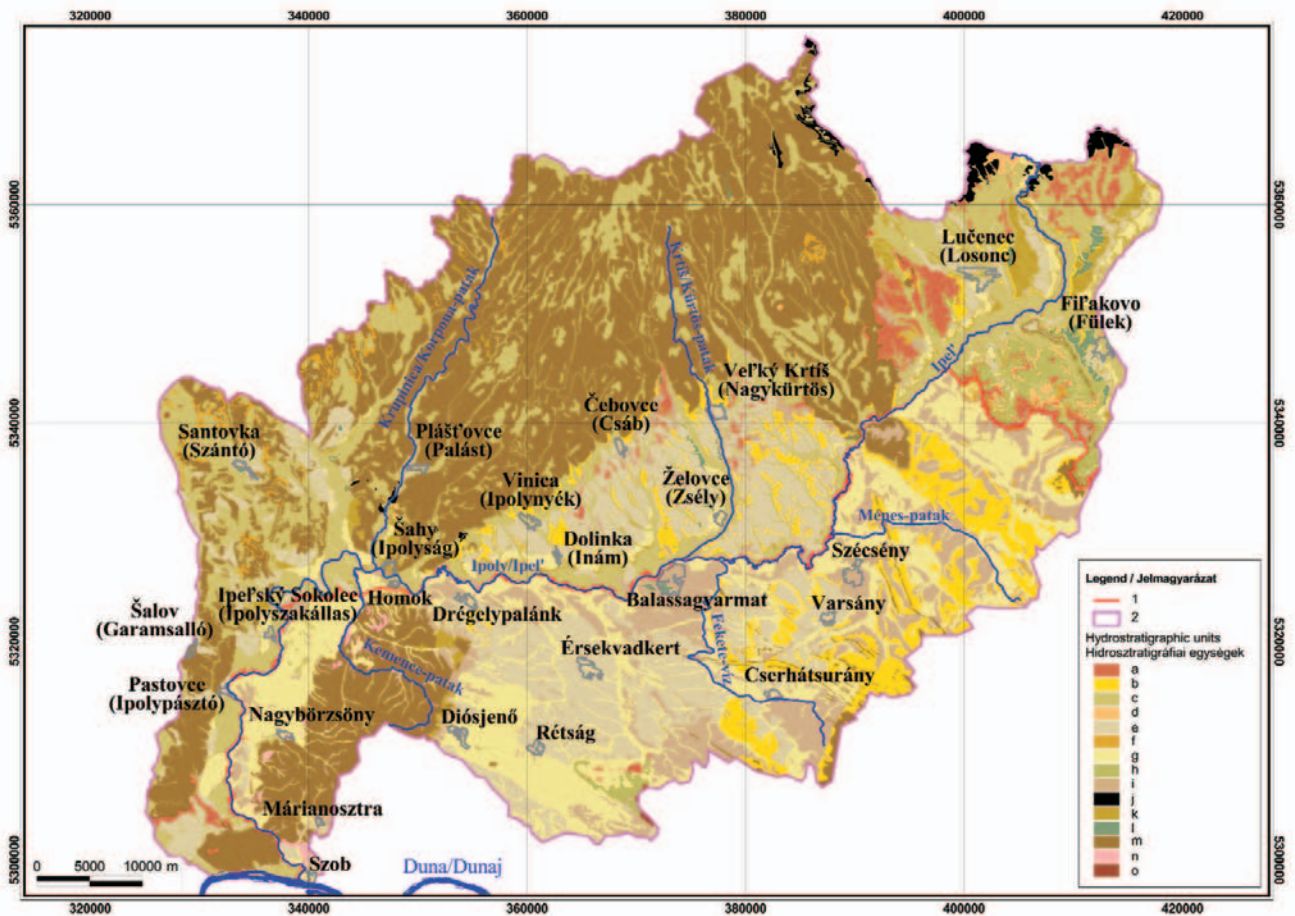


Figure 3. The hydrostratigraphic units of the uppermost model layer, Ipoly/Ipeľ Valley and its catchments model area (UTM coordinate system) 1 – state border, 2 – model boundary, hydrostratigraphic units: a – clay, b – silt, c – clayey marl, d – marl, e – loess, f – tuff, g – loess sand, h – fissured sandstone, i – sand, j – fissured metamorphite, k – sandy gravel, l – gravel, m – fissured volcanics, n – limestone, o – karst

3. ábra. Legfelső modellréteg hidrosztratógráfiai egységei, Ipoly-völgy és vízgyűjtője modellterület (UTM koordinátarendszer)

- 1 – országhatár, 2 – modellhatár, hidrosztratógráfiai egységek: a – agyag, b – aleurit, c – agyagmárga, d – márga, e – lösz, f – tufa, g – löszös homok, h – repedett homokkő, i – homok, j – repedett metamorfít, k – homokos kavics, l – kavics, m – repedett vulkanit, n – mészkő, o – karszt

Running the Model

SSOR algorithm was used to solve the equation system, and to speed up the iteration, the accuracy was given as 0.5 metres. Better precision was not required, because of the scale of the model is regional. The model was run under steady state conditions, time variations were not studied with the model, so it was presumed that all considered parameter is characteristic mean value in time.

Calibration

Calibration of the model was based on the water level of monitoring wells. Other water level monitoring points were used in model calibration also, for example the height of springs, and river gauge data, so there were 292 calibration points on the model area. The calculated and modeled water level was compared in great interval, between 90 m and 500 m aBsl (above Baltic Sea level) as water level monitoring data was observed not only on the alluvial fan of Ipoly/Ipel' but on the higher elevated areas of Slovakia and Hungary. Altogether 292 calibration points were used.

Calculated and measured values show agreement; the largest difference is at the high elevated areas of Börzsöny. On the lower elevated areas of the modeled region, on the strict neighbourhood of Ipoly/Ipel' (between 90 to 280 m aBsl) the difference between the measured and calculated values is less than 10 metres. The relative high difference between measured and modeled values is acceptable considering the rough cell design (low resolution), the size of the area and the big differences in the elevation.

Our goal was to model the alluvial valley of Ipoly/Ipel' as one waterbody unit. Possible that the small springs at higher elevation mark local flow systems, locally infiltrating water and perhaps this is the reason for the differences between the calculated and measured values.

Assessment of the Flow Field and Water Balance Based on the Results of the Model

As a result of the numerical model, there were two parameters for the description of waterbodies, the calculated head distribution and the water budget of the model area.

The flow direction is determined by the distribution of hydraulic head. Hydraulic potential pattern of the uppermost layer, derived from the difference of elevation, follows the surface as a consequence in the area of Börzsöny and Javorina the calculated water level is high. The hydraulic head values are the lowest at the area of Ipoly/Ipel' Valley (Figure 5).

Elevation of the calculated values (asl) and the spatial distribution of the head indicates that the main discharge area is the Valley of Ipoly/Ipel'. The main area of water withdrawal is the Hungarian Dejtár bend, which is recharged from the elevated surfaces of Slovakia and Hungary.

Water budget calculated in the model (Table 4) could be given only for elements of hydrological process within the modeled area in m³/day, due to the given boundary conditions.

Table 4. Calculated water budget

	Amount of inflow [m ³ /d]	Amount of outflow [m ³ /d]
Infiltration	591 200	0
Evapotranspiration	-	15 026
Water abstraction by wells	-	43 388
River bed water budget	268 430	721 180
Duna (constant hydraulic head)	-	81 306
Total	859 630	860 900
Difference (input-output)	-1270	
Difference [%]	~0	

The calculated and measured values show great agreement in the model area. The difference between the total input-output in the water budget is negligible ($\approx 0\%$) considering the indicated volume of water. The volume of water abstracted by production wells in the past few decades could be compensated by the recharge function of the different element of the water budget (infiltration from the surface, from stream beds).

Storage is greatly variable due to the river recharge. We draw the attention to the fact, that the amount of outflow is determined by the Danube as southern boundary, which is the surface discharge of the Ipoly/Ipel' alluvial basin as well as it discharges subsurface water.

Results of Hydrological Model

Based on the detailed study of hydrogeological environment of the watershed, and on the subsurface water flow depicted by the permanent numerical hydraulic model the followings can be stated:

— the hydrogeological units of the studied porous-fractured aquifer system is in sensitive connection with each other;

— in the valley type watershed basin, gravitation driven steady state subsurface flow systems — intermediate, regional — formed;

— the main recharge areas are the mountains surrounding the Ipoly/Ipel' Basin, where the effectively infiltrating precipitation feeds the local subsurface flows, then it moves toward the center region of the basin as part of the regional and intermedier flow system;

— the regional discharge area is the Ipoly/Ipel' region, the discharge is dual: the surface type is going through the intensive evapotranspiration, while the line type is the subsurface discharge of Ipoly/Ipel';

— the lower section of the Ipoly/Ipel' Valley is in close contact with the Danube hydraulically, so water leaving the Ipoly/Ipel' alluvial fan is controlled by water level in the Danube;



Figure 5. Calculated hydraulic potential distribution in the uppermost model-layer and the representative directions of groundwater flow, Ipoly/Ipel' Valley and its catchments model area (UTM coordinate system)

1 – state border, 2 – model boundary, 3 – calculated potential level [aBs], 4 – main direction of groundwater flow, 5 – production well

5. ábra. A legfelső modellrétegre számított hidraulikuspotenciál-eloszlás és a jellemző felszín alatti vízáramlási irányok az Ipoly-völgy és vízgyűjtője modellterületen (UTM koordináta-rendszer)

1 – országhatár, 2 – modellhatár, 3 – számított vízszint [m Bf], 4 – felszín alatti víz fő áramlási iránya

— the Ipoly/Ipel' Valley area due to its central position in the drainage basin has a good water recharge in its natural state.

Hydraulic Model Prepared for the Aggtelek–Slovak Karst area

Description of the Area

Table 5 contains the corner stones of Aggtelek–Slovak Karst model area in UTM coordinate system.

The model area belongs to two main units both geographically and tectonically. Majority of the area is part of the Hungarian, Slovakian Gömör–Torna Karst, the rest is the Szendrő (Cserehát) Hills. In respect of the project the transboundary waterbody of Aggtelek–Slovak Karst has significant role as the upper (surface) part of the Gömör–Torna Karst.

Considering the covered deepkarst area — situated in deeper and deeper position to southwest direction — and the non-karstic units with worse transmissivity was important with the aim of studying regional groundwater flows. The boundary of both the study and modelled area is in west and south: the Sajó Valley, in the north: the range of Aggtelek–Slovak Karst, in the east: the border line of Palaeozoic range according to the limits of No. k.2.16.2 waterbody.

Main watercourses of the area are the Sajó, Bódva, Jósva and Rakaca. Watersheds of these rivers cover most of modelled area, while the southeast part belongs to the Hernád watershed.

Table 5. The corner stones of Aggtelek–Slovak Karst model area in UTM coordinates

	UTM X	UTM Y
minimum	444 100	5 342 900
maximum	513 700	5 395 130

The modifying effect of the relief is significant in the distribution of precipitation, in the higher hills the average annual precipitation is between 670 to 710 mm. Cserehát Hills is the driest, the precipitation is 600–640 mm in the east Cserehát, it is even less in the west Cserehát, 580–620 mm. 650 mm is the average on other hilly areas. On the east side of the Sajó Valley and on the southern part of the Hernád Valley the annual precipitation is less than 600 mm.

Determining the geological construction of the flow domain is based on works MÁFI (2005), ŠGÚDŠ (1985), FÜLÖP (1989, 1994), HAAS (1994) and LESS (2007).

As we mentioned above the formations of the model area belong to two main units both geologically and tectonically. While the Szendrő Hills (Cserehát) is part of Bükk tectonic unit, it has a southern Alpid–Dinarids type of Palaeozoic sequence, the Aggtelek–Slovak Karst and Rudabánya Mountains — were built up mainly Triassic rocks — are part of the Inner West Carpathians nappe system. The Rudabánya Mountains are inside of the Darnó Zone, dividing the Inner West Carpathians from the Bükk tectonic unit, as a consequence its geology and tectonics are quite complex.

Hydrogeologically, the most important formation of the area is the karst system of Triassic limestone sequences have great extent both horizontally and vertically. It can be found in uncovered situation on the Aggtelek–Slovak Karst or covered with oligocene–miocene sediments. The estimated depth of

the covered karst at the southeast at edge of the model area is –1200 aBsl. (Figure 6). Sandstone and claystone intercalations occur in that karstic beds which have uniformly high hydraulic conductivity. These intercalations regionally hardly deteriorate the average hydraulic conductivity, however locally these reducing effects can not be observed.

In the model area the most important recharge fields can be found on the land of Aggtelek–Slovak Karst, particularly on the highly karstified surface (karst plains: Pelsőc and Szilice Plateau, Felső-hegy and Alsó-hegy [Figures 7 and 8]), where through the dolines and sink holes the precipitation can infiltrate in concentrated way.

On the uncovered limestone areas, karst features like cave systems occur in several hundreds metres thickness, the most worthily famous cave system is the Domica–Baradla Cave System. There are active all year around wet caves or intermittent caves, active only after snow melt or heavy precipitation as well as non-active caverns, in the stage of collapsing-filling up, so their present hydrogeological role are varied. 712 various caves in different stage are known in the area of Aggtelek–Slovakian Karst.

The regional model has no response for giving detailed description the formations of the karstic phenomenon, the important task is to take account of the diffuse and fissure (cave) flow. Depending on the karst water level the cave system could be in the vadose zone, described with vertical

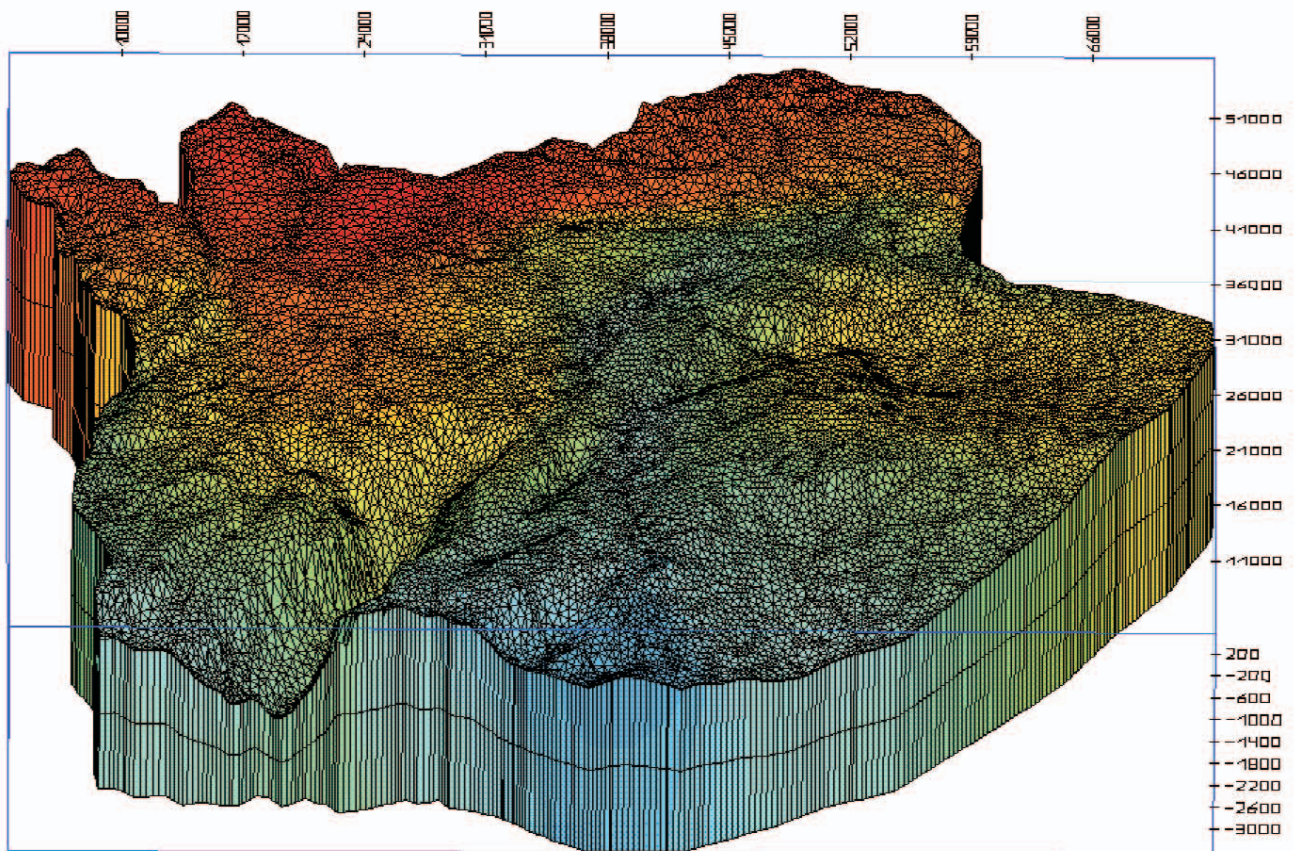


Figure 6. Topography of the Triassic formations - modeling figure, Aggtelek–Slovak Karst
6. ábra. Triász képződmények felszíne - modellábra, Aggteleki- és Szlovák-karszt

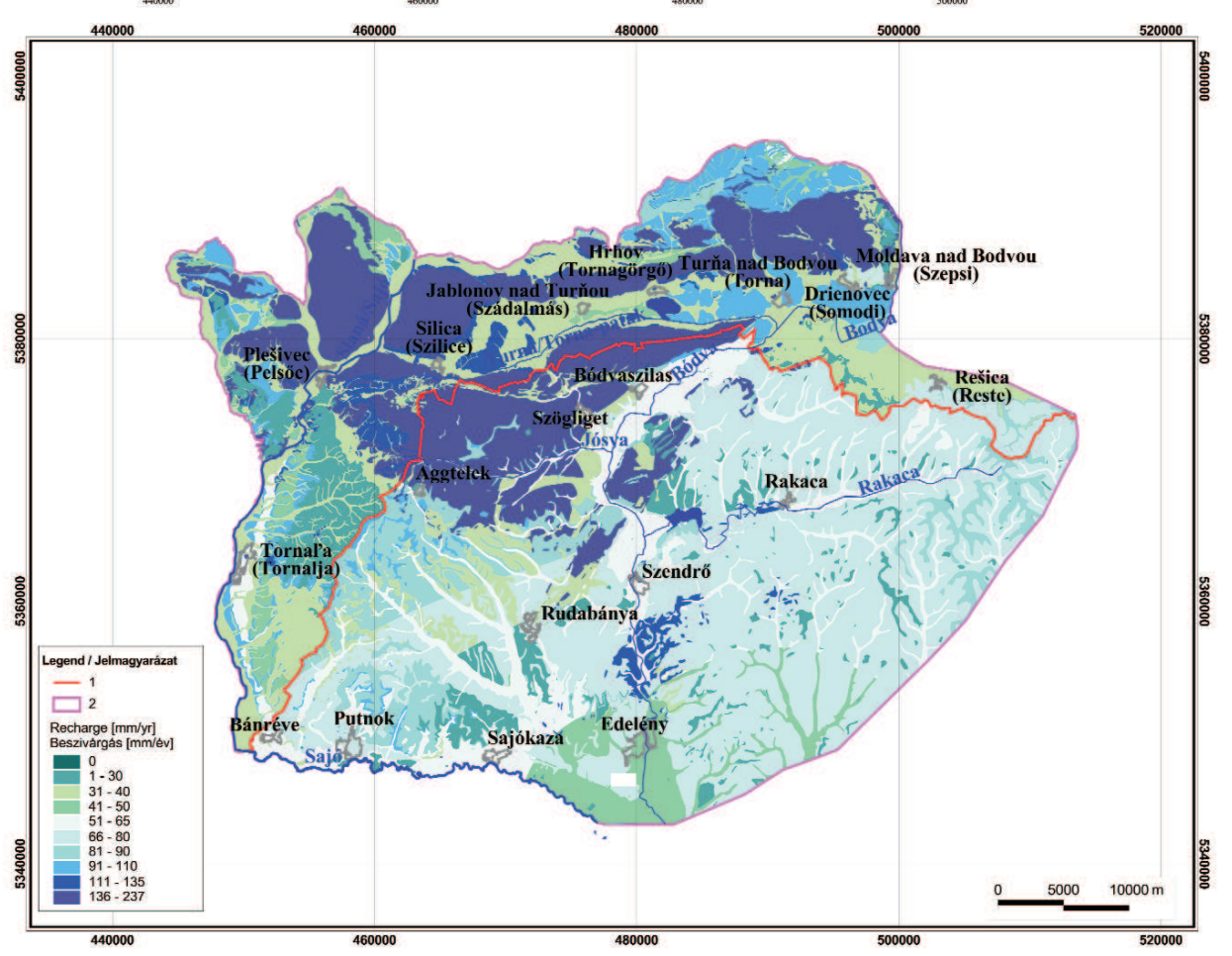
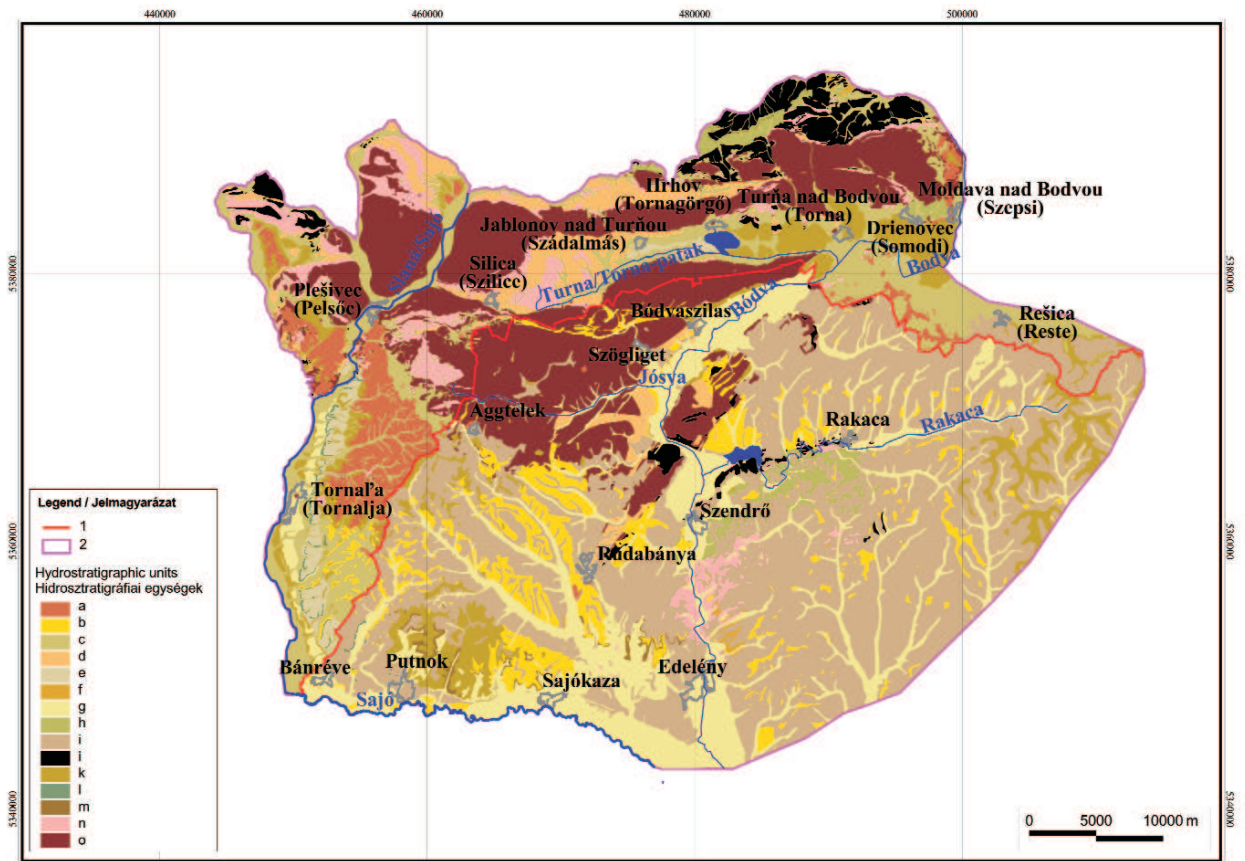


Figure 7. The hydrostratigraphic units of the uppermost model layer, Aggtelek-Slovak Karst model area (UTM coordinate system)

1 – state border, 2 – model boundary, hydrostratigraphic units: a – clay, b – silt, c – clayey marl, d – marl, e – loess, f – tuff, g – loessal sand, h – fissured sandstone, i – sand, j – fissured metamorphite, k – sandy gravel, l – gravel, m – fissured volcanics, n – limestone, o – karst

7. ábra. Legfelső modellréteg hidrosztratigráfiai egységei az Aggteleki- és Szlovák-karszt modellterületen (UTM koordinátarendszer)

1 – országhatár, 2 – modellhatár, hidrosztratigráfiai egységek: a – agyag, b – aleurit, c – agyagmárga, d – márga, e – lösz, f – tufa, g – löszös homok, h – repedezett homokkő, i – homok, j – repedezett metamorfit, k – homokos kavics, l – kavics, m – repedezett vulkanit, n – mészkő, o – karszt

water movement domination, or it could be under the water table in the freatic zone. In regional scale the finite-element method could take account of the geometry of cave-systems, but in practice the knowledge of their geometry quite poor. Therefore regionally we approach these fissured beds with equiv-porous formations. Naturally the zone of cave systems have the highest values of the hydraulic conductivity.

Description of the Model

The mesh generation is an important task of the finite element modeling. The horizontal mesh design is influenced by the boundary of the model, by the surface water network, by the tectonic elements, by the borders of geological units, and by the production and abstraction wells and springs. This model consists of 6 model layer, 148 940 finite elements and 91 530 nodes.

Vertical boundaries:

Upper boundary surface of the model is the real surface. This model lets to use the moving surface possibility, where the surface of the uppermost layer adjusted to the surface of saturated zone ensuring better run environment for the model.

Lower boundary of the model is the –3500 metre aBsl plane, determined by the minimum elevation of bedrock.

As the model does not allow the wedging of layers, therefore in those areas where the bedrock is on the surface new layers were introduced to ensure continuity of the covering layers. The following layers were differentiated:

Layer 1: Quaternary sequence,

Layer 2: Oligocene/Miocene sequences,

Layer 3: Karstified (weathered) part of Mesozoic (Palaeozoic),

Layer 4: Slightly or not karstified (weathered) surface of Mesozoic (Palaeozoic) strata,

Layer 5: Palaeozoic strata, substrata of model.

Infiltration rate of the hydrostratigraphic units were defined based on previous experience (database of MÁFI) and data from literature. For the first two model layer it was derived from the geological map. For the third model layer it was determined using the pre-Quaternary geological map. Because of the layer continuity, the lack of covering layers in the karst areas was solved with parameter changes; here the first two layers is more loose and karstified than the third layer. Table 6 consists the infiltration rates of the hydrogeological units.

On the karst and non-karst surface it is highly important to determine the parameters of water-courses. In this model they are defined with their nodes. Stream stages were derived from the digital terrain model, as the streams run close to the surface, just slightly cutting in. Inflow and outflow for 1 unit head difference was given as riverbed conductance. There was one constrain condition, that is only outflow was allowed on the stream nodes. The numerous springs in karst as well as in non-karst areas are defined as constant head nodes boundary condition. During the model run, the fact that the springs of recharge areas do not depict the level of saturated zone caused problems.

As we mentioned above the main centre of the recharge is the Aggtelek-Slovak Karst, where the the average infiltration rate is 33%. The whole area was taken account in respect of infiltration. On the simplified geological maps the following formations are shown:

clay (A), clayey loess (AL), clayey marl (AMG), sand (H), sandstone (HK), karst (K), gravel (KAV), loess (L), loessal sand (LH), limestone (M), marl (MG), fissured sandstone (RH), fissured metamorphic rocks (RM), fissured vol-

Table 6. Hydrostratigraphic units and their hydraulic conductivity (K [m/s])

Hydrostratigraphic units	K_{xy} (horizontal) [m/s]	K_z (vertical) [m/s]
Well karstified, fractured limestone	$4,48 \times 10^{-4} - 6,56 \times 10^{-4}$	$4,48 \times 10^{-4} - 6,56 \times 10^{-4}$
Loamy covering layers	$1,70 \times 10^{-6} - 8,00 \times 10^{-6}$	$1,70 \times 10^{-6} - 8,00 \times 10^{-6}$
Sandy, silty, loess top layers	$2,60 \times 10^{-5} - 9,80 \times 10^{-5}$	$2,60 \times 10^{-6} - 1,96 \times 10^{-5}$
Gravel covering layers	$3,10 \times 10^{-4} - 4,91 \times 10^{-4}$	$3,10 \times 10^{-4} - 4,91 \times 10^{-4}$
Slightly fissured, poorly karstified Triassic limestone at different depth	$1,74 \times 10^{-4} - 2,30 \times 10^{-4}$	$1,74 \times 10^{-4} - 2,30 \times 10^{-4}$
Non or hardly fissured limestone	$5,00 \times 10^{-7} - 5,00 \times 10^{-8}$	$5,00 \times 10^{-7} - 5,00 \times 10^{-8}$
Darnó Zone, crystalline bedrocks	$1,00 \times 10^{-8} - 5,00 \times 10^{-9}$	$1,00 \times 10^{-8} - 5,00 \times 10^{-9}$

Figure 8. Recharge distribution derived from the precipitation, Aggtelek-Slovak Karst model area (UTM coordinate system)

1 – state border, 2 – model boundary

8. ábra. Csapadék eredetű beszivárgás-eloszlás az Aggteleki- és Szlovák-karszt modellterületen (UTM koordinátarendszer)

1 – országhatár, 2 – modellhatár

canite (RV), tuffs (T). Based on the infiltration rate of formations given in previous *Table 3*, and by overlying the geological map and precipitation distribution map, the map of precipitation value of formations was created.

The characteristic infiltration values are calculated from the percent values of formations multiplied by the average infiltration data at that location (24 meteorological stations, 23 years).

The infiltrating precipitation leaves the subsurface terrains as:

- natural springs on the surface,
- seepage feeding the alluvial flows in the valleys,
- subsurface seepage at boundary of basin sediments and mountains,
- artificial water abstraction.

On the area, yield of karst springs are highly depends on the supply; in a given area they maximize the karst water level. One part of the water abstraction is through karst springs, like Tohonya Spring (Aggtelek), Pasnyag Spring (Komjáti). The exact yield of these springs are unknown, we can only estimate them. The springs are defined as constant head nodes in the model; as a consequence their yields are used for calibration. In the permanent model can not handle with the extremity of spring's yield, only with an average values.

Average well yield in 2002 was used for the amount of abstraction in the model, where this data was not available average productions of earlier years were used.

Running the Model

The model runs at steady state flow, leaving the vadose zone out. Layers 1 to 3 are unconfined/confined, while layers below these are strictly confined. In our model karst water table is determined by the head of the third layer.

Calibration

During the running procedure all together average water levels of 84 observation wells were compared to the calculated head distribution. In case of 15 of 52 objects were the differences below 15 metres in measured and calculated values. This result satisfies the expected accuracy of permanent model.

In some cases in the hilly area, calculated water levels are lower than the level deduced from the elevation of springs. It is hard to determine the thickness of unsaturated zone of the recharge areas and continuous level of karst water. There are separated blocks, where karst water is isolated for example it creates karst water levels or separated karst water blocks.

Assessment of the Flow Field and Water Balance Based on the Results of the Model

There are two important output parameters of the numerical model that aid the description of waterbodies: the

calculated head distribution and the calculated water budget. Based on the calculated head map, the direction of the main flows are north to south, or it is northwest to southeast from the hills. (*Figure 9*) On the hilly areas, since the majority of vadose zone was left out, the relief effect disappears. In the model of Felső-hegy – Torna Basin – Alsó-hegy, the area is in a continuous flow field; however there are no measured data yet to prove it. On the forehills the water table follows the relief, the river valleys are the main discharge zones.

The total inflow of volume of the modelled domain is 783 663 m³/day, the total outflow is 783 749 m³/day; the

Table 7. Calculated water budget of the steady state model

Components of water budget	Volume of inflow [m ³ /day]	Volume of outflow [m ³ /day]
Infiltration	783 663	-
Withdrawals through wells	-	5 913
Fluxes through nodes of watercourses	-	606 712
Fluxes through nodes of springs	-	171 124
Total volume	783 663	783 749
Imbalance (input-output)		86
Volume rate of imbalance [%]		~0

imbalance is 86 m³/day, which is irrelevant rate comparing with the volume of in or outflow ($\approx 0\%$) (*Table 7*).

The value of infiltration is equal with the total inflow as at the nodes of watercourses inflow was not allowed. The volume of water withdrawal through wells is 5 913 m³/day. The volume rate through the nodes of rivers and constant head is 78–22%. The data clearly show that calculated water budget of whole model has only insignificant error, the volume of inflow and outflow is close to equilibrium, therefore the yields of the springs would significantly decline under the same incoming parameters with increased water withdrawal.

Summarizing the Results of the Hydrogeological Model

Based on the modeling procedure of Aggtelek–Slovak Karst the following statements were proved:

— The balance of karst-water system mainly depends on environmental factors above all the amount of precipitation. Therefore this system is highly sensitive to changes of climate.

— With mainly discharge of springs the water budget has natural equilibrium.

— In case of significant increasing of water withdrawal through wells or in the case of very dry weather can cause springs would run dry causing notable water shortage, and the extremely changing climate will enhance these problems.

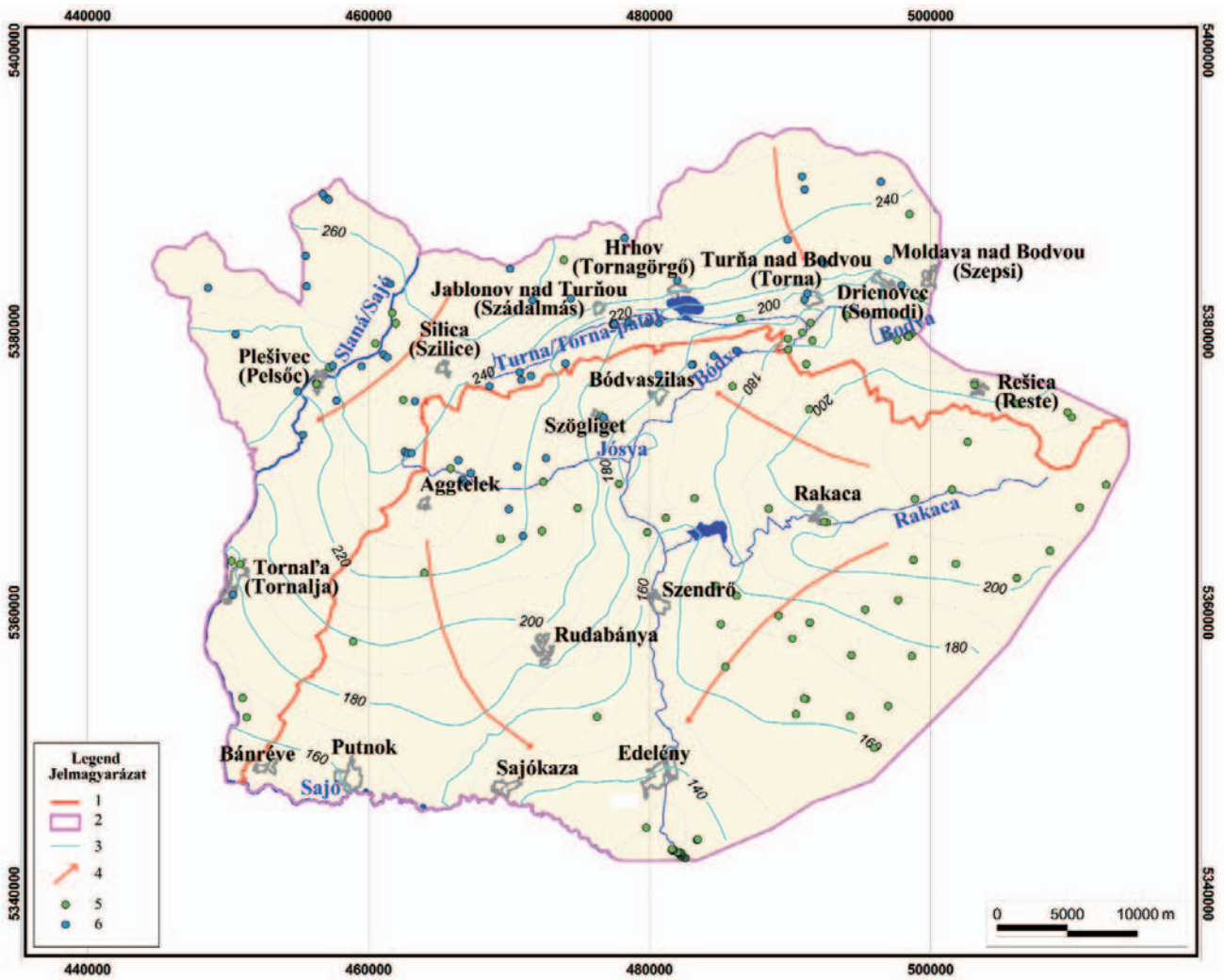


Figure 9. Calculated hydraulic potential distribution in the karstic model-layer and the representative directions of groundwater flow, Aggtelek-Slovak Karst model area (UTM coordinate system)

1 – state border, 2 – model boundary, 3 – calculated potential level [aBs], 4 – main direction of groundwater flow, 5 – production well, 6 – spring

9. ábra. A karsztos modellrétegre számított hidraulikus potenciál-eloszlás és a jellemző felszín alatti vízáramlási irányok az Aggteleki-és Szlovák-karszt modellterületen (UTM koordináta-rendszer)

1 – országhatár, 2 – modellhatár, 3 – számított vízszint [m Bf], 4 – felszín alatti víz fő áramlási iránya

Hydraulic Model Prepared for the Bodrog Basin and its Catchments Area

Table 8 contains the corner points of the Bodrog Basin and its catchments area in UTM coordinate system.

The five deterministic subregions and their topography of the model area are from northwest to south as it is follows:

- 1 — Zemplén Mountains with great relief,
- 2, 3 — Bodrogköz and Rétköz regions with low relief,
- 4, and 5 — the Nyírség and Hajdúság regions where the surface divided with sandy hills.

From the regional subsurface flow point of view the mountainous and the elevated sandy hill parts are regional recharge areas, while the basins are regional discharge areas.

There are no significant open water bodies, while the

major rivers are the Tisza, the Bodrog, the Latorca/Latorica, and the Bodrog on the model area.

The yearly sum precipitation increases toward north and east, and it is 520 to 600 mm per year. The Zemplén Mountains has more precipitation; the sum is 600 to 700 mm per year (MTA 1990).

On the bases of the work of the MÁFI (BOCZÁN et al. 1966, GYARMATI et al. 1976, TÓTH 1986, GYALOG 1996, MÁFI 2007a, 2007b) and the ŠGÚDŠ (1985) we give a brief overview of the complex geology of the area.

Table 8. The corner stones of the Bodrogköz model area in UTM coordinates

	UTM X	UTM Y
minimum	520 000	5 269 000
maximum	599 000	5 390 000

The basement consists of different Proterozoic — Palaeozoic crystalline rocks. The Upper Miocene volcanic rocks of Tokaj Volcanic Formation erupted to the surface along more than 3000 metres long collapsed area. The mountains mostly built up of rhyolite, dacite and andesite lava and pyroclastic rocks. These rocks have low hydraulic conductivity that decreases from the weathered surface inward. The pyroclasts have lower permeability due to their clayey weathering and their less fractured structure; so they represent a separate hydrogeological unit close to the surface.

The Upper Badenian – Sarmatian volcanoes erupted through the crystalline bedrock and through Triassic carbonates at Bodrogszerdahely on the bases of borehole data. The study area has two stratified andesite volcanoes; one is at Bodrogszerdahely and one at Királyhelmece. These volcanoes have low hydraulic conductivity similarly to the fractured volcanic rocks of Zemplén, furthermore their upper weathered zones are separated as a layer with a higher hydraulic conductivity as well.

The volcanic rocks reaching under the basement are covered by Badenian–Pannonian sediments, while the volcanic rocks are covered by mostly Sarmatian–Pannonian deposits. The sediments series is more than 1000 metres thick, and contains the impermeable surface considered the border between Lower and Upper Pannonian sequences.

The Upper Pannonian sediment sequence in overall built up of medium to low permeability layers, where the rate and thickness of coarse sediments decreases upward. Based on the above mentioned facts, the Upper Pannonian sequence is considered as one hydrostratigraphic unit, it has medium hydraulic conductivity horizontally and poor hydraulic conductivity vertically.

The thickness of Quaternary siliciclastic sediments, wedg-

ing out toward the mountainous areas, is 100 to 180 metres, and its grain size varies laterally and vertically. Based on the surface geological map of the area, the clastic formation of the upper 10 metres thick layer can be successfully delineated and hydrostratigraphically characterized. Permeability of each Quaternary formation is in the category of good, medium, poor.

There is no deterministic tectonic element either regional or subregional scale. The smaller, but hydrogeologically deterministic tectonic elements, like fissures in volcanite, were considered as diffusive factor in the regional model.

Description of the Model

Considering the size of the modeled area, the regional feature of the modeling task, and the possibilities of the applied Visual Modflow 4.2. (Waterloo Hydrogeologic Inc. 2006) software, 250 times 250 metres grid design was used.

In the model three hydrostratigraphic levels were differentiated vertically (Table 9). In the first shallow groundwater model layer (1. model layer), 9 hydrostratigraphic units were differentiated laterally (Figure 10). The number of the hydrostratigraphic units was modified to 11 due to the calibration process of the model when two more metamorphic rock types were distinguished with slightly different permeability in the Ronyva/Ronava Valley. Considering the model the vertically proportional grid design is technically favourable, so the second and third model layers, the Lower Quaternary and Upper Pannonian sequences, were divided to sublayers. This way 7 model layers were defined for the model, however hydraulic parameters of sublayers belonging to the same group were not modified, so the model has three hydrostratigraphic layers (Figure 11).

The borders of the model area and the base of the Upper Pannonian hydrostratigraphic unit are no flow boundaries,

Table 9. Hydrostratigraphic units and their hydraulic conductivities (K [m/s])

Model layer	Hydrostratigraphic units	Formation	K_x [m/s] (lateral)	K_z [m/s] (vertical)
1.	Quaternary sediments, weathered surface and close to surface crystalline, volcanic and pyroclastic rocks containing soilwater,	Clay	1E-8	1E-8
		Clayey silt	1E-7	1E-7
		Fine sand	9E-6	9E-6
		Sand	5E-5	5E-5
		Loess sand	5E-4	5E-4
		Limestone	1E-6	1E-6
		Fissured metamorphic rocks	5E-5	1E-5
		Fissured metamorphic rocks	3E-7	8E-7
		Fissured volcanite	1E-8	5E-8
		Tuffs	1E-8	5E-8
		Medium sized sand	1E-6	5E-7
2-3.	Lower part of Quaternary and Neogene volcanite	Quaternary sequence	5E-4	5E-6
		Neogene volcanite	8E-7	8E-8
4-7.	Upper Pannonian sequence and Neogene volcanite	Upper Pannonian sequence	7E-4	1E-6
		Neogene volcanite	5E-7	5E-8

Figure 10. The hydrostratigraphic units of the uppermost model layer, Bodrog Basin and and its catchments model area (UTM coordinate system)

1 – state border, 2 – model boundary, hydrostratigraphic units: a – clay, b – silt, c – loess, d – tuff, e – loessal sand, f – sand, g – fissured metamorphite, h – fissured volcanics, i – limestone

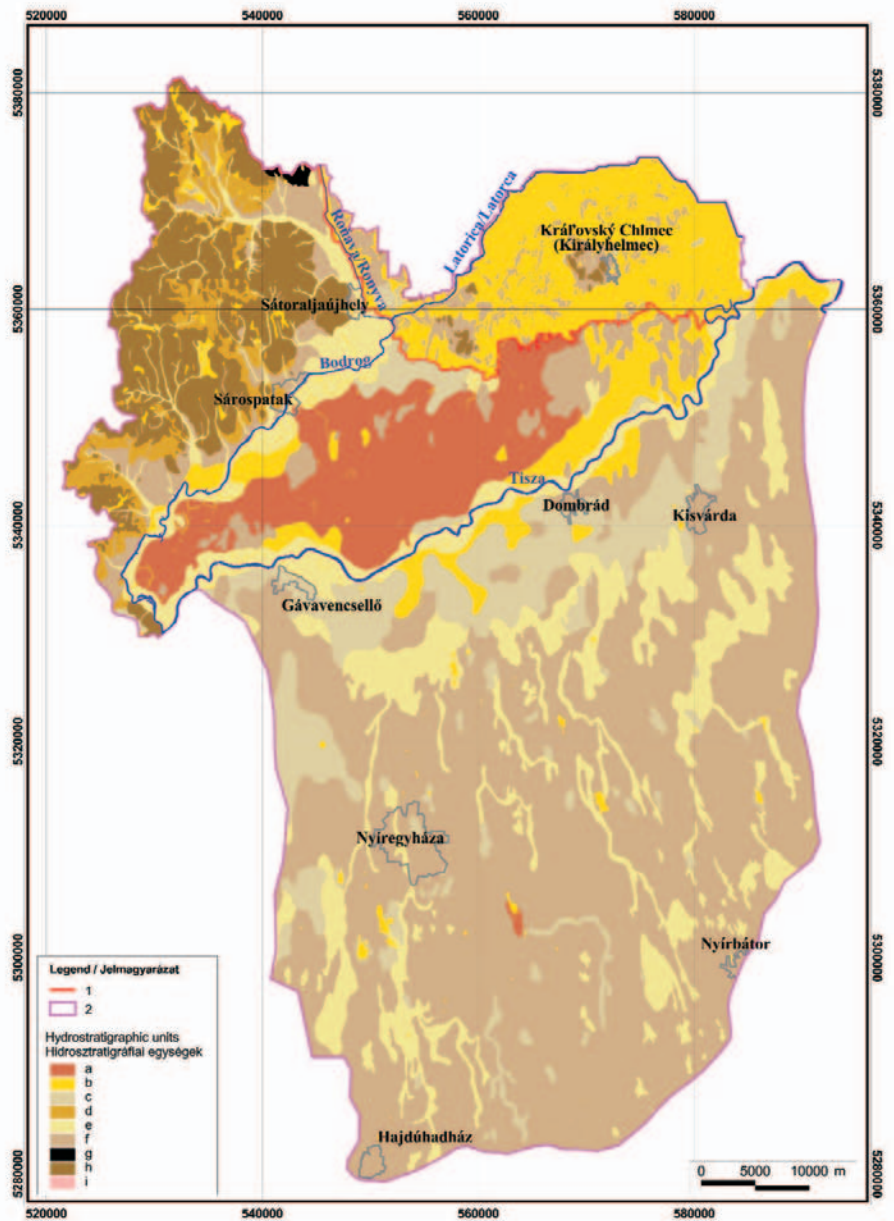
10. ábra. Legfelső modellréteg hidrosztratiográfiai egységei a Bodrog-medence és vízgyűjtője modellterületen (UTM koordináta-rendszer)

1 – országhatár, 2 – modellhatár, hidrosztratiográfiai egységek: a – agyag, b – aleurit, c – lösz, d – tufa, e – löszös homok, f – homok, g – repedezett metamorfit, h – repedezett vulkanit, i – mészkő

this way the studied basin is a separate system in the modeling point of view.

In the model area the infiltration from the primary precipitation was calculated based on the distribution of precipitation and on the close to the surface geology. Characteristic potential primary infiltration percent were ordered to the surface formations in 9 groups: clay (A), clayey loess (AL), sand (H), loess (L), loessal sand (LH), limestone (M), fissured metamorphic rocks (RM), fissured volcanite (RV), tuffs (T) (Table 3).

In the model area 23 years long time series of 38 precipitation gauges (1980–2002) were available. Based on the time series, annual average precipitations were calculated, and then distribution maps were created. Then the simplified geological map



Ny/W

K/E

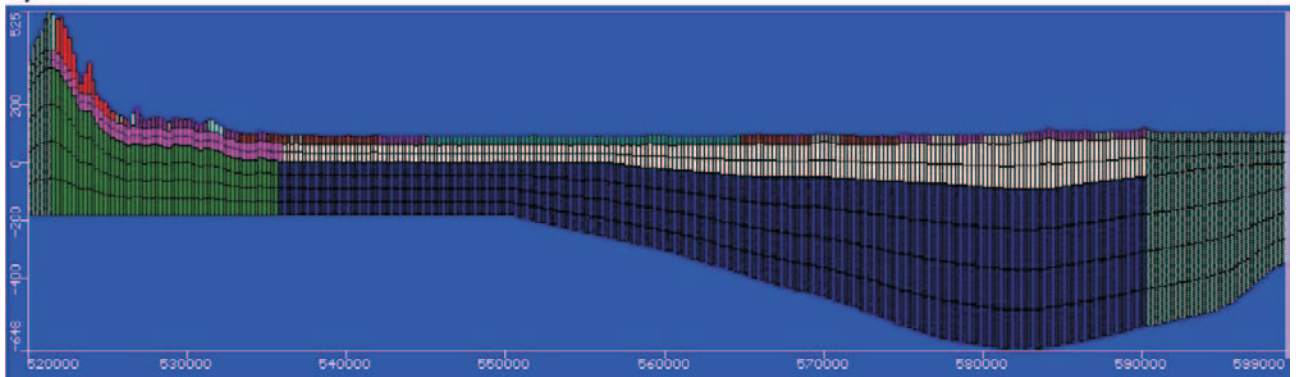


Figure 11. Significant W–E orientated hydrostratigraphic cross-section in the middle part of the modeling area – modeling figure, Bodrog Basin and and its catchments model area (UTM coordinate system and Baltic sea level) vertical exaggeration: 10×

11. ábra. Jellemző Ny–K-i irányú keresztmetsvény a modellterület középső részéről – modellábra (UTM koordináta-rendszer, Balti-tenger szint feletti magasság) túlmagyasítás: 10×

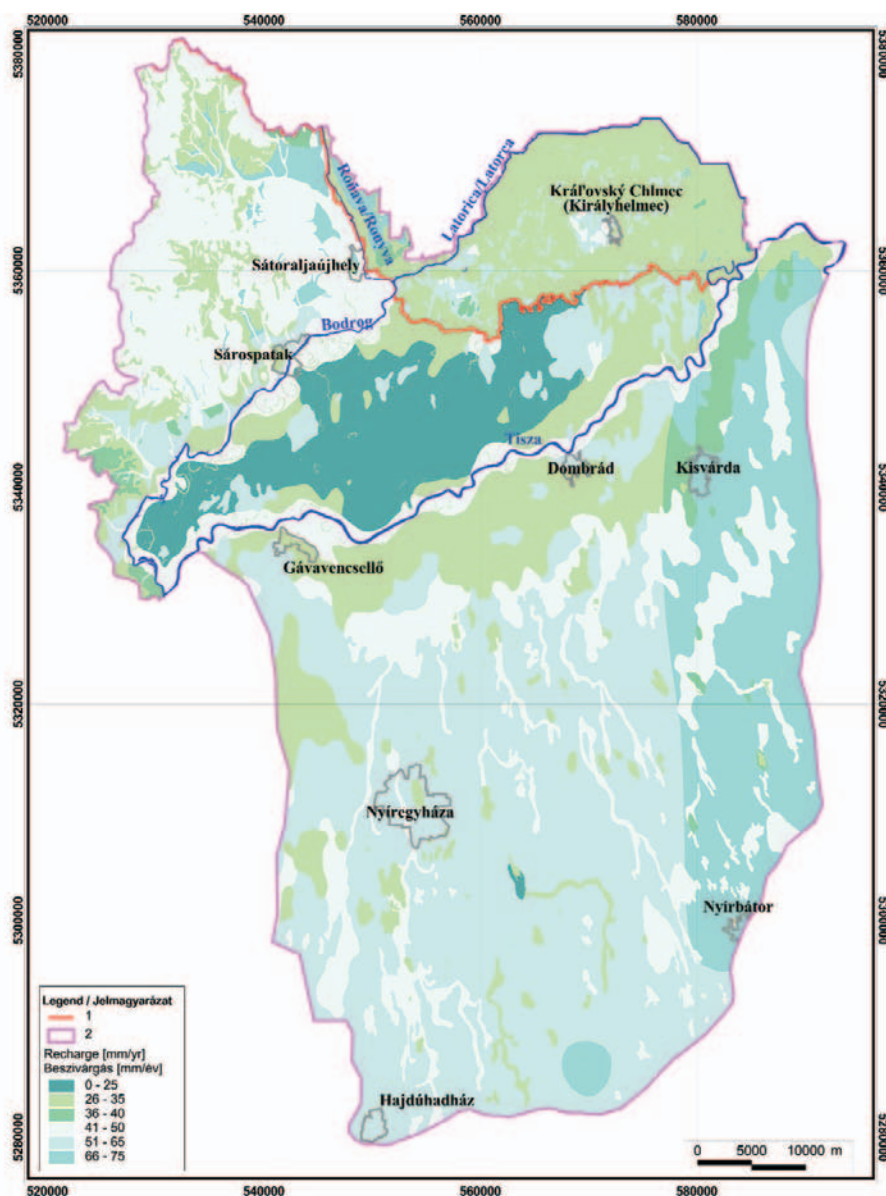


Figure 12. Recharge distribution derived from the precipitation, Bodrog Basin and its catchments model area (UTM coordinate system)

1 – state border, 2 – model boundary

12. ábra. Csapadék eredetű beszivárgás-eloszlás a Bodrog-medence és vízgyűjtője modellterületen (UTM koordináta-rendszer)

1 – országhatár, 2 – modellhatár

and the precipitation distribution map were overlaid to depict the primary infiltrations zones (Figure 12).

In the model to determine the effective infiltration three extensive units with the same evapotranspiration value were distinguished (Figure 13) based on the above mentioned over-

laid maps, on the climate characteristics and on the Shallow Groundwater Budget Map of Hungary (TÓTH 1986). The three areas are Zemplén Mountains, Ronyva/Ronava Valley – Bodrogeköz – Rétköz, and Hajdúság – Nyírség. Table 10 contains the characteristic surface and near surface evapotranspiration, and the effective depth of evaporations values of the three area.

Areas characterized by the primary infiltration and the zones of evapotranspiration were overlaid in the model as model layer, so this way the areas with effective infiltration and the shallow groundwater water balance were determined.

Drain Boundary Condition

The model has drain type boundary on the northwestern part of the model area in the Zemplén Mts. The draining element is a seepage surface 0.1 metre below the surface, and the conductance determining the rate of discharge was given 50 m²/d.

River Type Boundary Conditions

4 significant (Tisza, Bodrog, Latorca/Latorica, Ronyva/Ronava) rivers were determined as river type boundary condition in the model area. Table 11 contains the water level data of the gauges used in the model (annual mean value of 2002). Water level data between the gauges were determined by using linear interpolation.

Hydraulic conductance of the riverbed (C) of Tisza, Bodrog, and Latorica was calculated by multi-

plying the width of the rivers (W) with their length in each cell (L) and with the vertical specific conductance value of their channel material (K_z), and by dividing with the thickness of channel material: $C = (W \times L \times K_z) / M$. The channel material conductance (C) of the Ronyva/Ronava was uni-

Table 10. Evapotranspiration zones determined in the model and their data

Recharge area	Evapotranspiration [mm/year]	Effective Depth [m]
Zemplén Mountains	20	1
Ronyva/Ronava valley – Bodrogeköz – Rétköz	221	1.4
Hajdúság – Nyírség	5	1

Figure 13. Zones of evapotranspiration, Bodrog Basin and its catchments model area (UTM coordinate system)

1 – state border, 2 – model boundary

13. ábra. Evapotranspirációs zónák a Bodrog-medence és vízgyűjtője modellterületen (UTM koordináta-rendszer)

1 – országhatár, 2 – modellhatár

form. Table 12 contains the channel material conductance values for each river.

Production and Monitoring Objects

The raw database contained 898 production objects producing more than 1000 m³/day for the technical model area. The filtered database was further queried by the depth of modeled space and by the area of the research model. As a consequence wells producing water from the Lower Pannonian and wells outside of the study area were ignored. At the end, the model contained 575 water producing objects.

These wells characteristically produce water for the local public water supply, for the agriculture and for the local industry. Vulnerable water supplies of the Bodrogtörzs waterbody are as follows: Kiszárda, Ibrány (Jásztelep), Kótaj-Nagyhalász, Tiszabездé, Paszab, Kemece, Licse, Fényeslitke, Dombrád, Dombrád-Kistiszahát, Buj wells.

90% of all water production was below the 500 m³/d value. Water

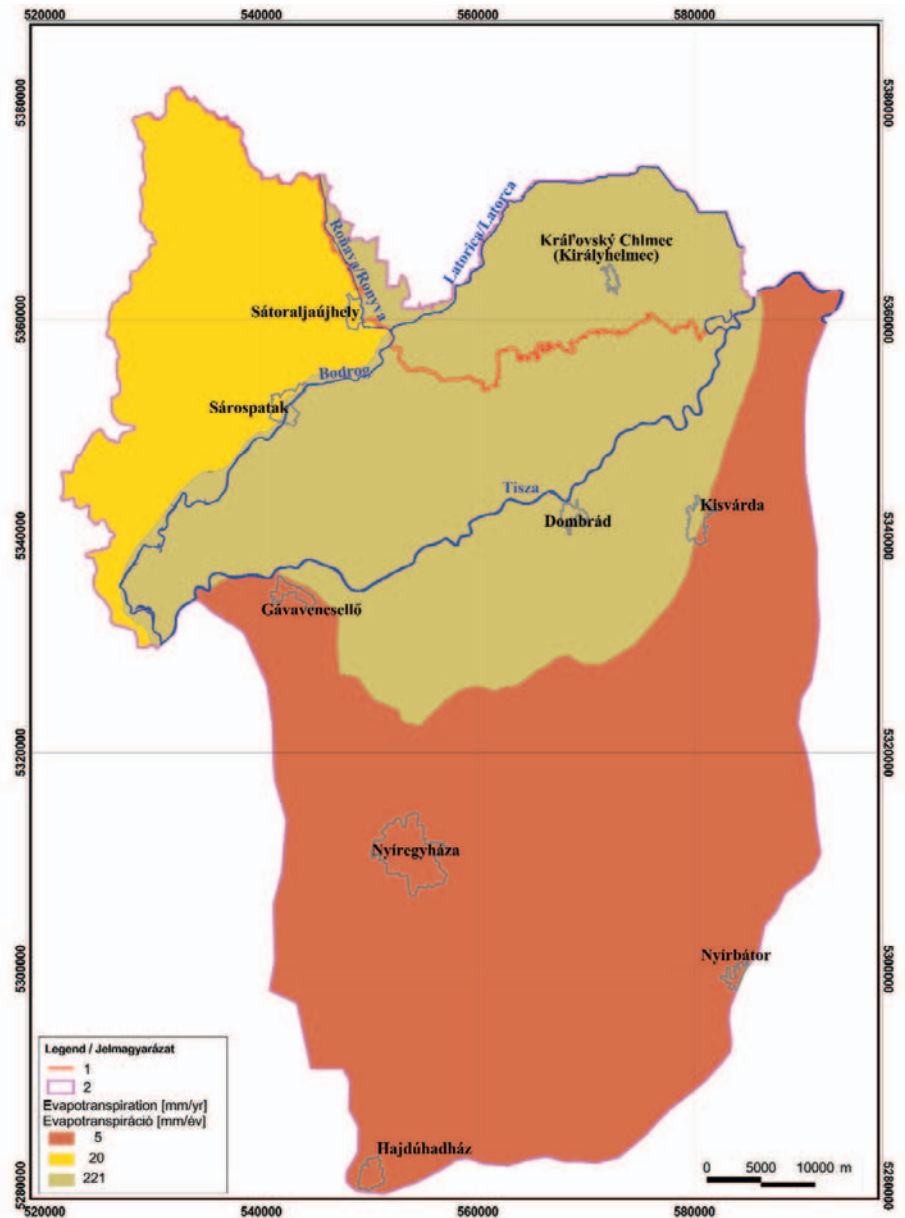


Table 11. Water level data of rivers defined in the model, based on annual mean values of 2002

River	Settlements	National code of water level gauge	UTM X	UTM Y	Water level [m a.s.l B]
Tisza	Vásárosnamény	1516	599654	5331149	102.43
Tisza	Záhony	1518	586736	5362763	97.77
Tisza	Dombrád	1520	568354	5343122	95.84
Tisza	Tiszabercel	1521	549251	5334797	94.94
Tisza	Tokaj	1719	530854	5329302	94.38
Latorca/Latorica	Nagykapos	9410	577688	5372482	97.47
Latorca/Latorica	Bodrogszerdahely	9670	555382	5360473	95.40
Bodrog	Felsőberecki	1724	551273	5356164	95.42
Bodrog	Sárospatak	1725	542603	5352075	95.03
Ronyva/Ronava	Alsómihályi	9690	545294	5373550	122.61
Ronyva/Ronava	Sátorajújhely	3059	548945	5362560	100.85

Table 12. River bed material conductance for each river

River	Hydraulic conductance of the riverbed [m ² /d]	
	minimum	maximum
Tisza	55	242
Bodrog	50	258
Latorca/Latorica	41	186
Ronyva/Ronava	350	350

production between 500 and 1000 m³/d was 7%, while over 1000 m³/d was 3% of the total water production.

Screen elevation values of the production wells are between -737.69 and 239.90 metres aBsl. Most of the wells draw water from Quaternary and from the upper part of Upper Pannonian sedimentary aquifer layers, their depth are from near surface to -150 m aBsl. Only a few wells screened for the lower sequence of the Upper Pannonian, from -150 to 737 m aBsl.

122 observation well data was built into the model, after data processing similar to the above described one. During the calibration process, water level data of five wells (1609, 2611, 4018, 4163, 4338 cadastre number) were ignored, because their data greatly differed from the data of wells close by. This way, 117 observation well data was considered in the model. Screen elevation values of the observation wells are between 68.7 and 147.61 metres aBsl.

The Run of the Model

The model was run for two steady state conditions. After the calibration of steady state, the water production state was simulated. Model parameters:

- during the model run the Slice-Successive Over-Relaxation (SOR) algorithm was used, where the permitted maximum iteration was 1000, and the so called “acceleration factor” was 0.1 and the convergent limit of water level changes was 0.3 m;

- in the second model run, depicting production conditions, the “acceleration factor” was 0.05;

- the compiled water table of the preliminary model made by the MÁFI was the starting water table for the model runs;

- the layers could be confined, unconfined and if it necessary variable transmissivity. The latter is used because of the large extent of the model area. With this method the close to the surface layers could run dry, and this type of layer definition is adaptable for the deeper saturated layers as well;

- re-saturation of the cells was not allowed.

Calibration

The measured and calculated head of the 117 monitoring wells, covering the model area quite evenly, were in accordance, the statistical parameters of this relationship are the next:

- maximum residual: 5.93 m;
- absolute residual mean: 1.153 m;
- standard error of estimate: 0.147 m;

- normalized RMS: 2.672%;
- correlation coefficient, 0.995.

Assessment of the Flow Field and Water Balance Based on the Results of the Model

In the Bodrogköz area flow field, the hydraulic heads of groundwater under natural circumstance and steady state condition is almost the same than the hydraulic head under steady state production. The regional groundwater flow direction is from the margin towards the center of the region (*Figure 14*).

Table 13 contains the results of water budget calculated for the natural state. Based on the water budget assessment the study area is in hydraulic equilibrium under natural steady-state hydrogeological conditions. Main component of recharge is the meteoric infiltration (94%), although the recharge of the alluvial sediments in the upper part of the rivers plays role as well (6%), its absolute value is significant. The discharge of the groundwater is the evapotranspiration (43%), and is the discharge (41%) controlled by the

Table 13. The components and data of water budget during the steady state condition assessment of the natural hydrogeological system

Water budget component	Amount of inflow [m ³ /d]	Amount of outflow [m ³ /d]
Infiltration	623 360	-
Evapotranspiration	-	286 600
River bed water budget	38 284	100 520
Mountainous discharge	-	274 510
Total	661 644	661 630
Difference		14
Difference [%]		~0

valleys in the mountainous areas. Furthermore, the valleys drain the area through the river channel bed, 16% of the groundwater leaves the system through it.

Results of Hydrological Model

Based on the detailed study of hydrogeological environment of the drainage basin, and on the subsurface water flow depicted by the permanent numerical hydraulic model the followings can be stated:

- in the drainage basin a gravitation driven steady-state subsurface flow system formed;

- the main recharge areas are the Nyírség and Hajdúság regions, from where the effectively infiltrating water forming the regional flow system migrating toward the central region of the basin;

- the Zemplén Mountains are significant recharge area as well, however here one part of the significant precipitation is channeled on the surface, and the drainage effect of deep cutting valleys and the numerous small springs (individually not determined in the model) on groundwater is significant as well;

- due to the basin geometry, water flows in the weath-

ered, fissured volcanite or in the alluvial sediments of the streams and reaches the basin deposits, then it shortly is discharged into the Bodrog Valley and the west side of Bodrogköz through line or through surface. From this point the rest of the water flows toward southeast, to the hydraulic minimum zone, where it is spatially discharged together with the groundwater migrating from southeast and south;

— the regional discharge area is the regions of Bodrogköz and Rétköz, where due to the basin geometry (large extent, but shallow basin) the extensive surface discharge is dominant through the intensive evapotranspiration, while the discharge along the Tisza River a line-discharge is subsidiary;

— the Bodrogköz area, the focus point of our study, due to its central location in the basin is richly endowed by subsurface water both in its natural state and under basin-wide production. This is indicated by the close to the surface water level, the presence of wetlands and the high rate evaporation fed by the upwelling subsurface water;

— adverse effects related to the withdrawal of subsurface water, such as disappearing, shrinking territory of water related ecosystems, decreasing safe yield of groundwater, do not affect the Bodrogköz region under the present production conditions;

— based on the model the Bodrogköz waterbody reaches over the Hungarian–Slovakian border, its proposed borders can be given by the following topographic elements:

- on the south, southwest and east is the Tisza from Tokaj to Záhony;
- on the east is the Slovakian–Ukrainian border from Záhony to Latorca/ Latorica;
- on the north is the Latorca/ Latorica;
- on the northwest and west is the Bodrog.

Conclusion

The results of the numerical models shown on the introduced three areas were proved the necessity of com-

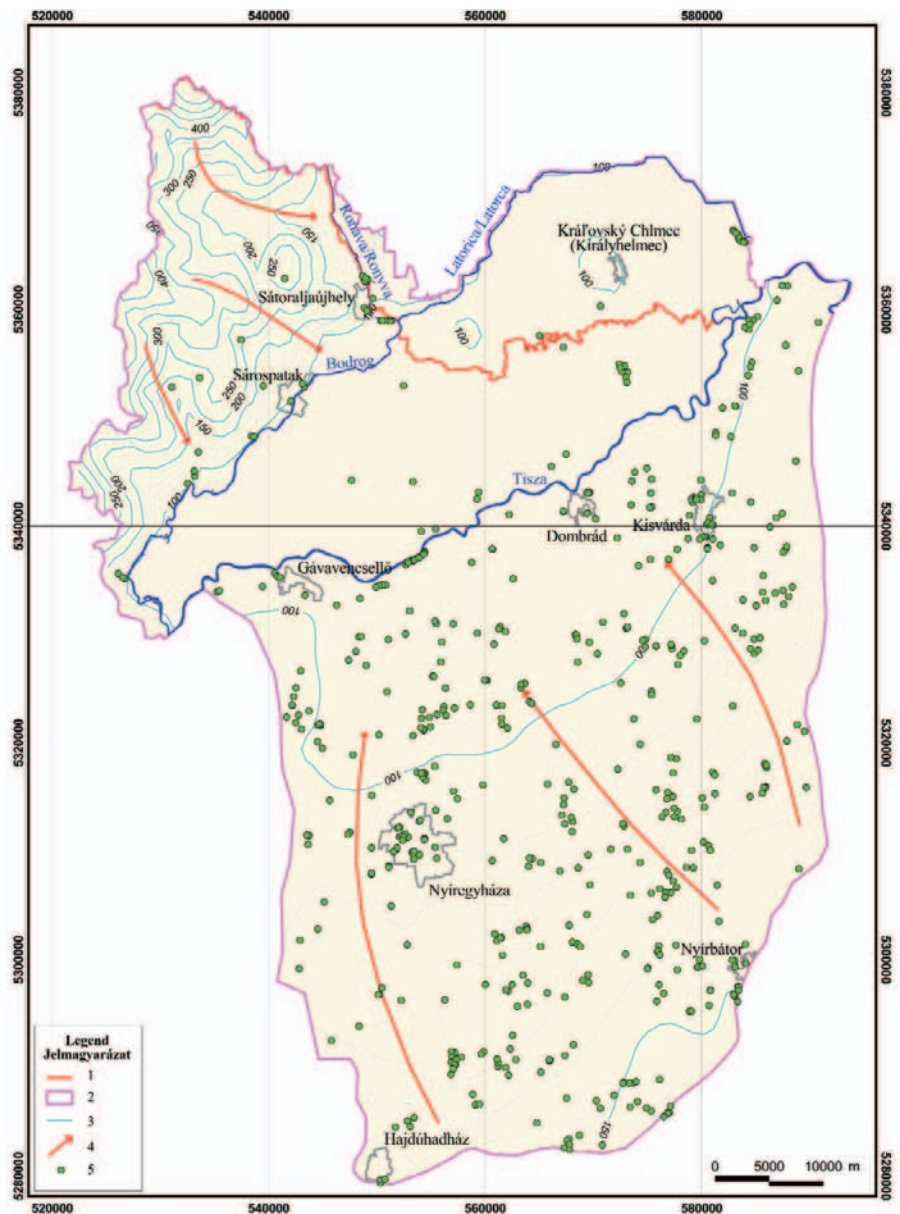


Figure 14. Calculated hydraulic potential distribution in the uppermost model-layer and the representative directions of groundwater flow, Bodrog Basin and its catchments model area (UTM coordinate system)

1 – state border, 2 – model boundary, 3 – calculated potential levels [aBsl], 4 – main direction of groundwater flow, 5 – production well

14. ábra. A legfelső modellrétegre számított hidraulikuspotenciál-eloszlás és a jellemző felszín alatti vízáramlási irányok a Bodrog-medence és vízgyűjtője modellterületen (UTM koordináta-rendszer)
1 – országhatár, 2 – modellhatár, 3 – számított vízszint [m Bf], 4 – felszín alatti víz fő áramlási iránya; 5 – termelőkút

plex handling of transboundary hydrogeological systems. These kind of bilateral or multilateral cooperations are able to support the complete data management of a system concerning its geometry and its hydrogeological environment. The regional numerical models prepared with this method are able to form the bases of detailed sub-regional studies. Moreover due to the harmonized database structure these models are suitable for emplacing the continuously generated data originated from all partner countries.

References — Irodalom

- BALOGH K. 1991: *Szedimentológia I–III.* — Akadémia kiadó, Budapest, I: 547 p, II: 356 p, III: 400 p.
- BÁLDI T. 1983: *Magyarországi oligocén és alsó-miocén formációk.* — Akadémia kiadó, Budapest, 293 p.
- BEGAN, A. (ed.) 1985: *Základná Hydrogeologická Mapa ČSSR.* — Geologický Ústav Dionýza Štúra, Bratislava.
- BOCZÁN B., FRANYÓ F., FRITS J., LÁNG S., MOLDVAY L., PANTÓ G., RÓNAI A., STEFANOVITS P. 1966: *Magyarázó Magyarország 200 000-es Földtani Térképsorozatához M-34-XXXIV. Sátoraljaújhely.* — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 200 p.
- Európai Parlament és Tanács 2002: 2000/60/EK irányelv a közösségi cselekvés kereteinek meghatározásáról a vízpolitika területén (Európai Víz Keretirányelv, EU VKI). www.euvki.hu
- FÜLÖP J. 1994: *Magyarország geológiája. Paleozoikum I–II.* — Akadémia Kiadó, Budapest, oldalszám, I. 325 p., II: 445 p.
- GONDÁRNÉ SÓREGI K., ÁCS V., GONDÁR K., KÖNCZÖL N.-NÉ, KUN É., PETHŐ S., WEISER L. ZACHAR J., (Smaragd-GSH Kft.) 2007: Hidrogeológiai modellezés szlovák–magyar határon átnyúló három felszín alatti víztesten. — *Kézirat*, Kutatási jelentés Smaragd-GSH Kft., Budapest, 226 p.
- GYALOG L. (szerk.) 1996: A földtani térképek jelkulcsa és a rétegtani egységek rövid leírása. — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 171 p.
- GYARMATI P., PERLAKI E., PENTELENYI L. (szerk.) 1976: *A Tokaji-hegység földtani térképe.* — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- HAAS J. 1994: Magyarország földtana. Mezozoikum. — *Egyetemi jegyzet*, ELTE, Budapest, p. 119
- HAAS J. (szerk.) 1996: *Magyarázó „Magyarország földtani térképe a kainozoikum elhagyásával” és „Magyarország szerkezetföldtani térképe” című térképlapokhoz.* — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 186 p.
- KORPÁS L. (szerk.) 1998: *Magyarázó a Börzsöny és a Visegrádi-hegység földtani térképéhez (1:50 000).* — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 216 p + 1 térképmelléklet
- LESS GY. 2007: Magyarország földtana. — *Egyetemi jegyzet*, Miskolci Egyetem, Miskolc, 60 p
- Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) 2007a: Magyarország felső-pannóniai képződményeinek elterjedés- és vastagságtérképe. — Digitális változat, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) 2007b: A Tokaji-hegység prekvarter földtani térképe. — Digitális változat, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- MAROSI S., SOMOGYI S. (szerk.) 1990: *Magyarország Kistájainak Katasztere.* — Magyar Tudományos Akadémia (MTA), Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, 1023 p.
- TÓTH GY. (szerk.) 1986: Magyarország talajvízforgalmi térképe (1:500 000). — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- Wasy GmbH 2003: *Feflow.* — Finite Element Subsurface Flow & Transport Symulation System, Berlin, Germany, 168 p
- Waterloo Hydrogeologic Inc. 2006: *Visual Modflow 4.2.* — Three-Dimensional Groundwater Flow and Contaminant Transport Modeling, Waterloo, Ontario, Canada, 632 p.

Numerikus hidraulikai modellezés szerepe a határ menti közös felszín alatti víztestek környezetállapotának és fenntartható használatának meghatározásában

PETHŐ SÁNDOR¹, ÁCS VIKTOR¹, GONDÁR KÁROLY¹, GONDÁRNÉ SŐREGI KATALIN¹,
KUN ÉVA¹, SVASTA JAROMIR², TÓTH GYÖRGY

¹Smaragd-GSH Környezetvédelmi és Szolgáltató Kft., 1114 Budapest, Villányi út 9.

²Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 81704 Bratislava, Mlynská dolina 1., Slovak Republic

³Magyar Állami Földtani Intézet, 1143 Budapest, Stefánia út 14.



Tárgyszavak: magyar–szlovák, határ menti, felszín alatti víztest, regionális, numerikus hidraulikai modell, hidrosztratigráfia, vízmérleg, hidraulikus potenciál, felszíni-felszín alatti víz kapcsolata, UTM

Kivonat

Az EU-s irányelvek szerint elkészítendő vízgyűjtő gazdálkodási tervek alapját numerikus hidraulikai modellek képezhetik. Az adott modell szükségszerűen a vizsgált területet is magában foglaló regionális vízgyűjtő egészét kell, hogy érintse, mivel a kérdéses részvízgyűjtő így helyezhető el egy komplex hidrogeológiai rendszerben és ekkor kaphatunk megfelelő válaszokat az ezeket érintő kérdésekre. A Huskua 0502/166 Interreg IIIa Partnerségi Program (Enwat Projekt) keretében a Smaragd-GSH Kft., a Magyar Állami Földtani Intézet partnereként három határ menti közös felszín alatti víztest hidraulikai modelljét készítette el, melyek az Ipoly-völgy, az Aggteleki- és Szlovák-karszt, valamint a Bodrog-medence területén helyezkednek el.



Bevezetés

Az EU Víz Keretirányelv (VKI) 2000. december 22-től hatályos (Európai Parlament és Tanács 2002). Az irányelv olyan egységes vízvédelmi politika életbe lépését jelentette, amely államhatárokon túlnyúlva a vízgyűjtőkön való koordinált vízgazdálkodás megvalósulását segíti elő. A VKI szellemében egy adott hidrogeológiai egység elemzésekor célszerű rendszerelvű megközelítést alkalmaznunk, mely módszer megköveteli a különféle alrendszerek közötti kapcsolatok matematikai megfogalmazását. Ezzel az adott rendszer felszíni, valamint felszín alatti vízkészletének vizsgálata kvantitatív alapokra helyezhető. A rendszerelvű megközelítéssel az EU-s irányelvek szerint elkészítendő vízgyűjtő gazdálkodási tervek alapját numerikus hidraulikai modellek képezhetik. Az adott modell szükségszerűen a vizsgált területet is magában foglaló regionális vízgyűjtő egészét kell, hogy érintse, mivel a kérdéses részvízgyűjtő így helyezhető el egy komplex hidrogeológiai rendszerben és ekkor kaphatunk megfelelő válaszokat az őt érintő kérdésekre.

A Huskua 0502/166 Interreg IIIa Partnerségi Program (Enwat Projekt) keretében a Smaragd-GSH Kft., a Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) partnereként három határ menti közös víztest és azok környezetének hidraulikai modelljét készítette el. A modellezett területek: az Ipoly-völgy és vízgyűjtője, az Aggteleki- és Szlovák-karszt területe, valamint a Bodrog-medence és vízgyűjtő területe (Smaragd-GSH Kft. 2007). A modellezett területek elhelyezkedését az 1. ábra szemlélteti. A porózus és repedezett kőzetekből felépülő Ipoly- és Bodrog-régió felszín alatti vízáramlási rendszereinek modellezése véges differencia módszerrel, Visual Modflow 4.2 szoftverrel (Waterloo Hydrogeologic Inc. 2006) történt, míg az Aggteleki- és Szlovák-karszt területére vonatkozó modell végeselemes módszerrel, Feflow5.0 szoftver (Wasy GmbH 2003) használatával készült.

A hidraulikai modellezés célja az volt, hogy a modellek keretét adjanak az Enwat Projekt során vizsgált felszín alatti víztestek mennyiségi és minőségi állapotának értékeléséhez, és ezzel segítséget nyújtson a rájuk vonatkozó vízgyűjtő gazdálkodási tervek elkészítéséhez. A jelenlegi

állapot rögzítésén kívül a hidraulikai modellezés prognózisra is kiválóan alkalmas.

A modellezés menete

A határon átnyúló projektterületek megkövetelték a közös koordinátarendszer használatát a nemzeti rendszerek használata helyett. A földtani-vízföldtani és egyéb kiegészítő adatok (domborzat, vízrajz, topográfiai elemek — 2. ábra) harmonizációja a Közép-Kelet-Európai régióra jól használható Universal Transverse Mercator (UTM) koordinátarendszerben történt, a modellezés előkészítő fázisában. A feldolgozott adatok alapján digitális formátumban elkészültek a vizsgálati területekre vonatkozó topográfiai alaptérképek és a különböző tematikus térképek, pl.: a felszíni domborzatmodell, a lejtőkategorákat, a csapadék-eloszlást, a beszivárgási és a párolgási zónák elterjedését, valamint a vízkivételi és kalibráló objektumok (források, észlelőkutak) helyzetét bemutató térképek.

A hidraulikai modellek technikai sajátossága, hogy sok esetben olyan térrészre is paramétermezőt kell előállítani, ahol nem rendelkezünk pontos adatokkal. A modellezés legnehezebb előkészítő feladata így a kutatási területek összetett földtani felépítésének 3D-ben történő ábrázolása, a szükséges egyszerűsítések elvégzése a regionális modellezés által megkívánt mértékig. A feladat végrehajtásához vertikálisan meghatároztuk a főbb hidrosztratigráfiai egységeket és ezeken belül az azonos szivárgáshidraulikai adatokkal jellemezhető, laterálisan lehatárolható hidrosztratigráfiai kategóriákat. Az egyes hidrosztratigráfiai rétegeken belüli vízföldtani kategóriákat elterjedéstérképeken ábrázoltuk. Az esettanulmányoknál az egységekre vonatkozó szivárgáshidraulikai értékeket a MÁFI, hasonló jellegű kutatásai során kialakított, adatbázisa nyomán határoztuk meg. Az azonos hidrosztratigráfiai egységen belüli paraméter-változékonyságot csak az összetettebb földtani felépítésű Aggteleki- és Szlovák-karszt esetén vettük figyelembe.

Ezt a munkát követte a modellek felépítése, majd futtatása, kalibrációja. A kialakítás első lépéseként az áramlási tér geometriáját és a 3D szivárgáshidraulikai paraméter-kiosztást képeztük le a modellekben. Mivel a rétegeket az alkalmazott szoftverekkel nem lehet kiékelni, így a modellekben az alaphegység felszíni kibukkanásainál a másutt jelentős vastagságban előforduló fiatalabb fedő összletek hegylábi elvékonyításával biztosítottuk a modellrétegek folytonosságát. Az így kialakított geometriával és a kérdéses modellrétegeken belüli szivárgáshidraulikai paraméterváltással az alaphegységi kőzetek felszín közeli mállott zónáját tudtuk definiálni. Mélyebb helyzetű rétegek kiékelődés esetén, szintén az adott folytonos modellrétegen belüli paraméterváltással követtük a hidrosztratigráfiai egységek laterális változékonyságát.

Ezt követően a peremfeltételeket (felületi beszivárgás, vízfolyások, megcsapolási elemek), a mesterséges vízkivételeket és a kalibrációs pontokat adtuk meg.

Végző fázisként, manuális kalibrációval, 'trial and error' iteratív módszerrel történő kalibrálással elkészültek az adott vizsgálati területek permanens állapotot szimuláló numerikus hidraulikai modelljei. A kalibrációs folyamat során a szivárgáshidraulikai paramétereket, a hatékony beszivárgás mértékét, a folyó- és drénhatást változtattuk. A referenciapontok mért és számított vízszintértékeit a nagyobb reliefű, összetettebb földtani felépítésű és érzékenyebb hidrogeológiai rendszert képviselő Ipoly-völgy, illetve Aggteleki- és Szlovák-karszt modelljei esetén nagyobb toleranciával fogadtuk el. A nagyobb eltérések sok esetben a magasabb térszinek referenciapontjainál adódtak, melyeknél a lokális változékonyság (pl.: függő vízszintek) egy regionális modellel csak közelítően adható vissza. A tagolt terepmo- dell és a talajvíz domborzat kapcsolatát folyó- és dréntípusú, valamint a hatékony beszivárgást szabályozó határfeltételekkel kezeltük. A modellekben a talajvíztükör csak esetenként metszette a felszínt, azokon a helyeken, ahol ez hidrogeológiai okokkal magyarázható: pontszerűen, az esetleg nem kötött egyéb forráskilépési helyeken, vonalmentén a mélyebb völgy-talpakon és foltszerűen a vízenyős területeken.

A következőkben, vizsgálati területenként bemutatjuk a modell-előkészítés és a modellezés menetét, valamint az elért kutatási eredményeket.

Ipoly-völgy és vízgyűjtője területére készült hidraulikai modell

A modellezett terület ismertetése

Az Ipoly-völgy modellezett terület lehatárolása az Ipoly vízgyűjtő területe és a hozzá tartozó víztestek alapján történt. A modellterület sarokpontjait az 1. táblázat összegzi UTM koordinátarendszerben.

A modellezési területet az Ipoly-völgyében húzódó magyar-szlovák határ osztja ketté. A magyarországi oldalon földrajzilag Ny-ról K-felé a Börzsöny, a Nógrádi-medence, az Északi-Cserhát és a Karancs tájaira osztható. A szlovák oldalon a terület É-i részét a Selmeci-hegység D-DK-i lejtői, a Jávoros-hegység D-i lejtői és a Szlovák Érchegeység DNy-i része képezi. D-i része a hegységek felől az Ipoly felé fokozatosan lejtő peremhegységeket és hegylábi felszíneket és a Korponai-erdő területét foglalja magába. A szegélyező hegyvidéki területek reliefje változó, de az Ipoly széles völgytalpához képest mindenképpen jelentős.

A modellezett terület egésze az Ipoly felszíni vízgyűjtő területére terjed ki. A peremi helyzetű vulkanikus hegységek lejtőit sűrű vízhálózat jellemzi, a meghatározó

1. táblázat. Az Ipoly-völgyi modellterület sarokpontjainak UTM koordinátái

	UTM X	UTM Y
minimum	324 800	5 297 650
maximum	418 050	5 370 540

vízfolyások zömmel É–D-i irányultságúak. Az Ipoly a vizsgált terület DNY-i részén torkollik a Dunába. A vizsgált vízgyűjtő állóvizekben szegény. A hegységekben számos kis hozamú (1–10 L/p) forrás fakad, mivel a felépítő kőzetek víztároló képessége kicsi. A kiterjedtebb repedésrendszerekhez tartozó források szezonálisan bővizűek is lehetnek (100–800 L/p), míg a lokális rendszereket megcsapolók csapadékszegény időszakban gyakorta kiszáradnak.

Az alacsonyabb vidékeken legjellemzőbb éves csapadékmennyiség 600–620 mm között van. Ennél kevesebb csak az Alsó-Ipoly-völgyben (580–600 mm) jellemző. A domborzat csapadéknövelő hatása egyértelműen érvényesül, a Börzsöny központi részén 800 mm, míg a Karancsban 650 mm a csapadékatlag. A legnagyobb változékonysággal a Medves vidékén találkozhatunk (610–670 mm). Az átlagosnál csapadékosabb még a Nógrádi-medence ahol 630–670 mm között változik a lehulló csapadékmennyiség. Az éves csapadékmennyiség 55–60%-a a nyári félévben hullik le az egész területen.

Az áramlási tér földtani felépítésének meghatározásához BALOGH (1991), BÁLDI (1983), FÜLÖP (1994), HAAS (1996), a MÁFI (2005) és a ŠGÚDŠ (1985) munkákat vettük alapul.

Az Ipoly modellterülete talán a legbonyolultabb földtani felépítésű a három modellezett terület közül.

Az alaphegységi képződmények a terület legnagyobb részén vastag neogén üledékekkel fedettek és csak mélyfúrásból ismertek. A terület legidősebb képződményei a terület északi részén a Nyugati-Kárpátok Veporikum-egységének paleozoos csillámpala, gneisz, amfibolit és intermedier metavulkanit kőzetei. Az ÉK-i részen a Gömörikumhoz tartozó metavulkanitok, savanyú vulkanoklasztitok, meta-karbonátok, helyenként metamorfítok alkotják a kristályos alaphegységet. A Diósjenői-vonaltól délre az alaphegység fiatalabb, felső-triász Dachsteini Mészkből épül fel. A paleozoos képződmények gyakorlatilag vízzáróak, így megfelelő szintet nyújtanak a modell vertikálisan történő alsó lehatárolásához. A Dachsteini Mészkből típusú aljzat nem vízzáró, termálvizet tárol. A dél felé egyre nagyobb mélységben (–1000) található mészkőtestből átadódó vízmennyiség a felszín közeli vizsgált víztest vízforgalma szempontjából elhanyagolható, gyakorlatilag önálló rendszernek tekinthető, ezért felszíne szintén alkalmas modellhatárnak bizonyult.

A fedőhegységi porózus üledékek nagy része Magyarországon oligocén vízzáró agyag és agyagos aleurolit. A miocén homokkővek és homokok jelentős része már lepusztult, inkább csak a szlovák oldalon találhatók meg a badeni vulkanitok déli előterében. A több száz méter vastagságú oligocén üledék az Ipolytól délre így jórészt csak negyedidőszaki képződményekkel fedett.

A felszínen nagy területen találhatók badeni vulkanitok. Magyar oldalon a Börzsöny rétegvulkáni és a Cserhát hasadékvulkáni képződményei tartoznak ide. Szlovák oldalon az elterjedésük jóval nagyobb, a Jávoros nagy kiterjedésű rétegvulkánja csaknem elfedi a modellezett terület nyugati részét. Az andezitösszletek hasadékvizet

tárolnak, számos kishozamú forrás hozza felszínre a vizüket. Gyakori az elszigetelt kis felszín alatti vízgyűjtő, ami nagyon megnehezíti az egységes potenciálszint meghatározását a területen.

A modellezés és a határral osztott Ipoly víztest vízgazdálkodási kérdéseinek szempontjából kiemelten fontos szerepet játszik az Ipoly negyedidőszaki allúviuma, amely nagyobb részben vulkanit anyagú, alárendelten kvarckavicsból áll. Az allúviumok, bár genetikájuknak köszönhetően szivárgáshidraulikai tulajdonságaik lokálisan változékonyak lehetnek, általánosan jó–kiváló vízvezető képességű képződményként jellemezhetők. A magyar oldalon az Ipoly-völgyben található települések vízellátása ezen a képződményen alapul.

A modell felépítése

Tekintettel a terület vízföldtani adottságaira az Ipoly-völgyre és vízgyűjtőjére vonatkozó hidraulikai modellhez véges differencia elven működő szoftvert (Visual Modflow 4.2. (Waterloo Hydrogeologic Inc. 2006) használtunk. A modellezési terület nagyságából, a modellezési feladat regionális jellegéből adódóan, és figyelembe véve a felhasznált szoftver lehetőségeit a modellterületen 250×250 méteres hálókiosztást alkalmaztunk.

A területen előforduló földtani képződményeket egyszerűsítési eljárások után az alábbi négy hidrosztratigráfiai egységbe soroltuk be:

1. réteg: Negyedidőszaki porózus víztároló képződmények.
2. réteg: Badeni vulkanitok: repedezett, hasadékos víztároló képződmények.
3. réteg: Oligocén és miocén képződmények: agyagos homokok, homokkővek; porózus víztároló képződmények.
4. réteg: Pretercier aljzat: gyakorlatilag vízzáró.

Az egyes hidrosztratigráfiai rétegek és laterálisan meghatározott vízföldtani egységek jellemző szivárgási tényező értékeit a 2. táblázat foglalja össze.

A modellezési terület határát és a preneogén aljzat felszínét impermeabilis peremként határoztuk meg, amivel a vizsgált medence önálló rendszerként vált értékelhetővé.

A csapadék eredetű beszivárgást a területre hulló csapadék mennyisége, valamint a földtani felépítés alapján számítottuk. A régióban a felszínen előforduló földtani képződmények hidrogeológiai jellegük alapján — a modellben közvetlenül használt kiosztásnál részletesebben — az alábbi 15 kategóriába nyertek besorolást: agyag, agyagos lösz,

2. táblázat. Az egyes földtani kifejlődések során használt szivárgási tényezők

Földtani kifejlődés	K_{h} (laterális) [m/s]	K_{v} (vertikális) [m/s]
Repedezett vulkanit	$1,00 \times 10^{-5}$	$1,00 \times 10^{-5}$
Lösz	$1,00 \times 10^{-4}$	$1,00 \times 10^{-4}$
Homok	$5,00 \times 10^{-5}$	$1,00 \times 10^{-5}$
Agyag	$1,00 \times 10^{-8}$	$1,00 \times 10^{-8}$
Aleurit	$1,00 \times 10^{-7}$	$1,00 \times 10^{-7}$
Agyagmárga	$5,00 \times 10^{-6}$	$1,00 \times 10^{-7}$

agyagmárga, homok, homokkő, karszt, kavics, lösz, löszös homok, mészkő, márga, repedezett homokkő, repedezett metamorf kőzet, repedezett vulkanit, tufa. A 15 kategóriát alapul véve meghatároztuk a modellterületen a beszivárgást befolyásoló, felszínen előforduló hidrosztratigráfiai egységeket (3. ábra). Ezekhez az egységekhez jellemző beszivárgási százaléktételeket rendeltünk, a MÁFI korábbi, hasonló jellegű munkái során kidolgozott, regionálisan megbízhatóan alkalmazható adatbázisa alapján (3. táblázat).

3. táblázat. A felszíni földtani képződményekhez rendelt beszivárgás értékek (%)

Képződmény	Képződmény jele	Beszivárgás (%)
Agyag	A	3,7
Agyagos lösz	AL	4,3
Agyagmárga	AMG	5,0
Homok	H	10,8
Homokkő	HK	12,5
Karszt	K	33,3
Kavics	KAV	13,3
Lösz	L	6,0
Löszös homok	LH	7,5
Mészkő	M	18,3
Márga	MG	5,3
Repedezett homokkő	RH	10,0
Repedezett metamorf kőzet	RM	11,7
Repedezett vulkanit	RV	13,3
Tufa	T	6,3

A modellezett területre 32 csapadékmérő állomás 23 éves (1980–2002) időszora alapján, az évenkénti összes csapadék mennyiségekből átlagot számoltunk, majd átlagértékekkel csapadékeloszlás térképet szerkesztettünk.

A továbbiakban elkészítettük az egyszerűsített földtani térkép és a csapadékeloszlási térkép közös fedvénytérképét (4. ábra), mellyel a beszivárgási zónák meghatározhatókká váltak. A vizsgált terület jellemző beszivárgási értékei a földtani kifejlődéstől függően 21–85 mm/év között változtak.

A felszíni vízfolyásokat — kivéve a Duna folyamot — a modellbe, mint folyóelemeket építettük be, vagyis megpróbáltuk figyelembe venni a mederfenéken átadódó, illetve a talajvízből a folyóba bejutó víz mennyiségét. A felvett modellünk DDNy-i határvonala mentén futó Dunát állandó nyomású cellaként vettük figyelembe.

A folyók vízszintjét a réteg topográfiai magasságához közelítettük. Mivel a felszíni vízfolyások felszínhez mért bevágódásának nagyságát nem ismerjük a modellezett terület egészére, ezért azzal a feltevéssel éltünk, hogy a patakban futó víz szintje minden esetben az adott pont topográfiai felszíne alatt egy méterrel található.

A folyóelem fekvésintjét, amitől függ, hogy a folyóelem felől a talajvíz felé beszivárog, vagy kiáramlik, a patakok esetében egységesen 0,8 méterben definiáltuk. Az Ipoly folyónál — tekintettel arra, hogy nagyobb mennyiségű vizet szállít — a mederfenék fekvésintjét a folyó felső szakaszán 1,0, míg lejjebb 1,5 méteres értékkel adtuk meg. A folyómeder ún. áteresztőképességét egységesen 100 m²/nap értékkel adtuk meg a patakoknál, az Ipolynál 150 m²/nap

értéket definiáltunk. A folyóelemeken megadott magas áteresztőképesség a durva hálóméret miatt valójában relatív alacsony értéket jelent, mivel ebben az egyetlen értékben vonjuk össze a folyó szélességét, valamint az eltömődött fenékreteg vastagságát és hidraulikus vezetőképességét is.

A modell számára további bemenő paraméterek a vízkivételi helyek, illetve a vízkivételek nagysága. A modellezett területre összesen 325 db, 1000 m³/év vízkivételnél jelentősebb termeléssel bíró objektum esik. Az Ipoly-völgy modellezett területén található jelentősebb magyar vízbázisok a Dejtári Vízmű, a Perőcsény–Tésai Vízmű, a Szécsényi Vízmű és a Vámosmikolai Vízmű.

A modell futtatása

A modell futtatását a nagyméretű egyenletrendszerek megoldásához kifejlesztett SSOR megoldási algoritmussal oldottuk meg, az iteráció gyorsítása érdekében az iteráció során elérni kívánt pontosságot 0,5 méteresnek adtuk meg, mivel megítélésünk szerint a cm-es pontosság a regionális szinten nem várható el, csupán a számítási időt növeltük volna feleslegesen. A modellt permanens állapotra futtatuk, az időbeli változásokat a modellel nem vizsgáltuk, vagyis feltételeztük, hogy minden egyes figyelembe vett paraméter időben jellemző átlagos érték.

Kalibráció

A modell kalibrálását a területre eső vízszintfigyelő objektumokban mért, és a modellel ugyanarra a pontra számított vízszintek összevetésével végeztük, a lehető legjobb illeszkedésre törekedve. A modellezett térrészre a vízszintfigyelő kutakon kívül a kalibrációhoz figyelembe vettük a területen található egyéb vízszintfigyelési pontokat, mint a források fakadási szintjeit, valamint a vízfolyások vízmércén mért vízállások szintjeit is. Így az Ipoly-völgy területén mérhető 90 m Bf szinttől, a Börzsönyben mérhető 500 m Bf szint közötti intervallumban összesen 292 db pontra tudtuk összehasonlítani a modellel számított és a valós mért vízszintértékekkel.

A modellel számított és a mért értékek összevetése jó egyezést mutat a vizsgált terület alacsonyabb térszíneire, vagyis az Ipoly folyó völgyére, melynek közelítő tengerszint feletti magassága a 90–280 m Bf tartományba esik. Itt a mért és a számított értékek közötti eltérés kisebb, mintegy 10 méter nagyságú. A Börzsöny területén néhány adat tekintetében ennél nagyobb eltérés észlelhető. Tekintettel a vizsgált tér nagyságára, a regionális léptékhez igazított modellháló kiosztására, valamint a térszínben előforduló jelentős szintkülönbségre, a mért és számított értékek között a hegyvidéki területeken néhány esetben megjelenő 10 métert meghaladó hibát elfogadhatónak tartjuk, főként úgy, hogy célunk elsődlegesen az Ipoly folyó allúviumának modellezése volt. A hiba elfogadhatóságát az is indokolja, hogy a Börzsönyben, a magas térszínen kishozammal fakadó források valószínűleg lokális vízrendszereket jeleznek, amelyek a vizsgálat szempontjából alárendelt jelentőségűek.

Áramlási tér és a vízháztartás elemzése a modellezett eredmények alapján

A numerikus modellezés eredményeként, a víztestek leírásához két fontos kimenő paramétert kaptunk meg, egyrészt a számított hidraulikus potenciál-eloszlást, másrészt a modellezett terület vízmérlegét.

Az áramlási irányokat a hidraulikus potenciál viszonyok határozzák meg. A legfelső modellréteg hidraulikus potenciáleloszlása a térszint követi, vagyis a Börzsönyben (délen) és szlovák oldalon a Jávoros területén (északon) magasak a számított vízszintek, míg az Ipoly völgyében alacsonyok (5. ábra). A számított vízszinteloszlás jól érzékelteti, hogy a vizsgált régió vizeinek legfontosabb feláramlási zónája, megcsapolódási területe az Ipoly folyó völgye. A legjelentősebb vízkivételi terület — a magyarországi dejtári öblözet — mind a szlovákiai, mind a magyarországi emelt térszínnek felől kap utánpótlódó vízkészletet.

A modellel számított vízmérlegben (4. táblázat), az alkalmazott peremfeltételek miatt (vízzáró peremek a vízválasztók mentén) csak a modellezett területen belüli, a hidrológiai folyamatban résztvevő egyes elemek adhatók meg.

4. táblázat. Számított vízmérleg, Ipoly-völgy és vízgyűjtője modellterület

	Bemenő mennyiségek (m ³ /nap)	Kimenő mennyiségek (m ³ /nap)
Csapadékbeszivárgás	591 200	0
Párolgás	-	15 026
Kutas vízkivétel	-	43 388
Folyómedrek vízforgalma	268 430	721 180
Duna (konstans hidraulikus potenciál)	-	81 306
Összesen	859 630	860 900
Különbség (bemenő-kimenő)		-1270
Eltérés [%]		~0

A modellel a vizsgálati területre számított bemenő és kimenő értékek teljes mennyisége jó egyezést mutat, eltérésük a jelzett vízforgalom mellett gyakorlatilag elhanyagolható (~0%). A modellezett területen az évtizedek óta tartó víztermelés nyomán kivett vízmennyiséget a hidrológiai folyamatban résztvevő elemek (csapadékbeszivárgás és felszíni vízfolyások) pótolni tudják. A folyóból történő készletváltozás nagysága meglehetősen nagy. Fontosnak tartjuk azonban megjegyezni, hogy a kimenő mennyiség nagyságát a Duna folyam, mint a DDNy-i modellhatáron elhelyezkedő konstans hidraulikus potenciálú perem okozza, amely az Ipoly és az Ipoly allúviumának megcsapolója.

Modellezési eredmények összefoglalása

A vízgyűjtő medence részletesen feldolgozott hidrogeológiai környezetének, valamint az az alapján felépített permanens numerikus hidraulikai modell által feltárt felszín alatti vízáramlási tér ismeretében összefoglalásként a vizs-

gált víztestet is magába foglaló Ipoly-völgy és vízgyűjtője felszín alatti vízrendszeréről megállapítható, hogy:

- a vizsgált komplex földtani felépítésű, hasadékosporózus vízgyűjtő rendszer vízföldtani egységei érzékeny hidraulikai kapcsolatban állnak egymással;

- a völgyyszerű vízgyűjtő medencében gravitáció által vezérelt permanens felszín alatti vízáramlási rendszerek alakultak ki, melyekben a regionális és a köztes rendszerek egyaránt létrejöttek;

- a fő beáramlási területek az Ipoly-völgyet szegélyező hegységek területei, ahonnan a hatékonyan beszivárgó, a felszín alatti vizeket tápláló víz regionális mélyáramlások, illetve köztes vízáramrendszerek révén a völgy központi régiója felé áramlik;

- a regionális megcsapolódási terület az Ipoly-völgy régiója, ahol az intenzív párolgással történő kiterjedt felszíni megcsapolás és az Ipoly, mint vonalas felszín alatti vízmegcsapoló elem együttes hatása jelentkezik;

- az Ipoly-völgy alsóbb szakasza és a Duna szoros hidraulikai kapcsolatban van, azaz az Ipoly allúviumából felszín alatt távozó víz mennyiségét a Duna kontrollálja;

- a vizsgálat szempontjából kiemelt jelentőségű Ipoly-völgyi terület medenceközponti-tengely helyzete révén természetes körülmények mellett jó vízellátottságú.

Aggteleki- és Szlovák-karszt területére készült hidraulikai modell

A terület ismertetése

Az Aggteleki- és Szlovák-karszt modellterületének sarokpontjait az 5. táblázat összegzi UTM koordináta-rendszerben.

5. táblázat. Az Aggteleki- és Szlovák-karszt modellterület sarokpontjainak UTM koordinátái

	UTM X	UTM Y
minimum	444 100	5 342 900
maximum	513 700	5 395 130

A modellezett terület mind földrajzilag, mind szerkezetföldtanilag két fő egységbe tartozik. A terület jelentős részét a magyar és szlovák oldalon is megtalálható Gömör-Tornai-karszt foglalja el, kisebb részben a Szendrői-hegység (Cserehát) területére terjed ki. A projekt szempontjából kiemelkedően fontos, államhatárral osztott Aggteleki- és Szlovák-karszt víztest így csak egy része a teljes modellezett területnek, a nagy kiterjedésű Gömör-Tornai-karszt felszínen található egysége. A fedett, délnyugati irányban egyre mélyebben található mélykarsztos területek, valamint a környező nem karsztos, rossz vízvezető képességű kőzetekből felépülő területek bevonására a regionális áramlási rendszerek minél pontosabb ismerete szempontjából volt szükség. Így a kutatási és modellezett térrész határai nyugaton és délen a Sajó völgye, északon az Aggteleki- és Szlovák-karszt elterjedési határa, keleten a paleozoos összletek

elterjedési határa, a k.2.16.2. jelű termálkarszt víztest határával összhangban.

A modellezett területen található legfőbb vízfolyások a Sajó, a Bódva, a Torna, a Jósua, és a Rakaca. E vízfolyások vízgyűjtő területe lefedi a modellezett terület legnagyobb részét, a terület DK-i része már a Hernád vízgyűjtőjéhez tartozik.

Az évi csapadékmennyiség területi eloszlásában a domborzat módosító hatása jelentkezik. A magasabb hegyekben (Aggteleki-karszt, Rudabányai-hegység); az átlagos évi csapadék mennyisége 670–710 mm között változik. A legkevesebb csapadék a Cserehát vidékén hullik: a Keleti-Cserehátban 600–640 mm, a Nyugati-Cserehátban még ennél is kevesebb, 580–620 mm csapadék esik évente. Viszonylag csapadékszegény a Sajó-völgy keleti, és a Hernád-völgy déli része is, ahol az évi átlagos csapadék mennyiség nem éri el a 600 mm-t (MTA 1990).

Az áramlási tér földtani felépítésének meghatározásához a MÁFI (2005), a ŠGÚDŠ (1985), FÜLÖP (1989, 1994), HAAS (1994) és LESS (2007) munkáit vettük alapul.

Mint az előzőekben említettük a modellezett terület alapvetően két szerkezetföldtani egységből áll. E két egységet eltérő földtani fejlődéstörténet és eltérő földtani képződmények jellemzik.

Míg a Szendrői-hegység a Bükki szerkezeti egység („Bükkium”) részét képezi, dél-alpi–dinári rokonságú paleozoos kőzetegyüttessel, addig az Aggteleki- és Szlovák-karszt, valamint a Rudabányai-hegység a Belső-Nyugati-Kárpátok takarós rendszerének a része, felépítésükben döntően a triász időszi karbonátos kőzetek vesznek részt. A két szerkezetföldtani egységet a vízföldtani szempontból is kiemelt jelentőséggel bíró Darnói eltolódási szerkezeti zóna választja el egymástól. A Rudabányai-hegység gyakorlatilag a darnói eltolódási rendszeren belül foglal helyet, földtani felépítése, szerkezetföldtani viszonyai ennek megfelelően meglehetősen bonyolultak.

A vizsgált térség vízgazdálkodási és áramlási szempontból is legfontosabb vízföldtani egysége a horizontálisan és vertikálisan is nagy kiterjedésű triász mészkőösszlet, amely az Aggteleki- és Szlovák-karszt területén fedetlen helyzetben található, egyébként oligo-miocén porózus képződményekkel fedett. A modellterület DNY-i peremén a mészkőösszlet felszínének mélységét –1200 m-re becsüljük (6. ábra). Az egységesen jó vízvezető képességű képződményben alárendelten homokkő- és agyagpala-betelepülések fordulnak elő, de ezek csak a lokálisan csökkentik az összletre jellemző szivárgási tényező értékét, regionális léptékben hatásuk nem vizsgálható.

A modellezett terület legjelentősebb utánpótlási régiói az Aggteleki- és Szlovák-karszt területén található karsztosodott fennsíkok, (Pelsőci-fennsík, Szilicei-fennsík, Felső-hegy és Aggteleki-karszt — 7. és 8. ábrák), ahol többrökön és víznyelőkön keresztül koncentráltan jut a felszín alá a beszivárgó csapadék.

A fedetlen mészkőterületeken a felszín alatt több száz méterig, méltán világhírű, nagy, összefüggő barlangrendszerek (pl. Domica–Baradla-barlangrendszer), és kisebb

járatrendszerek alakultak ki. Az Aggteleki- és Szlovák-karszton mintegy 712 db változatos képződésű barlang ismert. Jelenlegi hidrológiai szerepüket tekintve az aktív, egész éven át vizet vezető barlangok éppúgy megtalálhatók, mint az időszakosan aktív, csak hóolvadás vagy nagy mennyiségű csapadék lehullása esetén működő rendszerek, és a hidrológiai aktivitásukat már teljes egészében elvesztett, a pusztulás-feltöltődés stádiumában lévő üregek.

A karsztos formakincs részletes leírása és a barlangrendszerek működésének ismertetése egy regionális modellnek nem feladata. Ami a modellezés szempontjából azonban lényeges, hogy a karsztrendszer egy hierarchikusan felépített rendszer, ahol megkülönböztetünk diffúz és járatáramlást. A járatáramlás a barlangrendszerekhez kötött. A karsztvízszint feletti, alapvetően függőleges irányú vízmozgással jellemzett vadózus zónában kifejlődött és a karsztvízszint közelében lévő, közel horizontális vízmozgással jellemzett zónában kialakult barlangrendszerekben történő vízmozgást a regionális modellezés során nem tudjuk figyelembe venni.

A karsztvíz szintje alatt, a freatikus zónában kioldódott szakaszokat is magukba foglaló rendszereket a véges elemes elven működő szoftver számítástechnikai szempontból már figyelembe tudná venni, viszont ezen kevésbé vagy alig ismert barlangrendszerek geometriai helyzetét nem tudjuk meghatározni. A karsztvíz szintje alatti rendszereket ezért kvázi porózus rendszerként kell kezelni, ami regionális szinten elfogadott megközelítés. Természetesen a járatrendszeres zóna a legjobb vízvezető képességű térrész a modellben.

A modell leírása

A véges elemes modellezési feladatokban fontos szerep jut a hálógenerálásnak. A rács horizontális kialakításában elsődlegesen már az előzőekben ismertetett modellhatár, a felszíni vizek hálózata, a tektonikai vonalak, a földtani egységek határai, valamint a termelő-, és figyelőkutak, források pontjai játszanak szerepet. A létrehozott modell összesen 148 940 db véges elemből és 91 530 db csomópontból áll.

A modell további határai a következők:

— A modell felső határoló felületének a terepszintet definiáltuk, esetünkben a modellező szoftver lehetőséget nyújt ún. moving surface (mozgó felszín) eszköz használatára, mely az első réteg felszínét a telített zóna határához igazítja, ezáltal előnyösebb futtatási környezetet biztosítva.

— A modell alsó határa az alaphegységben definiált –3500 m Bf szintű vízszintes sík, melyet vizsgálatunk szempontjából vízáróként értékelünk.

Mivel rétegeket kiékelni nem lehet, így azokon a területen, ahol az alaphegység a felszínen van ott további rétegfelszínnek beiktatásával biztosítottuk a fedő rétegek folytonosságát.

A modellezett teret vertikálisan 5 rétegre osztottuk az alábbiak szerint:

1. réteg: Negyedidőszaki rétegek.
2. réteg: Oligocén–miocén rétegek.
3. réteg: Meozoos karsztosodott összlet – paleozoos képződmények.
4. réteg: Meozoos kevésbé vagy nem karsztosodott összlet – paleozoos képződmények.
5. réteg: Modellfektűt alkotó paleozoos képződmények.

Az egyes hidrosztratigráfiai egységek szivárgási tényező mezőinek definiálásakor elsősorban korábbi tapasztalatainkra (MÁFI adatbázis), valamint a szakirodalmi adatokra támaszkodtunk. A rétegek folyamatosságának feltétele miatt az egyes fedőrétegek hiányát a karsztos területeken paraméterváltással oldottuk meg, így ott a felső két réteg a fellazultabb és jobban karsztosodott réteget jelenti. A modellben alkalmazott szivárgási tényező értékeket a 6. táblázatban foglaltuk össze.

A modellezési input paraméterek közül kiemelten fontos a felszíni vízfolyások paramétereinek megadása. A vízfolyások szintjeit a terepmodellből származtattuk, lévén, hogy a patakok a terepfelszínbe némiképp bevágódva folynak. Mederellenállással adtuk meg az egységnyi nyomáskülönbségre jutó ki, ill. bejutó hozamot. Esetünkben korlátozó feltételt (Constrain) is szabtuk, a folyópontokon csak kilépő hozamot engedélyeztünk.

A karsztos és nem karsztos területeken egyaránt megtalálható nagyszámú forrás csomóponti fix nyomású peremfeltételként lett definiálva. Azokat a forrásokat, amelyek nem a telített zóna szintjét jelzik, nem tudtuk figyelembe venni.

Mint azt már az előzőekben ismertettük, a rendszer központi beszivárgási területe az Aggteleki- és Szlovák-karszt területe, ahol átlagosan 33%-os beszivárgási értékkel számoltunk. Ugyanakkor beszivárgással a teljes modellezett területen számolni kell. Az egyszerűsített földtani térképen (7. ábra) látható, felszíni képződmények (agyag (A), agyagos lösz (AL), agyagmárga (AMG), homok (H), homokkő (HK), karszt (K), kavics (KAV), lösz (L), löszös homok (LH), mészkő (M), márga (MG), repedezett homokkő (RH), repedezett metamorf kőzet (RM), repedezett vulkanit (RV), tufa (T)) elméleti beszivárgási értékeit a korábbi 3. táblázatban foglaltuk össze.

A területre jellemző beszivárgási értéket úgy kaptuk meg, hogy a 24 csapadékmérő állomás 23 éves idősorából számolt átlagos évi csapadékmennyiségeket megszoroztuk az adott kőzetre jellemző beszivárgási százalékkal (8. ábra).

A beszivárgott csapadék a felszín alatti vízrendszerből modellezési szempontból a következő módokon távozhat:

- természetes forrásokon keresztül a felszínen;
- alluviális hozzászivárgás révén a völgyekben;
- mesterségesen, termelőkutás vízkivétellel;
- a hegységperemen és a medenceüledékek határán a felszín alatt elszivárogova.

A területre eső karsztforrások erősen utánpótlásfüggők, adott térségben maximálják a karsztvízszintet. Az ivóvízkivételek egy része forrásfoglalásból történik (pl. az aggteleki Tohonya-forrás, vagy a komjátói Pasnyag-forrás). Ezen forrásoknak jól ismerjük, a legtöbb forrásnak azonban csak becsülni tudjuk a hozamát. A források a modellben állandó nyomású csomópontokként lettek definiálva, így hozamuk kalibrációs elem. A permanens numerikus modellezés sajnos a karsztforrások hozamában mutatkozó rendkívüli szélsőségeket nem tudja figyelembe venni, csak átlag értékekkel tudunk számolni.

A területre eső kutas vízkivételek esetében a víztermelő objektumok 2002. évi átlagos hozamadatából indultunk ki, ahol ez nem volt elérhető, ott korábbi évek átlagos termelését használtuk fel.

Modell futtatása

A modell permanens áramlást szimulál, a telítetlen zóna elhagyásával. Az 1–3. réteg nyílt/zárt tükrű, míg az alatta lévő rétegek szigorúan zárt tükrűek. A karsztvízszintet a 3. réteg nyomásszintje adja meg.

Kalibráció

A modell futtatása közben összesen 84 db észlelőkút átlagos mért vízszintjét hasonlítottuk össze a számított eredménnyel. A mért és számított értékek különbsége 52 db objektumnál volt 15 m alatti, ami kielégíti a regionális permanens modelltől elvárható pontosságot.

A hegységi területeken a számított vízszintek alacsonyabb helyzetűnek adódtak, mint ahogy az egyes források fakadási szintjéből következtethető lenne. Ennek oka, hogy a telítetlen zóna vastagságának így az összefüggő karsztvíz szintjének meghatározása rendkívül sok bizonytalanságot hordoz magában. Léteznek szerkezetileg, földtanilag elszigetelt blokkok, ahol a források fakadási szintjei nem feltétlenül a telített zóna határát jelölik ki.

6. táblázat. Hidrosztratigráfiai egységek és azok szivárgási tényező (K [m/s]) értékei

Vízföldtani egységek	K_x (horizontális) [m/s]	K_z (vertikális) [m/s]
Jól karsztosodott, repedezett, mészkő	$4,48 \times 10^{-4} - 6,56 \times 10^{-4}$	$4,48 \times 10^{-4} - 6,56 \times 10^{-4}$
Agyagos fedőüledékek	$1,70 \times 10^{-6} - 8,00 \times 10^{-6}$	$1,70 \times 10^{-6} - 8,00 \times 10^{-6}$
Homokos, aleuritos, löszös fedőüledékek	$2,60 \times 10^{-5} - 9,80 \times 10^{-5}$	$2,60 \times 10^{-6} - 1,96 \times 10^{-5}$
Kavicsos fedőüledékek	$3,10 \times 10^{-4} - 4,91 \times 10^{-4}$	$3,10 \times 10^{-4} - 4,91 \times 10^{-4}$
Kis mértékben repedezett, gyengén karsztosodott triász mészkő különböző mélységekben	$1,74 \times 10^{-4} - 2,30 \times 10^{-4}$	$1,74 \times 10^{-4} - 2,30 \times 10^{-4}$
Nem, ill. alig repedezett mészkő	$5,00 \times 10^{-7} - 5,00 \times 10^{-8}$	$5,00 \times 10^{-7} - 5,00 \times 10^{-8}$
Darnó-zóna, kristályos aljzat	$1,00 \times 10^{-8} - 5,00 \times 10^{-9}$	$1,00 \times 10^{-8} - 5,00 \times 10^{-9}$

Áramlási tér és a vízháztartás elemzése a modellezett eredmények alapján

A numerikus modellezés eredményeként, a víztestek leírásához két fontos kimenő paramétert kaptunk meg, egyrészt a számított hidraulikus potenciáeloszlást, másrészt a modellezett terület vízmérlegét.

A számított hidraulikus potenciáeloszlás alapján megállapíthatók a fő áramlási irányok, melyek elsősorban É–D-i, illetve a hegységek felől ÉNy–DK-i, ill. ÉK–DNy-i irányúak (9. ábra). A hegységi területeken, mivel a háromfázisú zóna nagy tömegét elhagytuk, a domborzati hatás jelentősen mérséklődik. A Felső-hegy, az Alsó-hegy és a közöttük húzódnó Tornai-medence modellünkben folytonos áramlási térben helyezkedik el, amire mérési adatunk egyelőre nincs, de a mélyáramlás valószínűsíthető. Az előtéri területeken a talajvízdomborzat a felszín követi, a megcsapolási zónák a folyóvölgyek.

A modellezéssel vizsgált térrész vízmérlegét tekintve a belépő mennyiség: 783 663 m³/nap; a kilépő vízmennyiség: 783 749 m³/nap (7. táblázat). A belépő és a kilépő mennyiségek különbsége (záróérték): 86 m³/nap, azaz az eltérés a jelzett vízforgalom mellett gyakorlatilag elhanyagolható (~0 %). A beszivárgás értéke megegyezik a bemenő vízmennyiséggel, mivel a folyóhálózat csomópontjairól nem engedünk belépő

7. táblázat. Vízmérleg-komponensek és azok adatai a medence természetes hidrogeológiai rendszerének permanens állapotú vizsgálatakor

Vízmérleg komponens	Bemenő vízmennyiség [m ³ /nap]	Kilépő vízmennyiség [m ³ /nap]
Beszivárgás	783 663	-
Kutas vízkivétel	-	5 913
Folyómedrek vízforgalma	-	606 712
Források	-	171 124
Összesen	783 663	783 749
Különbség [m ³ /nap]	86	
Eltérés [%]	~0	

hozamot. A termelőkutas vízkivétel: 5 913 m³/nap. A folyókon és a fix nyomású csomópontokon kilépő hozamarány: 78–22%. Az adatokból látszik, hogy a teljes modell területére számított vízmérleg hibája elenyészően kicsi, a belépő, illetve kilépő mennyiségek egyensúlyban vannak, így változatlan bemenő paraméterekkel a modellben jelentős víztermelés forráshozam csökkenést vonna maga után.

Modellezési eredmények összefoglalása

Az Aggteleki- és a Szlovák-karszt területére készült numerikus hidraulikai modell bemutatta, hogy:

— A karsztvízrendszer egyensúlya döntően a vízbetáplálást szabályozó környezeti tényezőktől, legfőképpen a csapadék mennyiségétől függ. Ezért a rendszer az éghajlati változásokra rendkívül érzékeny.

— Főként a források által történő megcsapolással a terület vízháztartása természetes egyensúlyban van.

— A kutakkal történő víztermelés jelentős növelése, illetve a szélsőségesen szárazzá váló időjárás a vízmérleg negatívvá válását idézné elő, ami a természetben a forrás-hozamok csökkenését jelenti. A víztermelési céllal foglalt források elapadása súlyos vízellátási problémákat idézhet elő.

Bodrog-medence és vízgyűjtője területre készült hidraulikai modell

A Bodrog-medence és vízgyűjtője modellterületének sarokpontjait a 8. táblázat összegzi UTM koordináta-rendszerben.

8. táblázat. A Bodrogközi modellterület sarokpontjainak UTM koordinátái

	UTM X	UTM Y
minimum	520 000	5 269 000
maximum	599 000	5 390 000

A terület öt meghatározó tájegysége és azok domborzati viszonyai északnyugatról dél felé haladva a következők: a nagy reliefű Zempléni-hegység; kis reliefű Bodrogköz és Rétköz; valamint a Nyírség és Hajdúság homokháttakkal tagolt felszíne.

A medence felszín alatti vízforgalma szempontjából a hegyvidék és a kiemelt homokhátas térség regionális beáramlási, míg a mélymedence regionális megcsapolási területként értékelhető.

A nyíltfelszíni állóvizekben szegény terület meghatározó vízfolyásai a Tisza, a Bodrog és a Latorca, valamint a vízgazdálkodási szempontból fontos Ronyva.

Az Észak-alföldi régióban észak és kelet felé növekszik az évi csapadékösszeg, melynek mennyisége 520–660 mm évente. A Zempléni-hegység vidéke ennél csapadékosabb, 600–700 mm a jellemző éves csapadékmennyiség (MTA 1990).

A MÁFI (1966, 1976, 1986, 1996, 2007a, 2007b) és a ŠGÚDŠ (1985) munkái alapján jelen helyütt a vizsgált terület földtani felépítésének rövid, áttekinthető jellegű ismertetésre nyílik lehetőség.

A vizsgált terület alaphegységét proterozoos-paleozos kristályos kőzetek alkotják. A badeni–szarmata–alsó-panóniai korú zempléni-hegységi Tokaji Vulkanit Formáció kőzetei az alaphegység vulkáni tevékenységet kísérő, 3000 métert meghaladó beszakadási területén törtek a felszínre. A hegységet felépítő döntően riolit, dácit és andezit lávakőzetekből, valamint piroklasztitokból felépülő vulkanit rossz vízvezető képességű. A vulkanitok vízvezető képessége a mállottság csökkenésével lefelé fokozatosan romlik. A piroklasztitok agyagosodásra való hajlama, alacsonyabb fokú repedezettsége miatt a lávakőzeteknél némileg rosszabb vízvezető tulajdonsággal rendelkeznek, ezért ezek a

felszín közelben egységesen külön vízföldtani kategóriát képeznek.

A felső-badeni–alsó-szarmata zempléni szigetvulkánok a kristályos alaphegység, vagy a Bodrogszerdahelynél fúrásból ismert triász karbonátok áttörésével kerültek a felszínre. A vizsgált területre két jelentősebb szigetvulkán, a bodrogszerdahelyi és a királyhelmei andezit rétegvulkán esik. A szigetvulkánok vízföldtani szempontból — a Zempléni-hegység fő tömegét alkotó repedezett vulkanitokhoz hasonlóan — rossz vízvezető képességűek. Felszínhez közeli mállott zónájuk, valamivel kedvezőbb vízvezető képességű.

A medenceterület alá benyúló vulkanitot badeni–pannóniai, a szigetvulkáni felépítmények jelentős részét szarmata–pannóniai üledékes takaró borítja. Az 1000 métert meghaladó medenceösszletben jelen kutatás szempontjából alsó vízzáró határként az alsó- és a felső-pannóniai üledékek határfelületét jelöltük ki.

Vízföldtani szempontból értékelve a felső-pannóniai rétegösszlet átlagosan közepes–rossz vízvezető képességű rétegek váltakozásából épül föl, amelyben a durvatörmelékes rétegek aránya és vastagsága felfelé kissé csökken. A fentiek alapján a felső-pannóniai összlet egy hidrosztratigráfiai egységnek tekintve horizontálisan közepes, vertikálisan rossz vízvezető egységként értékelhető.

A hegységi területek felé kivékonyodó, de a medenceterületeken 100–180 m vastagságot is elérő negyedidőszaki összlet laterálisan és vertikálisan is eltérő szemcseösszetételű sziliciklasztos üledékekből épül föl. A felszín közeli, néhány 10 méteres vastagságú összletben a terület fedett földtani térképe alapján az egyes törmelékes képződmények megbízhatóan lehatárolhatók, vízföldtani szempontból kielégítően kategorizálhatók. A negyedidőszaki képződmények vízvezető képessége a jó–közepes–rossz kategóriájú tartományt öleli föl.

A területen regionális, vagy szubregionális léptékben vízföldtani szempontból meghatározó szerkezetföldtani elem a modellezett tértartományban nem fordul elő, az alacsonyabb rendű, vízföldtanilag meghatározó tektonikai elemeket pedig diffúz hatótényezőként vettük figyelembe a regionális vízföldtani rendszer modellezésekor (hasadékos vulkanitok).

A modell leírása

A modellezési terület nagyságából, a modellezési feladat regionális jellegéből adódóan, és figyelembe véve a felhasznált Visual Modflow 4.2. (Waterloo Hydrogeologic Inc. 2006) szoftver lehetőségeit a modellterületen 250×250 méteres hálókiosztást alkalmaztunk.

A modellben vertikálisan három fő hidrosztratigráfiai szintet definiáltunk (9. táblázat). A negyedidőszaki összlet talajvíztartó rétegében (1. modellréteg) a földtani képződmények összevonását követően 9 db hidrosztratigráfiai egységet különítettünk el laterálisan (10. ábra), mely a modellben a Ronyva völgyében a kalibráció során környezetétől kissé eltérő paraméterrel definiált vízvezető kőzetek és a metamorfik meghatározását követően 11 db-ra módosult. Az ez alatti hidrosztratigráfiai egységeket, azaz a negyedidőszaki összlet alsóbb részét és a felső-pannóniai összletet a modellezés szempontjából technikailag előnyös vertikálisan arányos hálókiosztás érdekében további alrétegekre osztottuk. A modellben ezzel 7 db réteget határoztunk meg, azonban az azonos csoportba tartozó alrétegek szivárgás-hidraulikai paramétereit egyenként nem változtattuk, így a modell fő hidrosztratigráfiai egységeit tekintve vertikálisan háromosztatú maradt (11. ábra).

A modellezési terület határán és a felső-pannóniai hidrosztratigráfiai egység bázisán impermeábilis peremeket

9. táblázat. Hidrosztratigráfiai egységek és azok szivárgásitényező-értékei

Modellréteg	Hidrosztratigráfiai egység	Képződmény	K_{xy} [m/s] (laterális)	K_v [m/s] (vertikális)
1.	talajvíztartó kvarter üledékek, mállott felszíni, felszín közeli kristályos medencealjzat, neogén vulkanitok, piroklasztitok	agyag	1E-8	1E-8
		agyagos kőzetlisz	1E-7	1E-7
		lőszös homok	9E-6	9E-6
		finom-középszemcsés homok	5E-5	5E-5
		homok	5E-4	5E-4
		Lősz	1E-6	1E-6
		mészkö	5E-5	1E-5
		repedezett metamorf kőzet	3E-7	8E-7
		repedezett metamorf kőzet	1E-8	5E-8
		repedezett vulkanit	1E-8	5E-8
		tufa	1E-6	5E-7
2-3.	a kvarter alsó része és neogén vulkanitok	kvarter összlet	5E-4	5E-6
		neogén vulkanitok	8E-7	8E-8
4-7.	felsőpannóniai összlet és neogén vulkanitok	felsőpannóniai összlet	7E-4	1E-6
		neogén vulkanitok	5E-7	5E-8

10. táblázat. A modellben meghatározott párolgási zónák és azok adatai

Beszivárgási terület	Párolgás [mm/év]	Behatolási mélység [m]
Zempléni-hegység	20	1
Ronyva-völgy-Bodrogeköz-Rétköz	221	1,4
Hajdúság-Nyírség	5	1

határoztunk meg, mellyel a vizsgált medence önálló rendszerként vált értékelhetővé.

A modellezett területre eső elsődleges csapadék eredetű beszivárgást a felszín közeli földtani felépítés, valamint a területre hulló csapadék eloszlása alapján számítottuk ki. A terület összevont felszín közeli földtani képződményei az agyag (A), agyagos lösz (AL), homok (H), lösz (L), löszös homok (LH), mészkő (M), repedezett metamorf kőzetek (RM), repedezett vulkanitok (RV), tufák (T), mely kifejlődésekhez jellemző elsődleges potenciális beszivárgási százalékértéket rendeltünk (3. táblázat).

A modellezett területen 38 csapadékmérő állomás 23 éves (1980–2002) időszaka áll rendelkezésünkre. Az idősorok alapján az évenkénti összes csapadék mennyiségekből átlagot számoltunk, majd átlagértékek alapján csapadékeloszlási térképet szerkesztettünk.

A továbbiakban elkészítettük az egyszerűsített földtani térkép és a csapadékeloszlási térkép közös fedvényterképét, mellyel az elsődleges beszivárgási zónák meghatározhatók-ká váltak (12. ábra).

A modellben a hatékony beszivárgás meghatározása érdekében három kiterjedt, azonos párolgási értékkel jellemzett területet különítettünk el (13. ábra) a fentiekben tárgyalt éghajlati jellemzők és Magyarország talajvízforgalmi térképe (TÓTH 1986) alapján. A három kiterjedt zóna a Zempléni-hegység, a Ronyva völgye – Bodrogeköz – Rétköz területe, valamint a Hajdúság–Nyírség vidéke. A három régióra jellemző éves felületi és felszín közeli párolgás értékét és a párolgás átlagos behatolási mélységét a 10. táblázat foglalja össze.

Az elsődleges beszivárgással jellemzett területeket és az evapotranspirációs zónákat a modellben fedvényként egymásra illesztettük, és ezzel határoztuk meg a hatékony beszivárgási területeket és a talajvízadó vízháztartását.

Megcsapoló (drain) típusú határ

Megcsapoló (drain) típusú határfeltételt a Zempléni-hegység területén, a modellezett terület északnyugati részén alkalmaztunk. A megcsapoló elemet a felszíni topográfia alatt 0,1 méterrel futó felületként határoztuk meg, és a megcsapolás mértékét befolyásoló vezetőképesség (conductance) értékét egységesen 50 m²/d-ben adtuk meg.

Folyó típusú határfeltételek

A modellezett területen négy jelentősebb vízfolyást (Tisza, Bodrog, Latorca, Ronyva) határoztunk meg folyó típusú határfeltételként. Az egyes vízszintregisztráló állomások modellben felhasznált vízszintadatait (2002. évi középvízszintek) az 11. táblázat foglalja össze. Az egyes állomások között a vízszintadatokat — a modell input menürendszerének segítségével — lineáris interpolációval határoztuk meg.

A Tisza, a Bodrog és a Latorca mederanyagának vezetőképességét (conductance, C) a folyók szélessége (W), az egyes cellákban elért hossza (L), a mederanyag vertikális szivárgási tényezője (K_v) szorzatának a mederanyag vastagságával (M) történő osztásával határoztuk meg: $C=(W \times L \times K_v)/M$, a Ronyva esetén viszont a kalibráció során meghatározott egységes értékkel definiáltuk. A vízfolyások mederanyag-ellenállás értékeit a 12. táblázat foglalja össze.

Termelő- és észlelő objektumok

A technikai modellterületre a nyers adatbázis összesen 898 db 1000 m³/nap hozamnál nagyobb vízkivételű víztermelő objektumot tartalmazott. A szűrt adatbázis további leválogatását egyrészt a kutatási modellhatár kiterjedése, másrészt a vizsgált térrész mélysége alapján végeztük el, így

11. táblázat. A modellben definiált vízfolyások vízszintadatai, 2002. évi középvízszintek alapján

Folyó	Település	Vízmerce nemzeti kódja	UTM X	UTM Y	Vízszint [mB]
Tisza	Vásárosnamény	1516	599654	5331149	102,43
Tisza	Záhony	1518	586736	5362763	97,77
Tisza	Dombrád	1520	568354	5343122	95,84
Tisza	Tiszabercel	1521	549251	5334797	94,94
Tisza	Tokaj	1719	530854	5329302	94,38
Latorca	Nagykapos	9410	577688	5372482	97,47
Latorca	Bodrogszerdahely	9670	555382	5360473	95,40
Bodrog	Felsőberecki	1724	551273	5356164	95,42
Bodrog	Sárospatak	1725	542603	5352075	95,03
Ronyva	Alsómihályi	9690	545294	5373550	122,61
Ronyva	Sátoraljaújhely	3059	548945	5362560	100,85

12. táblázat. A modellben definiált vízfolyások mederanyag-ellenállása

Vízfolyás	Mederanyag vezetőképessége [m ³ /d]	
	minimum	maximum
Tisza	55	242
Bodrog	50	258
Latorca	41	186
Ronyva	350	350

a modellterületen kívül eső, valamint a felső-pannóniai összlet aljzata alatt szűrőzött kutakat a továbbiakban nem vettük figyelembe. Az adatkezelési folyamat után a modellben 575 db vízkivételi objektumot definiáltunk.

A víztermelő objektumok jellegüket tekintve lokális vízellátást szolgáló ipari, vagy mezőgazdasági kutak és közösségek ivóvízellátását szolgáló vízbázisok termelőikútjai. A Bodrogi víztestre telepített sérülékeny földtani környezetben lévő vízbázisok az alábbiak: Sátoraljaújhely, Kisvárd, Ibrány (Jásztelep), Kótaj-Nagyhalász, Tiszabезд, Paszab, Kemecse, Licse, Fényeslitke, Dombrád, Dombrád-Kistiszahát, Buj.

A víztermelések mintegy 90%-ban az 500 m³/d alatti értéktartományba esnek. Ezt az 500–1000 m³/nap értéktartomány közé eső víztermelések követik, 7%-ot kissé meghaladó gyakorisági értékkel. Az 1000 m³/nap hozamnál jelentősebb nagyságú víztermelések részaránya kevesebb, mint 3%.

A termelőkutak szűrőközepértéke –737,69–239,90 m Bf között szór. A kutak többsége a kvarter, valamint a felső-pannóniai összlet felső részén települő vízadókat termeli a felszín közeli rétegektől –150 m Bf szintig. További néhány kút szűrőjét a felső-pannóniai összlet alsó szakaszán alakították ki –150 – –737 m Bf szint között.

A termelő objektumok esetén bemutatott adatkezelési eljárások után 122 db vízszintfigyelő kutatadtunk be a modellbe. A kalibrációs eljárás során öt db kút (1609, 2611, 4018, 4163, 4338) vízszintadatait, az azokhoz közvetlen közeli kutak adataitól való markáns eltérés miatt nem vettünk figyelembe, így a modellben ténylegesen felhasznált vízszintfigyelő objektumok száma összesen 117 db. A figyelő objektumok szűrőközepértéke 68,70–147,61 m Bf között szór.

A modell futtatása

A modellt két permanens állapotra futtattuk. A nyugalmi állapotra történő kalibrálás után a víztermelési állapotot szimuláltuk. A modell futtatási paraméterei:

— a számításokhoz a Slice-Successive Over-Relaxation (SOR) algoritmust használtuk fel, az iterációk megengedett maximális száma 1000, az úgynevezett „Acceleration factor” 0,1, a vízszintváltozások konvergencia határa 0,3 m;

— a termelési viszonyokat figyelembe vevő, másodikként lefutott modellben az „Acceleration factor”-t 0,05-re állítottuk;

— a kezdeti beállítás szerint a rétegek lehetnek fedettek, vagy fedetlenek, szükség esetén változó áteresztőképesség-

gel, ezt a megoldást a modell viszonylag jelentős vertikális kiterjedése miatt alkalmaztuk, hiszen több felszín közeli, előre meg nem határozható számú réteg egyes zónája leürülhetett, ugyanakkor ez a rétegtípus az alsóbb, nem leürülő rétegekre is alkalmazható;

— a cellák újranedvesedése nem engedélyezett.

Kalibráció

A kalibrálásra felhasznált 117 db jó területi eloszlású figyelőkút mért és számított nyugalmi vízszintértékeinek kapcsolata alapján megállapítható, hogy a mért és számított vízszintértékek igen jó egyezést mutatnak, melynek lényegesebb statisztikai mutatói az alábbiakban foglalhatók össze:

- maximális eltérés: 5,93 m;
- abszolút középhiba: 1,153 m;
- közelítés standard hibája: 0,147 m;
- eltérések normalizált négyzetösszege: 2,672%;
- korrelációs koefficiens: 0,995.

Áramlási tér és a vízháztartás elemzése a modellezett eredmények alapján

A regionális áramlási tér Bodrogi régiójában a felszín alatti víz természetes körülmények között, permanens feltételek mellett kialakuló hidraulikus potenciáeloszlása a permanens termelési állapot során kialakuló hidraulikus potenciáeloszlással közel azonos. A regionális felszín alatti vízármlási pályák a peremek felől a medence központi régiója felé irányulnak (14. ábra).

A természetes állapotra számított vízmérleg eredményeit a 13. táblázat foglalja össze. A vízmérlegelemzés alapján a vizsgált terület természetes permanens hidrogeológiai viszonyok mellett hidraulikailag egyensúlyban van. A betáplálás fő komponense a csapadék eredetű beszivárgás (94%), de a folyómedrek felső szakaszaihoz kapcsolódó, allúviumot tápláló beszivárgás is megjelenik (6%), abszolút értékét tekintve jelentős súllyal. A kilépő vízmennyiségben a párolgás (43%) és a hegyvidéki területeken a völgyek által szabályozott megcsapolás (41%), drénhatás jelentős értékű és közel azonos súlyt képvisel. A folyómedrek a felszín alatti víznek a rendszerből történő kivonásakor is jelentős szerepet játszanak, a távozó vízmennyiség 16%-a rajtuk

13. táblázat. Vízmérleg-komponensek és azok adatai a medence természetes hidrogeológiai rendszerének permanens állapotú vizsgálatok

Vízmérleg komponens	Bemenő vízmennyiség [m ³ /d]	Kilépő vízmennyiség [m ³ /d]
Beszivárgás	623 360	–
Párolgás	–	286 600
Folyómedrek vízforgalma	38 284	100 520
Hegyvidéki megcsapolás	–	274 510
Összesen	661 644	661 630
Különbség		14
Eltérés [%]		~0

keresztül medercsatorna elvezetés útján távozik a vizsgált medencéből.

Modellezési eredmények összefoglalása

A vízgyűjtő medence részletesen feldolgozott hidrogeológiai környezetének ismeretében, valamint az az alapján felépített permanens numerikus hidraulikai modell által feltárt felszín alatti vízáramlási tér ismeretében a felszín alatti vízáramlási tér alapján összefoglalásként megállapítható, hogy:

— A vízgyűjtő medence vizsgált tértartományában gravitáció által vezérelt permanens felszín alatti vízáramlási rendszerek alakultak ki.

— A fő beáramlási területek a Nyírség és a Hajdúság régiója, ahonnan a hatékonyan beszivárgó, a felszín alatti vizeket tápláló víz regionális mélyáramlások, illetve köztes vízáramrendszerek révén a medence központi régiója felé áramlik.

— A beszivárgás szempontjából jelentős hatású a Zempléni-hegység területe is, azonban itt számottevő a csapadékvíz közvetlen felszíni levezetése, továbbá a mélyen bevágódó völgyek által vonal mentén, vagy a számos kisebb, a modellben külön nem definiált források révén pontszerűen megcsapolott felszín alatti vizek levezetése.

— A felszín alatt a mállott, illetve repedezett vulkanitban, valamint a patakok allúviumában a hegyláb felé elszivárgó és ott a medenceösszletbe átadódó felszín alatti víz egy része medencegeometriai okokból viszonylag hamar, a Bodrog-völgyében, valamint a Bodrogköz nyugati sávjában vonal mentén, illetve felületen keresztül megcsapolódik. Innen a még felszín alatti rendszerben maradt víz számottevő hányada — kis hajtóerő mellett — délkelet felé, a medence hidraulikai minimum zónája felé áramlik, ahol a kelet, délkelet és dél felől érkező felszín alatti vízzel együtt kiterjedt területen megcsapolódik.

— A regionális megcsapolódási terület a Bodrogköz és a Rétköz régiója, ahol a medencegeometriai okokból (nagy kiterjedésű, de viszonylag sekély medence) az intenzív párolgással történő kiterjedt felszíni megcsapolás dominál, míg a vonal menti, Tisza által történő megcsapolás alárendeltebb.

— A vizsgálatunk szempontjából kiemelt jelentőségű Bodrogközi terület medenceközponti helyzete révén természetes állapotában és víztermeléssel terhelt vízgyűjtő medence esetén is kiváló vízellátottságú, amit az állandóan felszín közeli talajvíztükör, a vízenyős területek jelenléte és a felszín alatti vizek által táplált állandóan magas értékű felületi párolgás egyaránt jelez.

— Felszín alatti víztermeléssel összefüggő kedvezőtlen hatások, folyamatok (vizes ökoszisztémák életterének zsugorodása, megszűnése; kitermelhető vízkészlet csökkenése) a Bodrogközi régiót jelen környezeti és termelési állapotok mellett nem érintik.

— A Bodrogközi víztest a modellezés eredményei alapján a magyar–szlovák határon átnyúlik, a hidraulikai modellezés alapján javasolt határai a következő topográfiai elemekhez igazítva adhatók meg:

— délen, délkeleten és keleten a Tisza vonala Tokajtól Záhonyig;

— keleten Záhonytól rövid szakaszon a szlovák–ukrán határ a Latoricáig;

— északon a Latorca;

— északnyugaton és nyugaton a Bodrog.

Konklúzió

Az e tanulmányban bemutatott, három mintaterületen elvégzett numerikus modellezés eredményei igazolták a határokon átnyúló hidrogeológiai rendszerek komplex kezelésének szükségességét. Az ilyen bilaterális, vagy esetenként multilaterális együttműködési keretek biztosíthatják a vizsgált rendszerek geometriájának és hidrogeológiai környezetük különböző típusú adatmezőinek teljes körű feldolgozását az adott ismertségi szint mellett. Az így készülő numerikus modellek a regionális vízgyűjtő léptékű értékelésen túl alapját képezhetik az adott rendszerből különböző szempontok szerint kiragadott területrészek részletesebb feldolgozásának, továbbá a harmonizált adatbázis-szerkezetnek köszönhetően egyúttal alkalmasak a több országban folyamatosan bővülő adatok beépítésére is.

Hydrogeochemical Evaluation of Three Transboundary Groundwater Bodies in the Ipoly/Ipel' Valley, Aggtelek–Slovak Karst and Bodrog Basin Regions of Hungary and Slovakia

Enwat (Interreg III A) project

Szlovákia és Magyarország határán átnyúló három felszín alatti víztestcsoportjának (Ipoly/Ipel' -völgy, Aggteleki- és Szlovák-karszt, valamint a Bodrog-medence) vízgeokémiai értékelése
Enwat (Interreg III A) projekt

SZÓCS, T.¹, KORDÍK, JOZEF², HORVÁTH, ISTVÁN¹, TÓTH, GYÖRGY¹, BARTHA, ANDRÁS¹, SLANINKA, IGOR², RAPANT, STANISLAV², BODIŠ, DUŠAN², NOVÁK BRIGITTA¹, REPKOVÁ, RENÁTA³
szocst@mafi.hu, horvathi@mafi.hu, bartha@mafi.hu, toth@mafi.hu, galb@mafi.hu, jozef.kordik@geology.sk, igor.slankina@geology.sk, stanislav.rapant@geology.sk, dusan.bodis@geology.sk, renata.repkova@geology.sk

¹Geological Institute of Hungary – MÁFI, 1143 Budapest, Stefánia út 14.

²Geological Survey of Slovak Republic – ŠGÚDŠ, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava 11

³Laboratory Spišská Nová Ves – Markušovská cesta 1, 052 40 Spišská Nová Ves



Keywords: transboundary, groundwater body, chemical status, hydrogeochemistry, nitrate, pesticide chemical analyses, Hungary, Slovakia

Abstract

The paper gives a comprehensive summary of the results of the hydrogeochemical evaluation of the Enwat (Interreg III A) project. It describes the work carried out on three transboundary shallow groundwater bodies (Ipoly/Ipel' Valley, Aggtelek–Slovak Karst, and Bodrog Basin), the methods used, and the experience gained in the course of the project.

Additional, new water sampling was planned and carried out to fill the gaps in the regional coverage and in the knowledge of trace element, pesticide and isotopic composition of the groundwater bodies studied. The water sampling was prepared jointly by the Geological Institute of Hungary (MÁFI) and Slovak Geological Survey (ŠGÚDŠ) on the basis of preliminarily results from hydrogeochemical mapping. Common water sampling, sample storage, and analytical methodology were agreed.

The samples to be analysed were divided between different laboratories located in Hungary and Slovakia, based on the experience from previous projects and due to the analytical requirements of specific chemical components (macro parameters, trace elements, pesticides, other organics, isotopes). Control analyses were carried out on 10% of samples to assure the quality of the analytical work.

Different statistical treatment of data was carried out in order to characterise the target groundwater bodies and to understand the effects of sampling, land use, sample source, and analytical or other errors.

A strong variability in groundwater chemical composition and quality is characteristic for the transboundary shallow groundwater bodies of the Ipoly/Ipel' Valley and the Bodrog Basin, which also show the effects of anthropogenic activity. High concentrations of NO₃⁻ and high TDS occur under the settlements. Samples taken from dug wells show that the upper part of the shallow groundwater has deteriorated in quality inside settlements and in the agricultural areas. High concentrations of chloride, sulphate or specific organic parameters (PAH, COD), and occasionally pesticides are also documented. Higher values of iron, manganese, ammonium and in some cases arsenic were recorded on the Hungarian side of the Bodrog Basin.

The karstic area and adjoining hilly groundwater bodies of the Aggtelek–Slovak Karst consist of groundwater of very good quality.

High pesticide concentrations were detected locally, especially in the Ipoly/Ipel' Valley, which should be the focus of a more detailed survey.

Tárgyszavak: határvízi, felszín alatti víztest, kémiai állapot, vízgeokémia, nitrát, pesticid, kémiai elemzés, Magyarország, Szlovákia

Kivonat

A tanulmány rövid összefoglalást nyújt az Enwat (Interreg III A) projekt keretében vizsgált három – Ipoly/Ipel'-völgy, Aggteleki- és Szlovák-karszt, valamint a Bodrog-medencében – határon átnyúló sekély felszín alatti víztestcsoport víz-geokémiai értékelésének eredményeiről, az elvégzett tevékenységről, a közös módszertanról és a munka során nyert tapasztalatokról.

A nyomelemek, növényvédő szerek és izotópadatok területi eloszlásában, valamint a vizsgált felszín alatti víztestek vízminőségének ismeretében mutatkozó hiányok pótlására kiegészítő vízmintavételt terveztünk, illetve végeztünk. A mintavételt a magyar és a szlovák földtani intézet közösen készítette elő, a víz-geokémiai felvételek előzetes eredményeinek ismeretében. A vízmintavétel, mintatárolás és analízis egységes módszertan alapján történt. A korábbi projektek tapasztalatai, valamint a széleskörű kémiai komponensek (fő- és nyomelemek, növényvédő szerek, egyéb szerves komponensek, izotópok) vizsgálatából adódóan, a vizelemzéseket megosztottuk az egyes magyarországi és szlovákiai laboratóriumok között. A vizelemzések minőségének biztosítása érdekében körülbelül 10% kontrollmérést végeztünk.

A vizsgált sekély felszín alatti víztestek jellemzésére, az eltérő földhasználat és a mintavételi helyek szerint, valamint a mintavételi-, az analitikai vagy egyéb hiba hatásainak vizsgálatára statisztikai értékeléseket készítettünk.

Az Ipoly/Ipel'-völgy és a Bodrog-medence országhatárral osztott felszín alatti vizeinek kémiai összetételére antropogén hatásokat is tükröző, erős változékonyság jellemző. A települések alatt nagy az NO_3^- és az összes oldott anyag koncentrációja. Az ásott kutakból gyűjtött vízminták jelzik, hogy a települések és az intenzív mezőgazdasági területek alatt a talajvíz felső zónája szennyezett. Nagy klorid-, szulfát- és szerves komponens- (PAH, KOI) koncentrációk, illetve helyenként növényvédőszer koncentrációk találhatók. A Bodrogközben, a Bodrog-medence magyarországi területén, nagy vas-, mangán-, ammónium- és helyenként arzénkoncentrációt lehetett kimutatni.

Az Aggteleki- és Szlovák-karszt és az azt övező hegyvidéki felszín alatti víztestek nagyon jó vízminőséggel jellemezhetőek.

Helyenként, különösen az Ipoly/Ipel' völgyében nagy növényvédőszer-koncentrációkat lehetett kimutatni, mely felhívja a figyelmet egy szélesebb körű felmérés szükségességére.



Introduction

A joint Hungarian–Slovakian hydrogeochemical survey was conceived in order to define the basic chemical characteristics in selected Hungarian–Slovakian transboundary groundwater bodies. Teams of experts from both sides of the border cooperated intensively to assess transboundary groundwater bodies, preparing common techniques and strategies, including groundwater sampling, analyses, database architecture, GIS and interpretation of the results. Anomalous concentrations of contaminants in the groundwater with potentially negative effects on biota and/or on human health were also discovered during the study. This paper summarises the results of the survey of the chemical status of the shallow transboundary groundwater bodies. In the context of this study, shallow means from surface down to the well screen at a maximum of 30–35 metres depth.

The main group to benefit from the results of this survey will be the population living in the transboundary regions who not only use groundwater as a major drinking and household water supply, but also use it for irrigation, industrial and recreational purposes. A better information flow on the groundwater status in the areas investigated in this project will positively influence the situation of the target population.

Local people will become aware of any potentially negative impact of water use and possibilities of improving the qualitative status of groundwater. Another significant target group is represented by regional authorities (local governments) who are the decision-making bodies for water management. This scientifically-based, high quality, water resource investigation provides the latest information on the status of the groundwater bodies, thus helping both the wider scientific community and general public to become better informed and more confident in decision-making processes.

Available regional hydrochemical data were collected during a first stage of the hydrogeochemical survey. Joint hydrogeochemical mapping was carried out in areas lacking sufficient data. Additional hydrogeochemical and isotope data were collected in the target regions, complementing

existing analytical data on groundwater quality. Where needed, detailed groundwater analyses were carried out so that sufficient data was available for the characterisation of the chemical status of the groundwater bodies.

Methods

Data collection

Within the first stage of the project a team of experts from partner institutions set up and basic principles of joined project procedures were worked out. Preparation phase resulted in a summary of already existing data raising a proposal of a new data collection. Setting up the method and system of data processing using information technology (database system, GIS, Web page) was developed as well. All kind of the available data were collected from the target regions. This work resulted in lots of different type and different sources of data. Information from the EU and local monitoring networks, from different projects were gained as well.

Knowledge of geological, tectonical, hydrogeological and hydrogeochemical settings of the areas were crucial for selection of the new groundwater sampling sites to fill the gaps in the areal coverage and information density about chemical composition of groundwater. Among others, regime characteristics, groundwater flow systems, number and character of groundwater sources were taken into account. Representativeness of aquifers and their importance to meet population demand on groundwater supply played an important role in choice of groundwater objects subject to sampling. New samples were collected from existing wells, temporary wells, dug wells, springs, surface waters and drainages.

Groundwater sampling was performed according to the accredited sampling standards (Quality Manual of the Geological Institute of Hungary). The groundwater sampling consisted of four steps:

- Preparation of sampling equipments and vessels.
- Field measurements and calibrations.
- Water sampling.
- Storing, transportation and treatment of water samples.

The field measurements were found useful for the determination of those parameters, which can undergo a fast change during storage and transportation. These parameters are: electric conductivity, pH, water and air temperature, dissolved oxygen, acidity and alkalinity. Electric conductivity, pH, water and air temperature, and dissolved oxygen were measured with WTW Combo/Multi Line instruments.

The water sampling was done according to the required chemical components (macro parameters trace elements, organics, pesticides, isotopes of H, O, S and C) and the requirements launched by laboratories. All the necessary sampling vessels were provided by the laboratories. The bottles and vessels for samples that do not need conservative fluids were rinsed three times with the sampling water and then filled (without bubbles). The samples collected for analyses of metals and metalloids (sodium, potassium, calcium, magnesium, iron, manganese, trace elements) and also for determination of chloride, sulphate, nitrite and nitrate were filtered through sterile membrane filters provided by the laboratories with a pore diameter of 0.45 mm. Each bottle was labelled with an ID-code. The sampling team at the sampling site filled in the sampling record. The samples were stored according to the laboratory requirements.

Chemical analyses

Based on previous projects' experience and due to the specific chemical components analysed, the samples were split among different laboratories placed in Hungary and Slovakia:

— The field components and the macro chemical parameters were determined and analysed by the sampling groups and the laboratories of the two participated geological institutes (Geological Institute of Hungary — MÁFI and Slovak Geological Survey — ŠGÚDŠ).

— The trace elements and the chemical components with low concentrations expected were analysed by the same laboratory for all of the collected samples. The trace elements were analysed in the MÁFI laboratory, the pesticides in the Bálint Analitika Ltd., while the other organics in the ŠGÚDŠ laboratory in Spišská Nová Ves.

— The isotopes were analysed in different laboratories (depending on different isotope components). Hydrosys Kft. (tritium and ^{14}C) and the Geochemical Research Laboratory of the Hungarian Science Academy (MTA GKKL) in Budapest ($\delta^{18}\text{O}$ and δD), ŠGÚDŠ in Bratislava ($\delta^{18}\text{O}$ and δD) and Water Research Institute in Bratislava (tritium) were involved in the project.

— About 10% of control analyses were carried out to assure the quality of the analytical work.

The major groups of the components were the following:

Field components: pH, electrical conductivity (mS/cm), dissolved O_2 (mg/l), O_2 of saturation %, temperature of water ($^\circ\text{C}$), temperature of air ($^\circ\text{C}$), redox

potential (mV – standard Hg electrode), alkalinity (pH End Point 4.5, eventually 8.3; acidity (pH End Point 8.3, eventually 4.5)

Macro parameters: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , Fe_{Tot} , Mn_{Tot} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , NO_3^- , NO_2^- , Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , SiO_2 , TOC , COD_{Mn}

Trace elements: Ag, Al, B, Li, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Sr, Tl, V, Zn, As, Sb, Se, Br, J, Hg, Rb, Cs, La, Tl, Bi, Th, U

Pesticides:

Triazine derivatives (atrazine, prometryne, terbutrine, terbutylazine, metribuzine, propazine, symazine, hexazinon, dezetilatrazine, dezizopropilatrazine).

Chlorinated hydrocarbons (endrine; hexachlor benzene; pentachlorbenzene; heptachlor benzene; o,p-DDD; p,p'-DDT; o,p-DDT; alachlore; isodrine; aldrine; dieldrine; hexachlor benzene; DDE; α -HCH; β -HCH; γ -HCH [lindane]).

Phosphoric acid esters (malation, metil paration, chlorpiriphos, diazinone, phorate, etil paration, dimetoate).

Halogenated acids (metolachlor, bentazon, carbofurane, metoxichlor).

Phenoxy carbonic acids (2,4 D; 2,4,5 T; MCPA).

Other organics:

TPH C10-C40.

AOX.

PAH (acenaphylen; acenaphthen; fluoren; phenantren; anthracen; fluoranthene; pyrene; benz(a)anthracen; chrysen; benz(b)fluoranthene; benz(k)fluoranthene; benz(a)pyrene; idenol(1,2,3-cd)pyrene, dibenz(a,h)anthracene; benz(g,h,l)perylene; naphthaline).

PCB (delor 103, delor 106, PCB isomeres: 28,52,101, 138, 153, 180).

BTEX (benzene; toluene; O,m,p, xylenes; ethyl benzene).

Alyphatic chlorinated hydrocarbons (tetrachlormetane, 1,1 dichloretilene; chlorophorm; bromdichlormetane; 1,1 dichlormetane; 1,1 dichlorethane; bromoform; dibromchlormetane; 1,2 dichlorethane; 1,1,1 trichlorethane, 1,1,2,2 tetrachlorethane; 1,2 dichloretilene; 1,1,2 trichloretilene; 1,1,2,2 tetrachloretylene; chlorbenzene; 1,2-1,3-1,4 dichlorbenzene; cyclohexanon; cyclohexanol; vinylchloride).

Isotopes: ^{14}C – $\delta^{13}\text{C}$, δD – $\delta^{18}\text{O}$.

Laboratory procedures and control analyses

The *macro parameters* were analysed by the laboratories of the MÁFI and ŠGÚDŠ laboratory in Spišská Nová Ves. The analysis were performed by their own accredited methods and detection limits (limits of quantification). MÁFI collected and analysed altogether 62 samples, ŠGÚDŠ altogether 88 samples (Table 1). According to the previous agreement both partners collected around 10% of samples for control analysis. MÁFI collected and sent to the ŠGÚDŠ laboratory 6 control samples and ŠGÚDŠ collected and sent

8 control samples to the MÁFI laboratory, respectively.

The trace elements were analysed in the MÁFI laboratory since a new ICP-MS instrument with very low detection limits was available (Perkin Elmer DRC II). To determine J^- , $ramJ^-$ and Br^- new analytical methods were developed in the MÁFI laboratory. Altogether 150 samples were analysed in the MÁFI laboratory for the trace elements (62 Hungarian and 88 Slovak samples). For the control purposes, 14 samples were analysed in the ŠGÚDŠ laboratory. The **pesticide** analyses were run in the Hungarian Bálint Analitika Laboratory for 50 samples (32 Hungarian and 18 Slovak samples). Control analyses were performed for 5 samples (3 Hungarian and 2 Slovak samples) in the ŠGÚDŠ laboratory.

Analyses of the **other organics** were run in the ŠGÚDŠ laboratory in Spišská Nová Ves for 31 samples (12 Hungarian and 19 Slovak samples). Control analyses were performed for 2 samples in the Bálint Analitika Laboratory.

The **isotope** determinations were performed by both partners in their own country. For tritium determination, 81 samples (+3 control samples) were analysed by the Hungarian Hydrosys Kft. Laboratory. Moreover, $^{14}C-^{13}C$ isotope determinations of 19 samples were made in that laboratory. The $d^2H-d^{18}O$ determinations (99 samples + 6 control samples) were performed in the Hungarian MTA GKKL laboratory from altogether. Slovak laboratories analysed oxygen and hydrogen isotopes from 48 samples (ŠGÚDŠ Bratislava) and tritium from 42 samples (Water

Research Institute Bratislava). Altogether 15 samples were analysed for sulphate sulphur and sulphate oxygen isotopes (ŠGÚDŠ Bratislava).

The Table 1 shows summary of the collected and analysed samples done in participated organizations.

The results of the control analyses of **macro parameters** were satisfactory. Comparing the MÁFI Laboratory and the ŠGÚDŠ Laboratory the results turned out to be quite consistent. The parameters of pH, HCO_3^- , conductivity, alkalinity, sulphates, nitrates, chlorides, iron, manganese, sodium, potassium, magnesium, calcium and H_2SiO_3 analysed at the two laboratories show excellent correlation.

The agreement of the macro components were good except for NO_2^- , NH_4^+ and the PO_4^{3-} components. At the NO_2^- determination, the Slovak and Hungarian partners reported higher values at 2–2 samples probably because of sample conservation problems. In some cases the samples were not transported to the Slovak laboratory in required time (within 2 days) and that could cause the deviation. In the case of PO_4^{3-} determination only one sample showed significantly different value, and in some cases MÁFI reported higher values because of different analytical methods used. ŠGÚDŠ laboratory used spectrophotometric method while MÁFI laboratory used method is ICP-AES technique. The spectrophotometric determination cannot detect the colloid fraction, while the ICP-AES method will analyse the total phosphate not only the hydrated phosphate ion.

The results of the control samples of **trace elements**

Table 1. Collected and analysed samples according to the analytical packages and laboratories

1. táblázat. A gyűjtött és vizsgált minták száma laboratóriumok és kémiai komponensek szerint

Analytical package	Laboratory	Number of samples collected by MÁFI	Number of samples collected by ŠGÚDŠ	Number of analysed samples (including controls)
Macro parameters	MÁFI	62	8 (control)	70
	ŠGÚDŠ, Spisska Nova Ves	6 (control)	88	94
Trace elements	MÁFI	62	8 (control)	150
	ŠGÚDŠ, Spisska Nova Ves	6 (control)	88	14
Pesticides	Bálint Analitika Kft.	32	18	50
	ŠGÚDŠ, Spisska Nova Ves	3 (control)	2 (control)	5
Other organics	Bálint Analitika Kft.	12	2 (control)	2
	ŠGÚDŠ, Spisska Nova Ves		19	31
Tritium	Hydrosys Kft.	81	3 (control)	84
	Water Research Institute Bratislava	42		42
$\delta D-\delta^{18}O$	MTA GKKI	99	6 (control)	105
	ŠGÚDŠ, Bratislava		48	48
$^{14}C-\delta^{13}C$	Hydrosys Kft.	19		19

were satisfactory.

The I⁻ and Hg analyses were determined by different analytical techniques. All of them were analysed in the MÁFI laboratory. In the case of iodide analysis the agreement was satisfactory between the ICP-OES and ICP-MS techniques.

According to the experience of the mercury determinations, the conservation by bichromate solution should be preferred in the future since lower detection limits can be reached either by this technique and by ICP-MS method or by the direct mercury analyzer (AMA 254). Using the BrCl solution only AAS hydride technique can be used by higher detection limit.

Generally, satisfactory results were reached at the trace element determination.

The results of the control analyses of *pesticide* samples were satisfactory. The pesticide analyses showed good correlations where the component values were higher than the detection limits.

The results of the rest of the pesticides were also acceptable, but only some of them exceeded the detection limit.

Most of the *other organic* components were determined in very low concentrations, being under or close to the detection limit. This is why correct comparison could not be made, but there were no outliers. In the AOX analysis there was a small difference for one (EWSK 08001) sample, where the Slovak laboratory reported 0.04 mg/l value, while Bálint Analitika Ltd. 0.19 mg/l. This difference is not significant since the detection limit in the Slovak laboratory is 0.03 mg/l, so the reported 0.04 mg/l only slightly exceeds this value.

The *tritium* analysis were performed by the Hydrosys Kft. with scintillation method followed by enrichment. The tritium analysis had good agreement with the control samples.

The *oxygen and hydrogen isotopes* ($\delta^{18}\text{O}$ – δD) were analysed with satisfactory accuracy. The interpretation of the isotope measurements is not part of this paper.

Processing and interpretation of data

All the available data from the different sources were integrated in the common database. Then the database was checked for different types of errors, like wrong measurements, mistypes, different units for the same element, etc.

In case of more than three analyses were available for a single sampling site, the median value was used for further statistical evaluation, while expert judgement — usually more recent, more complete or more precise measurements — was applied in case of 2 or 3 analyses at one sampling site. To check if the medians are representative time series analyses were carried out for 699 data series for pH, Ca, Mg, NO_3^- and HCO_3^- . The analyses show that only 5.4% of the data series have trends or breaks.

To characterise the evaluated groundwater bodies and to understand the effects of sampling, land use, sample source,

analytical or other errors, different statistical interpretations (descriptive statistics, histogram, boxplot, cumulative distribution function etc.) were carried out.

First the main characteristics of the 3 regions were defined, by statistical methods as follows:

— Only data after 1990, analyses at least for parameters Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , HCO_3^- with analytical error (electro neutrality) less than 5% were kept. (4265 records)

— The medians of all data were used after excluding outliers for the shallow and for the deep groundwater by regions. The main statistics (number of data, mean, median, minimum, maximum, standard deviation, lower quartile, upper quartile and 90% percentile) for the shallow groundwater are shown in Tables 2–4.

— Data for the shallow groundwater below settlements by regions. Their main statistics are shown in Tables 5–7.

To define the quality of the studied groundwater, the data were compared to the standards, monoelement maps (for pH, TDS, Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , NO_3^- , HCO_3^- , Cl^- , Ba, Al, Zn, As, pesticides) and maps of *distribution of contamination index in groundwaters* were prepared (which are presented on the project web site www.enwat.eu).

Results and discussion

Hydrogeochemical characterisation of the Ipoly/Ipel' Region

Strong variability of groundwater chemical composition and quality is characteristic for the Ipel region. The dominant groundwater types are Ca-Mg- HCO_3 as the result of dissolution of carbonates and hydrolytical decomposition of silicate minerals. Groundwater qualitative properties in the region reflect either natural character of the area or addition of compounds due to anthropogenic activities.

Anthropogenic contamination of groundwater is mostly due to human activities in settlements, agricultural activities and production of waste waters. This is reflected in very high TDS values and high concentrations of anthropogenic indicators such as Cl^- , SO_4^{2-} and NO_3^- , specific organic compounds (PAH, COD) and pesticides.

The most contaminated groundwater is found under settlements. Every site needs detailed survey in the future. Mostly contamination of the uppermost groundwater horizons can be detected, which is shown by the highest concentrations of dug wells' samples.

The concentrations of trace elements are low in the area.

There is a significant difference in the nitrate concentrations according to the land use (surface water, agricultural area, settlement, forest; Figure 1). The lowest nitrate concentrations, as could be expected, were measured in the samples taken from groundwater in forests. Groundwater in forest areas is usually unaffected by human activities, so that the composition of this groundwater can be considered almost natural. Beside the springs, which characterise their

Table 2. Main statistics for the shallow groundwater of Ipoly/Ipeľ Valley
2. táblázat. Az Ipoly/Ipeľ-völgy sekély víztartóinak főbb statisztikai paramétereit

Arca/Terület	Parameters/ Paraméterek	EC μS/cm	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe ³⁺	Mn ²⁺	NH ₄ ⁺	HCO ₃	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻
Ipoly/Ipeľ Valley	N	473	443	375	489	491	544	504	538	546	543	548	526	237
	Mean	1054	40.1	20.9	128	47.5	0.78	0.36	0.29	418	55.7	149	51.7	0.19
	Median	906	24.4	4.10	120	39.7	0.030	0.050	0.030	402	36.0	100	21.1	0.020
	Maximum	8360	1770	322	410	281	22.1	7.28	34.0	5930	1186	1607	555	7.51
	Minimum	22.0	1.10	0.010	11.1	1.40	0.004	0.001	0.005	6.20	0.98	0.60	0.010	0.010
	St. Dev.	751	93.7	50.4	62.5	32.1	2.65	0.83	1.60	307	82.5	163	80.6	0.72
	QL	682	15.7	2.41	88.8	28.9	0.005	0.009	0.025	290	17.5	41.2	2.48	0.010
	QU	1273	41.1	9.65	158	57.7	0.22	0.32	0.19	510	65.2	195	58.1	0.050
	Percentile 90%	1777	68.1	50.2	214	84.0	1.47	1.01	0.60	610	118	332	161	0.50
	N	198	168	100	214	216	269	229	263	271	268	273	251	184
Ipoly-völgy	Mean	993	32.6	9.82	114	44.2	0.83	0.49	0.48	391	43.1	135	28.7	0.23
	Median	825	21.1	3.25	103	38.6	0.10	0.14	0.10	390	25.5	86.0	8.00	0.030
	Maximum	6420	374	236	410	281	15.4	7.11	34.0	1515	1186	1607	480	7.51
	Minimum	109	1.10	0.010	11.1	1.40	0.010	0.005	0.005	6.20	0.98	0.60	0.010	0.010
	St. Dev.	747	42.1	27.7	62.4	31.1	2.07	0.90	2.26	194	94.6	182	59.7	0.81
	QL	653	12.1	2.30	77.4	28.8	0.030	0.030	0.030	274	11.3	27.9	1.65	0.010
	QU	1163	33.2	5.62	137	52.8	0.50	0.62	0.40	483	43.1	167	30.9	0.060
	Percentile 90%	1579	62.9	10.27	186	76.1	2.21	1.49	0.80	598	78.1	311	63.0	0.50
	N	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	53
	Ipeľ Valley	Mean	1099	44.7	25.1	139	50.1	0.74	0.26	0.10	446	68.1	162	72.7
Median		1049	27.4	4.60	132	42.3	0.005	0.018	0.025	424	48.7	131	40.0	0.010
Maximum		8360	1770	322	394	243	22.1	7.28	2.60	5930	484	897	555	0.41
Minimum		22	3.20	0.20	20.9	3.70	0.004	0.001	0.025	12.20	1.06	2.26	0.25	0.010
St. Dev.		751	114	56.1	60.5	32.6	3.12	0.76	0.28	385	66.6	142	90.9	0.084
QL		720	17.7	2.67	102	29.3	0.005	0.003	0.025	317	26.4	57.2	6.12	0.010
QU		1401	45	11.5	171	60.8	0.032	0.13	0.039	523	90.5	225	98.1	0.030
Percentile 90%		1913	72.9	73.3	226	87.7	0.54	0.73	0.17	617	143	333	201	0.14

N=number, St. Dev.= standard deviation, QL=lower quartile; QU=upper quartile.
 N=darab, St. Dev.=szórás, QL=alsó kvartilis, QU=felső kvartilis.

Table 3. Main statistics for the shallow groundwater of Aggtelek-Slovak Karst
3. táblázat. Az Aggteleki- és Szlovák-karszt sekély víztartóinak főbb statisztikai paramétereit

Area/Terület	Parameters/ Paraméterek	EC µS/cm	mg/l												
			Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺	NH ₄ ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	
Aggtelek-Slovak Karst	N	656	585	566	671	671	676	646	673	664	682	677	678	370	
	Mean	726	18.4	7.02	123	23.6	0.82	0.252	0.40	331	43.1	116	27.8	0.11	
	Median	638	5.60	1.20	119	16.4	0.030	0.007	0.025	335	12.0	59.0	8.07	0.020	
	Maximum	6330	465	154	824	290	76.1	13.800	141	1244	9492	2680	1100	6.50	
	Minimum	20.0	0.050	0.050	3.21	0.50	0.004	0.001	0.005	13.0	0.32	1.92	0.010	0.010	
	St. Dev.	540	32.6	18.5	62.2	26.5	3.86	0.897	5.50	139	366	173	67.6	0.51	
	QL	502	2.40	0.67	92.9	7.54	0.005	0.003	0.025	254	3.70	32.8	1.86	0.010	
	QU	877	24.5	4.07	146	32.8	0.13	0.080	0.10	409	38.0	133	29.3	0.050	
	Percentile 90%	1227	42.8	15.7	197	47.6	1.33	0.615	0.38	475	71.5	290	70.0	0.11	
	N	290	218	199	304	304	309	279	306	297	315	310	311	280	
Aggteleki-karszt	Mean	970	29.7	5.45	149	34.6	1.10	0.494	0.78	398	64.8	177	28.6	0.14	
	Median	806	18.5	1.60	135	31.6	0.080	0.050	0.080	396	20.0	110	5.58	0.030	
	Maximum	6330	465	67.5	824	290	21.0	13.800	141	1244	9492	2680	1100	6.50	
	Minimum	275	1.06	0.27	40.9	2.00	0.005	0.005	0.005	109	0.32	5.00	0.010	0.010	
	St. Dev.	665	46.3	9.85	67.8	32.2	3.11	1.279	8.15	123	536	233	87.9	0.58	
	QL	627	3.77	0.77	110	17.6	0.040	0.010	0.030	329	6.02	41.0	1.25	0.010	
	QU	1125	35.0	5.24	179	43.8	0.65	0.500	0.18	445	42.0	260	29.3	0.050	
	Percentile 90%	1500	65.6	15.3	227	54.9	2.10	1.296	0.53	520	72.0	378	59.0	0.14	
	N	366	367	367	367	367	367	367	367	367	367	367	367	90	
	Slovak Karst	Mean	532	11.7	7.88	102	14.5	0.60	0.068	0.095	277	24.4	66.1	27.1	0.028
Median		554	4.00	1.17	106	11.1	0.005	0.003	0.025	283	8.59	45.6	9.30	0.010	
Maximum		1630	123	154	282	190	76.1	3.040	3.03	908	263	525	381	0.51	
Minimum		20.0	0.050	0.050	3.21	0.50	0.004	0.001	0.015	13.05	1.42	1.92	0.25	0.010	
St. Dev.		295	17.5	21.8	47.5	15.8	4.38	0.309	0.26	127	35.9	64.4	43.6	0.074	
QL		353	1.85	0.60	76.4	5.84	0.005	0.003	0.025	205	3.37	30.3	1.86	0.010	
QU		694	14.2	3.31	128	17.7	0.030	0.010	0.025	360	30.4	83.3	29.2	0.018	
Percentile 90%		903	33.3	15.9	154	27.2	0.25	0.072	0.18	409	70.8	127	83.8	0.050	

N=number, St. Dev.= standard deviation, QL=lower quartile; QU=upper quartile.
 N=darab, St. Dev.=szórás, QL=alsó kvartilis, QU=felső kvartilis.

Table 4. Main statistics for the shallow groundwater of Bodrog Basin
4. táblázat. A Bodrog-medence sekély viztartóinak főbb statisztikai paramétereit

Area/Terrület	Parameters/ Paraméterek	EC µS/cm	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺	NH ₄ ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻
Bodrog Basin	N	596	671	653	733	758	786	786	710	770	794	758	646	499
	Mean	813	47.1	19.9	124.1	30.6	2.39	0.68	0.92	372	56.9	137	40.5	0.15
	Median	600	33.0	2.80	99.4	22.9	0.77	0.24	0.20	370	23.0	69.5	1.50	0.020
	Maximum	4217	829	520	682	362	140	22.0	21.5	1333	1978	2150	794	13.0
	Minimum	17.0	3.00	0.10	1.50	1.56	0.005	0.003	0.005	1.50	0.70	0.090	0.010	0.010
	St. Dev.	603	59.6	58.5	91.8	30.1	6.82	2.01	1.75	176	122	197	95.6	0.91
	QL	447	17.0	1.50	67.0	15.0	0.040	0.074	0.025	267	9.00	20.4	0.50	0.010
	QU	1030	54.7	6.20	156	35.4	2.40	0.58	1.32	451	57.5	184	28.2	0.060
	Percentile 90%	1511	90.0	38.4	220	55.1	5.45	1.23	2.60	561	134	325	130	0.15
	N	444	518	500	580	605	633	633	557	617	641	605	493	473
Bodrogköz (Hungarian part)	Mean	697	43.7	5.95	120	29.8	2.77	0.73	1.14	366	51.8	131	14.3	0.16
	Median	537	29.9	2.40	91.6	22.0	1.10	0.26	0.54	368	18.0	53.0	0.80	0.030
	Maximum	4217	829.0	405	682	362	140	22.0	21.5	1333	1978	2150	520	13.0
	Minimum	100	3.00	0.10	1.50	1.56	0.005	0.005	0.005	1.50	0.70	0.090	0.010	0.010
	St. Dev.	548	63.2	21.1	95.9	32.1	7.43	2.20	1.91	177	131	214	45.9	0.93
	QL	425	15.9	1.39	63.0	14.1	0.21	0.12	0.080	268	7.40	15.0	0.25	0.010
	QU	771	50.0	4.60	149	33.4	2.76	0.56	1.66	445	43.0	170	6.90	0.060
	Percentile 90%	1237	83.0	8.15	218	52.6	5.70	1.22	2.90	544	116	332	38.8	0.16
	N	152	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	26
	Bodrog Basin (Slovakian part)	Mean	1149	58.9	65.5	138	33.8	0.84	0.47	0.14	395	78.2	157	125
Median		1131	47.6	10.0	124	28.4	0.005	0.052	0.025	374	58.6	136	69.0	0.015
Maximum		3021	215	520	405	116	18.1	4.51	2.24	989	334	559	794	0.090
Minimum		17.0	8.00	0.30	21.2	6.10	0.005	0.003	0.015	70.7	4.43	3.83	0.25	0.010
St. Dev.		633	43.6	102	72.5	21.1	2.82	0.85	0.33	172	63.9	106	150	0.020
QL		724	24.0	2.00	88.9	19.4	0.005	0.009	0.025	262	35.1	84.5	7.79	0.010
QU		1471	83.0	94.0	169	41.8	0.015	0.65	0.070	510	96.62	209	178	0.020
Percentile 90%		2028	121	239	228	57.5	1.02	1.22	0.34	598	192	288	319	0.035

N=number, St. Dev.= standard deviation, QL=lower quartile; QU=upper quartile.
 N=darab, St. Dev.=szórás, QL=alsó kvartilis, QU=felső kvartilis.

Table 5. Main statistics for the shallow groundwater of Ipoly/Ipel Valley under the settlement/
5. táblázat. A települések alatt található sekély víztartók főbb statisztikai paramétereit az Ipoly/Ipel-völgyben

Area/Territilet	Parameters/ Paraméterek	EC µS/cm	Na ⁺	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺	NH ₄ ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻
Ipoly/Ipel Valley	N	129	125	110	132	134	135	122	137	146	138	142	135	44
	Mean	1294	48.7	35.8	150	54.6	0.309	0.304	0.123	459	86.3	187	86.8	0.343
	Median	1160	37.6	6.64	141	46.2	0.015	0.016	0.025	435	59.4	151	46.2	0.050
	Maximum	4730	375	323	361	199	15.4	7.11	1.10	1515	1187	1607	480	4.60
	Minimum	350	10.1	0.400	25.2	13.2	0.004	0.001	0.010	6.20	3.20	6.00	0.250	0.010
	St. Dev.	620	46.4	69.3	63.6	34.4	1.42	0.957	0.209	215	124	200	99.2	0.889
	QL	816	19.5	3.30	106	31.7	0.005	0.005	0.025	320	29.4	53.6	21.8	0.020
	QU	1600	64.0	23.5	180	66.6	0.104	0.169	0.100	549	103	253	133	0.273
	Percentile 90%	2045	83.6	137	250	98.7	0.532	0.545	0.440	659	156	334	216	0.500
	N	39	35	20	42	44	45	32	47	56	48	52	45	30
Ipel-völgy	Mean	1350	67.1	28.7	149	57.1	0.793	0.466	0.266	482	97.8	196	70.7	0.474
	Median	1150	42.0	8.05	135	47.7	0.120	0.115	0.150	439	49.8	98.5	34.0	0.125
	Maximum	4730	375	236	285	199	15.4	7.11	1.10	1515	1187	1607	480	4.60
	Minimum	557	10.8	0.590	25.2	14.9	0.010	0.005	0.010	6.20	3.20	6.00	0.250	0.010
	St. Dev.	776	74.1	55.3	69.2	37.7	2.38	1.34	0.276	274	195	276	106	1.05
	QL	820	21.2	2.95	99.2	32.4	0.030	0.055	0.028	310	22.2	24.5	5.60	0.030
	QU	1650	72.7	22.0	186	65.9	0.500	0.213	0.500	575	99.9	261	78.5	0.500
	Percentile 90%	2116	152	78.0	250	114	1.54	0.545	0.620	840	140	527	172	0.500
	N	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	14
	Mean	1270	41.6	37.4	150	53.4	0.066	0.247	0.048	444	80.1	182	94.9	0.062
Ipel Valley	Median	1193	35.7	6.40	144	43.4	0.005	0.009	0.025	429	63.5	164	54.5	0.020
	Maximum	2990	142	323	361	169	1.19	5.49	0.940	1022	302	740	414	0.260
	Minimum	350	10.1	0.400	46.4	13.2	0.004	0.001	0.025	67.7	7.55	13.5	0.250	0.010
	St. Dev.	542	26.9	72.2	61.2	32.8	0.198	0.780	0.104	168	59.3	140	95.4	0.080
	QL	820	19.0	3.33	112	31.0	0.005	0.003	0.025	331	37.1	75.8	26.3	0.010
	QU	1579	60.5	25.1	177	67.0	0.020	0.080	0.025	541	105	244	141	0.085
	Percentile 90%	2040	75.3	151	238	93.4	0.108	0.487	0.060	625	162	308	221	0.171

N=number, St. Dev.= standard deviation, QL=lower quartile; QU=upper quartile.

N=darab, St. Dev.=szórás, QL=alsó kvartilis, QU=felső kvartilis.

Table 6. Main statistics for the shallow groundwater of Aggtelek-Slovak Karst under the settlement/
6. táblázat. A települések alatt található sekély víziartók főbb statisztikai paramétereit az Aggteleki- és Szlovák-karszt területén

Area/Terület	Parameters/ Paraméterek	EC µS/cm	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺	NH ₄ ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻
Aggtelek-Slovak Karst	N	157	137	129	162	162	162	155	165	155	168	164	169	76
	Mean	941	31.7	14.2	138	31.1	1.03	0.514	1.15	355	102	159	54.1	0.169
	Median	772	21.4	4.00	125	21.3	0.040	0.011	0.040	337	25.4	84.9	18.5	0.020
	Maximum	6330	465	154	824	290	20.2	14	141.500	1086	9492	2680	1100	6.50
	Minimum	48.0	0.730	0.080	14.4	2.95	0.004	0.001	0.005	26.9	1.50	4.24	0.010	0.010
	St. Dev.	833	49.2	27.7	81.6	39.3	3.26	1.52	11.1	156	734	263	121	0.761
	QL	602	5.40	1.10	93.3	11.7	0.005	0.003	0.025	262	8.86	44.8	2.30	0.010
	QU	971	38.8	11.9	165	37.5	0.490	0.275	0.170	438	59.7	173	58.8	0.053
	Percentile 90%	1503	68.8	41.4	227	57.7	1.86	1.49	0.650	531	91.8	353	117	0.220
	N	73	53	45	78	78	78	71	81	71	84	80	85	66
Aggteleki-karszt	Mean	1236	48.5	7.81	166	48.1	1.87	1.07	2.27	443	167	245	52.7	0.192
	Median	859	31.9	4.30	141	35.6	0.503	0.360	0.120	424	27.1	142	3.70	0.025
	Maximum	6330	465	60.9	824	290	19.6	14	141.500	1086	9492	2680	1100	6.50
	Minimum	378	1.42	0.400	55.4	3.10	0.015	0.005	0.005	220	1.50	5.00	0.010	0.010
	St. Dev.	1112	71.5	11.6	99.2	50.5	3.95	2.11	15.7	147	1036	353	160	0.815
	QL	650	16.6	1.56	101	25.0	0.075	0.050	0.070	360	8.85	59.7	1.00	0.010
	QU	1390	50.3	6.75	216	52.4	1.54	1.14	0.440	497	60.4	326	28.4	0.060
	Percentile 90%	1764	89.1	17.3	257	73.0	3.61	2.80	1.35	573	125	477	68.1	0.250
	N	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	10
	Slovak Karst	Mean	685	21.1	17.6	112	15.3	0.258	0.042	0.077	280	38.0	77.4	55.5
Median		689	12.8	3.25	110	13.6	0.005	0.003	0.025	284	23.6	69.9	35.7	0.010
Maximum		1510	96.1	154	282	60.3	20.2	2.19	2.35	619	210	334	381	0.070
Minimum		48.0	0.730	0.080	14.4	2.95	0.004	0.001	0.020	26.9	2.16	4.24	0.250	0.010
St. Dev.		297	21.7	32.8	48.8	10.6	2.20	0.242	0.270	120	41.1	57.7	61.8	0.019
QL		512	4.22	0.780	89.3	8.22	0.005	0.003	0.025	210	8.86	37.8	9.30	0.010
QU		879	35.3	12.7	135	19.3	0.020	0.009	0.025	372	58.2	99.5	81.2	0.010
Percentile 90%		969	46.6	62.9	164	26.7	0.037	0.029	0.071	439	83.2	132	133	0.034

N=number, St. Dev.= standard deviation, QL=lower quartile; QU=upper quartile.
 N=darab, St. Dev.=szórás, QL=alsó kvartilis, QU=felső kvartilis.

Table 7. Main statistics for the shallow groundwater of Bodrog Basin under the settlements
 7. táblázat. A települések alatt található sekély viztartók főbb statisztikai paraméteri a Bodrog-medence területén

Area/Terrület	Parameters/ Paraméterek	EC µS/cm	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺	NH ₄ ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	
															mg/l
Bodrog Basin	N	172	164	158	182	188	256	190	215	216	202	194	180	87	
	Mean	1115	60.3	60.2	139	38.8	1.50	0.564	0.525	407	69.1	161	88.1	0.144	
	Median	1057	47.1	7.65	120	29.1	0.445	0.200	0.050	378	46.6	124	29.2	0.030	
	Maximum	3890	337	520	599	284	31.2	5.20	5.20	1333	446	1700	795	2.80	
	Minimum	190	3.00	0.300	13.7	1.82	0.005	0.003	0.010	29.2	2.00	2.50	0.100	0.010	
	St. Dev.	635	49.8	99.0	89.1	35.8	3.02	0.920	1.01	186	70.9	199	133	0.422	
	QL	595	24.0	2.13	78.7	19.4	0.005	0.021	0.025	283	19.9	50.3	0.500	0.015	
	QU	1463	83.5	80.4	175	42.8	2.09	0.718	0.395	488	87.5	206	131	0.065	
	Percentile 90%	1896	119	236	220	73.8	3.80	1.49	1.98	605	157	326	245	0.184	
	N	81	73	67	91	97	165	99	124	125	111	103	89	83	
Bodrogköz (Hungarian part)	Mean	884	53.3	13.2	132	40.2	2.26	0.660	0.850	390	54.4	146	26.8	0.149	
	Median	664	37.0	4.25	101	24.9	1.20	0.340	0.175	360	28.0	66.0	1.20	0.030	
	Maximum	3890	337	97.0	599	284	31.2	5.20	5.20	1333	446	1700	520	2.80	
	Minimum	318	3.00	0.500	13.7	1.82	0.005	0.005	0.010	29.2	2.00	2.50	0.100	0.010	
	St. Dev.	633	55.8	23.1	105	45.6	3.52	0.928	1.22	189	73.0	255	66.5	0.431	
	QL	430	18.3	2.05	65.5	14.4	0.470	0.150	0.025	275	12.0	20.0	0.500	0.010	
	QU	1179	64.6	13.0	166	39.2	2.80	0.783	1.28	458	64.6	193	22.2	0.065	
	Percentile 90%	1564	91.6	26.4	207	93.2	4.42	1.53	2.98	568	132	329	79.6	0.188	
	N	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	4
	Mean	1321	65.9	94.7	145	37.3	0.129	0.459	0.081	431	87.0	178	148	0.040	
Bodrog Basin (Slovakian part)	Median	1299	53.5	35.3	132	32.6	0.005	0.033	0.025	398	71.3	160	99.9	0.025	
	Maximum	3021	215	520	401	117	4.72	4.51	1.34	990	335	540	795	0.090	
	Minimum	190	10.6	0.300	26.5	7.54	0.005	0.003	0.025	70.8	11.0	11.1	0.250	0.020	
	St. Dev.	564	44.0	118	69.6	21.1	0.626	0.904	0.194	181	64.3	105	153	0.034	
	QL	955	31.2	2.85	92.8	23.0	0.005	0.009	0.025	304	42.9	107	33.8	0.020	
	QU	1610	87.5	161	183	42.8	0.005	0.43	0.055	539	104	246	199	0.045	
	Percentile 90%	2059	124	270	229	65.9	0.025	1.21	0.100	658	195	315	347	0.072	

N=number, St. Dev.= standard deviation, QL=lower quartile; QU=upper quartile.
 N=darab, St. Dev.=szórás, QL=alsó kvartilis, QU=felső kvartilis.

catchments, some of the samples were collected from or nearby forestry or private houses. These latter characterise only the local groundwater. Their high nitrate concentrations (for example) can be defined as outliers as Figure 1 shows too. The maximum values in the groundwater under the forests, excluding the outliers, are around 22–25 mg/l,

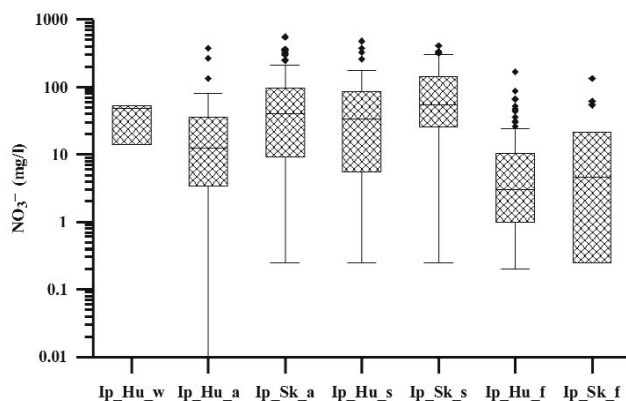


Figure 1. Distribution of nitrate concentrations in the shallow groundwater of Ipoly/Ipel' Valley, according to land use

Ip_Hu_w: surface water in Hungary, N=3; Ip_Hu_a: agricultural area in Hungary, N=104; Ip_Sk_a: agricultural area in Slovakia, N=147; Ip_Hu_s: settlement in Hungary, N=45; Ip_Sk_s: settlement in Slovakia, N=90; Ip_Hu_f: forest in Hungary, N=99; Ip_Sk_f: forest in Slovakia, N=15

1. ábra. A talajvíz nitrát koncentrációja az Ipoly/Ipel' völgyében, a terület használat szerint

Ip_Hu_w: felszíni vizek Magyarországon, N=3; Ip_Hu_a: mezőgazdasági terület Magyarországon, N=104; Ip_Sk_a: mezőgazdasági terület Szlovákiában, N=147; Ip_Hu_s: település Magyarországon, N=45; Ip_Sk_s: település Szlovákiában, N=90; Ip_Hu_f: erdő Magyarországon, N=99; Ip_Sk_f: erdő Szlovákiában, N=15

while the medians are around 3–5 mg/l.

It is also an important fact that the distribution of samples according to the land use is not uniform in the two countries. Many more spring samples (about 6 times more) were collected in Hungary than in Slovakia. In contrast to this, almost 2 times more samples were collected from settlements and 30% more from agricultural areas in Slovakia than in Hungary.

The nitrate concentrations are higher under the agricultural areas (median values around 35 and 60 mg/l) and even higher at settlements (median values around 200 and 300 mg/l). At each category the concentrations are higher in the Slovak samples than in the Hungarians. This fact is due to the sources of samples. In Slovakia higher number of samples were collected from dug wells, while in Hungary the majority of samples were from shallow wells. All Hungarian samples could be classified based on land use, while 252 out of 275 Slovak objects could only be classified.

Looking to the distribution of nitrate concentrations according to the sources of sampling sites (well, dug well, spring; Figure 2) it is obvious that the lowest concentrations were measured from well samples. The medians of these samples are between 0.9 and 7 mg/l. These low concentrations can be due to that these wells have screens which

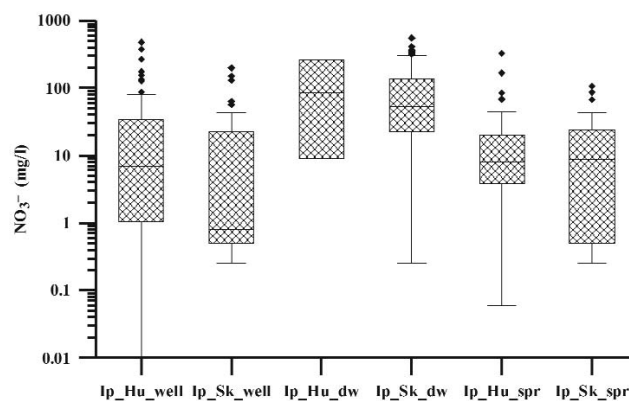


Figure 2. Distribution of nitrate concentrations in the shallow groundwater of Ipoly/Ipel' Valley, according to sample sources

Ip_Hu_well: samples from wells in Hungary, N=193; Ip_Sk_well: samples from wells in Slovakia, N=36; Ip_Hu_dw: samples from dug wells in Hungary, N=4; Ip_Sk_dw: samples from dug wells in Slovakia, N=202; Ip_Hu_spr: samples from springs in Hungary, N=54; Ip_Sk_spr: samples from springs in Slovakia, N=36

2. ábra. A talajvíz nitrát koncentrációja az Ipoly/Ipel' völgyében, a minta forrása szerint

Ip_Hu_well: a kutak mintái Magyarországról, N=193; Ip_Sk_well: a kutak mintái Szlovákiából, N=36; Ip_Hu_dw: ásott kutak mintái Magyarországról, N=4; Ip_Sk_dw: ásott kutak mintái Szlovákiából, N=202; Ip_Hu_spr: források mintái Magyarországról, N=54; Ip_Sk_spr: források mintái Szlovákiából, N=36

comprise the deeper zone of the shallow groundwater too, and nitrate reduction can also take part. Even the median values of the nitrate concentrations in the springs are a little bit higher, with a range between 8–9 mg/l. The samples of the dug wells have very high nitrate concentrations reaching median values between 50 and 80 mg/l.

If looking only at the data of samples from within the settlements (Figure 3) it can be seen that the median values of spring samples are about 10 mg/l in Hungary and 60 mg/l in Slovakia, respectively. It means that practically all previous outliers (Figure 2) are located in settlement areas. The data of well samples show median values of about 30 mg/l in Hungary and of about 40 mg/l in Slovakia. The measurements of the dug wells show similar results as in the case of all dug well samples. This is due to the fact that the samples taken from dug wells represent the uppermost, most polluted part of the groundwater body. About 40% (80 out of 202) of the Slovak dug well samples are situated within settlements, which represent about 29% (80 out of 275) of the whole Slovak samples of the shallow groundwater. This has to be taken into consideration at the characterisation of groundwater bodies. All samples could be classified according to the source of sampling, but one Slovak sample was collected from a “drain”, so 274 out of 275 objects were classified in the three categories on the Slovak side.

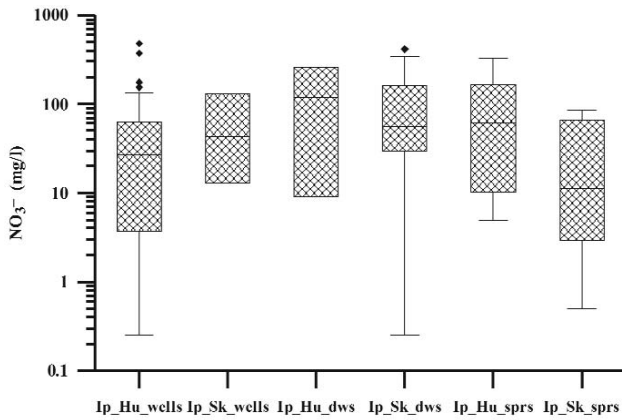


Figure 3. Distribution of nitrate concentrations in the shallow groundwater of Ipoly/Ipel' Valley, according to sample sources inside settlements

Ip_Hu_wells: samples from wells inside settlements in Hungary, N=36; Ip_Sk_wells: samples from wells inside settlements in Slovakia, N=4; Ip_Hu_dws: samples from dug wells inside settlements in Hungary, N=3; Ip_Sk_dws: samples from dug wells inside settlements in Slovakia, N=80; Ip_Hu_sprs: samples from springs inside settlements in Hungary, N=6; Ip_Sk_sprs: samples from springs inside settlements in Slovakia, N=6

3. ábra. A talajvíz nitrát koncentrációja az Ipoly/Ipel' völgyében, a településeken belüli minták forrása szerint

Ip_Hu_wells: kút minták településen belül Magyarországról, N=36; Ip_Sk_wells: kút minták településen belül Szlovákiából, N=4; Ip_Hu_dws: ásott kút minták településen belül Magyarországról, N=3; Ip_Sk_dws: ásott kút minták településen belül Szlovákiából, N=80; Ip_Hu_sprs: forrásminták településen belül Magyarországról, N=6; Ip_Sk_sprs: forrásminták településen belül Magyarországról, N=6

Hydrogeochemical characterisation of the Aggtelek–Slovak Karst

The karstic area and the adjoining hilly groundwater bodies were also part of the survey.

In the karstic part of the region, groundwater chemical composition and quality originates mainly from the processes of the water-rock interactions. The groundwater flow is mostly in limestones and dolomites of the Mesozoic (Middle and Late Triassic) rock formations. The Ca-HCO₃ (90% of the analyses) and Ca-Mg-HCO₃ chemical types dominate the groundwater that are not affected by anthropogenic activities. The natural character of the flow system ensures good qualitative properties to the groundwater. The TDS varies mostly between 400–700 mg/l (about 70% of the samples), with the peak at about 450–500 mg/l. Small number (about 9%) of samples show other character, which can be due to nonkarstic source and anthropogenic effects, too.

Most of the area consists of groundwater of very good quality. This groundwater fully meets the criteria determined for its use for drinking purposes. In most cases, concentrations of trace elements are very low and mostly below the limits of quantification. Anthropogenic contamination was documented only rarely, usually close to the settlements. It was mostly indicated by higher contents of

nitrate, chlorides, sulphates, chemical oxygen demand, and potassium. High iron and manganese concentrations can be found at the adjoining Tertiary artesian aquifers with reductive environment.

All Hungarian samples could be classified based on land use (agricultural area, settlement, forest), while 325 out of 367 Slovak objects could be classified. Groundwater samples placed in forest areas (Figure 4) show similar nitrate distribution as in the Ipoly/Ipel' Valley, with median value around 3 mg/l. Except for the samples located in the Slovak

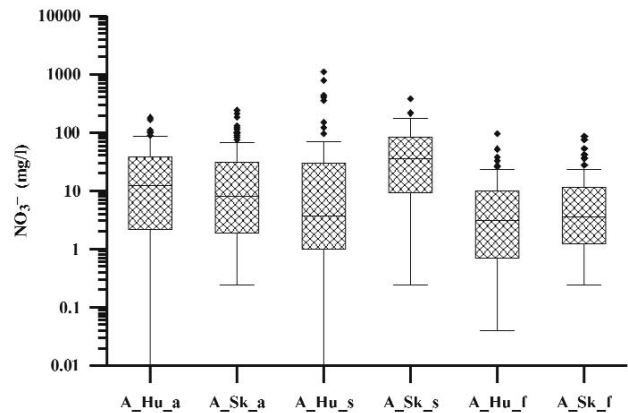


Figure 4. Distribution of nitrate concentrations in the shallow groundwater of Aggtelek–Slovak Karst, according to land use

A_Hu_a: agricultural area in Hungary, N=151; A_Sk_a: agricultural area in Slovakia, N=131; A_Hu_s: settlement in Hungary, N=85; A_Sk_s: settlement in Slovakia, N=84; A_Hu_f: forest in Hungary, N=75; A_Sk_f: forest in Slovakia, N=110.

4. ábra. A talajvíz nitrát koncentrációja az Aggteleki- és Szlovák-karszton a területhasználat szerint

A_Hu_a: mezőgazdasági terület Magyarországon, N=151; A_Sk_a: mezőgazdasági terület Szlovákiában, N=131; A_Hu_s: település Magyarországon, N=85; A_Sk_s: település Szlovákiában, N=84; A_Hu_f: erdő Magyarországon, N=75; A_Sk_f: erdő Szlovákiában, N=110

settlements, the rest of data show low (below 10 mg/l) nitrate concentrations both at agricultural areas and in the groundwater below the Hungarian settlements.

As it could be expected, the lowest nitrate concentrations can be found in spring waters (with median values between 3–5 mg/l), while the samples of dug wells have median values between 50–90 mg/l (Figure 5). The median values of nitrate concentrations in well waters are between 10–20 mg/l. Among the Hungarian samples 294 out of 311 objects could be classified according to the source of sampling, and 360 out of 367 Slovak samples were classified and then used.

The median of nitrate concentrations from the Slovak dug wells is about 60 mg/l below settlements (Figure 6). This is only slightly higher value than for the whole population of dug well samples. The wells inside settlements in Slovakia show similar (slightly higher) median value for nitrate as the whole well dataset. The data of the Hungarian wells inside settlements has lower median for the nitrate than it is for the all well data. This is probably due to the fact that many of these wells are used as groundwater resources of drinking water.

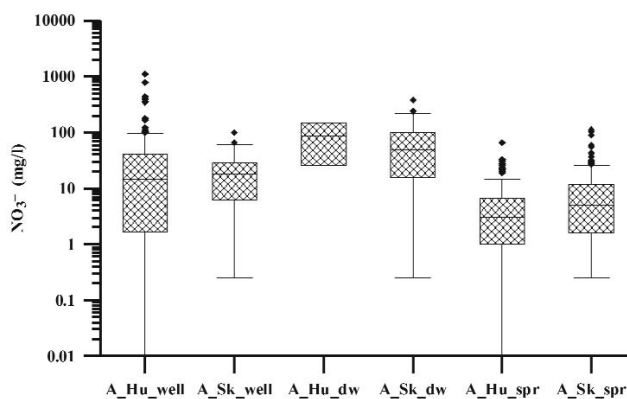


Figure 5. Distribution of nitrate concentrations in the shallow groundwater of Aggtelek–Slovak Karst, according to sample sources A_Hu_well: samples from wells in Hungary, N=190; A_Sk_well: samples from wells in Slovakia, N=45; A_Hu_dw: samples from dug wells in Hungary, N=2; A_Sk_dw: samples from dug wells in Slovakia, N=108; A_Hu_spr: samples from springs in Hungary, N=102; A_Sk_spr: samples from springs in Slovakia, N=207

5. ábra. A talajvíz nitrát-koncentrációja az Aggteleki- és Szlovák-karszton, a minta forrása szerint

A_Hu_well: a kutak mintái Magyarországról, N=190; A_Sk_well: a kutak mintái Szlovákiából, N=45; A_Hu_dw: ásott kutak mintái Magyarországról, N=2; A_Sk_dw: ásott kutak mintái Szlovákiából, N=108; A_Hu_spr: források mintái Magyarországról, N=102; A_Sk_spr: források mintái Szlovákiából, N=207

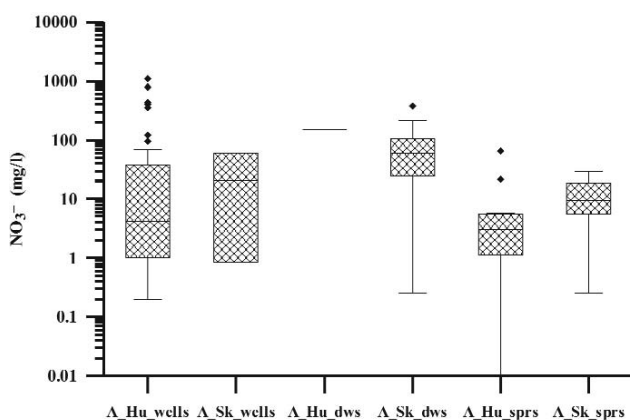


Figure 6. Distribution of nitrate concentrations in the shallow groundwater of Aggtelek–Slovak Karst, according to sample sources inside settlements

A_Hu_wells: samples from wells inside settlements in Hungary, N=64; A_Sk_wells: samples from wells inside settlements in Slovakia, N=3; A_Hu_dws: samples from dug wells inside settlements in Hungary, N=1; A_Sk_dws: samples from dug wells inside settlements in Slovakia, N=58; A_Hu_sprs: samples from springs inside settlements in Hungary, N=15; A_Sk_sprs: samples from springs inside settlements in Slovakia, N=22

6. ábra. A talajvíz nitrát-koncentrációja az Aggteleki- és Szlovák-karszton, a településeken belüli minták forrása szerint

A_Hu_wells: kút-minták településen belül Magyarországról, N=64; A_Sk_wells: kút-minták településen belül Szlovákiából, N=3; A_Hu_dws: ásott kút-minták településen belül Magyarországról, N=1; A_Sk_dws: ásott kút-minták településen belül Szlovákiából, N=58; A_Hu_sprs: forrásminták településen belül Magyarországról, N=15; A_Sk_sprs: forrásminták településen belül Szlovákiából, N=22

Hydrogeochemical characterisation of the Bodrog Basin

In the Bodrog Basin Ca-Na-HCO₃ type of chemical content dominates the groundwater. Strong variability of chemical parameters is characteristic for the region. Groundwater qualitative properties reflect either natural character of the area or significant addition of compounds due to anthropogenic activities. Anthropogenic contamination of groundwater is mostly produced inside settlements, or by agricultural activities and production of waste waters. Mostly contamination of the uppermost groundwater horizons occurs in the area.

High nitrate (>50 mg/l) concentrations and very low contents of dissolved oxygen (less, than 5 mg/l) were documented in most of groundwater samples (first aquifer of the Slovak area). Moreover, high concentrations of chlorides, sulphates and phosphates or specific organic parameters (PAH, COD) and occasionally pesticides are also documented. The character of the groundwater quality on the Hungarian side is different. Generally lower concentrations of nitrates, sulphates and chlorides and higher contents of iron, manganese, ammonium ions and in some cases arsenic were recorded. This is caused due to the fact that groundwater analyses of Hungarian side represent relatively deeper aquifer horizons, in which anoxic conditions can be expected. Furthermore, majority of the Slovak samples were taken from strongly contaminated dug wells.

In most cases, the concentrations of trace elements correspond with natural conditions of the groundwater circulation, i.e. their concentrations are very low. Higher concentrations were reported only for iron, manganese, arsenic, aluminium, zinc and selenium.

All Hungarian samples could be classified based on land use (agricultural area, settlement, forest, surface water), while only 139 out of 153 Slovak samples could be classified. Nitrate concentrations show different distributions in the Hungarian and Slovak samples (Figure 7). In the Hungarian samples low concentrations (medians less than 3 mg/l) occur in all three types of land use. In contrast, in the Slovak samples the median values are about 60 mg/l in agricultural areas and 100 mg/l in settlements.

The reason for this big difference is that 90% of the Hungarian samples are from shallow wells and 10% are from springs, while in the Slovak samples only 20% of the samples are from shallow wells, only one sample from a spring, and almost 80% of samples are from dug wells (Figure 8). Among the Hungarian samples, 489 out of 493 samples could be classified according to the source of sampling, while all the 153 Slovak samples were classified and used.

Moreover, most of the Slovak dug wells (68%) are located inside the settlements (Figure 9), where the upper part of the shallow groundwater has deteriorated much more than the whole groundwater body.

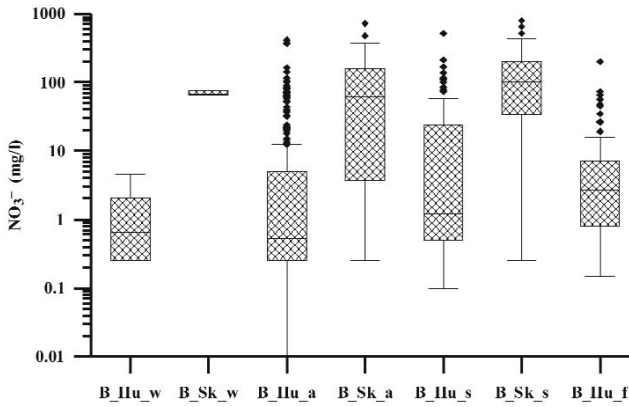


Figure 7. Distribution of nitrate concentrations in the shallow groundwater of Bodrog Basin, according to land use

B_Hu_w: surface water in Hungary, N=8; B_Sk_w: surface water in Slovakia, N=3; B_Hu_a: agricultural area in Hungary, N=323; B_Sk_a: agricultural area in Slovakia, N=45; B_Hu_s: settlement in Hungary, N=89; B_Sk_s: settlement in Slovakia, N=91; B_Hu_f: forest in Hungary, N=73; B_Sk_f: forest in Slovakia, N=0

7. ábra. A talajvíz nitrátkoncentrációja a Bodrog-medencében a területhasználat szerint

B_Hu_w: felszíni vizek Magyarországon, N=8; B_Sk_w: felszíni vizek Szlovákiában, N=3; B_Hu_a: mezőgazdasági terület Magyarországon, N=323; B_Sk_a: mezőgazdasági terület Szlovákiában, N=45; B_Hu_s: település Magyarországon, N=89; B_Sk_s: település Szlovákiában, N=91; B_Hu_f: erdő Magyarországon, N=73; B_Sk_f: erdő Szlovákiában, N=0

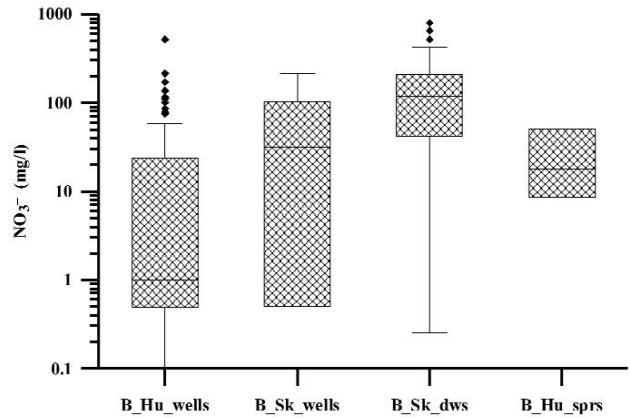


Figure 9. Distribution of nitrate concentrations in the shallow groundwater of Bodrog Basin, according to sample sources inside settlements

B_Hu_wells: samples from wells inside settlements in Hungary, N=85; B_Sk_wells: samples from wells inside settlements in Slovakia, N=7; B_Hu_dws: samples from dug wells inside settlements in Hungary, N=0; B_Sk_dws: samples from dug wells inside settlements in Slovakia, N=84; B_Hu_sprs: samples from springs inside settlements in Hungary, N=4; B_Sk_sprs: samples from springs inside settlements in Slovakia, N=0

9. ábra. A talajvíz nitrátkoncentrációja a Bodrog-medencében, a településeken belüli minták forrása szerint

B_Hu_wells: kútminták településen belül Magyarországról, N=85; B_Sk_wells: kútminták településen belül Szlovákiából, N=7; B_Hu_dws: ásott kút minták településen belül Magyarországról, N=0; B_Sk_dws: s ásott kút minták településen belül Szlovákiából, N=84; B_Hu_sprs: forrásminták településen belül Magyarországról, N=4; B_Sk_sprs: forrásminták településen belül Szlovákiából, N=0

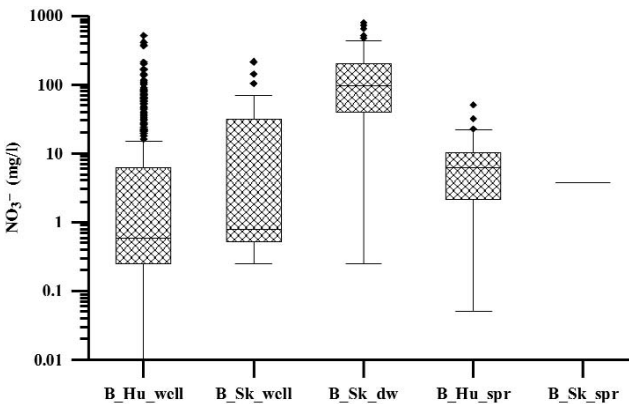


Figure 8. Distribution of nitrate concentrations in the shallow groundwater of Bodrog Basin, according to sample sources

B_Hu_well: samples from wells in Hungary, N=444; B_Sk_well: samples from wells in Slovakia, N=28; B_Hu_dw: samples from dug wells in Hungary, N=0; B_Sk_dw: samples from dug wells in Slovakia, N=124; B_Hu_spr: samples from springs in Hungary, N=45; B_Sk_spr: samples from springs in Slovakia, N=1

8. ábra. A talajvíz nitrátkoncentrációja a Bodrog-medencében a minta forrása szerint

B_Hu_well: a kutak mintái Magyarországról, N=444; B_Sk_well: a kutak mintái Szlovákiából, N=28; B_Hu_dw: ásott kutak mintái Magyarországról, N=0; B_Sk_dw: ásott kutak mintái Szlovákiából, N=124; B_Hu_spr: források mintái Magyarországról, N=45; B_Sk_spr: források mintái Szlovákiából, N=1

Assessment of groundwater chemical status compared to groundwater quality standards

Groundwater qualitative properties in the region reflect either natural character of the area (basically its geological structure) or addition of elements and compounds due to anthropogenic activities (secondary contamination).

The natural factors with adverse impact on the groundwater quality are as follows:

- impact of water-rock interaction,
- character of the source waters (rain water, surface water).

Regarding the natural factors, manganese and iron can be mobilised in the groundwater of the Quaternary sediments (in some cases reach the concentrations even above the drinking water standard). Trace elements — toxic metals — are mobilised from the rock structure of the regions only to limited extent. In case of precipitation, groundwater and surface water quality is usually affected by its low pH values (slightly acidic character) and in some cases also by high concentrations of ammonium ions with values above the drinking water standard (0.5 mg/l).

Secondary (anthropogenic) factors negatively affect the groundwater quality predominantly in Ipeľ-Ipoly Valley and Bodrog-Bodrogtköz transboundary groundwater bodies. Anthropogenic contamination of groundwater is mostly caused by agricultural activities and production of waste waters. Among other elements/compounds of man-made

origin, mostly high concentrations of nitrates, chlorides, sulphates or specific organic group parameters (PAH) and pesticides typically occur in contaminated groundwater.

To meet the purpose of the hydrogeochemical study, the environmental risk was defined as a potential deterioration or threat of biotic and abiotic components of the environment by groundwater contamination. It was calculated for all three investigated transboundary groundwater bodies. Evaluation was based on the data acquired within the Enwat project as well as the archive data. The calculation concerns the following elements/compounds in groundwater: total dissolved solids, Na^+ , Fe_{total} , Mn^{2+} , NH_4^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , Al^{3+} , As, Cd, Cu, Hg, Pb, Sb, Se and Zn. Number of considered samples in individual groundwater bodies was as follows: Aggtelek–Slovak Karst (407 samples), Ipoly/Ipel' Valley (356 samples), Bodrog Basin (563 samples). Determination of environmental risk was based on the limit values defined for individual elements/compounds in groundwater under the Regulation of Ministry of Health of the Slovak Republic No. 151/2004 (Drinking water) and under the Government Decree 20/2001 (X.25.) in Hungary (Table 8).

Considering the actual European (Commission Regulation [EC] No. 1488/94/ES of 28 June 1994) and the Slovak methodological principles and directives of risk assessment and control (Directive of Environment Ministry of the Slovak Republic No. 623/98-2, 1998), environmental risk can be defined as follows. Total effect of several (all analysed) elements/compounds with analytical concentrations higher than limit values in evaluated groundwater sample, is expressed as sum of risk factors of individual elements, so-called Index of Environmental Risk (I_{ER}). Calculating the I_{ER} , the elements with analytical concentrations lower than limit (risk) values are not taken into consideration. Calculation of I_{ER} for individual analysed

water sample consists of two steps. First, calculation of quotient of the environmental risk including every evaluated element with concentration higher than limit risk value is done. After that, their sum is calculated following the schema:

$$I_{\text{ER}} = \sum_{i=1}^n Q_{\text{ER}_i} \rightarrow Q_{\text{ER}_i} = \frac{AC_i}{RC_i} - 1$$

Q_{ER_i} – environmental risk quotient of the i -element, which exceeds the risk (limit) concentration;

AC_i – i -element analytical concentration;

RC_i – i -element risk (limit) concentration;

I_{ER} – environmental risk index of the sample tested.

The maps of *distribution of contamination index in groundwaters* were also compiled within the Enwat project (they are presented on the project web site www.enwat.eu).

Numbers and percentages of above-limit risk values in the three evaluated groundwater bodies are given in Table 9. At a glance looking at the presented Table 9 it is obvious, that the situation in all three transboundary groundwater bodies is relatively unfavourable. Considering the transboundary groundwater body Bodrog Basin, more than 85% of the water samples don't meet the criteria for drinking water at least for one chemical parameter. Similar situation was observed for the transboundary groundwater body of Ipoly/Ipel' Valley with about 73.8% of water samples, which don't meet the drinking water standards. The most favourable situation was observed in the transboundary groundwater body Aggtelek–Slovak Karst (where „only“ about 45.9% of the groundwater samples don't meet the criteria for drinking water at least for one chemical parameter).

Transboundary groundwater body Ipoly/Ipel' Valley.

More than half of the area of the groundwater body has insufficient level of groundwater environment. Above-limit values of total dissolved solids (35.7%), manganese (35.6%) and nitrate concentrations (37.9%) were mainly observed. Only about 30% of the area is characterised by good and favourable quality level of groundwater environment. In case of trace elements, good chemical status of groundwater was observed and practically no higher (above-limit) concentrations were recorded.

Transboundary groundwater body Aggtelek–Slovak Karst.

Although about half of the transboundary groundwater body is characterised by a favourable chemical composition, some of the area shows minor to significant variations. A higher variation was mostly observed on the Hungarian side of the transboundary groundwater body, while on the Slovak side the variation is of only limited extent, located particularly near to TornaĽa town. Nitrate concentrations above the Hungarian and Slovak limit values were measured in 14.5% of the cases. These are the result of anthropogenic contamination due to the high degree of agricultural land use. Other chemical components such as

Table 8. Selected groundwater quality standards (limits and indicator limits) in Hungary and Slovakia

8. táblázat. Válogatott talajvíz minőségi állandók (határértékek és jelző határértékek) Magyarországon és Szlovákiában

Components	SK	HU	Units	Quality standards
As	10	10	µg/l	Limits
B	0.3	1	mg/l	
F	1.5	1.5	mg/l	
Pb	10	10	µg/l	
Hg	1	1	µg/l	
NO_3^-	50	50	mg/l	
Sum of pesticides	0.5	0.5	µg/l	
NH_4^+	0.5	0.5	mg/l	Indicator limits*
Cl	100	250	mg/l	
Fe_{total}	200	200	µg/l	
Mn^{2+}	50	50	µg/l	
SO_4^{2-}	250	250	mg/l	
Na^+	200	200	mg/l	

* Indicator limits in Slovakia mean components affecting sensorial properties of water.

Table 9. Number and percentage of above – limit risk values in evaluated transboundary shallow groundwater bodies
9. táblázat. A vizsgált felszín alatti víztestek környezeti kockázati indexeinek határérték fölötti darabszáma és százalékos eloszlása

Element	mg/l	BODROG – BODROGKŐZ			IPEL' – IPOLY			SLOVAK KARST – AGGTELEK		
		n	Number of above – limit risk values	% of above – limit risk values	n	Number of above – limit risk values	% of above – limit risk values	n	Number of above – limit risk values	% of above – limit risk values
TDS	1000	563	115	20.43	356	127	35.67	407	35	8.60
Na	200	563	4	0.71	356	2	0.56	407	0	0.00
Fe	0.2	561	286	50.98	344	46	13.37	396	61	15.40
Mn	0.05	517	396	76.60	343	122	35.57	385	71	18.44
NH ₄	0.5	517	262	50.68	341	22	6.45	393	20	5.09
Cl	100	536	61	11.38	356	66	18.54	407	10	2.46
SO ₄	250	536	40	7.46	356	66	18.54	407	26	6.39
NO ₃	50	536	108	20.15	356	135	37.92	407	59	14.50
Al	0.2	241	13	5.39	310	19	6.13	335	29	8.66
As	0.01	317	41	12.93	312	7	2.24	348	1	0.29
Cd	0.003	335	0	0.00	313	1	0.32	345	2	0.58
Cr	0.05	315	0	0.00	316	8	2.53	344	1	0.29
Cu	1	274	0	0.00	306	0	0.00	338	0	0.00
Hg	0.001	246	1	0.41	293	0	0.00	329	6	1.82
Pb	0.01	314	8	2.55	311	0	0.00	334	4	1.20
Sb	0.005	178	3	1.69	272	1	0.37	279	9	3.23
Se	0.01	217	16	7.37	293	1	0.34	316	3	0.95
Zn	3	273	9	3.30	319	7	2.19	344	2	0.58
$I_{ER} > 0$			481	85.4		263	73.8		187	45.9

Note: $I_{ER} > 0$ – at last one of the examined elements exceeds limit risk values.

Megjegyzés: $I_{ER} > 0$ – a vizsgált komponensek közül legalább egy túllépte a határértéket.

Table 10. Statistic of pesticide measurements
10. táblázat. Peszticid mérések statisztikája

Measur	Atrazi	Atrazi	Atrazi	Hexazi	Metrb	Propa	Promt	Simaz	Terbu	Terbu	Terbu	Hepta	Op_d	Beta	Gamma	Chlor	Diazin	Malath	Metho	Benta	Melox	Sum :
<i>Ipoly/Ipel'</i>																						
N	59	43	43	43	43	43	43	59	43	43	43	43	43	43	47	43	43	44	43	43	43	46
N<0*	32	29	41	42	40	41	39	53	40	38	43	43	43	43	47	38	41	43	38	36	36	45
N>0 [#]	27	14	2	1	3	2	4	6	3	5	nd	nd	nd	nd	nd	5	2	1	5	7	1	
N>0 (%) ^{##}	45.8	32.6	4.65	2.33	6.98	4.65	9.30	10.2	6.98	11.6	nd	nd	nd	nd	nd	11.6	4.65	2.27	11.6	16.3	2.17	
N>=0.1 [€]	8	2	nd	1	nd	nd	nd	nd	nd	1	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	1	2	1	nd	3 [†]
N>=0.1(%) ^{€€}	13.6	4.65	nd	2.33	nd	nd	nd	nd	nd	2.33	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	2.27	4.65	2.33	nd	5.00 ^{††}
<i>Aggtelek-Slovak Karst</i>																						
N	67	35	35	35	35	35	35	67	35	35	35	35	35	37	43	35	35	35	35	35	35	43
N<0*	55	32	27	35	22	32	35	65	35	33	35	35	35	37	38	33	35	35	35	35	35	43
N>0 [#]	12	3	8	nd	13	3	nd	2	nd	2	nd	nd	nd	nd	5	2	nd	nd	nd	nd	nd	
N>0 (%) ^{##}	17.9	8.57	22.9	nd	37.1	8.57	nd	2.99	nd	5.71	nd	nd	nd	nd	11.6	5.71	nd	nd	nd	nd	nd	
N>=0.1 [€]	nd	nd	nd	nd	3	nd	nd	1	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	1 [†]
N>=0.1(%) ^{€€}	nd	nd	nd	nd	8.57	nd	nd	1.49	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	1.49 ^{††}
<i>Bodrog Basin</i>																						
N	149	36	36	36	38	39	48	149	45	36	28	28	32	47	80	36	36	50	37	42	66	
N<0*	128	32	32	36	35	38	48	141	45	34	25	25	31	46	68	28	35	45	35	41	66	
N>0 [#]	21	4	4	nd	3	1	nd	8	nd	2	3	3	1	1	12	8	1	5	2	1	nd	
N>0 (%) ^{##}	14.1	11.1	11.1	nd	7.89	2.56	nd	5.37	nd	5.56	10.7	10.7	3.13	2.13	15.0	22.2	2.78	10.0	5.41	2.38	nd	
N>=0.1 [€]	9	nd	nd	nd	1	nd	nd	4	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
N>=0.1(%) ^{€€}	6.04	nd	nd	nd	2.63	nd	nd	2.68	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

N = number of measured samples; # = number of samples below detection limit; ## = percentage of samples above detection limit; € = number of samples above the 0.1 µg/l limit value; €€ = percentage of samples above the 0.1 µg/l limit value; ** = number (a) or percentage (b) of samples where the concentration of the sum of total pesticides is above 0.5 µg/l; nd = not detected.
N = a mért minták száma, * = a mérési határ alatti minták száma, # = a mérési határ fölötti minták száma, # = a mérési határ fölötti minták száma, € = 0.1 µg/l határérték fölötti minták százalékos aránya, ** = azon minták száma (a) és százalékos aránya (b) amelyekben a teljes peszticid összesen meghaladta a 0.5 µg/l értéket, nd = nem észlelt.

ammonia, sulphate and chloride are also present in higher concentrations, but their concentrations are two or three times lower than their limit values. A very favourable situation was observed in the region, considering the potential toxic elements.

Transboundary groundwater body Bodrog Basin. Contents of manganese and iron exceed the limit values most frequently (76.6% and 50.98%, respectively), mainly on the Hungarian side of the transboundary groundwater body. It is possible to assume that higher concentrations of iron and manganese can be caused by redox environment. The situation is favourable taking into consideration the potential toxic elements (there is practically no higher risk).

Considering the groundwater contamination levels, the disturbed level of the environment was observed in all three investigated transboundary groundwater bodies. This disturbance is mostly caused by the natural redox environment of groundwater and by anthropogenic (effects of agriculture and settlements) activity. Above-limit concentrations of nitrates, iron, manganese, sulphates, chlorides and of total dissolved solids dominate the groundwater. Favourable situation was documented in case of trace — potential toxic — elements.

Evaluation of pesticide analyses

Where more than one data were available from one sampling site, the data filtering procedure was carried out on the worst case bases. This means that we kept those measurement series where the higher pesticide concentrations were detected.

Table 10 shows only those pesticides, which had at least one measurement above the detection limit. Pesticides below detection limits were as follows: aldrin, alachlor, dieldrin, endrin, isodrin, pentachlor, hexachlor, op_ddd, dde, pp_ddt, alfa_hch, dimethoate, parathion, parathion1, phosphate, carbofuran.

The three regions show different pesticide pollutions.

At the Ipoly/Ipel' Valley high concentrations of pesticides could be detected. Some of the samples were taken from the Ipoly/Ipel' River. In few cases atrazine, atrazine_d, hexazinone, terbuthyl, malathion, metholachlor and bentazon were detected in concentrations above the 0.1 mg/l limit value. Three out of the 60 samples had the sum of the total pesticides above the 0.5 mg/l limit value. At about 22% of the samples the sums of total pesticides exceed the 0.1 mg/l value, which claim the attention to the potential pesticide pollution in the region.

At the Aggtelek–Slovak Karst most of the samples have pesticide concentrations below detection limit. At three sites metribuzine, while at one site simazine was above the 0.1 mg/l limit value. In one case the sum of total pesticides exceeded the 0.5 mg/l limit value. Even in the case of the detected pesticides, their concentrations were very close to the detection limits. Only in 5 cases out of the 67 measured samples were the sums of total pesticides above 0.1 mg/l.

Data from the survey of chemical status of shallow groundwater carried out in 2004–2006 in the frame of the EuropeAid/114956/D/SV/HU2002-000-180-04-01-02-03 PHARE project show that the pesticide content of Nagy-Tohonya Spring is above health limit. The metribuzine content of the spring was 0.1 mg/l. No measurements for organic materials were carried out from Nagy-Tohonya Spring. At Csörgő Spring metribuzine, AOX, PAH and TPH, while at Kastélykert Spring AOX, PAH and fenantrene, antracene, fluorantrene, pirene, krizene could be detected, but these data were far below the health limit. There were no measurements from Babot Well and from Jósza Spring.

Metribuzine could be detected in few other springs in the area, too. These springs were the following: Csurgó Spring at Varbóc, and springs of drinking water wells from Szőlőardó and Tornakápolna. At Tornakápolna PAH, TPH and AOX could also be detected in the water.

The highest number of pesticide measurements (151 pieces) were realised in the Bodrog Basin. The atrazine, metribuzine and simazine concentrations exceeded the 0.1 mg/l limit value at 9, 1 and 4 samples, respectively. At none of the sites the sum of the total pesticides reached or exceeded 0.5 mg/l limit value. Only in nine cases out of the 151 measured samples were the sums of total pesticides above 0.1 mg/l.

Conclusions

The transboundary groundwater bodies of the Ipoly/Ipel' and the Bodrog Basin show the effects of anthropogenic activity. High concentrations of NO_3^- and high TDS occur under the settlements. Samples taken from dug wells (a much higher percentage from the Slovak side than from the Hungarian side) show that the upper part of the shallow groundwater has deteriorated inside settlements and in the agricultural areas. Since the area covered by settlements is minor compared to the whole groundwater body, and since the data from shallow wells shows lower concentrations of pollution indicating elements compared to data from dug wells, it can be stated with some confidence that the groundwater bodies studied here have not deteriorated in general.

— Detailed studies of the chemical status of groundwater under settlements or groups of settlements are needed for the evaluation of potential transport directions towards the receptors such as water works, surface waters or groundwater dependent ecosystems.

— The very high concentrations of Fe^{2+} , Mn^{2+} and As (above norms) which occur in the Hungarian side of the Bodrog Basin are due to natural conditions (redox environment).

— The quality of groundwater can be considered good in the Aggtelek–Slovak Karst.

— Based on the data, there is no risk of (toxic) trace element contamination in the groundwater of either of the studied regions.

— The high pesticide concentrations, especially in Ipoly/ Ipel' Valley, mean that a more detailed investigation and evaluation is needed.

This project provides the first detailed hydrogeo-

chemical survey of these transboundary regions, and it would therefore be beneficial to compare the results of this comprehensive study with the data collected regularly from the EU WFD chemical monitoring wells.



References — Irodalom

- BREZSNYÁNSZKY K., GAÁL G., SZÓCS T., TÓTH GY., BARTHA A., TURCZI G., HALMAI J., HORVÁTH I., GÁL N., GÁL B., HAVAS G., VIKOR ZS., MAIGUT V., GYALOG L., NÁDOR A., KUTI L. (MÁFI); P. MALIK, J. KORDIK, J. MICHALCO, D. BODIS, J. SVASTA, I. SLALINKA, S. RAPANT, F. BOTTLIK, J. MAGLAY, D. MARCIN, R. CERNAK (SGUDS); K. VRANA (HYDECO KV.); J. KAJA, J. LEVEINEN (GTK), ÁCS V., GONDÁR K., KUN É., PETHŐ S., SÓREGI K., SZÉKVÖLGYI K. (Smaragd-GSH Kft.) 2008: Magyar-Szlovák határmenti közös felszínalatti víztestek környezetállapota és fenntartható használata (Enwat). — Zárójelentés. Kézirat, MBFH T.21778. Budapest.
- Commission Regulation (EC) No. 1488/94/ES of 28 June 1994 laying down the principles for the assessment of risk to man and the environment of existing substances in accordance with Council Regulation (EEC) No. 793/93 (text with EEA relevance). *Official Journal* L 161, 0003-0011.
- Directive of Environment Ministry of the Slovak Republic No. 623/98-2 on procedure of risk assessment and control (in Slovak). Official publication of the MŽP SR. VI. 6. 51-71.
- Regulation of Ministry of Health of the Slovak Republic No. 151/2004 on drinking water demands and its quality control (in Slovak).